

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DERİN KAZILARDA İKSA SİSTEMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Onur BAŞESKİ**

Anabilim Dalı: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı: GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DERİN KAZILARDA İKSA SİSTEMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Onur BAŞESKİ
(501051310)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Mayıs 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Haziran 2008**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. M. Tuğrul ÖZKAN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Melike ALTAN

Doç.Dr. İsmail Hakkı AKSOY

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi, derin kazılarda uygulanan çok sıralı ankrajlı destekleme yapıların analizi için bir program geliştirilerek Geoteknik Mühendisliği alanında bu konuya katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır.

Tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli hocam Sayın Doç. Dr. M. Tuğrul ÖZKAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin oluşturulmasında, her türlü desteği için sevgili aileme çok teşekkür ederim.

Haziran, 2008

Onur BAŞESKİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel Bakış	1
1.2 Problemin ve Çözüm Yöntemlerinin Süreci	2
1.3 Yöntem	2
2. YANAL TOPRAK BASINCI	3
2.1 Coulumb Teorisi	5
2.2 Rankine Teorisi	9
2.3 Toprak Basıncına İlave Yükler	10
2.3.1 Sürşarj Yükleri	10
2.3.2 Yeraltı Su Seviyesi	11
2.4 İksa Sistemlerine Etkileyen Toprak Basınçları	11
3. DERİN KAZI DESTEKLEME SİSTEMLERİ	19
3.1 Palplanşlar	19
3.2 Fore Kazıklar	22
3.3 Mini Kazıklar	25
3.4 Zemin Ankrajları	27
3.4.1 Ankrajların Sınıflandırılması	27
3.4.2 İmalat Tekniklerine Göre Ankrajların Sınıflandırılması	28
3.4.3 Kullanım Amaçlarına Göre Ankrajların Sınıflandırılması	29
3.4.4 Zemin Ankrajları Oluşturan Yapısal Kısımlar	29
3.4.5 Zemin Ankraj İmalatı	32
4. ÇOK SIRALI ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIMI	36
4.1 Ankraj Taşıma Gücü Tahmini	38
4.1.1 Çelik Halatta Kopma	41
4.1.2 Zeminde Göçme	41
4.1.3 Enjeksiyon – Tendon sıyrılması	42
4.1.4 Zemin - Enjeksiyon Sıyrılması:	42
4.1.5 Ankraj Aralığının Bulunması	43
4.2 Duvarın Gömülü Kısımlarının Taşıma Gücünün Değerlendirilmesi	43

4.3 Derin Kayma Düzleminde Stabilite Tahkiki	44
4.3.1 Toptan Göçme Tahkiki	44
4.3.2 Kranz Metodu	45
4.4 Kazıkların Taşıma Gücü	46
5. İKSA SİSTEMİ ANALİZ PROGRAMI	47
5.1 Excel ve Visual Basic Entegrasyonu ile Programlama	47
5.2 İksa Sistemi Analiz Programı	48
5.2.1 Genel Veri Elektronik Tablo	48
5.2.2 İksa Sistemi Analiz Programı Menüsü	50
5.2.3 Ankraj Elektronik Tablo	51
5.2.4 Kazık Elektronik Tablo	51
5.2.5 Kuşak Elektronik Tablo	53
5.2.6 Başlık Elektronik Tablo	54
5.2.7 Rapor	55
5.2.8 Bilgisayar Çözüm	58
6. SONUÇLAR	63
KAYNAKLAR	67
EKLER	69
ÖZGEÇMİŞ	114

KISALTMALAR

OCR : Ön yükleme oranı

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1 : BS 8001 Ankraj İçin Minimum Güvenlik Değerleri [4]	29
Tablo 4.1 : Kök Taşıma Gücünü Etkiyen Etkenler	39
Tablo 4.2 : Bazı Kayaçlar için Tipik Kök Sıyrılma Değerleri NAVFAC 1983.....	41
Tablo 5.1 : 1 Nolu Analizde Kullanılan İksa Sistemi Model Parametreleri	59
Tablo 5.2 : 2 Nolu Analizde Kullanılan İksa Sistemi Model Parametreleri	60
Tablo 5.3 : 2 Nolu Analizde Kullanılan İksa Sistemi Sonuçları	61

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 :Aktif ve Pasif Denge Durumları.....	5
Şekil 2.2 :Kohezyonsuz Zeminlerde Coulomb Kama Yöntemine Göre Aktif Toprak Basıncı	6
Şekil 2.4 :Yatay toprak basıncı, duvar yer değiştirmesi ve çakma boyu arasındaki ilişki [3]	11
Şekil 2.5 :Model Duvar Kesiti [3]	12
Şekil 2.6 :İlk Sıra Ankraj Kazı Seviyesinde Yatay Yer Değiştirmeler ve Toprak Basınçları [3]	13
Şekil 2.7 :İlk Sıra Ankrajın Gerilmesi Sırasındaki Yatay Yer Değiştirmeler ve Toprak Basınçları [3]	13
Şekil 2.8 :2. Sıra Ankraj Kazı Seviyesinde Yatay Yer Değiştirmeler ve Toprak Basınçları [3]	14
Şekil 2.9 :Nihai Kazı Seviyesinde Yatay yer değiştirmeler ve Toprak Basınçları..	15
Şekil 2.10 :Tschebotarioff Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basınç Dağılımları.....	15
Şekil 2.11 :Lehman Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basınç Dağılımları.....	16
Şekil 2.12 :Terzaghi-Peck Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basınç Dağılımları.....	17
Şekil 2.13 :Klenner Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basınç Dağılımları.....	18
Şekil 3.1 :Çelik Palplanş Perde.....	20
Şekil 3.2 :Betonarme Palplanş Kesitleri	21
Şekil 3.3 :Ahşap Palplanş Kesitleri	21
Şekil 3.4 :Çelik Palplanş Kesitleri	22
Şekil 3.5 :Fore Kazıklı Perde.....	22
Şekil 3.6 :Fore Kazıklı Perde Tipleri.....	23
Şekil 3.7 :Fore Kazık İmalatı.....	25
Şekil 3.8 :Mini Kazık, Ankrajlı Perde	26
Şekil 3.9 :Ankrajların Kullanım Alanları	27
Şekil 3.10 :Ankraj Tipleri.....	28
Şekil 3.11 :Tipik Ankraj Detayı	30
Şekil 3.12 :Ankraj Kafası Detayı.....	31
Şekil 3.13 :Geçici Ankraj Kesiti.....	32
Şekil 4.1 :Ankraj Sistemlerin Tahkikleri I [3].....	37
Şekil 4.2 :Ankraj Sistemlerin Tahkikleri II [3].....	38
Şekil 4.3 :Granüler zeminlerde Ankraj Son Taşıma Gücünün Zemin Türü, Sıklık ve Kök Boyu ile Değişimi (NAVFAC 1988).....	40
Şekil 5.1 :Genel Veri Elektronik Tablo	48
Şekil 5.2 :İksa Sistemi Menüsü	50

Şekil 5.3 :Ankraj Elektronik Tablosu.....	52
Şekil 5.4 :Kazık Elektronik Tablosu.....	53
Şekil 5.5 :Kuşak Elektronik Tablosu.....	54
Şekil 5.6 :Başlık Elektronik Tablosu.....	54
Şekil 5.7 :Özet Tablo Formu	55
Şekil 5.8 :Basınç Formu	56
Şekil 5.9 :Sonuç Formu	56
Şekil 5.10 :Basınç Diyagramları.....	57
Şekil 5.11 :Moment, Kesme kuvveti ve Yer Değiştirme Diyagramları	57
Şekil 5.12 :Rapor Formu	58
Şekil 5.13 :Çeşitli Toprak Basıncı Dağılımları için Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	62
Şekil 5.14 :Çeşitli Toprak Basıncı Dağılımları için Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi.....	62
Şekil 5.15 :Çeşitli Toprak Basıncı Dağılımları için Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi.....	62
Şekil A.1 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi.....	70
Şekil A.2 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Kesme Kuvveti Değişimi	70
Şekil A.3 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Yerdeğiştirme Değişimi	71
Şekil A.4 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	71
Şekil A.5 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi.....	72
Şekil A.6 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	72
Şekil A.7 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi.....	73
Şekil A.8 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi.....	73
Şekil A.9 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Diyagramı	74
Şekil A.10 :Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Diyagramı	74
Şekil A.11 :Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	75
Şekil A.12 :Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi.....	75
Şekil A.13 :Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	76
Şekil A.14 :Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	76
Şekil A.15 :Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi.....	77
Şekil A.16 :Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	77

Şekil A.17: Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi.....	78
Şekil A.18: Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi.....	78
Şekil A.19: Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi.....	79
Şekil A.20: Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Değişimi.....	79
Şekil A.21: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	80
Şekil A.22: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi	80
Şekil A.23: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	81
Şekil A.24: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	81
Şekil A.25: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi	82
Şekil A.26: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	82
Şekil A.27: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi.....	83
Şekil A.28: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi.....	83
Şekil A.29: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi.....	84
Şekil A.30: Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Değişimi.....	84
Şekil A.31: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	85
Şekil A.32: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi	85
Şekil A.33: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	86
Şekil A.34: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi	86
Şekil A.35: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi	87
Şekil A.36: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi	87
Şekil A.37: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi.....	88
Şekil A.38: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi.....	88
Şekil A.39: Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi.....	89
Şekil A.40: Analiz No.2, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Değişimi.....	89

SEMBOL LİSTESİ

P_h	: Yanal toprak basıncı
P_a	: Aktif toprak basıncı
P_p	: Pasif toprak basıncı
P_o	: Sükunetteki toprak basıncı
K_h	: Yanal toprak basıncı katsayısı
K_a	: Aktif toprak basıncı katsayısı
K_p	: Pasif toprak basıncı katsayısı
K_o	: Sükunetteki toprak basıncı katsayısı
α	: Duvarın yatayla yaptığı açı
β	: Zemin yüzeyinin yatayla yaptığı açı
δ	: Zemin ile duvar sırtı arasındaki sürtünme açısı
c	: Kohezyon
$\emptyset$	: Kayma dayanımı açısı
$\emptyset'$	: Efektif kayma dayanımı açısı
σ_h	: Yanal gerilme
σ_p	: Düşey gerilme
q	: Sürşarj yükü
γ	: Zemin birim hacim ağırlığı
T_f	: Ankraj taşıma kapasitesi
D	: Ankraj delik çapı
L_k	: Ankraj kök boyu
τ_{ult}	: Zemin enjeksiyon ara yüzeyi çevre sürtünmesi

DERİN KAZILARDA İKSA SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET

Bu çalışmada, derin kazılarda uygulanan, çok sıralı ankrajlı destekleme sistemlerinin çeşitli toprak basıncı dağılımı kabulleri altında davranışının incelenmesi için İksa2008 adlı bilgisayar programı geliştirilmiştir.

Birinci Bölümde; derin kazıların Geoteknik Mühendisliğindeki önemi, yeri, oluşturduğu probleminin tanımı, çözüm süreci ve yöntemine değinilmiştir.

İkinci Bölümde, destekleme sistemine etkiyen yanal toprak basıncı, sürşarj yükü ve su basıncı gibi ilave yüklere ve çok sıralı ankrajlı sistemlerde oluşan toprak basıncı dağılım kabullerine değinilmiştir. Yanal toprak basıncının, ankrajlı iksa sisteminin imalatı sırasında, ankraj kademeleri ile olan ilişkisinden bahsedilmiştir.

Üçüncü Bölümde; temel çukuru için uygulanacak derin kazı sırasında çevre yapıların durumuna ve zemin tabakasının karakteristik özelliklerine göre seçilebilecek destekleme sistemlerden bahsedilmiştir. Palplanş, fore kazık, mini kazık ve zemin ankrajların sınıflandırılması, yapısal kısmı ve imalatı hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü Bölümde; çok sıralı ankrajlı destekleme sisteminin tasarımda dikkate alınması gereken genel stabilite tahkiklerine, zemin ankrajının güvenli taşıma gücü tahmini ile zemin ankrajında kontrol edilmesi gereken tahkiklerden bahsedilmiştir.

Beşinci Bölümde; Excel ve Visual Basic Entegrasyonu ile programlama diline değinilmiş, çok sıralı ankrajlı destekleme sistemlerinin tasarımı için geliştirilen İksa2008 adlı analiz programı tanıtılmıştır. Bilgisayar programı vasıtasıyla yapılan analizler hakkında bilgi verilmiş ve analiz bulguları karşılaştırmalı grafikler halinde ayrıntılı bir biçimde sunulmuştur.

Son bölümde ise; geliştirilen analiz programı ile yapılan analizler hakkında değerlendirmeler yapılmış ve çalışmanın sonuçları yorumlanmıştır.

ANALYSIS OF DEEP EXCAVATION SHORING SYSTEMS

SUMMARY

In this study, İksa2008 Finite Element computer program is development to analyze the behavior of multiple anchored shoring systems under various soil pressure distribution assumptions is determined by using İksa2008 computer program.

First chapter is about, the importance of the deep excavations, definition of problem and process and method of solution in a sense of Geotechnical Engineering.

Second chapter is about, lateral soil pressure and additional loads as, surcharge load, water pressure. Soil pressure distribution assumptions for multiple anchored shoring systems are mentioned. The relationship between anchors stage and lateral soil pressure during the execution of anchored shoring systems is explained.

Third chapter is about, deep excavation accordance with the location of nearby structures and soil layer parameters selectable shoring systems are mentioned. Information about the classification, structural section and production of sheet piles, bored piles, micro piles and ground anchors are given.

Forth chapter is about, basic principles of anchored system design and failure mechanisms of anchored systems and safety anchor bearing loads.

Fifth chapter is about programming language with integration of Excel and Visual Basic and the computer program for multiple anchor shoring systems design. The parts and preparation of data are explained. The analysis of model by program is mentioned; the results and graphics of analyses are given.

Finally, sixth chapter is about an overall evaluation of the work and the final conclusion for the case.

1. GİRİŞ

1.1 Genel Bakış

Temel çukurun açılması için yapılan derin kazı sırasında oluşan yatay hareketlenmeler, oturmalar gibi oluşabilecek olumsuzlukları güvenli bir şekilde karşılamak gerekmektedir. Temel çukurları başlıca; güvenli duraylı şevler ile açık kazılar veya dik- dike yakın eğimler ile çukur cidarın desteklendiği kazılar ile açılmaktadır.

Kazı sisteminin ekonomik, güvenli seçilmesi ve tasarlanması için, zemin türü ve dayanımı, komşu yapıların konumu, yeraltı suyu koşulları, temel çukurunun açık kalacağı süre, kazı şevinin korunabilmesi, kenar ve taban duraylılığı, çevrede oluşabilecek yatay ve düşey yer değiştirmeler gibi parametrelerin araştırılması ve bölgede detaylı bir inceleme yapılması gerekmektedir.

Temel çukuru için uygulanacak derin kazı sırasında çevre yapıların durumuna ve zeminin tabakasının karakteristik özelliklerine göre uygun bir destekleme sistemi seçilmelidir. Bu destekleme sistemi beton, ahşap veya çelik palplanş perdeler, diyafram duvarlar, yerinde dökme kazıklar, püskürtme beton ve zemin çivili duvarlar olabilir. Belli bir derinliğin aşılmasından itibaren bu tür destekleme sistemlerinin yerinde duraylı durabilmesi için yatay desteklere ve ankrajların kullanılması gerekebilir.

Bu tezdeki amaç, farklı zemin tabakalarında yapılan derin kazılarda, çeşitli toprak basıncı dağılımları kabulleri için ankrajlı iksa sistemi analiz programı geliştirilmesidir.

Microsoft Excel programı altında yazılan İksa2008 bilgisayar programı sonlu elemanlar metodu ile iksa sistemlerinin yatay yükler altındaki davranışlarının genel

karakterini belirleyerek derin kazıların güvenlik tahkikini ve iksa sisteminin boyutlandırılmasını yapmaktır.

1.2 Problemin ve Çözüm Yöntemlerinin Süreci

Bu çalışmada çözüm süreci; değişik zemin tabakalarında yapılan derin kazıların fore kazık ve ankrajlı iksa sistemi ile desteklenmesi sonucunda iksa sisteminin arkasında oluşan toprak basıncının modellenmesi, sistemin sonlu elemanlar yöntemi ile çözümlenerek boyutlandırılması ve iksa sisteminin yatay yük altında davranışının belirlenmesidir.

Derin kazılarda uygulanan destekleme yapılarında çok sıralı ankrajlı iksa sistemlerinde oluşan toprak basıncının tanımlanması için geliştirilen yöntemlerden en önemlileri, Terzaghi, Lehman, Tchegotarioff ve Klenner olarak sayılabilmektedir. Bu çözüm yöntemlerini birbiri ile karşılaştırmak amacıyla İksa2008 Sonlu Elemanlar bilgisayar programı geliştirilmiştir.

1.3 Yöntem

İksa sisteminin yük ve yer değiştirme limitlerinin ana karakterinin belirlenmesi için kullanılan sonlu elemanlar yöntemi aşağıdaki işlemleri içerir;

- a) Model 2 boyutlu çok küçük sonlu sayıda parçalara ayrılır.
- b) Model arkasında toprak basıncı istenilen yöneme bağlı modellenir.
- c) Sonlu sayıda parçalar sonlu elemanlar yöntemine bağlı İksa2008 programı ile çözülür.
- d) Yük ve yer değiştirme limitlerinin ana karakteri belirlenir.
- e) İksa sisteminin elemanları boyutlandırılır.

2. YANAL TOPRAK BASINCI

Yanal toprak basıncı, zemin mekaniği ve Geoteknik Mühendisliğinde en önemli konularından biridir. İstinat duvarları, ankrajlı duvarlar, konsol iksa sistemleri, tünel şaftları gibi mühendislik yapılarının uygulanması için mevcut arazide dik veya şevli kazıların yapılması gerekmektedir. Bu durumda denge bozulur ve çevre arazilerde oturma ya da yanal hareketler şeklinde ortaya çıkabilecek olumsuzlukları önlemek amacıyla zemin kütlesinin bir destekleme yapısı tarafından tutulması gerekmektedir. Destekleme sisteminin arkasındaki toprak kütlesinin yanal hareketini sınırlarken, herhangi bir derinlikte sisteme etkiyen basınca “yanal toprak basıncı” denir. Yanal toprak basıncı, p_h (2.1) bağıntısı ile hesaplanır.

$$p_h = \gamma \cdot K \cdot z \quad (2.1)$$

Burada K terimi toprak direncini, γ terimi zeminin birim hacim ağırlığını, z terimi derinliği ifade etmektedir. Yanal toprak basıncının dağılımı ve büyüklüğü sadece sistem arkasındaki toprağın özelliklerine bağlı olmayıp aynı zamanda sistem yüzeyi ile zemin arasındaki rölatif hareketin şekline de bağlıdır. Destekleme sistemlerine etki eden yanal toprak basınçları aşağıdaki gibi tarif edilebilir.

- a) Sistemin hareket etmemesi, sistemin zemine ve zeminin sisteme göre rölatif hareketinin olmaması durumunda “sükunetteki toprak basıncı” (p_o) ,
- b) Sistemin, zeminden uzaklaşması ile zeminin ferahlaması, zemin kütlesinin sistem arkasına doğru hareket etmesi ve sisteme dayanması sonucu “aktif toprak basıncı” (p_a),
- c) Sistemin zemine doğru hareketlenmesi, zeminin sıkışması ve zeminin bu hareketi sonucu “pasif toprak basıncı” (p_p)

meydana gelir.

Sükunetteki toprak basınç dağılımı (2.1) bağıntısı ile hesaplanırken, sükunetteki toprak direnci, K_0 katsayısının hesabı için (2.2) bağıntısı kullanılır.

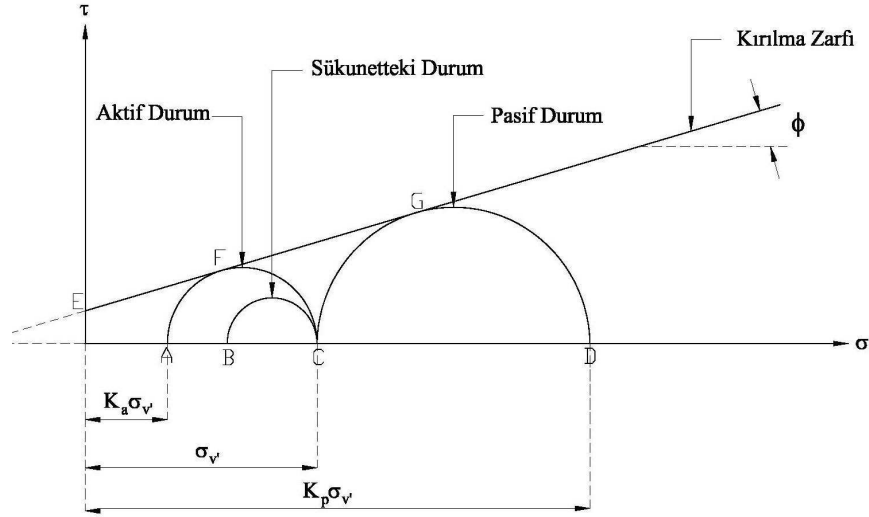
$$K_0 = (1 - \sin \phi)(OCR)^{\sin \phi} \quad (2.2)$$

Burada OCR ön yükleme oranıdır [2].

Toprak basınçları zemindeki gerilmelerden ve yer değişimlerden meydana gelmektedir. Yanal toprak basıncı hesabında kullanılan plastik sınır metodu Şekil 2.1’de verilen Mohr Dairesi ile ifade edilebilir. Kayma düzleminde, zemin kütlesinin her bölgesinde plastik sınır koşulunu sağlanamaması ve kırılma çizgisinin kesin olarak elde edilebilmesi zor olduğundan, toprak basınçların değeri kesin tespit edilemeyebilir. Çizgisel ve bölgesel kırılmaların oluşması için rölatif yer değiştirmelerin az olması durumunda, plastik sınır durumu oluşmaz. Şekil 2.1’ de görünen kırılma sınırına gelene kadar toprak basıncı, sistemin elastik ve plastik yer değiştirmeleri incelenerek bulunabilir. Yine de kayma sınırının analizi, zemin parametreleri elde etmede uygun ve ideal yaklaşım sağlamaktadır. Şekil 2.1’ de sistemin görelî olarak hareketi sonucundan aktif veya pasif denge durumuna gösterilmektedir. C noktasını kesen ve kayma düzlemine teğet bir daire görülmektedir. Bu iki daire de plastik denge halindedir. AC dairesi aşırı konsolidasyon oranına göre sükunet K_0 durumundadır. Plastik denge durumuna göre AC aktif toprak basıncını göstermektedir.

Normal gerilme ve kayma gerilme ilişkisinin doğrusal değiştiği varsayılarak aşağıdaki bağıntı yazılabilmektedir. Burada c terimi görünür kohezyon, ϕ terimi zeminin içsel sürtünme açısı, σ terimi normal gerilme ve τ ifadesi ise kayma gerilmesi olarak tanımlanmaktadır.

$$\tau = \sigma \tan \phi \quad (2.3)$$



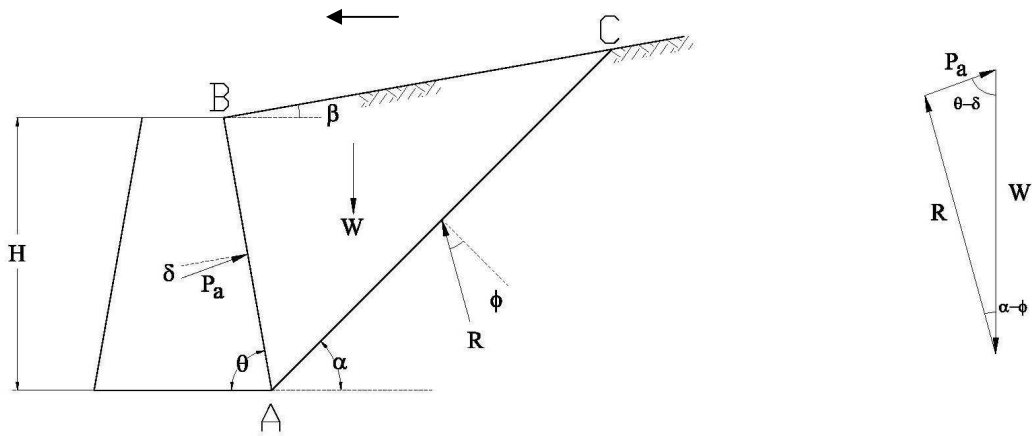
Şekil 2.1 : Aktif ve Pasif Denge Durumları

2.1 Coulumb Teorisi

Toprak basıncının belirlenmesinde kullanılan en eski metotlarından biri Coulomb (1776) tarafından bulunmuştur. Coulomb teorisi; duvar arkasındaki bir eğik düzlem üzerinde kırılma olduğunu ve bir kama oluştuğunu varsayarak bu kamanın dengesini kullanmak yolu ile toprak basınçlarını saptar. Bu kamanın rijit bir kitle oluşturduğu ve kırılma düzlemi üzerinde hareket ederek duvara yaslandığı kabul edilir. Coulomb teorisine dayanan bağıntılar, aşağıdaki şartların varlığı durumunda çözümlere doğrudan ulaşılmasını sağlarlar:

- Tabakalar içindeki malzeme özellikleri sabittir.
- Duvar arkasında yatay durumda olmaları halinde birden fazla zemin tabakası olabilir.
- Arkadaki zemin yüzeyi eğimli olabilir ancak bir düzlem olarak kabul edilir.
- Arkadaki zemin yüzeyinin eğimli olması halinde bu dolgunun ya tamamen taban suyu seviyesi altında olduğu ya da tamamen üstünde olduğu varsayılır. Yüzeyin yatay konumda olması durumunda su seviyesi herhangi bir seviyede olabilir.
- Arkadaki zeminde sürüşarj yükü üniormdur ve tüm sırt alanını kapsar.
- Arkadaki zemin yüzeyinin eğimli olması halinde dolgunun granüller olması ($c=0$) gereklidir. Dolgu yatay konumda ise kohezyonlu bir zemin için de hesap yapılabilir [1].

Kohezyonsuz zeminler için, Şekil 2.2' de duvarın ferahlaması durumunda duvar arkasında oluşacak, yatayla α açısı yapan kayma düzlemi AC düzlemi olarak gösterilmiştir. Bu kamaaya etki eden kuvvetler; ABC kamasının ağırlığı (W), zeminin duvara yaptığı itkiye karşı duvarın zemin kütleğine yaptığı p_a tepkisi ile AC düzlemi üzerindeki R reaksiyonu ile dengededir. p_a tepkisi duvar düzlemine duvar sürtünmesi açısı, δ kadar açı, R bileşke kuvveti AC kayma düzlemine dik doğrultuda zemin sürtünme açısı, Φ kadar açı yapacak şekilde etki etmektedir. Bu durumda ABC kamasının ağırlığı W, duvar sürtünme açısı ve zemin sürtünme açısı bilindiğine göre, P_a tepkisi ve R kuvveti bulabilir.



Şekil 2.2 : Kohezyonsuz Zeminlerde Coulomb Kama Yöntemine Göre Aktif Toprak Basıncı

Yukarıdaki denge koşulu analitik olarak çözümlendiğinde aktif toplam basınç;

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma' \frac{1}{\sin \theta \cos \delta} K_a h^2 \quad (2.4)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada K_a Coulomb aktif toprak direnci olup, (2.4) ifadesi ile hesaplanır.

$$K_a = \frac{\sin^2(\theta + \phi) \cos \delta}{\sin \theta \sin(\theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\theta - \delta) \sin(\theta + \beta)}} \right]^2} \quad (2.5)$$

Duvar sürtünmesinin ihmal edilmesi durumunda ($\delta=0^\circ$);

$$K_a = \frac{\sin^2(\theta + \phi)}{\sin \theta^2 \left[1 + \sqrt{\frac{\sin \theta \sin(\phi - \beta)}{\sin \theta \sin(\theta + \beta)}} \right]^2} \quad (2.6)$$

Duvar sürtünmesinin ihmalı ve duvar arkasının dikey olması durumunda ($\delta=0^\circ$, $\theta=90^\circ$);

$$K_a = \frac{\cos 2\phi}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \sin(\phi - \beta)}{\cos \beta}} \right]^2} \quad (2.7)$$

Duvar sürtünmesinin olmaması, duvar arkasının dikey olması ve arkadaki zemin yüzeyinin yatay konumda olması halinde ($\delta=0^\circ$, $\theta=90^\circ$, $\beta=0^\circ$);

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \quad (2.8)$$

ya da

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.9)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanır. Duvar arkasında kohezyonlu bir zeminin bulunması halinde, kohezyonlu zeminin duvarda uyguladığı aktif toplam basıncı (2.9) ifadesi yardımı ile hesaplanır.

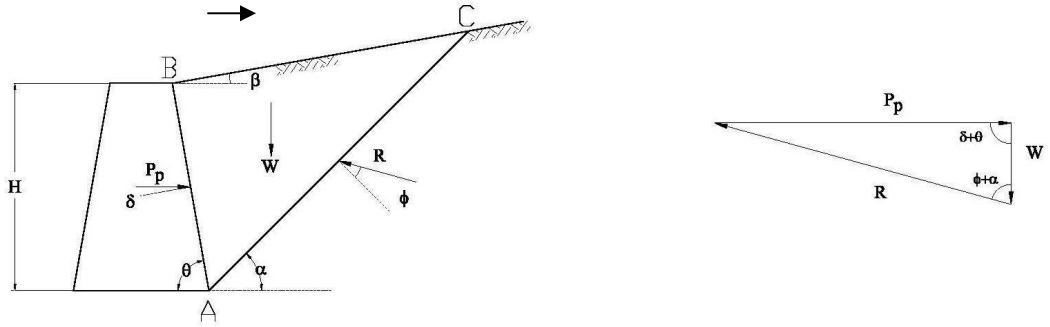
$$P_a = \frac{1}{2} \gamma K_a h^2 - 2c \sqrt{K_a} h \quad (2.10)$$

Şekil 2.3' de Kohezyonsuz zeminler için, duvarın ferahlaması durumunda duvar arkasında oluşacak, yatayla α açısı yapan kayma düzlemi AC düzlemi olarak gösterilmiştir. Bu kamaya etki eden kuvvetler; ABC kamasının ağırlığı (W), zemin duvara yaptığı itkiye karşı duvarın zemin kütleline yaptığı p_p tepkisi ile AC düzlemi üzerindeki R reaksiyonu ile dengededir. p_p tepkisi duvar düzlemine; duvar

sürtünmesi açısı, δ kadar açı yapacak; R bileşke kuvveti AC kayma düzlemine dik doğrultuda zemin sürtünme açısı, ϕ kadar açı yapacak şekilde aşağıdan etki etmektedirler. Bu durumda ABC kamasının ağırlığı W duvar sürtünme açısı, δ ve zemin sürtünme açısı, ϕ bilindiğine göre, P_p tepkisi ve R kuvveti bulabilir. Yukarıdaki denge koşulu analitik olarak çözümlendiğinde pasif toplam basıncı;

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma' \frac{1}{\sin \theta \cos \delta} K_p h^2 \quad (2.11)$$

$$K_p = \frac{\sin^2(\theta - \phi) \cos \delta}{\sin \theta \sin(\theta + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta + \beta)}} \right]^2} \quad (2.12)$$



Şekil 2.3 : Kohezyonsuz Zeminlerde Coulomb Kama Yöntemine Göre Pasif Toprak Basıncı

(2.10) bağıntısının kullanılabilmesi için, $\delta < \phi/3$ olmalıdır. Aksi halde, kayma yüzeyinin eğri olarak kabul eden grafik metotlar ile hesaplanması gerekir. Duvar sürtünmesinin var olması durumunda ($\delta > 0^\circ$) pasif toprak basıncı gerçeğe göre daha yüksek sonuçlar verdiği için, duvar sürtünmesi ihmal edilebilir. Bu durumda dik yüzeyli duvarlarda ($\delta=0^\circ$, $\theta=90^\circ$) pasif toprak basınç itkisi;

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \sin(\phi + \beta)}{\cos \beta}} \right]^2} \quad (2.13)$$

arkadaki zemin yüzeyi yatay olması halinde

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \quad (2.14)$$

ya da

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.15)$$

bağıntıları ile hesaplanabilir. Duvar arkasında kohezyonlu bir zeminin bulunması halinde, pasif toplam basıncı (2.15) ifadesi yardımı ile hesaplanır.

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma' K_p h^2 + 2c \sqrt{K_p} h \quad (2.16)$$

2.2 Rankine Teorisi

Rankine teoremine göre arkasında zemin tutan düşey bir perdenin ($\theta=90^\circ$) arkasındaki zemin üst yüzeyinin yatay ($\beta=0^\circ$) ve duvar zemin arasındaki sürtünme açısının ($\delta=0^\circ$) olduğu durumlarda herhangi bir z derinliğinde etkiyen p_a aktif toprak basıncı (2.16) bağıntısı ile p_p pasif toprak basıncı (2.17) bağıntısı ile hesaplanabilir. Rankine teorisi, duvar sürtünmesinin ihmal edilebildiği, arkadaki zeminin homojen ve kohezyonsuz olduğu, kırılma yüzeyinin bir düzlem olduğu kabullerinin yapılmasıyla geçerlidir.

$$p_a = \gamma' z \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.17)$$

$$p_p = \gamma' z \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.18)$$

Arkadaki zemin yüzeyinin eğimli olması halinde aktif toplam basınç (2.18) bağıntısından, pasif toplam basınç (2.19) bağıntısından hesaplanır.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma' K_a h^2 \cos \beta \quad (2.19)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma' K_p h^2 \cos \beta \quad (2.20)$$

Aktif toprak direnci (2.20) bağıntısı ile pasif toprak direnci (2.21) bağıntısı ile hesaplanır.

$$K_a = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2.21)$$

$$K_p = \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2.22)$$

2.3 Toprak Basıncına İlave Yükler

Duvar arkasında oluşacak toplam yatay basınç dağılımının belirlenmesinde, sürşarj yükleri, yeraltı suyunun durumu, sırt dolgusunun imalatı sırasında sıkıştırma sonucu oluşan basıncın saptanması gerekmektedir. İksa sistemleri kalıcı sistem olarak tasarladığında, iksa sisteminin deprem yüklerini de karşılaması gerekmektedir.

2.3.1 Sürşarj Yükleri

Duvar arkası dolgusu üzerinde çeşitli nedenlerden dolayı sürşarj yükü oluşabilir. Duvar arkasında yapı, inşaat makinesinin çalışması, tren yükü gibi yükü bulunabilir. Bu yüklerin duvar üzerinde etkisi olan ilave toprak basınçları, Culmann ve Kama Metodu gibi grafik metotlar ile bu sürşarj yükünün kama ağırlığına ilave edilmesiyle hesaplanabilir. Duvar arkasındaki üzerine etkileyen yükün çizgi, nokta ve şerit yük tipleri için, yükün belli bir yatay uzaklığından, derinlikten etkilemesine ve yükün şiddetine göre toprak basıncına olan ilave etkisi abaklardan veya yarı ampirik hesap metotlarından hesaplanabilmektedir.

Duvar arkasında zemin yüzeyini tamamen kaplayan bir yayılı yük (q) mevcut ise, z derinliğinde etki eden ilave aktif toprak basıncı (2.22) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\sigma_a = K_a q \quad (2.23)$$

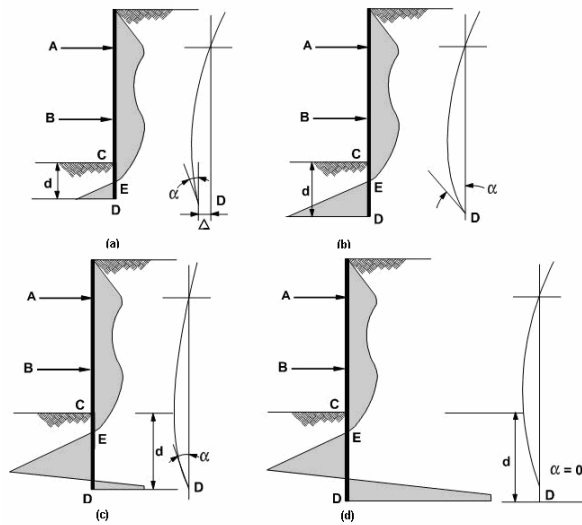
2.3.2 Yeraltı Su Seviyesi

Destekleme sisteminin yapılacağı zemin çevresinde yeraltı suyunun bulunması halinde toprak basıncına ilave bir su basıncı etkileyecektir. Su seviyesine kadar (2.23) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\sigma_a = K_a [\gamma_{su} z_{su} + \gamma' (z - z_w)] \quad (2.24)$$

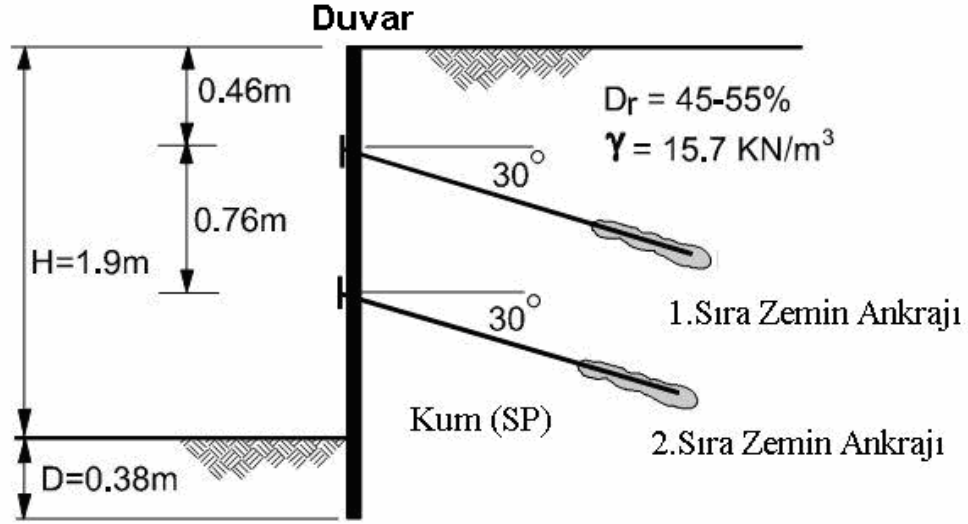
2.4 İksa Sistemlerine Etkileyen Toprak Basınçları

Destekleme sistemi arkasındaki toprak basınç dağılımları sistemin şekil değiştirmesine bağlıdır. Destekleme yapılarına gelen toprak basınçları çoğunlukla Coulumb teorisine göre hesaplanmaktadır. Coulumb teorisi, sistemin uç noktası etrafında yeterli ölçüde dönmesi ilkesine dayanır ve oldukça rijit yapılar için geçerlidir. İksa sistemlerinin arkasındaki toprak basınç dağılımını belirlenmesi için özellikle düşey elamanın yaptığı şekil değiştirmelerin incelenmesi gerekmektedir. Düşey elamanın yaptığı değişik hareket durumunda arkasında oluşan toprak basınçları değişim göstermektedir. Bunlar sistemin uç noktası etrafında dönmesi, tepe noktası etrafında dönmesi ve sistemin sehim yapması halinde incelenebilir. Şekil 2.4' de yatay toprak basıncının, duvar yer değişimi ve çakma boyu ile olan ilişkisi verilmiştir.



Şekil 2.4 : Yatay toprak basıncı, duvar yer değiştirmesi ve çakma boyu arasındaki ilişki [3]

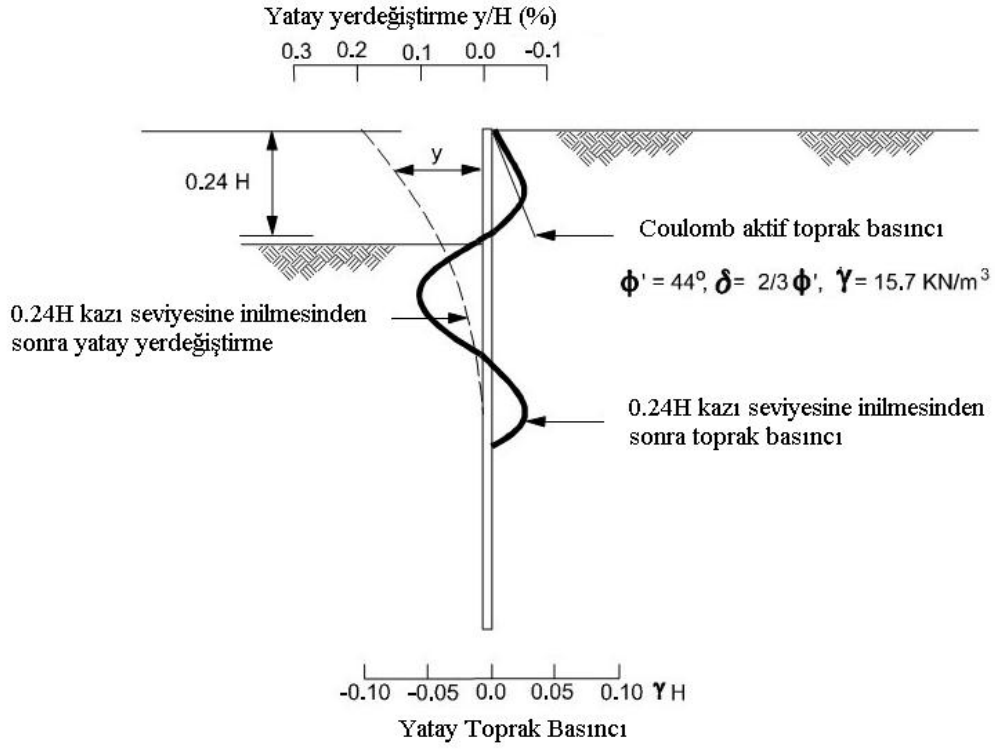
İki sıra ankrajlı iksa sisteminin modellenmesi üzerine yapılan çalışma, toprak basıncı ile sistem şekil değiştirmelerinin kademelere göre ilişkisini göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan modelin, duvar yüksekliği 2.28m, duvarın nihai kademedeki toprak altında kalan boyu ise 0.38m' dir. (Şekil 2.5). Çalışma dört kademedeki oluşmaktadır [3].



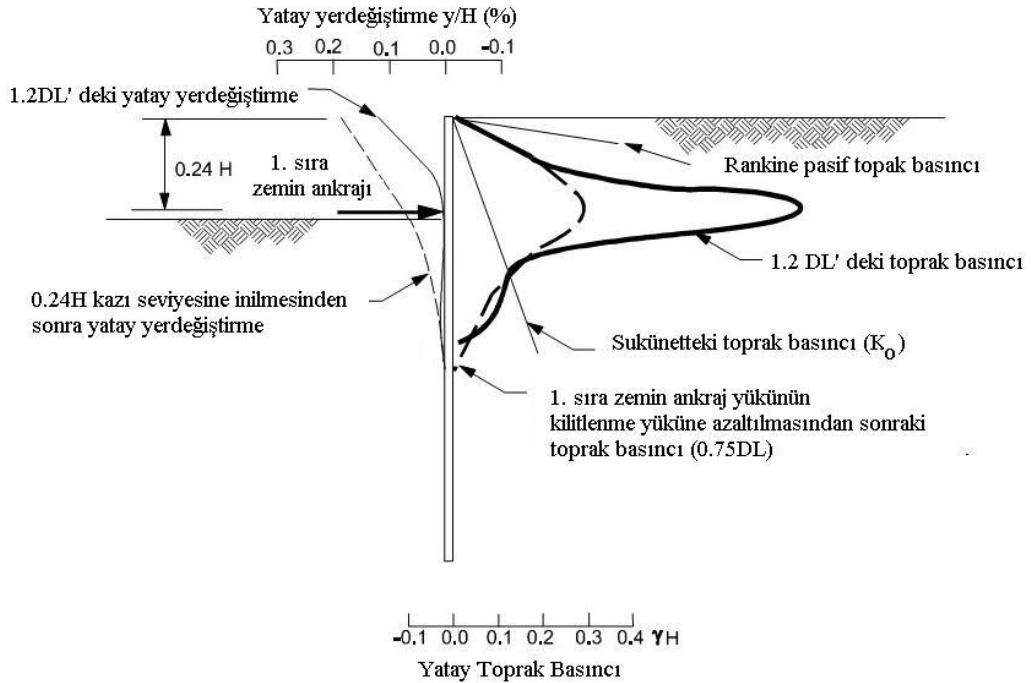
Şekil 2.5 : Model Duvar Kesiti [3]

1. Durum : İlk sıra ankrajın yapılması için ilk sıra ankraj kotuna inilmesiyle, sistemin ankastre konsol çalışma durumudur. Sistemin kazı seviyesi üzerinde kalan kısmı için toprak basıncı ve şekil değiştirmeler, derinlik arttıkça lineer artan aktif durumdaki toprak basıncı ve şekil değiştirmeler ile tutarlı olduğu gözükmemektedir. (Şekil 2.6)

2. Durum : 1. sıra ankrajın, 1. durumdaki kazı seviyesinden yapılması ve gerilmesi ile toprak basınç dağılımında önemli bir değişim gözlenmektedir. Ankrajın gerilmesiyle sistem, kazı bölgesinden toprak tarafına doğru itilmektedir. Toprak basıncındaki artış, ankraj seviyesinde neredeyse pasif toprak basıncı değerine kadar yükseldiği gözlenmektedir. Ankrajın servis yükün %75-100' e kilitlendiğinde, toprak basıncı, ankraj seviyesi çevresinde gerilme soğanı bırakacak şekilde azalmakta fakat aktif toprak basıncı değerinin üzerinde kalmaktadır.

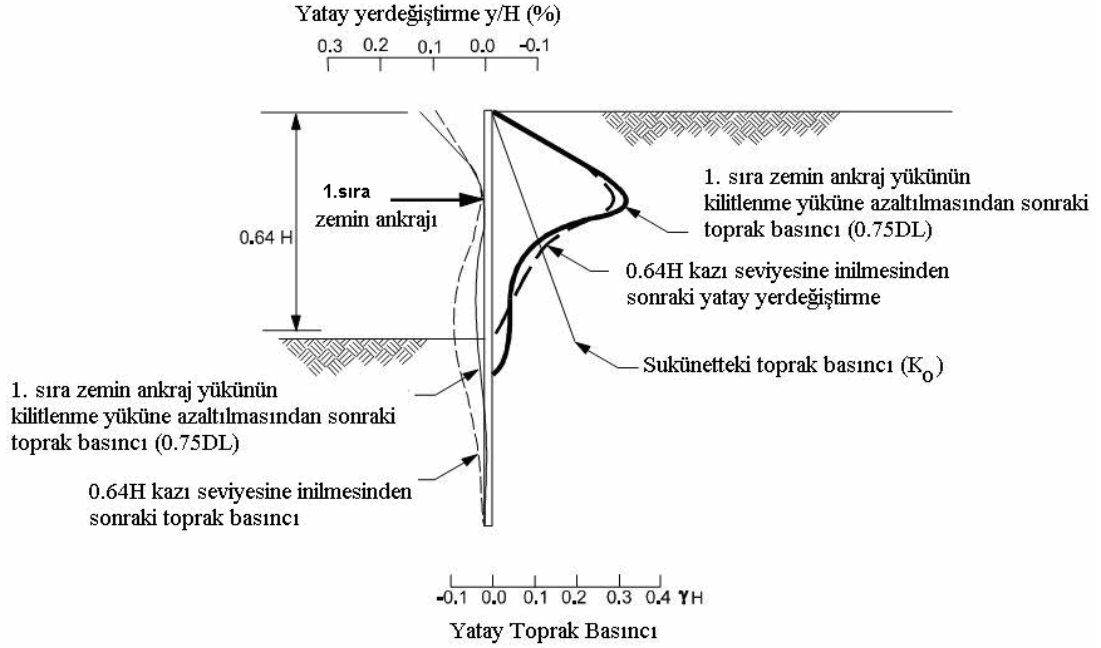


Şekil 2.6 : İlk Sıra Ankraj Kazı Seviyesinde Yatay Yer Değiştirmeler ve Toprak Basıncıları [3]



Şekil 2.7 : İlk Sıra Ankrajın Gerilmesi Sırasındaki Yatay Yer Değiştirmeler ve Toprak Basıncıları [3]

3. Durum : İkinci sıra ankrajın yapılması için ikinci ankraj kotuna inilmesiyle; sistemin yer değiştirmesinde ve arkadaki toprak basıncında değişim gözlenmektedir. Kazı seviyesinin altındaki toprak basıncı ve ilk sıra ankraj seviyesi altındaki yer değiştirmelerde artış gözlenmiştir.

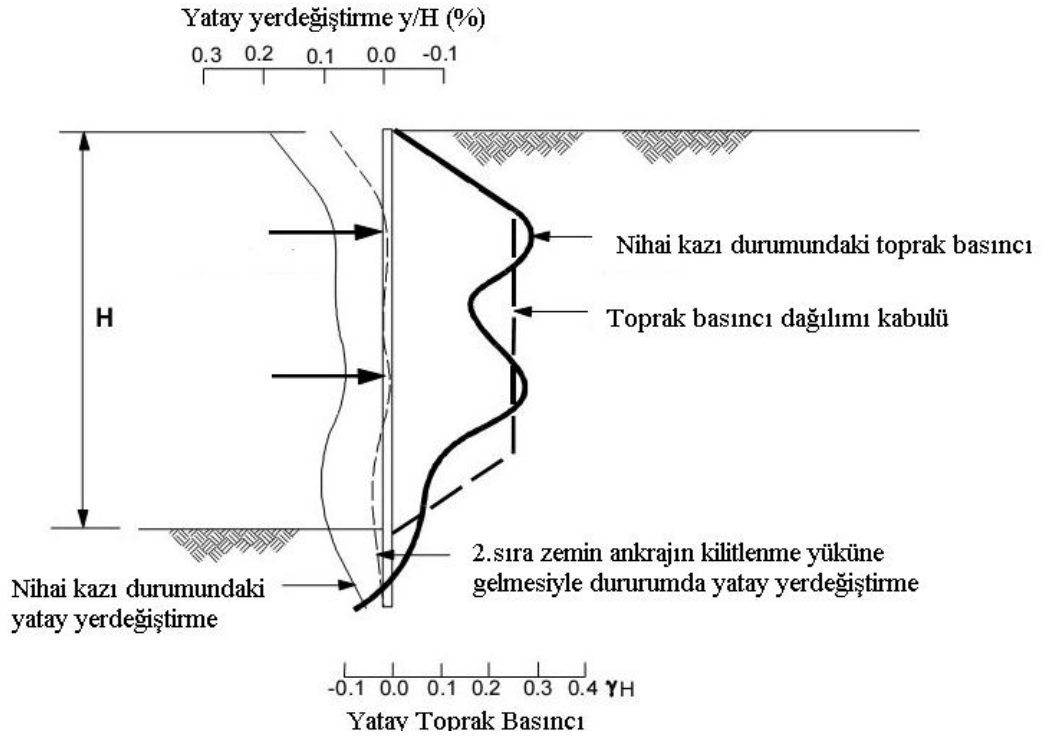


Şekil 2.8 : 2. Sıra Ankraj Kazı Seviyesinde Yatay Yer Değiştirmeler ve Toprak Basıncı [3]

4. Durum : 2. sıra ankrajın 0.64H seviyesinde yapılması ve yüklenmesi ile sistemin şekil değiştirmesindeki değişim 2. durumdaki değişime benzerlik göstermektedir. İkinci sıra ankraj seviyesinde bir gerilme soğanı ortaya çıkmaktadır. Nihai kazı seviyesine inilmesiyle ikinci sıra ankraj ve kazı altı seviyesi arasında bir yatay ötelenme meydana gelmektedir.

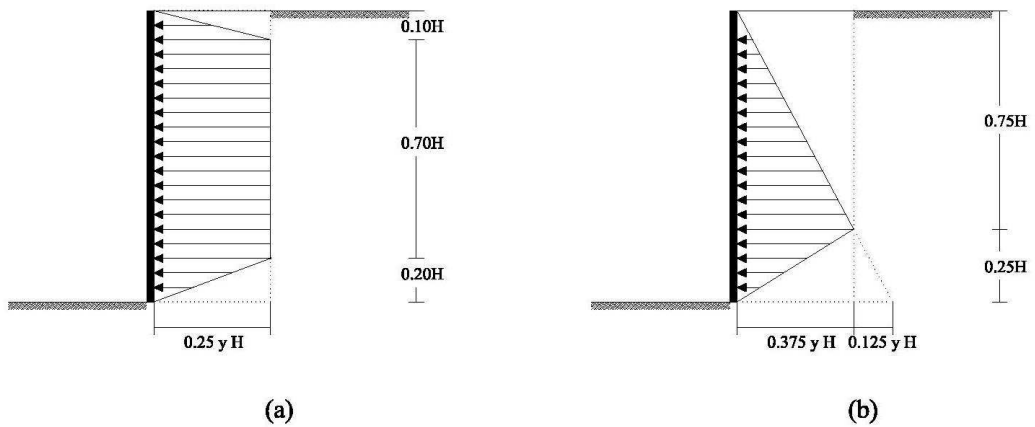
Nihai kazı seviyesine gelindiğinde toprak basıncı dağılımının, ikizkenar yamuk şeklinde bir toprak basıncı dağılımına yakın olduğu gözlenmektedir. Bu toprak basıncı dağılımı, görünen toprak basıncı dağılımı olarak tanımlanabilir. Çok sıra ankrajlı destekleme sistemlerinin boyutlandırılmasında birçok araştırmacı tarafından

zemin cinsine ve sisteminin kullanım süresine göre çeşitli görünen toprak basıncı dağılımları elde edilmiştir.



Şekil 2.9 : Nihai Kazı Seviyesinde Yatay yer değiştirmeler ve Toprak Basınçları

Tschebotarioff kohezyonsuz zeminler için Şekil 2.10-(a)'daki trapezoidal bir toprak basınç dağılımı önermektedir.



Şekil 2.10 : Tschebotarioff Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler için (b) Toprak Basıncı Dağılımları

Tschebotarioff kohezyonsuz zeminlerde maksimum toprak basıncı (2.24) veya (2.25) bağıntılarından hesaplanır.

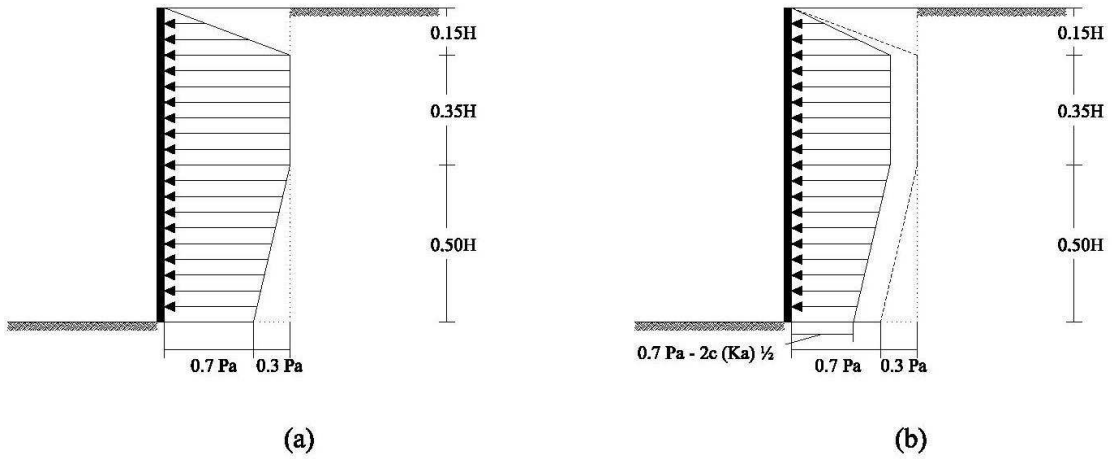
$$P_a = 0.8.K_a.\gamma.h.\cos \delta \quad (2.25)$$

$$P_a = 0.25.\gamma.h \quad (2.26)$$

Tschebotarioff kohezyonlu zeminler için Şekil 2.10-(b)'deki gibi bir toprak basıncı dağılımı önermektedir. Toprak basıncı değerleri orta katı kilde geçici iksa sistemleri için (2.26), kalıcı iksa sistemleri için (2.27) bağıntılarından hesaplanabilir.

$$P_a = 0.375.\gamma.h \quad (2.27)$$

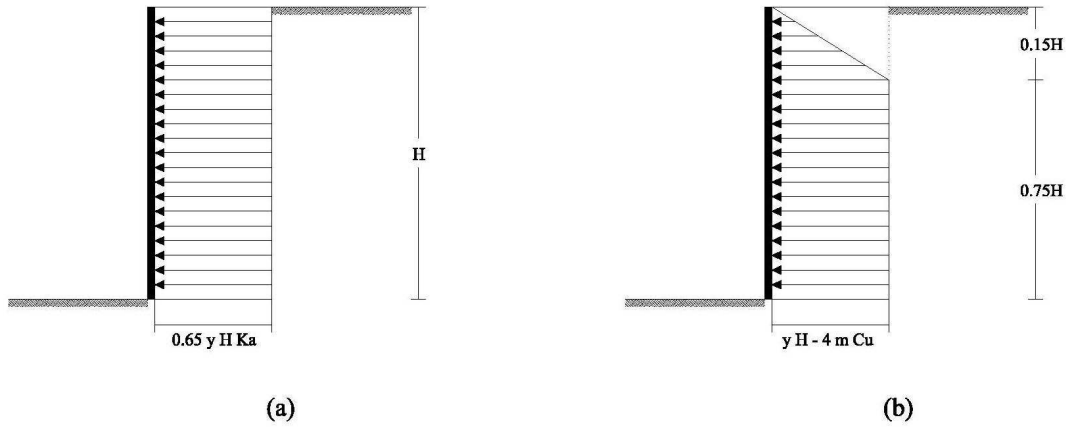
$$P_a = 0.50.\gamma.h \quad (2.28)$$



Şekil 2.11 : Lehman Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basınç Dağılımları

Lehman kohezyonsuz zeminler için Şekil 2.11'deki gibi bir toprak basıncı dağılımı önermektedir. Lehman kohezyonsuz zeminlerde maksimum toprak basıncı (2.28) bağıntılarından hesaplanır.

$$P_a = 0.6.K_a.\gamma.h \quad (2.29)$$



Şekil 2.12 : Terzaghi-Peck Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basıncı Dağılımları

Terzaghi- Peck tarafından önerilen toprak basıncı dağılımları kohezyonsuz zeminler için Şekil 2.12-(a)'da ve kohezyonlu zeminler için Şekil 2.12-(b)'de verilmiştir. Terzaghi – Peck, kohezyonlu zeminler için kullanılacak aktif toprak basıncı katsayısında azaltma önermiştir. K_a aktif toprak basıncı katsayısı;

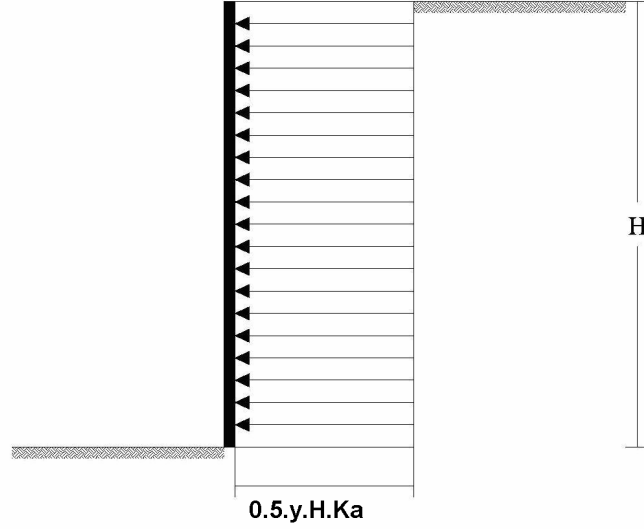
$$K_a = 1 - m \cdot \frac{4 \cdot c_u}{\gamma \cdot h} \quad (2.30)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Burada m terimi azaltma katsayısını ifade etmektedir. Yumuşak killerde 0.4' den katı killerde 1.0 değerine kadar alınabilir. Bu durumda kohezyonlu zeminler için maksimum toprak basıncı;

$$P_a = K_a \cdot \gamma \cdot h \quad (2.31)$$

Bağıntısından (2.30) hesaplanabilir. Kohezyonsuz zeminler için toprak basıncı (2.31) bağıntısından hesaplanabilir. Bu bağıntının çıkarıldığı kazıların derinliği 8.5m-12m arasındadır.

$$P_a = 0.65 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot h \quad (2.32)$$



Şekil 2.13 : Klenner Tarafından Önerilen Kohezyonsuz Zeminler için (a) ve Kohezyonlu Zeminler İçin (b) Toprak Basıncı Dağılımları

Kohezyonsuz zeminler için bir başka toprak basıncı dağılımı yaklaşımı da Klenner tarafından önerilmektedir. Klenner tarafından önerilen toprak basıncı dağılımı Şekil 2.13’de verilmiştir. Klenner’ e göre kohezyonsuz zeminlerde maksimum toprak basıncı değeri (2.32) bağıntısından hesaplanabilir.

$$P_a = 0.50.K_a.\gamma.h \quad (2.33)$$

3. DERİN KAZI DESTEKLEME SİSTEMLERİ

Zemin içinde yapı bölümünün inşa edilmesi için açılan çukura temel çukuru denir. Temel çukurun açılması için yapılan derin kazı sırasında oluşan yatay hareketlenmeleri, oturmalar gibi oluşabilecek olumsuzlukları güvenli bir şekilde karşılamak gerekmektedir. Temel çukuru başlıca; güvenli duraylı şevler ile açık kazılar veya dik- dike yakın eğimler ile çukur cidarın desteklendiği kazılar ile açılmaktadır.

Kazı sisteminin ekonomik, güvenli bir seçilmesi ve tasarlanması için, zemin türü ve dayanımı, komşu yapıların konumu, yeraltı suyu koşulları, çukurunun açık kalacağı süre, kazı şevinin korunabilmesi, kenar ve taban duraylılığı, çevrede oluşabilecek yatay ve düşey yer değiştirmeler gibi parametrelerin araştırılması ve bölgede detaylı bir inceleme yapılması gerekmektedir.

Temel çukuru için uygulanacak derin kazı sırasında çevre yapıların durumuna ve zemin tabakasının karakteristik özelliklerine göre uygun bir destekleme sistemi seçilmelidir. Bu destekleme sistemi beton, ahşap veya çelik palplanş perdeler, diyafram duvarlar, yerinde dökme kazıklar, püskürtme beton ve zemin çivili duvarlar olabilir. Belli bir derinliğin aşılmasından itibaren bu tür destekleme sistemlerinin yerinde güvenli durabilmesi için yatay desteklere veya payandalara, küçük alanlarda basınç halkaları ve ankrajların kullanılması gerekebilir.

3.1 Palplanşlar

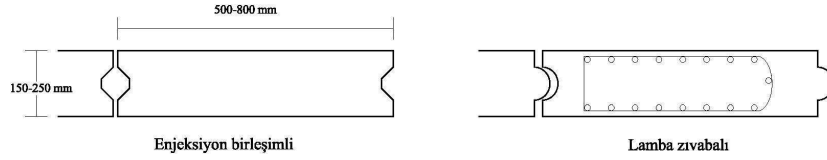
Derin kazılarda zemin kütlesini tutmak amacıyla ahşap, beton ve çelik olarak hazırlanan, teker teker bir dizi halinde çakılarak veya titreşim ile zemin içerisine iletilen düşey elemanlar ile oluşturulan sürekli duvarlar palplanş perdeler olarak adlandırılır. Çelik malzemesinden hazırlanan palplanşlar, diğerlerine göre en çok dayanıma sahip oldukları ve yeniden kullanılabilirlikleri için tercih edilirler. Derin kazıların yanı sıra batardoların ve kıyı yapıların teşkilinde kullanılan bu sürekli

perdeler yatay yüklerin büyük bir kısmını karşılayabilmektedirler. Derinliğin az olduğu kazılarda konsol olarak; daha derin kazılarda ise destekli veya ankrajlı olarak oluşturturlar. Kesit olarak narin yapı olan palplanşlar, zemin içerisinde bulabilecek kaya blokları veya sert kaya formasyonları gibi çakma zorlukları olan bölgelerde kullanışlı değildirler.



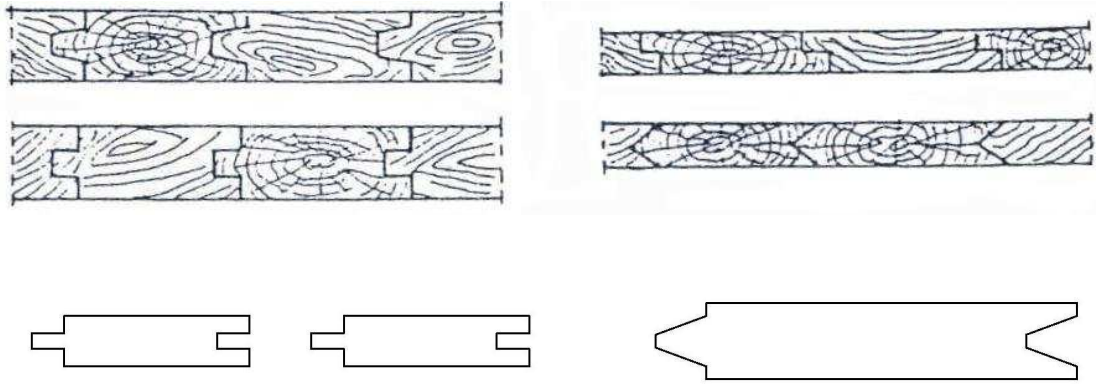
Şekil 3.1 : Çelik Palplanş Perde

Betonarme palplanşlar çalışma yüklerine, inşaat süresince maruz kalacağı yüklere, çakma ve taşınma sırasındaki gerilmelere göre tasarımı yapılarak istenilen kesit ve boyda imal edilebilirler. Çakma sırasındaki gerilmeleri karşılayabilmek için alt ve üst kenarlarda sık donatı yerleştirilebilir. Çakma sırasında birbirlerine yanaşmalarını sağlamak için alt ucun bir köşesinde pah oluşturulabilir. Palplanşların birleşme yerlerin temizlenerek, enjeksiyonlanması ile su sızdırmazlığı istenen bölgelerde suya karşı geçirimsiz bir perde olarak teşkil edilebilir. Bu tür palplanşlar genel olarak lamba-zıvana birleşimli prefabrik elemanlardır.



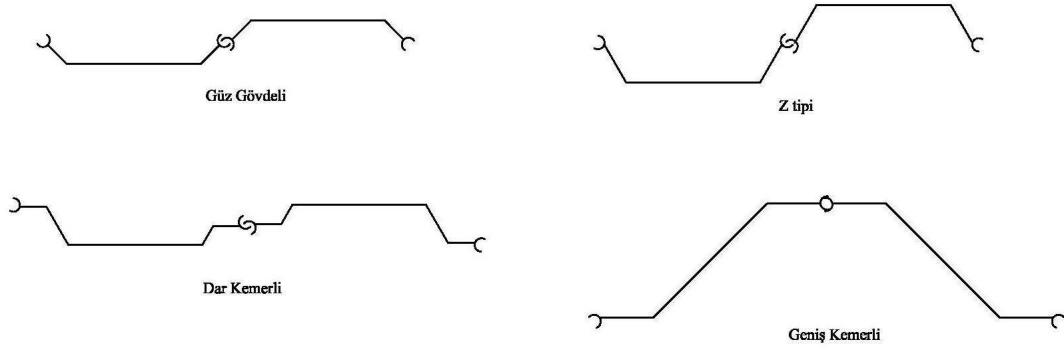
Şekil 3.2 : Betonarme Palplanş Kesitleri

Ahşap palplanşlar, kazı derinliğinin daha az olduğu durumda, zaman içerisinde zemin şartlarından hasar görebilecekleri için geçici amaçlar için kullanılırlar. Sert ve bloklu zeminlerde çakma sırasında oluşabilecek olumsuzları azaltmak için su jetinden yararlanılır. Genel olarak tekli, çiftli veya üçlü olarak kullanılmaktadır. Çakma sırasında daha önce çakılmış olan palplanşa yanaşmasını sağlamak amacıyla alt ucunun bir köşesinde pah oluşturulmaktadır.



Şekil 3.3 : Ahşap Palplanş Kesitleri

Çelik palplanşlar değişik kesitlerde dökme demirden imal edilirler. Diğer tür palplanşlara göre daha yaygın kullanım alanına sahip çelik palplanşlar sert ve bloklu zeminlerde doğabilecek çakma gerilmelerine karşı daha dayanıklıdır. Birbirine geçmeli olarak teşkil edilebilen palplanşlar daha hafif ve servis yükleri daha uzundur. Perde boyu cıvata veya kaynak ile uzatılabilir. Köşe elemanları ve derzler T ya da Y tipi olup kaynakla birleştirilmektedir. Değişik kesitlerde imal edilen palplanşlar, Z tipi kesit ile daha çok bükülme dayanımı gerektiren yerlerde, düz, kilitli kesit ise çekme gerilmesi taşıyan, geçme yerlerinin dayanımının yüksek olması istendiği yerlerde (özellikle batordolarda), kemerli kesit ise büyük eğilme ve konsol taşıyan yerlerde kullanılmaktadır.



Şekil 3.4 : Çelik Palplanş Kesitleri

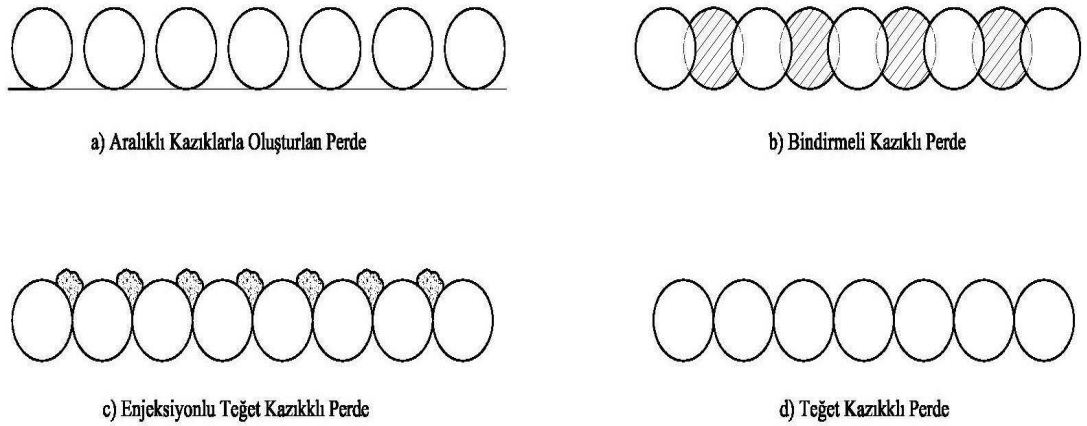
3.2 Fore Kazıklar

Kazı derinliğinin artması, palplanş çakım zorluğunun olduğu bölgelerde belli aralıklarla, teğet veya bindirmeli açılan kuyuların içine yerinde beton dökülerek ya da prefabrik hazır elamanlar yerleştirilerek destekleme perdesi oluşturulabilir. Kazıklı perdeler çapları 65cm ile 200cm arasında değişen fore kazıklardan imal edilmektedir.



Şekil 3.5 : Fore Kazıklı Perde

Fore kazıklar zeminin karakteristik özelliğine, kazının derinliğine, yatay desteğin sıklığına ve yeraltı suyunun konuma göre belli kesitlerde ve aralıklarda teşkil edilirler. Derinliğin ve toprak itkisinin az olduğu, zemin kitlesinin kazık aralarından akacak durumda olmayıp, yeraltı su seviyesinin derinde olduğu koşullarda belli aralıklar ile imal edilebilir. Yeraltı suyunun yüksek olduğu bölgelerde perdenin suya karşı sızdırmazlığını sağlamak amacıyla kazıklar birbirine bindirmeli yapılabilir. Bu durumda birer atlamalı olarak kazıkların birisi donatılı diğeri donatısız olarak düzenlenir. Su sızdırmazlığının sağlandığı diğer kazıklı perdeler ise, kazıkların teğet imal edilip, kazık arka birleşme noktalarında enjeksiyon yapılması veya aralıklı kazıkların arasına jet-grout kolonları oluşturulması ile teşkil edilen kazıklı perdelerdir (Şekil 3.6)



Şekil 3.6 : Fore Kazıklı Perde Tipleri

Yerinde dökme (betonarme) 65cm-200cm çaplarında fore kazıklarda delgi (foraj) işlemi, yüksek tork kapasitesine sahip, kendi boru sürebilen, teleskopik kuleli hidrolik veya mekanik fore kazık makineleri ile yapılmaktadır (Şekil 3.7). Delgi sırasında zeminin karakteristik özelliğine göre, kil matkabı, sert tabakaların geçilmesi için kaya matkabı, kaya kovası, tırpan; gevşek sulu zeminlerde gerekirse kova kullanılabilir. Fore kazık çukurunun kendini tutamaması durumunda kuyun çökmemesi için muhafaza borusu kullanır. Muhafaza borusu, yeraltı suyunda akıntı bulunuyorsa veya artezyen (hareketli su) yapıyorsa, betonun yıkanması ve agregasından ayrılma tehlikesi olduğunda; kazıkların yumuşak ve çökme tehlikesi olan zemin katmanlarının içinde bulunduğu durumlarda tercih edilmektedir. Delgi işlemi, yer altı su seviyesinin üstünde bile olsa, muhafaza boruları zemine inişi, boru

içi malzemenin dışarı çıkarılmasından önde gider ve boru alt ucu her zaman delgi yapılan kotun altında bulunur.

Geçici muhafaza boruları dökülen betonun işlenebilirliğini kaybetmeden önce çıkartılır ancak betonla boru arasında “sarılma/(necking)” ya meydan verilmemesi için muhafaza borusu çekilirken betonun eklenmesine de devam edilir. Muhafaza borusunun yeterli olmadığı hallerde doğal veya sentetik bentonit çözeltisi kullanılarak kuyuların stabilitesi sağlanabilir. Bentonit çamuru, delgi esnasında ve betonlama işlemi süresince delik duvarlarının göçmesini önlemektedir. Bentonit tozu, su ile tamamen karıştırılarak 12 saat bekletilir. Bentonit çamurunda kullanılacak bentonit tozu, kazık deliği çeperinin stabilitesini sağlayacak miktarda ve tercihen ağırlıkça %5 nispetinde olmalıdır. Gerekli görüldüğü takdirde katkı maddeleri de kullanılabilir.

Donatı, kazık lokasyonlarına yakın bölgede gerekli montaj şablonları kullanılarak, kaldırma esnasında dağılmaması için 2m’de bir yerleştirilecek iç halkaları ile kafes haline getirilir. Donatı kafesinin kirlenmemesi için donatı montaj sahası ve foraj sahası temiz tutulması için ve gereken önlemler alınır. Hazırlanan donatı kafesi beton pas payı takozları ile teçhiz edilip, servis vinci kullanılarak, kafesin dağılmaması için doğru yerinden yavaşça kaldırılıp taşınarak kuyulara indirilir.

Donatı yerleştirildikten sonra beton dökümüne geçilir. Hemen betonlanmaya imkan bulunmadığı durumlarda geçen süre içinde kazık tabanında bir şişme olabilir. Bu durumda kuyunun tekrar temizlenmesi gerekmektedir.

Betonlama servis vinciyle kuyu içine indirilen tremi borusu yardımıyla yapılarak; betonun ayrışması önlenir. Kullanılacak tremi borusu çapı, kazık çapının 1/5’inden az olmamalı, boru çeperleri temiz, eğilme ve burkulmalara dayanabilecek dayanımda olmalıdır.

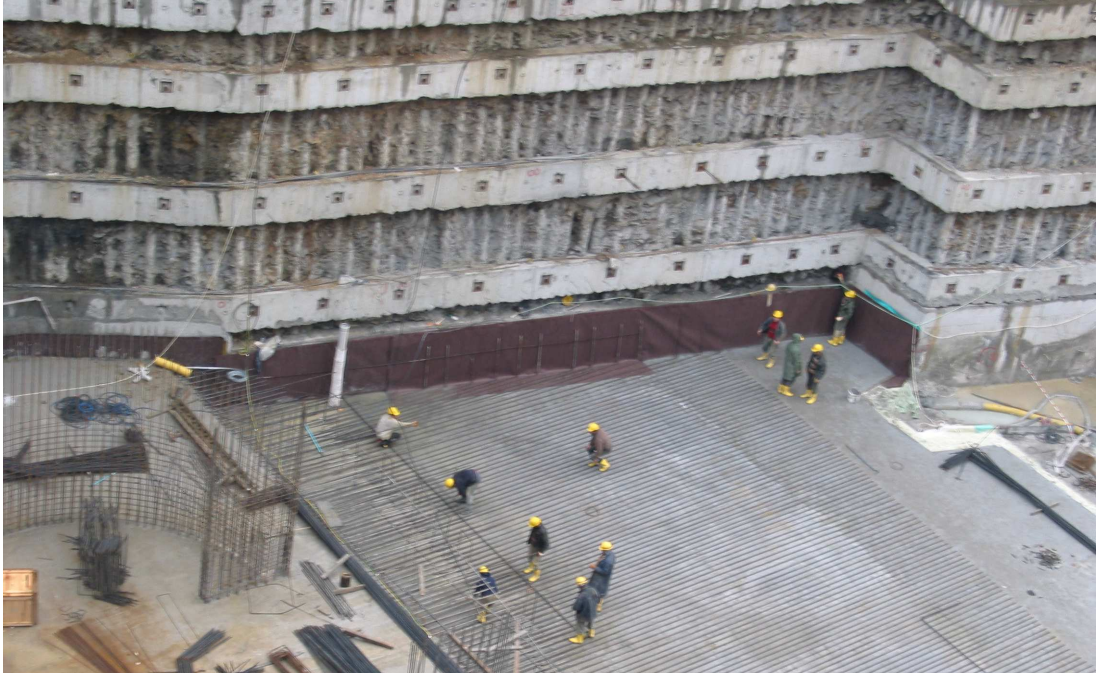


Şekil 3.7 : Fore Kazık İmalatı

3.3 Mini Kazıklar

Mini kazıklar; fore kazıklara göre daha küçük çaplı kazıklardır. 1950- 1952 yıllarda Flizzi tarafından kök kazıkları olarak patenti alınmıştır. İtalyan firması Fondedeli tarafından ilk defa o yıllarda kullanılmıştır. 1970 yıllarında ise uygulamaları yaygınlaşmıştır. Mini kazıklar iksa sistemlerinde, temel takviyelerinde kazıklı temel sisteminde kullanılmaktadır. Sondaj ve enjeksiyon sistemlerinin gelişmesi ile mini kazıkların kullanım alanları daha da yaygınlaşmıştır. Büyük kazık makinelerin giremeyeceği alanlarda veya bina bodrumları gibi çalışma alanı daha sınırlı olan, zemin yapısının fore kazık yapımına zorluk çıkaracak nitelikte sert olması durumlarda mini kazıklar tercih edilmektedir. Mini kazıkların imali sırasında oluşan sarsıntı şiddeti ve gürültü daha azdır.

Mini kazık çapı, 10cm ile 30cm arasındadır. 10cm-30cm çapında kazık çukuru açıldıktan sonra içine donatı yerleştirilerek, çimento şerbeti veya ince agregalı çimento harcı enjekte edilir.



Şekil 3.8 : Mini Kazık, Ankrajlı Perde

Mini kazık ucunun kaya oturması durumu haricinde, yükü zemine, kazık çevre sürtünme yüzeyinden aktarmaktadır. Mini kazıklar, çekme kazıkları olarak kullanıldığında minimum 10m boyunda ve kazığın yük aktaran kısmının zemin yüzeyinden en az 5m derine yerleştirilmesi gerekmektedir. Mini kazıklar yatayda 10° den düşeye kadar çeşitli eğimlerde imal edilmektedir.

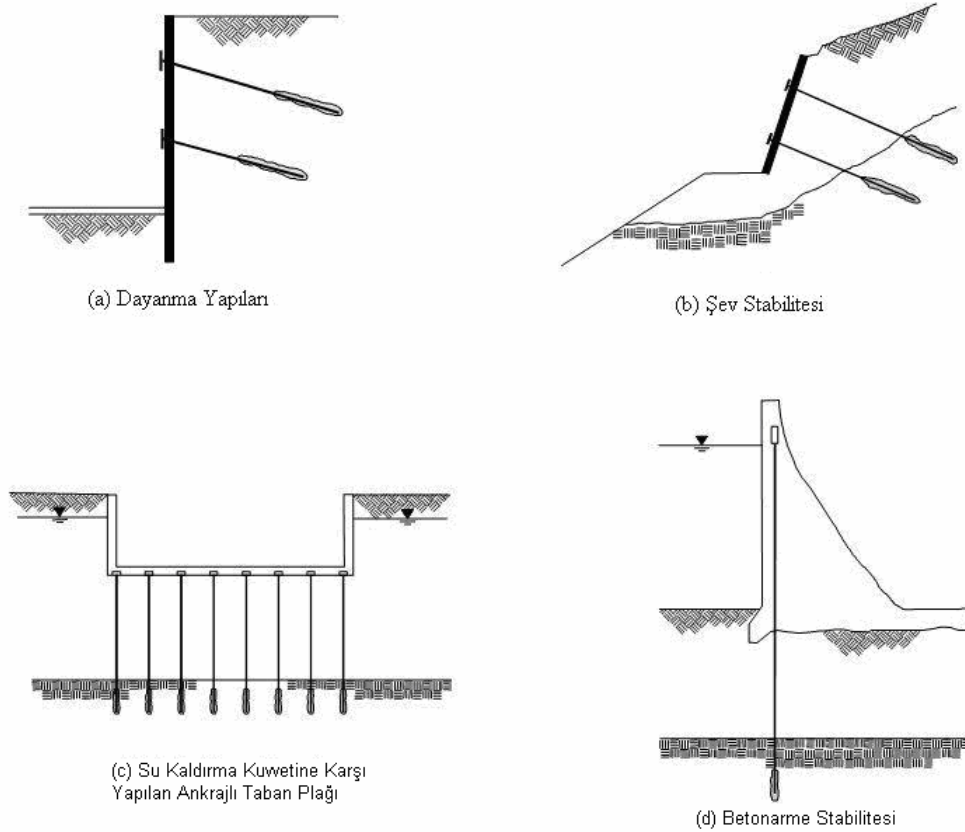
Mini kazık delgisi; darbeli, rotary ve diğer sistemler ile çalışan makineler tarafından yapılmaktadır. Grovak zeminlerdeki delgi işleminde rotary delici, kompresör delik dibi tabancası kullanılmaktadır. Kuyunun çökmesine karşı muhafaza borusu kullanılabilir.

Delgisi yapılan kuyu içerisine hazırlanan donatı kafesi indirilir. İndirilen donatı kafes içerisine 2 adet HDPE enjeksiyon borusu yerleştirilir. Bu enjeksiyon borularından birinin altı açıktır. Diğer borunun ise üzerinde 1,5m aralıklar ile delikler delinir ve delikler ile borunun altı bant ile kapatılır. Delgisi yapıp içerisine donatı kafes yerleştirilen kuyu ince çaplı mıcır ile doldurulur. Kuyunun mıcır ile doldurulmasının ardından kuyu ağırlıkça yüksek dozlu su/çimento (500 dozlu çimento harcı) enjeksiyonu ile dipten yukarı doğru doldurulur. Çimento harcı enjeksiyonun basıncı en az 50 N/cm^2 olmalıdır. İlk enjeksiyon borusundan enjeksiyon verilmesinden

yaklaşık 2 saat sonra 2. enjeksiyon borusundan enjeksiyon verilerek kuyuda kalan boşluklar ve suyun etkisiyle zeminde bozulabilecek bölümler doldurulur.

3.4 Zemin Ankrajları

Metro, tünel ve diğer derin temel çukuru gibi inşaat yapıların kent merkezlerinde yaygınlaşmasıyla, derin kazıların stabilitesi önem kazanmıştır. İksa sistemlerin dengesinin yatay destekler ile sağlanması amacı ile kullanılan ankrajlar arasında zemin ankrajlarının son yıllarda kullanımı artmıştır. Şekil 3.9’ da ankrajlı sistemlerin kullanım alanları şematik olarak gösterilmiştir.



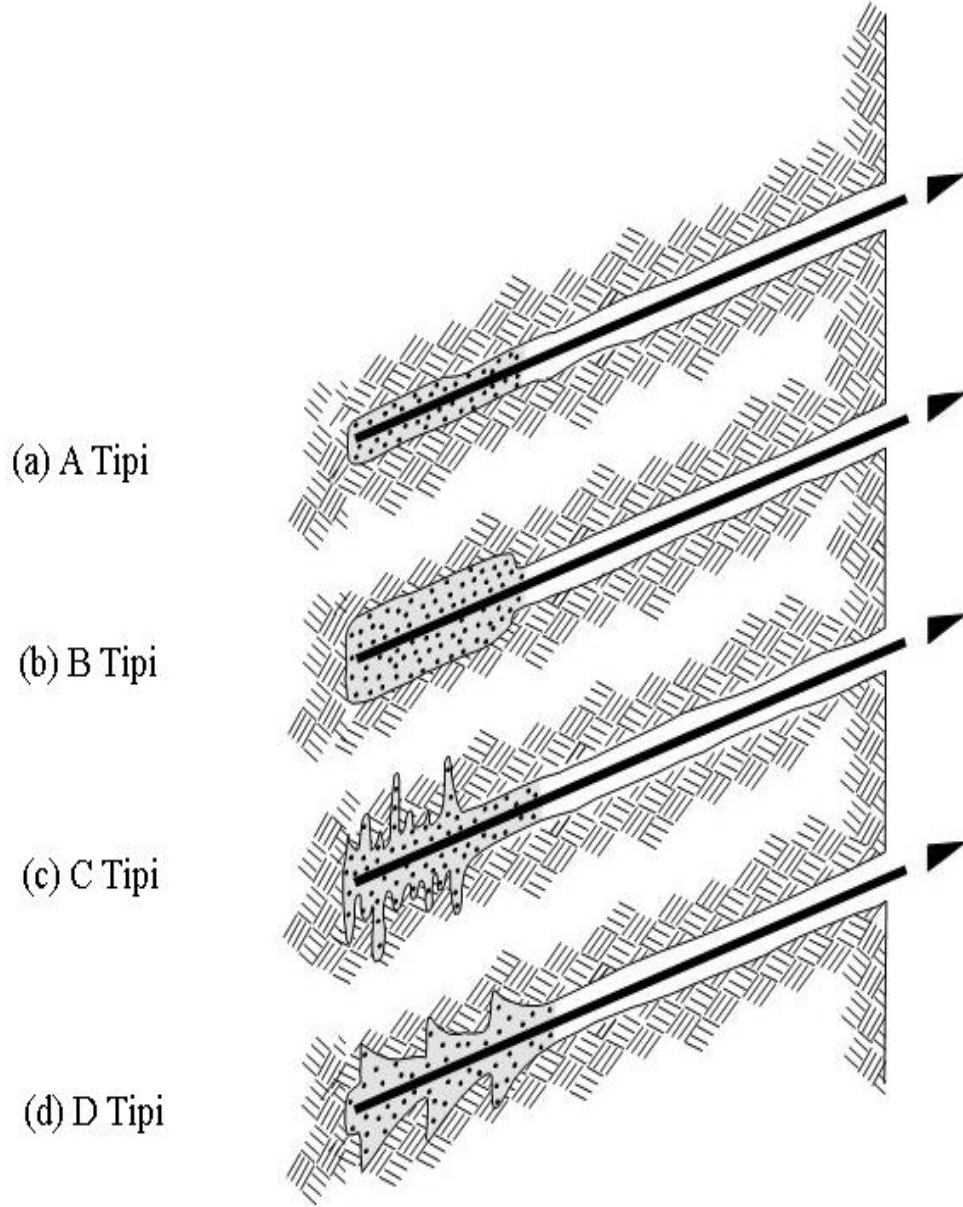
Şekil 3.9 : Ankrajların Kullanım Alanları

3.4.1 Ankrajların Sınıflandırılması

Ankrajlar, genel olarak tuttukları zemin yapısına göre, zemin ankrajı ve kaya ankrajı olarak ikiye ayrılır. Ankrajlar imalat teknikleri ve kullanım sürelerine göre sınıflandırılabilir.

3.4.2 İmalat Tekniklerine Göre Ankrajların Sınıflandırılması

Ankrajın taşıma gücü ankrajın geometrisine, özellikle kök boyunun çapına, uzunluğunu ve şekline bağlıdır. Ankrajın kök bölgesi çevresinden zemine ilettiği gerilmeler; ankrajın imalat ve enjeksiyon tekniğinden etkilenmektedir. Ankrajlar, imalat tekniklerine göre Şekil 3.10'deki gibi değişik tiplerde imal edilmektedir.



Şekil 3.10 : Ankraj Tipleri

3.4.3 Kullanım Amaçlarına Göre Ankrajların Sınıflandırılması

Ankrajlar, hizmet sürelerine göre geçici ankrajlar ve kalıcı ankrajlar olarak ikiye ayrılır. Geçici ankrajlar, derin kazı sırasında kısa süreli olarak zemin itkilerine karşı koyan ve güvenli inşaat imkanı sağlayan ankrajlardır. Geçici sistemlerde kullanılan bu ankrajların kullanım süreleri genellikle 2 yıldır. Kalıcı ankrajlar, sürekli yapıların ve kazı destekleme sistemlerinin servis ömrü boyunca güvenliğinin ve stabilitesinin sağlanmasını sağlar. Geçici ve kalıcı ankrajlar için BS 8001 şartnamesi güvenlik faktörleri Tablo 3.1’ de verilmiştir.

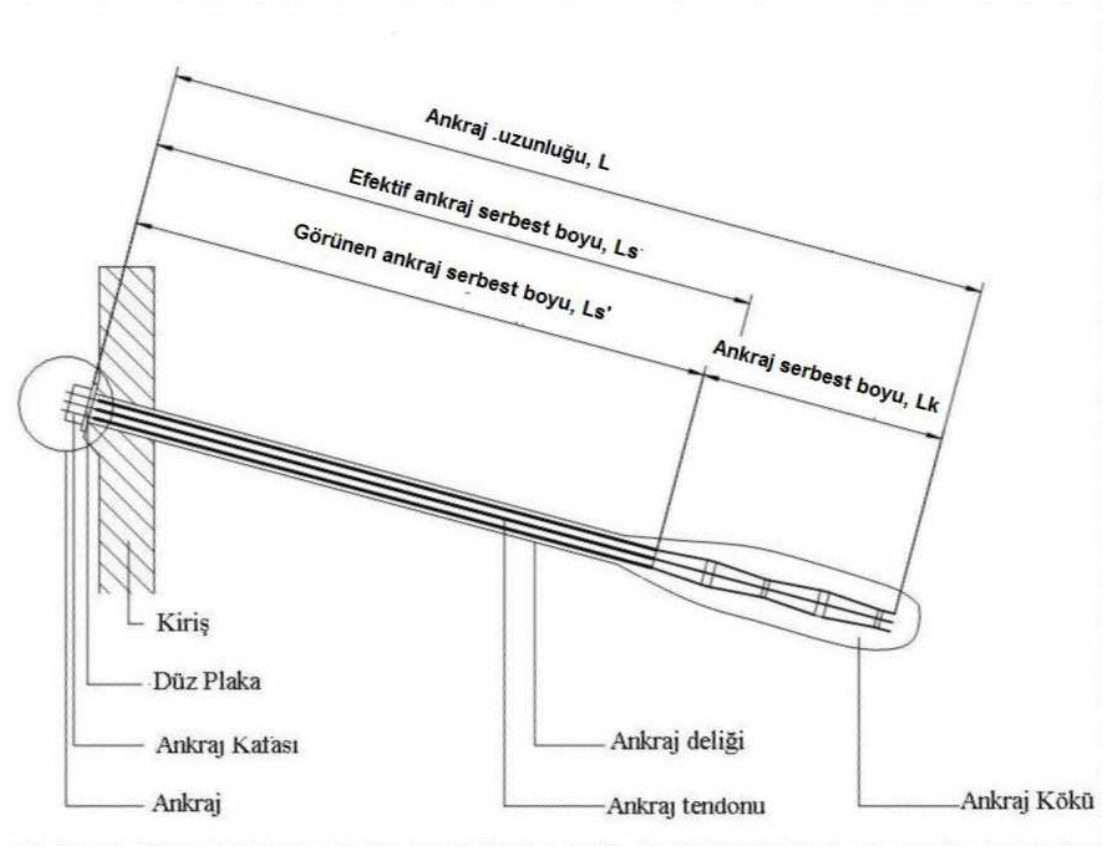
Tablo 3.1 : BS 8001 Ankraj İçin Minimum Güvenlik Değerleri [4]

Ankraj Sınıfı	Minimum Güvenlik Faktörleri			Kontrol Yüğü Faktörü
	Tendon	Zemin/ Enjeksiyon Ara Yüzeyi	Enjeksiyon/ Tendon yada Enjeksiyon/ Kapsülleme	
(1) Geçici Ankrajlar	1.40	2.00	2.00	1.10
(2) Geçici Ankrajlar	1.60	2.50*	2.50*	1.25
(3) Kalıcı Ankrajlar	2.00	3.00**	3.00**	1.50
* Eğer tüm araziye kapsayan deneyler yapıyorsa, bu değer minimum 2.0 alınabilir.				
** Bu değer zeminin likit sünmme değerine ulaşması halinde 4.0' e kadar çıkar				

- a) (1) Nolu Geçici Ankrajlar, servis süreleri 6 aydan daha az ve göçmesi çok ciddi sorunlar yaratmayan çevre yapıların güvenliğini etkilemeyen ankrajlardır.
- a) (2) Nolu Geçici Ankrajlar, servis süreleri 2 yıl civarında olan, göçmesi sonucu oldukça ciddi sorunlar ortaya çıkabilen, uyarı olmaksızın toplumun güvenliğini etkilemeyen ankrajlardır.
- b) (3) Nolu Geçici Ankrajlar, korozyon riskinin yüksek olduğu ve/veya göçme durumunda çok ciddi sorunlar yaratan ankrajlardır.

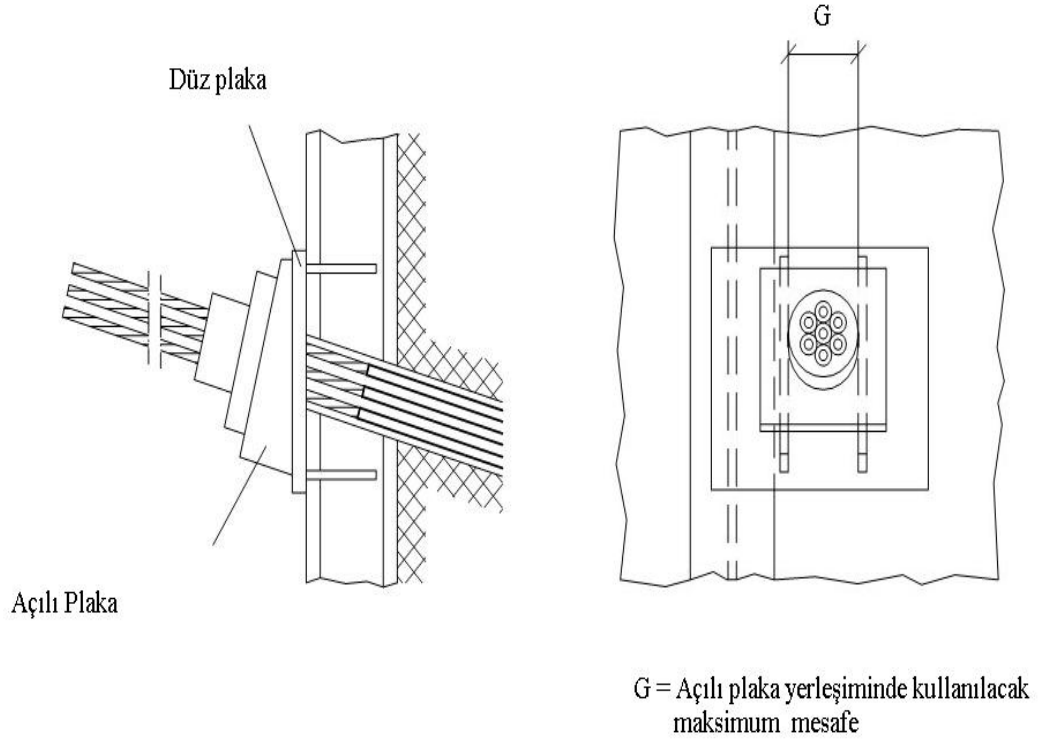
3.4.4 Zemin Ankrajları Oluşturan Yapısal Kısımlar

Zemin ankrajları üç kısımdan oluşmaktadır. Bir zemin ankrajı, ankraj kafası, serbest ankraj boyu, ankraj kökünden oluşmaktadır.



Şekil 3.11 : Tipik Ankraj Detayı

Ankraj Kafası: Başlık plakasıyla beraber çalışan bu kısım öngerme kuvvetinin zemini tutan iksa yüzeyine aktarılmasını sağlar. Öngermesi yapılan ankrajların kilitlendiği bölgedir. Ankraj kafası, tendonu oluşturan sarmal çelik halatların tip ve adetlerine göre boyutlandırılır. Ankraj tendonlarının ankraj kafa plakasına sabitlendirilmesinde dişli kısıkaç kelepçeler-kama (grip) kullanılır. Ankraj Kafası, düz plaka, açılı plaka, kama ve germe kafasından oluşmaktadır.



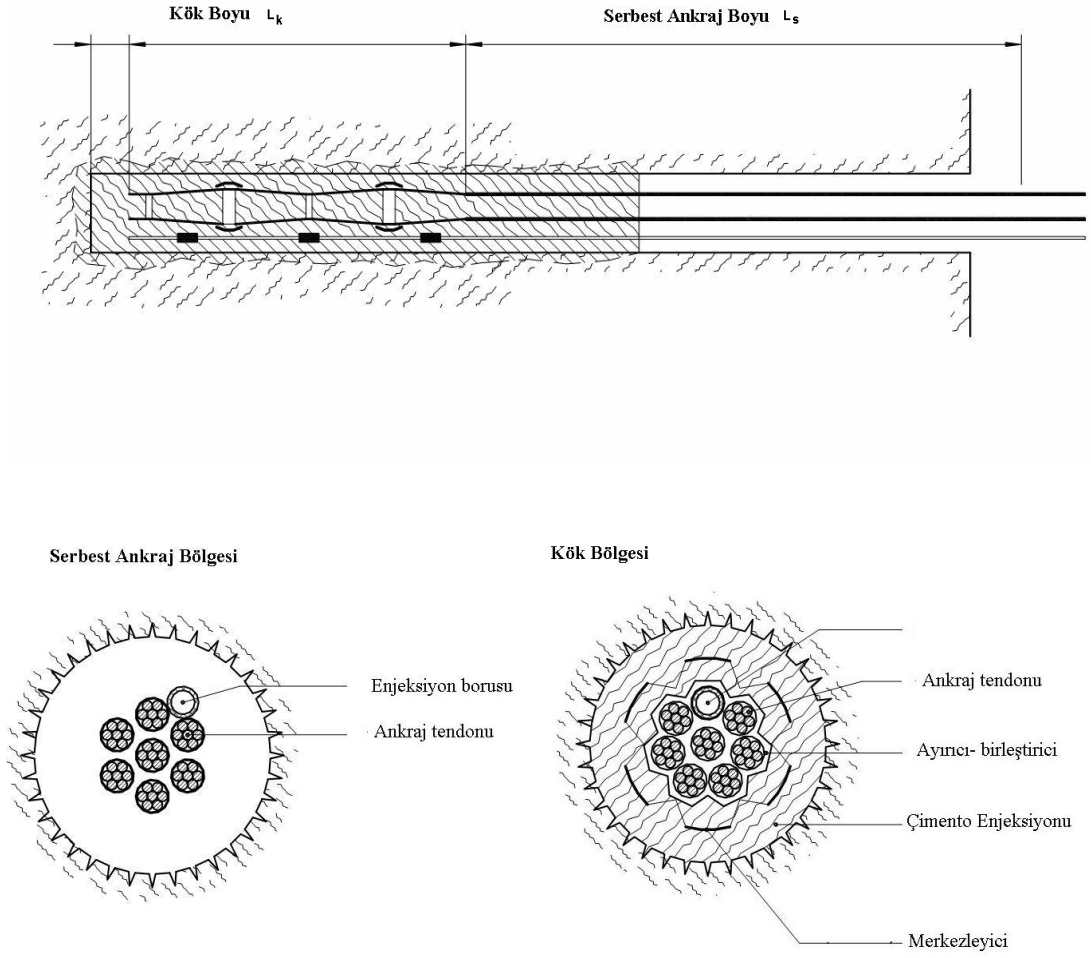
Şekil 3.12 : Ankraj Kafası Detayı

Serbest Ankraj Uzunluğu : Ankrajın kök kısmı ile ankraj kafa kısmını bağlayan, yani öngerme kuvvetini kök bölgesine aktaran ve artan gerilmeyle beraber elastik uzama gösteren kısımdır. Serbest ankraj kısmını yapısı ankrajdan beklenen hizmet bağlıdır.

Bunlar:

- a) Ankrajın geçici ya da kalıcı olarak teşkil edilmesi
- b) Korozyon ve mekanik örselenmeye karşı koruma düzeneği
- c) Ankrajın kademeli olarak gerilme gerekliliği
- d) Çekme kuvvetini her an ölçme olasılığı
- e) Germe elemanlarının boşaltılması ve sonradan tekrar gerilmesi zorluğu
- f) Zeminin olası enine hareketlerinin karşılanma olasılığıdır [4].

Ankraj Kökü: Enjeksiyon yapılarak oluşturulan, enjeksiyon – zemin aderansıyla öngerme kuvvetinin sağlam zemine aktarılmasını sağlayan kısımdır. Yüksek basınç altında çimento harcının ankraj deliğine enjeksiyonu ile kök bölgesi oluşturulur.



Şekil 3.13 : Geçici Ankraj Kesiti

3.4.5 Zemin Ankraj İmalatı

Zemin ankrajları, ankraj deliğinin açılması, ankraj demetinin yerleştirilmesi, enjeksiyon yapılması ve öngerme yapılması ile imal edilir. İksa yüzeyinde, zemin koşullarına göre kademeler halinde kazı tekniği uygulanır ve makinenin delgi yapabilmesi için ankraj kotundan 50cm-60cm daha derin hafriyat yapılmalıdır. Öngermeli ankrajlar için 90mm-140mm çapında, uygun bit, makine, ekipman ve yöntem kullanılarak yatayda projede öngörülen boyda ve eğimde delik açılır. Delme işlemi özellikle kök bölgesinde hızla yapılır burada geçilen zemin formasyonlarına dikkat edilerek zeminin örselenmesi en aza indirilir.

Delgi yöntemi, kullanılacak makine ve ekipman, malzemelerin cinsi ve miktarı zemin ve kaya tabakası özelliklerine bağlı olarak değişir. Delgi yapılacak zemin tabakaları ile ilgili teknik bilgilerin toplanıp irdelenmesi sonunda aşağıda listelenen delgi yöntemlerinden birinin kullanılmasına ankraj imalatı yapacak uzman ekip tarafından karar verilir.

- a) Burgu (auger) kullanılarak delgi. (Hava gerekebilir.)
- b) Kaya matkabı (rock bit) ile delgi. (Hava veya su gereklidir.)
- c) Üstten vurmali çekiç (top hammer) ile delgi. (Hava gereklidir.)
- d) İçten vurmali çekiç (down the hole hammer) ile delgi. (Hava veya köpük gereklidir. Bu metot kaya delinmelerinde kullanılır.)
- e) Odex ile delgi (Aşırı yüklenmiş zeminlerde uygulanabilir. Üstten vurmali çekiç ve DTH çekiç versiyonları mevcuttur.)
- f) Sondaj kılavuzu borusu (muhafaza borusu-casing) ile delgi (Bu sistemde muhafaza borusu delik çeperlerindeki olası bir çökmeyi engellediği gibi ayrıca da matkap/burgu ucunun ilerlemesini kolaylaştırır. Kılavuz zarf borunun dönüş istikameti, döner matkap ucunun dönüş istikametinin tersinedir.)

Ankraj için açılmış olan sondaj deliklerinde kök kısmının ayrıca büyütülmesi ve düzenlenmesi işlemi daha sonra uygulanan bir delgi işlemidir. Bu metot killi zonlarda zemine aktarılan ankraj gerilme kuvvetini pekiştirmek için kullanılır.

3.4.5.1 Ankraj Demetinin Hazırlanması

Yüksek dayanımlı, düşük gevşemeli, projelerde öngörülen çaplarında (genellikle 0.5 veya 0.6 inç), 7 telli sarmal çelik halatlar projesine göre 3-5 adet veya daha fazlası bir araya getirilerek ankraj demeti hazırlanmalıdır.

Çelik halatlar, temiz bir yüzeyde proje boylarına, 100cm germe krikosu payı eklenerek kesilir. Serbest bölgenin çimento ile bağlanmaması için polietilen (HDPE) enjeksiyon hortumlarının içerisine geçirilir. Serbest bölge ve kök bölgesi birleşimindeki izolasyon tamamlanır. Kök bölgesinde delik içi ortalıycılar, ayırıcı ve birleştiriciler konarak, enjeksiyonun halatları düzgün ve eşit biçimde sarması sağlanır. Ankraj gövdesi üzerine 2 adet 20 mm çapında HDPE enjeksiyon borusu yerleştirilecektir. 2. enjeksiyon borusu üzerine delikler delinerek, üzerileri özel bant ile kapatılıp, packer oluşturulur.

3.4.5.2 Ankraj Demetinin Yerleştirilmesi

Ankraj demeti, gerektiğinde basınçlı çimento enjeksiyonu ile yıkanmış ve temizlenmiş deliklere, dışarıda germe krikosu payı kalacak şekilde, temizlenerek yerleştirilir.

Çelik halat demetinin delik eksenini boyuncaya ortalanması ve bu şekilde enjeksiyonla oluşturulacak ankraj kökünün ekseninde yer alması ankraj kök bölgesine yerleştirilecek merkezleyicilerle sağlanmaktadır. Ankraj demeti deliklere yerleştirilirken çelik halatlar birbirlerine göre burulmadan yerleştirilerek, germe esnasında ankraj kafasının dönmesine ve halatlara farklı yükler gelerek kopmamaları için; birbirlerine her metrede telle bağlanacak ve betonun içinde kalan kısımları tek bir hortumun içinden gerçekleştirilir.

3.4.5.3 Enjeksiyon Yapılması

Ankraj delgisi sonuna yaklaşırken bir yandan enjeksiyon hazırlıkları da yapılır ve delik biter bitmez ankraj gövdesinin deliğe yerleştirilmesi ile enjeksiyon işleri bekleme yapmadan hızla bitirilmelidir. Enjeksiyon, ankraj kökleri için yeterli derecede bir tutunma dayanımı sağlamalıdır. Enjeksiyon karışımının ağırlıkça su çimento oranı yaklaşık 0.45 olması gerekmektedir. Bu iş için enjeksiyon mikseri – dinlendiricisi ve pompası kullanılmalıdır. Ölçüsü oranında alınan çimento ve su, mikserde 3-5 dakika karıştırılarak dinlendiriciye alınır, düşük devirde dinlendirilir.

Enjeksiyon taşıyıcı hortumlar vasıtasıyla delik ağzındaki ve ankraj demeti üzerindeki polietilen hortuma bağlı tertibata pompa ile 1-10 bar basınçla verilecek enjeksiyon karışımı ile delik dipten yukarıya doğru doldurulmalıdır. Basınçlı enjeksiyon dışarı taşırılarak ankraj kök bölgesi temiz ve yeterli dayanımda oluşturulmalıdır. Kuyu içinde kaçak varsa 2 saat sonra 2. enjeksiyon borusundan patlatma tabiri edilen basınçlı bir enjeksiyon daha yapılır. Diğer bir yöntem de çimento enjeksiyonu ile doldurulmuş temiz deliklere ankraj demetinin yerleştirilmesi şeklindedir. Ancak erken germe gibi bazı özel hallerde priz hızlandırıcı katkı malzemeleri kullanılabilir.

3.4.5.4 Germe Yapılması

Enjeksiyon işleminden en az 6 gün sonra germe işlemi yapılabilir. Enjeksiyonda katkı malzemesi kullanıldıysa germe süresi öne çekilebilir. Kuşak kirişi betonu döküldükten ve dayanımını kazandıktan sonra, projeye uygun olarak hazırlanan çelik plaka ve başlık halatların üzerine yerleştirilir, halatlar germe krikosuna sabitlenerek germe işlemine başlanır. Başlıktaki ankraj kafasının ve plakasının oturduğu eğik yüzey, projede öngörülen ankraj eğimi ile aynı olmalıdır.

4. ÇOK SIRALI ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIMI

Derin kazı derinliklerin artmasıyla büyük toprak itkilerinin ekonomik ve güvenli karşılanması gerekmektedir. Bu tür kazılarda itkilerin karşılanması için uygulanan iksa sistemlerinde, çok sıralı yatay destekler gerekmektedir. İksa sistemlerinde kullanılan yatay destek elemanlarında biri de zemin ankrajlarıdır. Çok sıralı ankrajların yatay destekler olarak kullanılmasıyla derin kazılarda oluşan toprak itkiler sonucunda bölgede daha az yatay hareketlenme gözlenmiştir.

İksa sisteminin uygulanacak bölgenin zemin ve kayaç yapısına, zemin suyu, çevre yapıları, yerel tecrübeler ve yapım yönetmeliklerine göre yerinde dökme beton perde, fore kazıklar, püskürtme beton, diyafram duvar, mini kazık ile birlikte yerinde dökme veya hazır yatay destekli sistemler, püskürtme beton ve ya palplanş duvar olabilir. Kullanılan iksa sistemi elemanlarında bağımsız olarak bu tür zemin dayanma yapıların, klasik zemin dayanma yapılarına göre birçok avantajları vardır.

- a) Geçici iksa sistemi kalıcı yapının bir parçası gibi kullanılabilir.
- b) Yatayda kazı alanı azaltılır.
- c) Duvar için yapılacak temelin kazı ve beton işi yoktur.
- d) Betonarme betonunda daha az donatı konulabilir.
- e) Arka dolgu gerekmemektedir.
- f) Daha dar kazı yapılarak zeminde örselenme daha az olmaktadır.
- g) Komşu hakkı tartışmalarında azalma olmaktadır.
- h) Zemin koşullarında beklenmeyen durumla karşılaşıldığında başka çözüm arayışına olanak tanımaktadır.

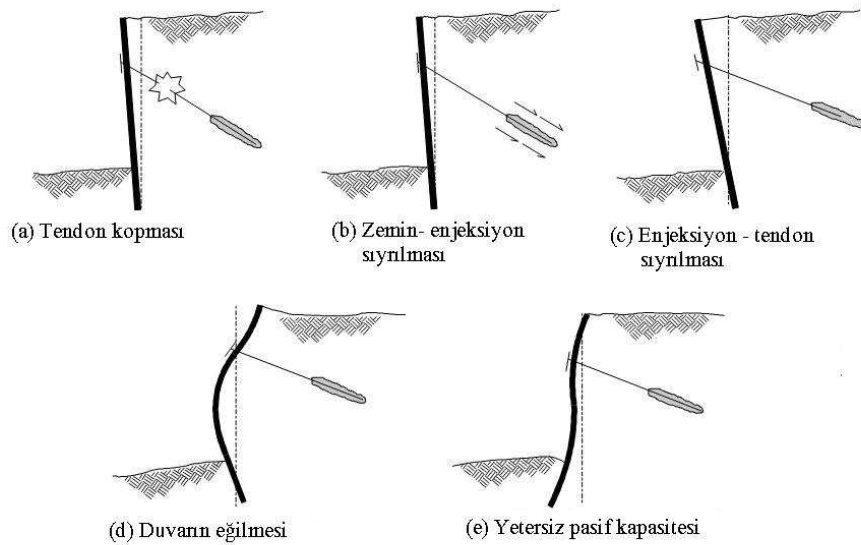
Yukarıda sayılan olumlu yanlarının yanı sıra sayılabilecek olumsuz yanları ise:

- a) Özellikle kalıcı ankrajlara ulaşım olanakları sağlanması kolay değildir.
- b) İnce daneli zeminlerde drenajda sorun yaşanabilir.
- c) Ankrajlı alanlarda yeraltı yapılarının planlanması sorun olabilir [5].

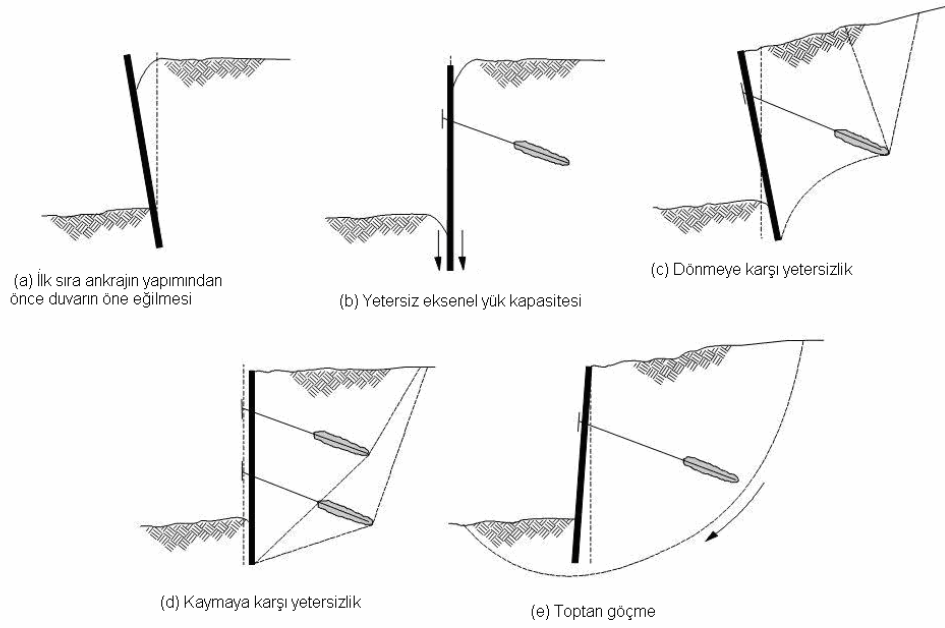
Çok sıralı ankrajlı bir iksa sisteminin tasarımında izlenecek yol aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- a) Kazı yüzeyine etkiyen toprak basıncı dağılımının belirlenmesi için zemin için Geoteknik data'lara göre en kritik kesitlerin seçilmesi
- b) Kazı yüzeyine etkiyen toprak basıncı dağılımının belirlenmesi
- c) Çok sıralı ankrajlı iksa sistemine etkiyen toprak basıncı dağılımı kabulünün belirlenmesi
- d) İksa sisteminde kullanılacak düşey elemanı kesitinin belirlenmesi
- e) Kazı kesiti boyunca düşeyde ankraj aralıklarının belirlenmesi
- f) Seçilen iksa sisteminin etkiyen toprak basıncı dağılımı altında sürekli kırış çözümü
- g) Ankraj yatay aralıklarının ve eğiminin seçimi
- h) İksa sisteminin düşey elemanın boyutlandırılması
- i) Ankraj serbest ve kök boylarının hesabı
- j) Kök boyunun seçimi ve toplam ankraj boyunun hesaplanması
- k) Ankraj stabilite tahkikleri
- l) Yatay destek elemanlarının boyutlandırılması

Çok sıralı ankrajlı bir iksa sisteminde yapılması gereken başlıca stabilite tahkikler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Ankraj Sistemlerin Tahkikleri I [3]



Şekil 4.2 : Ankraj Sistemlerin Tahkikleri II [3]

4.1 Ankraj Taşıma Gücü Tahmini

Genelde zemin ankrajı, kendisine zemin veya kayada destek bulan, zemin kitlerini veya uygulanan yapısal yükleri tutan bir eleman olarak tanımlanabilir. Ankraj, zeminden direncini alıp duvara veya plağa kuvvet aktaran bir yapı elamanıdır. Ankrajların güvenle taşıyabileceği yük ankrajlı bir çözümün yapılabilirliğini belirlemektedir. Buna bağlı olarak belirlenen ankraj aralığı ve eğimi iksa sisteminin tasarımını etkilemektedir. Taşıma gücü tahmini için ankraj yapımcılarının geliştirmiş olduğu birçok yöntem, ankraj türü ve uygulanan delme yöntemi ile edinilmiş deneyimlere bağlıdır [5].

Zemin ankrajların taşıma gücü hesaplanması için zemin, enjeksiyon ara yüzeyinin ilişkisi durumunun tam olarak bilinmesi gerekmektedir. Maksimum taşıma gücü, ankrajın çevre yüzeyi boyunca zeminden sıyrıldığı yük olarak kabul edilir. Zemin ankrajların maksimum taşıma gücünü etkileyen başlıca faktörler şunlardır.

- a) Ankraj kökü çevresindeki zeminin karakteristik özelliği
- b) Ankraj kökü üzerinde bulunan jeolojik yük

- c) Ankraj kökünün çapı, boyu, şekli
- d) Enjeksiyon basıncı ve sayısı
- e) Ankrajda gerilme şekil değiştirme bağıntısı

Ankrajın taşıma gücüne, granüller ve kohezyonlu zeminlerde etki eden faktörler için Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1 : Kök Taşıma Gücünü Etkiyen Etkenler

Etken	Zemin Cinsi	
	Granüller	Kohezyonlu
Zemin özelliği	Sürtünme açısı, dane dağılımı	Adezyon, plastisite indeksi
Delme yöntemi	Çakılan kılıf sürtünmeyi artırır	Kılıfsız delgi veya sondaj sıvısı taşıma
Kök uzunluğu	6(m)'ye kadar düzenli artış daha	Adezyonun 95 kPa'dan az değeri için
Kök çapı	10 cm den sonra artışta azalma	15 cm ye kadar düzenli artış
Enjeksiyon basıncı	Artan basınçla taşıma gücünde artış	Aşamalı enjeksiyonla taşıma gücünde artış. İlk enjeksiyonda 700 kPa, sonrakinde 7000 kPa'dan fazla basınçlar kilde göçme doğurabilir.

Ankraj taşıma gücünün birçok parametreye bağlı olmasından dolayı hesapla bulunan taşıma gücü gerçekçi olmayabilir. En doğru ve kesin ankraj taşıma gücü için ankraj yükleme deneyinin yapılması gerekmektedir.

Ankraj kök bölgesinde, uniform çevre sürtünmesi kabulü edilirse, ankrajın taşıma gücü;

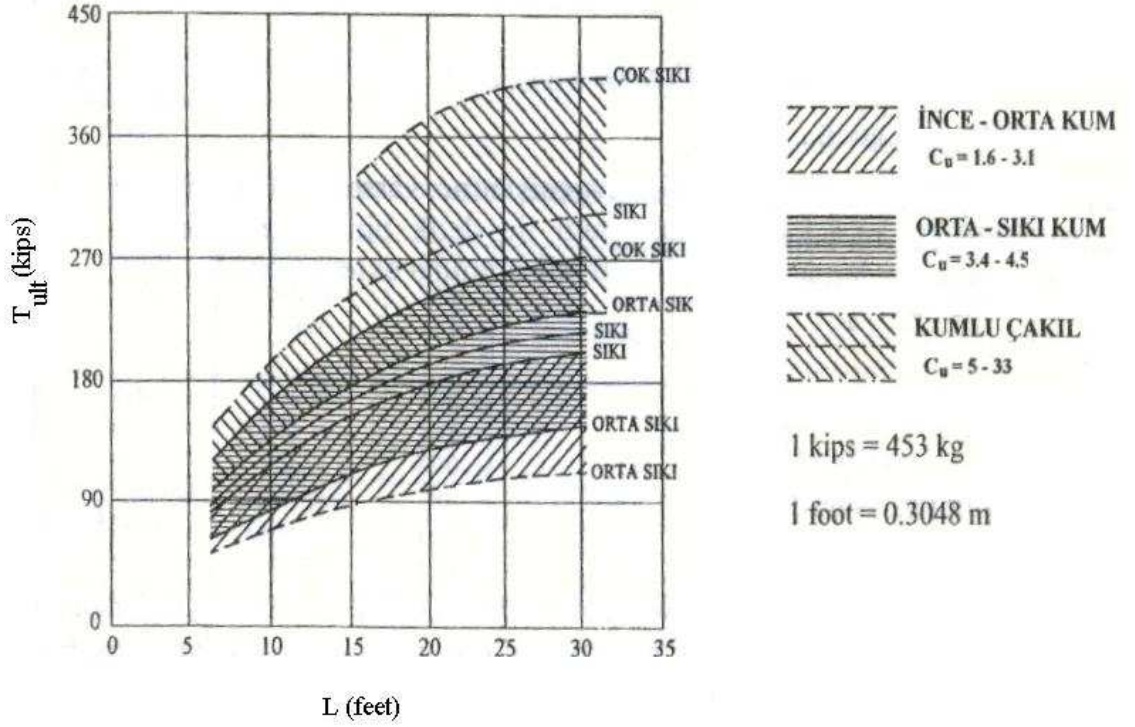
$$P = \pi.D.L_k.\tau \quad (4.1)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Burada $\pi.D.L_k$ ifadesi ankraj kökü çevre yüzeyini, D terimi ankraj kök çapını, L_k terimi ankraj kök uzunluğunu, τ teriminde ortalama bir enjeksiyon- zemin ilişkisi için kayma gerilmesini göstermektedir.

Granüler zeminlerde, ankraj kökünün yüksek basınçlı enjeksiyonla oluşturulduğu durumlarda;

$$T_{ult} = 1.5.(L_k.tg\phi).\pi.D.p'_o \quad (4.2)$$

bağıntısı kullanılabilir. Burada D ifadesi kök çapını, ϕ terimi içsel sürtünme açısını, p'_o terimi ankraj kök uzunluğunun ortasındaki düşey gerilmedir. Bu bağıntı zeminin sıkılığına ve ankraj kök uzunluğuna bağlıdır. Şekil 4.2' de verilen eğrilerden elde edilecek değerin bağıntıdan elde edilen T_{ult} değerini aşmaması gerekmektedir.



Şekil 4.3 : Granüler zeminlerde Ankraj Son Taşıma Gücünün Zemin Türü, Sıkılık ve Kök Boyu ile Değişimi (NAVFAC 1988)

Kayaçlarda ankrajın taşıma gücü,

$$P_u = \pi \cdot D \cdot L_k \cdot \tau \quad (4.3)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Burada L_k terimi ankraj kök boyu, D ankraj kökünün çapı, τ terimi enjeksiyon – kaya kesiti dayanımını ifade etmektedir. Bazı zeminlerde 1m ankraj kök boyu için son taşıma gücü Tablo 4.2 'de verilmiştir.

Tablo 4.2 : Bazı Kayaçlar için Tipik Kök Sıyrılma Değerleri NAVFAC 1983

Kayaç Tipi (sağlam, bozulmamış)	Ankraj Kökünde Son Kayaç- Enjeksiyon Gerilmesi (kPa)
Granit ve Bazalt	1725- 3100
Kireçtaşı	207- 2760
Dolomitik Kireçtaşı	1380- 2070
Yumuşak Kireçtaşı	1035- 1520
Kayrak ve Sert Şeyl	830- 1380
Yumuşak Şeyl	205- 830
Kumtaşı	830- 1035
Tebeşir	205- 1035
Marn (sert, gevşek, fissürlü)	170- 250

Ankrajların güvenli taşıma gücü hesabı için kullanım sürelerinin bilinmesi ve Tablo 3.1’ deki güvenlik sayılarının kullanılması gerekmektedir. Bir ankrajın güvenli taşıma gücünü aşağıdaki durumlar belirlemektedir.

4.1.1 Çelik Halatta Kopma

Ankrajların yüklenmesiyle çelik halatların her birine gelen yük, çelik halatın yapısal taşıma gücünü aşarsa kopma kaçınılmazdır. Bu yüzden çelik halatın kopmasına karşı bir güvenlik sayısına ihtiyaç duyulur. Tasarımda ankraja gelecek yük halat kopma yükünün 0.6 katını, ankraj deneylerinde ise 0.8 katını geçmemelidir. Bir ankrajda kullanılan çelik eleman çubuk, halat veya bükümlü halat şeklinde olabilir. Çubuklar kalıcı ankrajlarda paslanmaya karşı daha kolay korunurlar. Buna karşın diğer türlerin dayanımları daha fazla, depolanma ve taşınmaları daha kolaydır.

4.1.2 Zeminde Göçme

Zemin ankrajların taşıdığı yük, kök bölgesi ile zemin kitlesi arasında oluşan sürtünme kuvveti ile mobilize olur. Ankrajlara uygulanan yükün bu sürtünme kuvvetini yenmesi sonucu kök çevresinde bir zemin kitlesinin koparılması söz konusu olabilir. Sığ ankraj köklerinde, kök önünde bir bölgede kabarma ile başlayan ve pasif göçme yüzeyine benzer bir yüzeyde göçme ile sonuçlanan bir hareket görülebilir. 5m’ den

daha uzun kök bölgesi olan ankrajlarda bu tür göçme ve sıyrılma riskleri daha az rastlanmaktadır.

4.1.3 Enjeksiyon – Tendon sıyrılması

Adezyon, sürtünme ve mekanik kilitlenme ile tanımlanan üç ayrı bileşenin tendonun enjeksiyondan sıyrılma dayanımını oluşturduğu bilinmektedir. Adezyon, mikroskobik ölçekte pürüzlü çelik ile enjeksiyon arasındaki fiziksel bir ilişki olup göreceli hareket arttıkça sürtünmeye dönüşür. Büyüklüğü uygulanan gerilmeye, pürüzlülüğe ve hareketin derecesine bağlıdır. Mekanik kilitlenme ise çıkıntı ve burgular gibi süreksizliklerle enjeksiyon arasındaki ilişki olup nervürlü çelikte toplam sıyrılmanın temel bileşenini oluşturur. Pürüzsüz çelik tendonlarda ise enjeksiyon-tendon ilişkisi, zemin-enjeksiyon ilişkisi gibi gittikçe gelişen biçimde mobilize olur. Araştırmalar enjeksiyon-tendon sıyrılmasının enjeksiyon basınç dayanımı ile doğrudan ilgili olmadığını göstermektedir. Örneğin 28 MPa olan enjeksiyon dayanımını 35 MPa' a çıkarmak sıyrılma dayanımını 17.5 MPa 'dan 19.5 MPa'a çıkarmaktadır. Diğer yandan tendonun enjeksiyon içerisindeki uzunluğunun arttırılması da sıyrılma yükünün aynı oranda artışı sonucu doğurmamaktadır. Diğer bir ilginç gözlem de paslanma ile ilgilidir. Kısa süreli atmosferik koşullarda kalarak üzerinde toz halinde oluşan pas, tendonlarının sıyrılmasında etkili değildir. Yapraklanmış pas, sıyrılma dayanımını azaltmakla birlikte bu levhaların temizlenmesiyle pürüzlü yüzey elde edileceğinden passız tendona eşit veya daha fazla dayanım elde edilebilir. Karıncalanmış tendonlar ise sıyrılma yönünden elverişli olsalar bile kabul edilemezler [5].

4.1.4 Zemin - Enjeksiyon Sıyrılması:

Zemin cinsi ve uygulanan enjeksiyon basınçlarına göre başlıca üç tür ankraj kökünden söz edilebilir. Enjeksiyonla doldurulan silindir, denetimli yüksek basınçla genişletilmiş silindir ve bir veya birkaç yerde mekanik olarak genişletilmiş silindir. Ankraj köküne yük iki biçimde aktarılabilir. İlk düzenlemede tendon enjeksiyon içinde gömülüdür ve yük uygulanınca enjeksiyon-zemin ara yüzeyinde kayma ve normal gerilmeler uyanır ve bu kökün üst ucundan alta doğru giderek gelişir. Sonuçta enjeksiyonda çekme gerilmesi ve çatlak oluşabilir. Özellikle kalıcı ankraj

uygulamalarında paslanma olasılığı olan ortamlarda bu düzenleme uygun olmayabilir.

4.1.5 Ankraj Aralığının Bulunması

Çok sıralı ankrajlar boyutlandırılmasında, sisteme etkiyen basınç dağılımına göre uygun bir yerleşim yapılır. İksa sisteminin analizinden ankraj kuvvetleri elde edilir. Her sıra ankrajın güvenli taşıma gücü bulunur ve taşıyabileceği maksimum kuvvet hesaplanır. Maksimum kuvvet doğrultusunda uygun bir yatay aralık seçilir. İlk sıra ankraj için düşey elemanın rijitliği doğrultusunda güvenli bir konsol yüksekliği seçilir ve bu derinliğin 30cm-60cm üzerine ilk sıra ankraj projelendirilir. Ankraj yatay ve düşey aralıkları, ankraj kök çapının 4-5 katı veya en az 1.5m aralıklı olarak yerleştirilmelidir. Sahada uygun imalat, ankraj malzemesi yerleşimi ve enjeksiyonun yapılması için ankraj yatay doğrultudan 10° eğimli düzenlemesi gerekmektedir. Ankrajlara, taşıyıcı bir tabaka ulaşılması, yeraltı yapıların ve yapı temellerini olumsuz koşul yaratmayacak şekilde geçmesi için gerekli eğimin verilmesi gereklidir. Eğimin artmasıyla oluşacak düşey ankraj yükünün sistem tarafından karşılanması gerekmektedir.

4.2 Duvarın Gömülü Kısımlarının Taşıma Gücünün Değerlendirilmesi

Ankrajlı duvarlarda ankrajların taşıdığı yüke ek olarak kazı tabanı altındaki gömülü kesimin katkısı olduğu düşünülmelidir. Gerilme dağılışılarının alt kesimindeki parça ile gömülü kesimin arka tarafına gelecek aktif itkinin ön tarafta doğacak pasif itki ile karşılanabileceği gösterilmelidir. Aralıklı kazıklar ve aralarında yatay destekle oluşturulmuş yapılarda kazıkların gömülü derinliklerinde taşıma gücü Broms kuramı ile tahmin edilebilir. Kohezyonsuz zeminlerde ve kohezyonlu zeminlerin drenajlı analizinde pasif direnç, kazık genişliğinin 3 katı genişlikte Rankine Pasif İtki Katsayısı ile tahmin edilebilir. Kohezyonlu zeminlerin drenajsız analizinde ise gömülü derinliğin ilk 1.5 B'lik kesimi göz ardı edilerek geri kalan kesimde derinlikle üniform olarak kazık genişliği boyunca $9c_u$ değerinde direnç düşünülebilir. Gömülü derinlikte güvenlik için pasif itki katsayısı 1.5 ile bölünüp göz önüne alınırsa bulunacak taşıma gücü kazı düzeyi seviyesinde sağlanması beklenen R destek kuvveti ile karşılaştırılabilir. Taşıma gücü tahmininde duvar- zemin sürtünme açısı δ

= 0 alınmalıdır. Gömülü derinliğin dış tarafında kohezyonsuz zeminde kazık genişliği boyunca aktif itki göz önüne alınırken (sürekli perdelerde 1 m genişlik göz önüne alınacaktır) iyi nitelikli (katı-sert) kohezyonlu zeminlerde negatif olması beklenen gerilmelerin ihmal edilmesi daha doğrudur.

Gevşek granüller zeminler ve yumuşak-orta katı killerde pasif itkinin doğabilmesi için aşırı şekil değiştirmeler gerekebilir. $N_s > 4$ olan koşullarda net gerilme aktif tarafta kalacağı için taban kabarmasına karşı veya zemin hareketlerini sınırlamak için uzatma gereği yoksa duvarın 0.2 H dan daha derine gömülmesi önlenmelidir. Bu durumlarda duvarın bu kesimi en alt sıra ankraj seviyesinde tutulmuş konsol gibi göz önüne alınmalıdır. Duvar kesitini bu momentin belirleyebileceği unutulmamalıdır. Konsola etkiyecek yük bu seviyenin altında dış tarafta aktif, kazı tarafın da pasif gerilmeler olarak değerlendirilmelidir [5].

4.3 Derin Kayma Düzleminde Stabilitate Tahkiki

Ankrajlı İksa sistemlerinde stabilite yalnızca ankraj taşıma gücünün yeterli olması ile sağlanmamaktadır. Aynı zamanda perdenin ve ankrajın kuvvet ilettikleri zeminle beraber dengede olmaları gerekmektedir. Aksi takdirde sistem göçebilir. Bu göçme başlıca şekilde olur [6].

- a) İksa sisteminin uç kısmından ankrajın ucuna doğru bir kayma düzlemi oluşmasıyla ankrajların yükünün boşalması ve sisteminin öne doğru devrilmesi
- b) İksa sisteminin bir kayma yüzeyi boyunca kayması

4.3.1 Toptan Göçme Tahkiki

Toptan göçme tahkiki yapılırken ankrajlı perde ile zemin bir bütün olarak kabul edilir. Zeminin kütlesi üzerindeki ağırlıklar, yeraltı su hareketlerinden doğan kuvvetler altında bir eğri yüzey boyunca harekete zorlanır. Zemin kütlesini destekleyen perdenin alt ucu öne doğru hareket eder.

Toptan göçmede zemin kütlesinin silindirik kayma daireleri ile yapılan tahkik metotlarından en bilinenleri Fellenius, Krey ve Bishop metotlarıdır. Bu metotlarda kayma daireleri küçük dilimlere ayrılır ve her dilim için ayrı hesap yapılır.

Fröhlich, (İsveç Dilim Metodu) tek veya daha fazla tabakalı zemin kütleleri için, sistemi güvenliğini tahkik etmek için çok sayıda kayma dairesi çizerek güvenlik sayıları hesaplamış ve bunların en küçüğünü almıştır. Sistemin güvenlik katsayısı, zemin kütlelerini hareketine karşı olan kuvvetlerin momentlerinin, hareketlenmeye zorlayan kuvvetlerin momentlerine oranıdır. Ankrajlı sistemlerde, çizilen kayma dairesi içinde kalan ankrajlar hesaba dahil edilmezler. Ankrajın kayma dairesini kesmesi durumunda ise ankraj kuvvetinin kayma dairesinin merkezine göre oluşan momenti hesaba katılmalıdır.

4.3.2 Kranz Metodu

Tek sıralı ankrajlı ve serbest mesnetli perdelerin derin kayma düzleme stabilite kontrolü için Kranz tarafından bir tahkik metodu geliştirilmiştir. Bu metotta sistemin dengede olabilmesi için sisteme etkiyen kuvvetlerin ankraj kuvveti doğrultusundaki bileşkeleri toplamından hesapta bulunan mevcut ankraj kuvvetinden en az 1.5 kat büyük olması gerekmektedir. Aksi takdirde ankraj boyunun uzatılması, ankraj kotunun değiştirilip edilip tekrar hesap yapılması gerekmektedir. Kranz' ın tek sıralı ankrajlı perdeler için geliştirmiş olduğu stabilite tahkiki metodunu, Ostermayer ve Panke tarafından geliştirilerek çok sıralı ankrajlı perdeler için kullanılmıştır. Çok sıralı ankrajlı perdelerde, ankrajların kotu, uzunluğu ve eğimi gibi boyutlandırma parametrelerine bağlı olarak farklı durumlar ortaya çıkmaktadır. İki sıralı ankrajlı perdelerde sık karşılaşılan durumlar:

- a) Birinci sıra ankraj uzunluğunun ikinci sıra ankraj uzunluğundan az olması durumunda; ikinci sıra ankrajın, birinci sıra ankrajdan çizilen kayma düzlemin dışında kalması durumu,
- b) Birinci sıra ankraj uzunluğunun ikinci sıra ankraj uzunluğundan az olması durumunda birinci sıra ankrajın, ikinci sıra ankrajdan çizilen kayma düzlemin içinde kalması durumu,
- c) Birinci sıra ankraj uzunluğunun ikinci sıra ankraj uzunluğundan fazla olması durumunda; ikinci sıra ankrajın, birinci sıra ankrajdan çizilen kayma düzlemin içinde kalması durumu,

d) Birinci sıra ankraj uzunluğunun ikinci sıra ankraj uzunluğundan fazla olması durumunda; birinci sıra ankrajın, ikinci sıra ankrajdan çizilen kayma düzlemin dışında kalması durumu,

olarak özetlenebilir.

4.4 Kazıkların Taşıma Gücü

İksa sistemlerinde kullanılan düşey elemanların sisteme etkileyen ilave eksensel kuvvetlerin yanı sıra ankrajlardan gelen yüklerin düşey yöndeki bileşkesini karşılamalıdır. Düşey eleman olarak kazık kullanılması durumunda, kazıkların sistemde oluşan eksensel yükü çevre sürtünmesiyle ve veya kaçık ucu vasıtasıyla gerekli güvenlikle karşılamalıdır.

5. İKSA SİSTEMİ ANALİZ PROGRAMI

Derin kazılar, günümüzde birçok inşaat mühendisliği projelerinde önemli bir yer almaktadır. Derin kazılarda oluşan dik ya da eğik şevlerin zemin itkilerini desteklemek amacıyla projelendirilen iksa sistemleri, kazının derinliği, çevre yol ve binaların konumu, zemin tabakası bilgileri vb. parametrelere göre değişkenlik göstermektedir.

Bu bölümde derin kazılarda kullanılan, çok sıralı ankrajlı iksa sistemlerinin analizi için Microsoft Office Excel Programı altında Visual Basic dili ile yazılmış olan İksa2008 adlı Excel programının içeriği anlatılacaktır.

5.1 Excel ve Visual Basic Entegrasyonu ile Programlama

Günümüzde bilgisayar programları, mühendislik alanlarında önemli bir yere sahiptir. Bilgisayar kullanıcıları için, Elektronik Tablo programlarından biri olan Microsoft Office Excel Programı, gerek tablolar gerek grafiksel anlatım gerekse tekrar yapılan rutin işlemlerde bir çok mühendise kolaylık sağlamaktadır. Excel programı içinde, kullanıcıya kolaylık ve zaman kazandırmak, tekrar tekrar yapılan işlemleri otomatik hale getirmek amacıyla makro komutu sunulmuştur. Makro komutu altında bulunan Visual Basic Düzenleyicisi, Excel'in Visual Basic ve birçok Visual Basic Tabanlı Bilgisayar Programı ile entegrasyonu gerçekleştirilebilir. Visual Basic programla dili Windows tabanlı olup, kendi kütüphanesinde bulunan ikonlara ve nesnelere dayanan bir programlama dilidir. Visual Basic programlama dili Excel Programı altında Çalışırken çeşitli makroların hazırlanması için arka planda bulunmaktadır. Bu düzenleyici Alt + F11 tuşlarına basılarak aktif hale getirilebilir.

5.2 İksa Sistemi Analiz Programı

Derin kazılarda uygulanan iksa sistemlerinin analizleri için günümüzde kullanılan metotlardan birisi de sonlu elemanlar metodudur. Sonlu elemanlar metodu ile hem çok sıralı ankrajlı iksa sistemleri hem de ankastre çalışan kazıkların tasarımı çeşitli toprak basıncı dağılımları altında oluşan yatay yüklerine göre oluşan yer değiştirmeler elde edilebilir. Microsoft Excel programı altında yazılan İksa2008 bilgisayar programı, Bowles 1995 yılında geliştirmiş olduğu sonlu elemanlar metodu ile çalışan programa dayalı olan bir iksa sistemi analiz programıdır.

5.2.1 Genel Veri Elektronik Tablo

İksa2008 adlı Excel programı çalıştırılmasıyla Genel Veri Elektronik Tablosu aktif hale gelmektedir. (Şekil 5.1) Bu tablo, Genel Parametreler, Kademe Bilgileri, Ankraj Bilgileri, Zemin Tabakası Bilgileri olmak üzere 4 formdan oluşmaktadır. Genel parametre değerlerinin girilmesinden “İksa Sistemi” menüsünden “Data Oluştur” ile modelin oluşturulması için diğer parametre formları oluşturulur. Bu formlar aşağıda anlatılmıştır.

Microsoft Excel - Copy of İ3

File

Edit

View

Insert

Format

Tools

Data

Window

İska Sistemi

Help

Σ

100%

Arial

10

B

I

U

\$

%

Şekil 5.1 : Genel Veri Elektronik Tablo

5.2.1.1 Genel Parametreler :

Şekil 5.1’de verilen Genel Parametreler Formu’nda model için gereken bilgiler girilebilir. Bu bilgilerin girilmesinden sonra girilmesinden “İksa Sistemi” menüsünden “Data Oluştur” düğmesi ile modelin oluşturulması için diğer parametre formları oluşturulur.

a) Sürşarj : İksa sistemine etkileyen uniform sürşarj yükü (kN/m²)

- b) N_{Tabaka} : Modelde kullanılacak zemin tabaka sayısı
- c) H_{derinlik} : İksa sistemi kazı derinliği (m)
- d) $L_{\text{kazık}}$: Kazık uzunluğu (m)
- e) $\text{Çap}_{\text{kazık}}$: Kazık çapı (m)
- f) $\text{Ara}_{\text{kazık}}$: Kazık aralığı (m)
- g) N_{ankraj} : Ankraj sayısı
- h) $E_{\text{kazık}}$: Kazık elastisite modülü
- i) BSHP : Birim genişlik
- j) K_{hesap} : Toprak itkisi katsayısı, K_h
- k) Metot : Toprak basıncı dağılım metodu
- l) α : Duvar eğimi (derece)
- m) β : İksa sistemi arkası zemin yüzey eğimi (derece)

5.2.1.2 Kademe Bilgileri

Şekil 5.1'de verilen Kademe Bilgileri Formu'nda, her bir kademe için kazı derinliği ve kazı altında oluşacak toprak basıncının tanımlanması için zemin modül sabiti ve derinlik katsayıları girilebilir.

- a) A_s : Düşey elemanlar için bir zemin modülü sabiti
- b) B_s : Derinlik katsayısı
- c) Expo : Derinlik katsayısı
- d) $H_{\text{kazı}}$: Kademe kazı derinliği (m)

5.2.1.3 Ankraj Bilgileri

Şekil 5.1'de verilen Kademe Bilgileri Formu'nda, her bir ankraj için ankraj ara mesafe, eğimi ve yay katsayısı girilerek ankrajlar modellenenir.

- a) Ankraj No : Ankraj sıra numarası
- b) Yay : Ankraj yay katsayısı (kN/m)
- c) Eğim : Ankrajın yatay doğrultuyla yaptığı açı (derece)

5.2.1.4 Zemin Tabakası Bilgileri

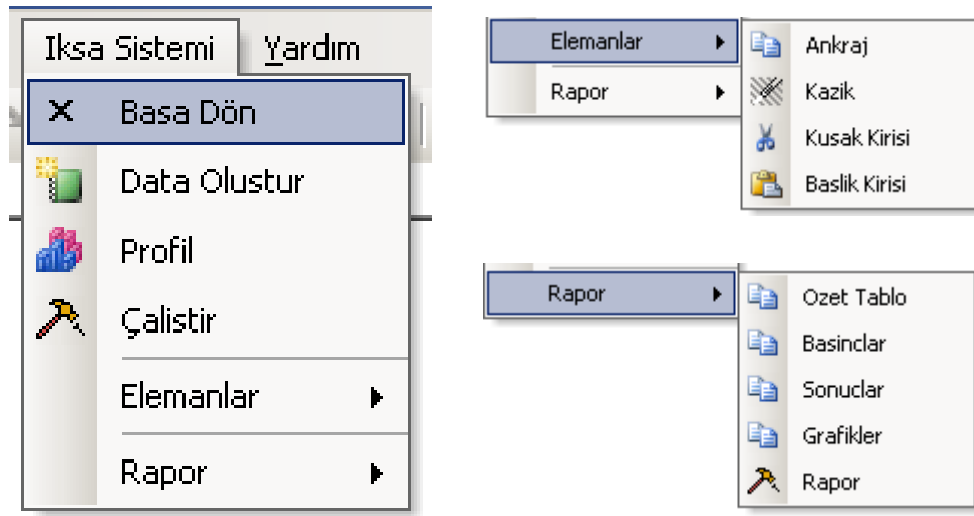
Şekil 5.1'de verilen Kademe Bilgileri Formu'nda, her bir zemin tabakası için ayrı ayrı zemin tabakası bilgileri girilebilir.

- a) Tabaka : Zemin tabakası sıra numarası

- b) İsim : Zemin tabakası ismi
- c) H : Tabaka kalınlığı(m)
- d) Φ : İçsel sürtünme açısı (derece)
- e) γ : Birim hacim ağırlığı (kN/m^3)
- f) δ : Duvar ile zemin arasındaki sürtünme açısı (derece)
- g) T : Enjeksiyon- zemin ilişkisi için kayma gerilmesi

5.2.2 İksa Sistemi Analiz Programı Menüsü

Şekil 5.2’de verilen İksa Sistemi Menüsünde yer alan düğmeler aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 5.2 : İksa Sistemi Menüsü

- a) Başa Dön : Tüm verileri siler ve programı başa döndürür.
- b) Data Oluştur : Girilen genel parametrelere göre ankraj ve zemin tabakası formlarını oluşturur.
- c) Profil : İksa sisteminin profilini çizer.
- d) Çalıştır : Programı çalıştır.
- e) Elemanlar : Şekil 5.2’de gözüken iksa sistemi elemanların boyutlandırılması için gereken elektronik tabloları oluşturur. Bunlar sırayla Ankraj, Kazık, Kuşak ve Başlık Elektronik Tablolarıdır. Bu tablolar daha sonra detaylı anlatılacaktır.
- f) Rapor : Şekil 5.2’de görünen rapor menüsü, modellenen iksa sisteminin çözülmesinden elde edilen verilerin raporlandığı tabloları oluşturur. Bunlar sırayla Özet Tablo, Sonuçlar, Basınçlar ve Rapor tablolarıdır. Bu tablolar daha sonra detaylı olarak anlatılacaktır.

5.2.3 Ankraj Elektronik Tablo

Ankraj Elektronik Tablosu modelde girilen her bir ankrajın, ankraj reaksiyonlarına göre boyutlandırılması yapılabilir. Şekil 5.3’de ankraj ile ilgili özellikler ve tahkikler görülmektedir. Ankraj Elektronik Tablo’su; Ankraj Kök Hesabı, Geometrik Boyutlar, Kablo Hesabı ve Tahkikler olmak üzere 4 formdan oluşmaktadır. Ankrajların boyutlandırılması için formlara girilmesi gereken ankraj parametreleri aşağıdadır.

- a) Çapı : Ankraj kökünün çapı (m)
- b) Ankraj yatay aralığı : Tasarımcı tarafından seçilen ankraj yatay aralığı (m)
- c) Seçilen L_k : Tasarımcı tarafından seçilen ankraj kök boyu (m)
- d) Seçilen L_t : Tasarımcı tarafından seçilen ankraj toplam boyu (m)
- e) Kablo çapı : Kullanılacak kablo çapı (inç)
- f) Seçilen kablo adeti : Tasarımcı tarafından seçilen kablo sayısı

Ankraj aralığının seçilmesi ile ankraj reaksiyonu, ankraj aralığı ile arttırılarak, girilen ankraj çapında güvenli taşıma gücü ile taşıyabileceği minimum kök boyu hesaplanır. Tasarımcı Seçilen kök boyu ile bu değeri değiştirerek toplam ankraj boyunu belirler. Hesaplanan maksimum ankraj kuvveti esas alınarak girilen kablo çapında, kablo adedi hesaplanır ve ankraj kablosunun germe yükü, kilitleme yükü ve aderans tahkikleri yapılarak ankrajın boyutlandırılması kontrol edilir.

5.2.4 Kazık Elektronik Tablo

Kazık Elektronik tablosunda (Şekil 5.4) iksa sisteminin düşey elemanı olan kazık elamanının betonarme hesabı için gerekli veriler aşağıdadır.

- a) Beton : Kullanılacak betonun sınıfı
- b) Donatı : Kullanılacak çeliğin sınıfı
- c) Paspayı : Kazıklarda kullanılacak paspayı

Yukarıda malzeme bilgileri girildikten sonra, kademelerde oluşan maksimum kesit tesirlerine göre TS500’ e uygun bir şekilde düşey ve yatayda gerekli donatı alanları hesaplanarak gerekli donatılar seçilebilir. Düğüm Noktalarına Göre Boyutlandırma düğmesi ile her bir düğüm noktası için düşey ve yatay donatı alanı o noktadaki kesit tesirlerine göre hesaplanır.



Şekil 5.3 : Ankraj Elektronik Tablosu

Microsoft Excel - iksa2008.xls						
File Edit View Insert Format Tools Data Window Iksa Sistemi Help						
L37 fx						
	A	B	C	D	E	F
1	Kazık Donatı Hesabı					
2						
3	Malzeme Bilgileri					
4						
5	Beton	: BS 25	Kazık Çapı (d)	0.65	paspayı(d')	: 0.05 m
6	Donatı	: St 420	Kazık Aralığı	1.00		
7						
8	Kritik Kesit Tesirleri					
9						
10	Max Md	: 172.52 Knm	(5.kademe)			
11	Max Vd	: 135.39 Kn	(5.kademe)			
12						
13	Eğilme Durumuna Göre Boyutlandırma					
14						
15	Max Md	: 258.78 Knm				
16	As hesap	: 25.43 cm2				
17	As min.	: 26.55 cm2				
18						
19	Donatı Çapı	: 18 mm				
20	Donatı Adedi	: 11	Seçilen	: 11ø18		
21	Donatı Alanı	: 27.99 cm2				
22	Donatı Yüzdesi	: % 0.84				
23	Donatı Aralığı	: 18.56 cm				
24						
25	Kesme Durumuna Göre Boyutlandırma					
26						
27	Max Vd	: 203.09 Knm				
28	As hesap	: 0.05 cm2				
29	As min.	: 1.23 cm2				
30						
31	Donatı Çapı	: 10 mm				
32	Donatı Aralığı	: 20.00 cm	Seçilen	: ø10 / 20		
33	Donatı Alanı	: 1.57 cm2				
34						
35	Düşüm Noktalarına Göre Boyutlandırma					

Şekil 5.4 : Kazık Elektronik Tablosu

5.2.5 Kuşak Elektronik Tablo

Kuşak Elektronik tablosunda (Şekil 5.5) iksa sisteminin göğüsleme elemanı olan kuşak kirişi elamanının, TS500' de yer alan basit donatılı dikdörtgen kesitler formülasyonuna göre gerekli boyuna donatı alanları ve seçilen çap ve kol sayısına göre etriye hesabı yapılmaktadır.

5.2.6 Başlık Elektronik Tablo

Kazık başlığı hesabı TS500’ deki minimum donatı şartlarını sağlayacak şekilde gerekli boyuna donatı alanları ve seçilen çap ve kol sayısına göre etriye hesabı yapılmaktadır.

Microsoft Excel - iksa2008.xls

FileEditViewInsertFormatToolsDataWindowİksa SistemiHelp

Şekil 5.5 : Kuşak Elektronik Tablosu

Microsoft Excel - iksa2008.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Iksa Sistemi Help

Tr Arial 8 B I

Edit Text... Draw AutoShapes

P19

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Başlık Kirişi Donatı Hesabı													
2														
3	Malzeme Bilgileri													
4														
5	Beton	: BS 20	BOy Donatı	: St 420	Etriye	: St 420	Paspayı (d')	: 0.05m						
6														
7	Eğilme Durumuna Göre Boyutlandırma													
8														
9	Sıra No	bw	h	d'	As min	Donatı Çapı	Donatı Adedi	Donatı Alanı	Donatı Yüzdesi	Seçilen Donatı				
10	-	m	m	m	cm2	mm	-	cm2	%	-				
11	1.00	0.50	1.00	0.95	7.13	16.00	4.00	8.04	0.17	4 ø 16				
12														
13	Kesme Durumuna Göre Boyutlandırma													
14														
15	Sıra No	bw	h	d'	As min	Donatı Çapı	Donatı Aralığı	Etriye Kolu	Donatı Alanı	Seçilen Donatı				
16	-	m	m	m	cm2	mm	cm	-	cm2	-				
17	1.00	0.50	1.00	0.95	0.82	10.00	20.00	4.00	0.79	ø10 / 20				
18														
19														
20														

Şekil 5.6 : Başlık Elektronik Tablosu

....Basinlar....					
1.Kademe 2. Kademe 3. Kademe 4. Kademe 5. Kademe					
No	Derinlik m	Rankine Toprak B. kN/m2.	Tschebatrioff Toprak B. kN/m2.	Total Toprak B. kN/m2.	Su B. kN/m2.
1	0.00	2.71	2.71	2.71	0.00
2	0.25	4.13	14.09	14.09	0.00
3	0.50	5.56	25.47	25.47	0.00
4	0.75	6.98	36.85	36.85	0.00
5	1.00	8.40	48.24	48.24	0.00
6	1.25	9.82	59.62	59.62	0.00
7	1.50	11.25	71.00	71.00	0.00
8	1.75	12.67	71.00	71.00	0.00
9	2.00	14.09	71.00	71.00	0.00
10	2.25	15.51	71.00	71.00	0.00
11	2.50	16.94	71.00	71.00	0.00
12	2.75	18.36	71.00	71.00	0.00
13	3.00	19.78	71.00	71.00	0.00
14	3.25	21.20	71.00	71.00	0.00
15	3.50	22.63	71.00	71.00	0.00
16	3.75	24.05	71.00	71.00	0.00
17	4.00	25.47	71.00	71.00	0.00
18	4.25	26.90	71.00	71.00	0.00
19	4.50	28.32	71.00	71.00	0.00
20	4.75	29.74	71.00	71.00	0.00
21	5.00	31.16	71.00	71.00	0.00
22	5.25	32.59	71.00	71.00	0.00
23	5.50	34.01	71.00	71.00	0.00
24	5.75	35.43	71.00	71.00	0.00
25	6.00	36.85	71.00	71.00	0.00
26	6.25	38.28	71.00	71.00	0.00
27	6.50	39.70	71.00	71.00	0.00
28	6.75	41.12	71.00	71.00	0.00
29	7.00	42.55	71.00	71.00	0.00
30	7.25	43.97	71.00	71.00	0.00

Şekil 5.8 : Basınç Formu

5.2.7.3 Sonuçlar

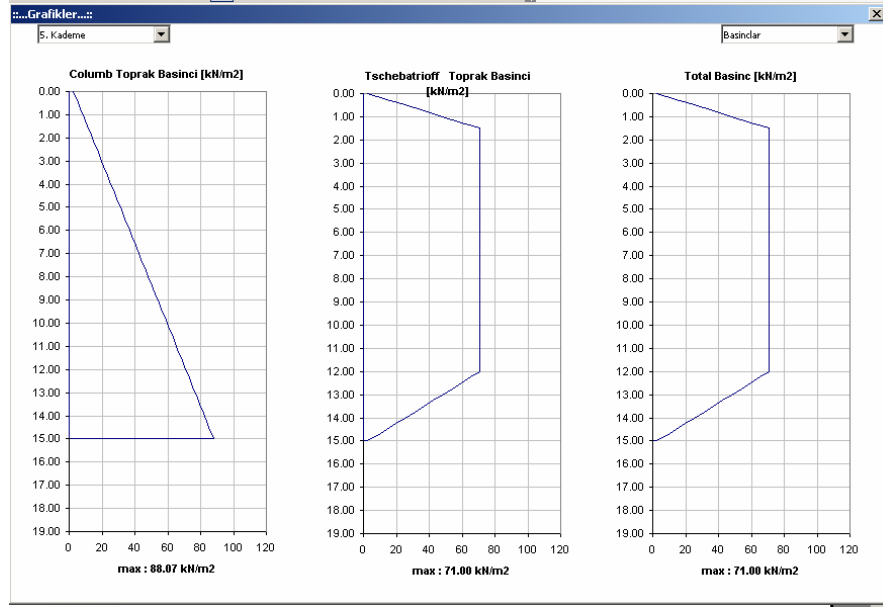
Sonuçlar tablosu, iksa sisteminin çözümünden elde edilen statik hesap sonuçlarının her bir kazı kademesi için derinlikle değişiminin gösterildiği tablodur. (Şekil 5.9)

....Sonuc....									
1.Kademe 2. Kademe 3. Kademe 4. Kademe 5. Kademe									
No - Derinlik	Moment kNm.	Kesme K. kN.	Deplasman mm.	Rotasyon mm.	Soilp1 kN/m2	Yay K.. kN/m2.	Yay Kuvvet. Yay K.	Ks kN.	Tekil K. B. kN
1	0.00	0.00	20.21	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81
2	0.25	0.20	20.35	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	3.52
3	0.50	1.29	20.49	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	6.37
4	0.75	3.96	20.63	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	9.21
5	1.00	8.94	20.77	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	12.06
6	1.25	16.94	20.92	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	14.90
7	1.50	28.66	21.07	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	17.28
8	1.75	44.70	21.22	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	17.75
9	2.00	65.17	21.39	0.70	0.00	10000.00	213.92	0.00	17.75
10	2.25	36.61	-114.26	21.57	0.75	0.00	0.00	0.00	17.75
11	2.50	12.48	-96.51	21.76	0.78	0.00	0.00	0.00	17.75
12	2.75	-7.21	-78.76	21.96	0.78	0.00	0.00	0.00	17.75
13	3.00	-22.46	-61.01	22.15	0.76	0.00	0.00	0.00	17.75
14	3.25	-33.28	-43.26	22.34	0.74	0.00	0.00	0.00	17.75
15	3.50	-39.65	-25.51	22.52	0.70	0.00	0.00	0.00	17.75
16	3.75	-41.59	-7.76	22.69	0.66	0.00	0.00	0.00	17.75
17	4.00	-39.10	9.99	22.85	0.62	0.00	0.00	0.00	17.75
18	4.25	-32.16	27.74	23.00	0.58	0.00	0.00	0.00	17.75
19	4.50	-20.79	45.49	23.14	0.56	0.00	0.00	0.00	17.75
20	4.75	-4.98	63.24	23.28	0.54	0.00	0.00	0.00	17.75
21	5.00	15.27	80.99	23.41	0.55	0.00	10000.00	234.13	0.00
22	5.25	-18.58	-135.39	23.55	0.55	0.00	0.00	0.00	17.75
23	5.50	-47.99	-117.64	23.68	0.51	0.00	0.00	0.00	17.75
24	5.75	-72.96	-99.89	23.80	0.45	0.00	0.00	0.00	17.75
25	6.00	-93.50	-82.14	23.91	0.37	0.00	0.00	0.00	17.75
26	6.25	-109.60	-64.39	23.99	0.27	0.00	0.00	0.00	17.75
27	6.50	-121.26	-46.64	24.04	0.15	0.00	0.00	0.00	17.75
28	6.75	-128.48	-28.89	24.06	0.03	0.00	0.00	0.00	17.75
29	7.00	-131.26	-11.14	24.05	-0.10	0.00	0.00	0.00	17.75
30	7.25	-129.61	6.61	24.01	-0.23	0.00	0.00	0.00	17.75
31	7.50	-123.52	24.36	23.94	-0.36	0.00	0.00	0.00	17.75

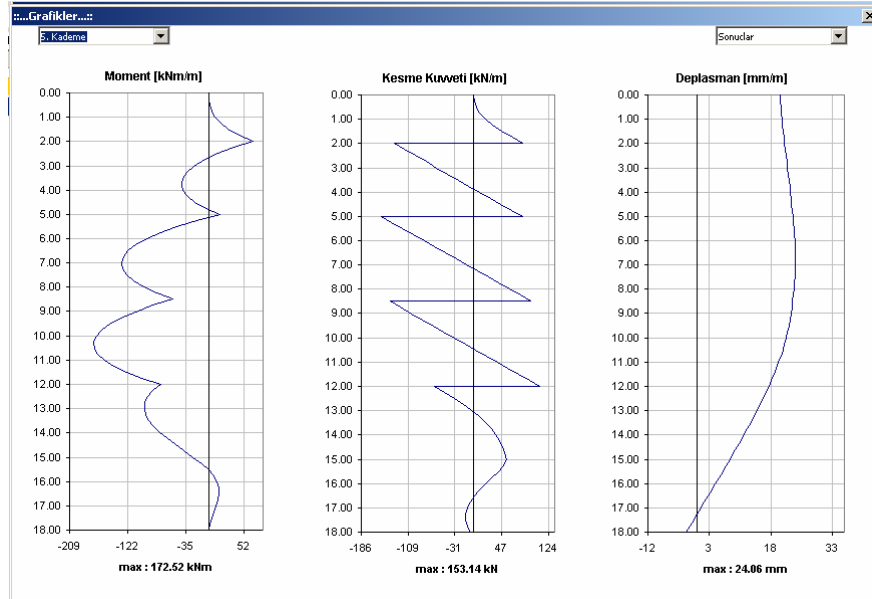
Şekil 5.9 : Sonuç Formu

5.2.7.4 Grafikler

Rapor menüsünden Grafik düğmesine basılmasıyla aktif hale gelen “Grafikler” formunda her bir kazı kademesi için sonuçlar ve basınçlar adı altında iki ayrı grafik gösterimi mevcuttur. Basınçlar gösteriminde Coulomb toprak basıncı, seçilen toprak basıncı dağılımı ve toplam basıncın, derinlikle değişimini gösteren diyagramları; Sonuçlar bölümünde ise moment, kesme kuvveti ve yer değiştirme diyagramları görüntülenebilir. (Şekil 5.10, Şekil 5.11)



Şekil 5.10 : Basınç Diyagramları



Şekil 5.11 : Moment, Kesme kuvveti ve Yer Değiştirme Diyagramları

5.2.7.5 Rapor

İksa sistemin çözümlenmesinden ve her bir elemanın boyutlandırılmasından sonra “Rapor” menüsünden rapor düğmesi seçildiğinde rapor formu aktif hale gelmektedir. Şekil 5.12’de görüldüğü gibi özet veya genel çıktı alınabilir. Kullanıcı isterse genel raporu istediği doğrultusunda düzenleyebilir. Yazdır düğmesine basıldığında “Rapor” adlı elektronik tablosuna çıktı yazdırılabilir.

Şekil 5.12 : Rapor Formu

5.2.8 Bilgisayar Çözüm

Bu bölümde, İksa sistemlerinin analizi için geliştirilmiş olan “İksa2008” adlı bilgisayar programının, farklı zemin tabakalarında çeşitli toprak basıncı dağılımları kabulleri için İksa sistemi modellenmiş ve iki ayrı analiz yapılmıştır.

1 nolu analizde, farklı zemin tabakalarında, 15m kazı derinliğinde, 4 sıra ankraj ile desteklenen bir İksa sistemi modellenmiş ve İksa sistemi çözümü değişik toprak basıncı dağılımı kabulleri için tekrarlanmıştır. İksa sistemi, her bir ankraj kademesi için ayrı analizi yapılmış olup, sistemde oluşan moment, kesme kuvveti, yer değiştirme ve ankraj kuvvetleri hesaplanmıştır. 1 nolu analizde kullanılan İksa sistemi modellerinin parametreleri aşağıdaki Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 : 1 Nolu Analizde Kullanılan İksa Sistemi Model Parametreleri

Analiz	Φ	γ	$H_{kazı}$	N_{ankraj}
No	°	kN/m ³	m	Adet
1	35.00	21.00	15.00	4
2	32.50	20.00	15.00	4
3	30.00	18.00	15.00	4
4	27.50	17.00	15.00	4

İksa2008 programı ile çözümü yapılan 1 nolu analizde zemin tabakası parametreleri haricindeki diğer parametreler ve statik sistem sabit tutulmuştur. Model giriş bilgileri aşağıda verilmiştir.

- d) Model : Kazıklı İksa Sistemi
- e) Kazık Uzunluk, L : 18.00 m.
- f) Kazı Derinliği, H : 15.00 m.
- g) Çakma Boyu, D : 3.00 m.
- h) Kazık Eğimi : 90.00 °
- i) Yüzey Toprak Eğimi, a : 0.00 °
- j) Kazık Çapı, k : 0.65 m.
- k) Kazık Aralığı, s : 1.00 m.
- l) Kazık Elastisite Modülü, E : 28500000.00 kN/m²
- m) Kazık Atalet Momenti, I : 0.008762406 m⁴.
- n) Maks Lineer Şekil Değiştirme, X_k : 0.075 m
- o) Ankraj Sayısı : 4 adet
- p) Toprak Basıncı Dağılım Metodu : Tschebatrioff, Klenner, Terzaghi ve Lehman
- q) Yeraltı Su Seviyesi : 90.00 m
- r) Sürşarj, q : 10 kN/m².
- s) K_{hesap} : K_a

Bilgisayar programı ile yapılan 2 nolu analizde farklı kazı derinliklerinde değişik sayıda ankraj ile desteklenen iksa sistemi modellenmiştir. İksa sistemi model özellikleri Tablo 5.2’de verilmiştir. Modelde kullanılan diğer parametreler 1 nolu analizdeki parametreler ile aynıdır. Tabloda verilen değerler için değişik toprak basınçları için çözümler yapılmıştır.

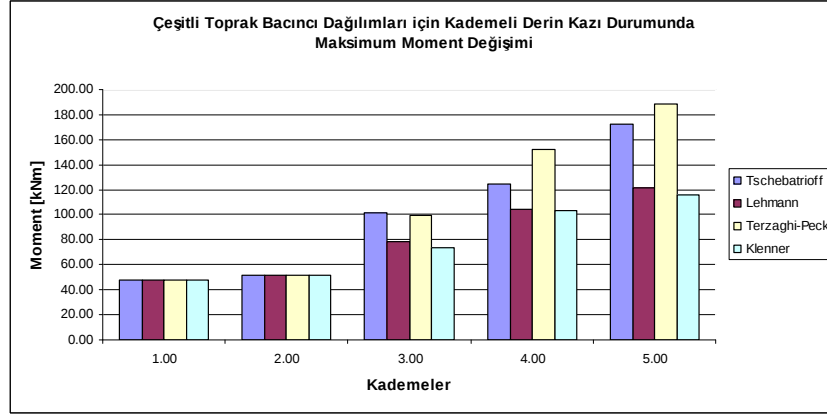
Tablo 5.2 : 2 Nolu Analizde Kullanılan İksa Sistemi Model Parametreleri

Analiz	Φ	γ	H_{kazi}	N_{ankraj}
No	°	kN/m ³	m	Adet
1	35.00	21.00	5.50	1
2	32.50	20.00	9.00	2
3	30.00	18.00	12.50	3
4	27.50	17.00	15.00	4

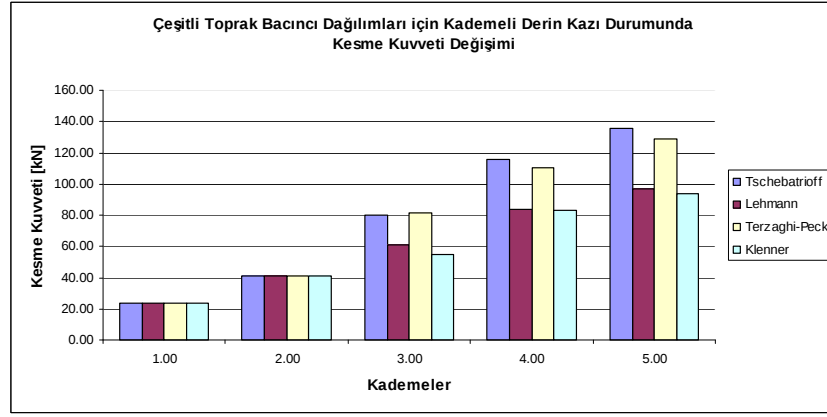
Tablo 5.1’de belirtilen zemin tabakaları için 1 nolu analizlerden çeşitli toprak basıncı dağılımı kabullerinin, her bir kazı kademesi için maksimum moment, kesme kuvveti, yer değiştirme, ankraj reaksiyonları bakımından karşılaştırılması yapılmış, Tablo 5.3’de verilmiş ve Şekil 5.13’de, maksimum eğilme momentinin, Şekil 5.14’de, maksimum kesme kuvvetinin, Şekil 5.15’de, maksimum yer değiştirmenin kademeler arası değişimi, grafiksel olarak yorumlanmıştır.

Tablo 5.3 : 2 Nolu Analizde Kullanılan İksa Sistemi Sonuçları

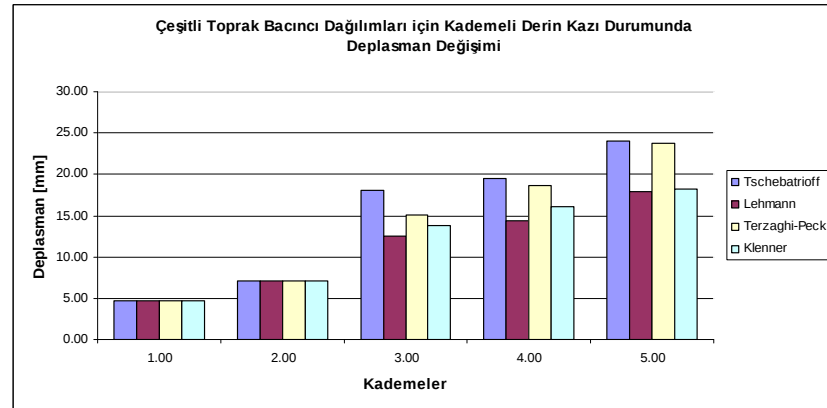
	Kademe No	Derinlik. m	Moment Knm				Kesme Kuvveti mm				Deplasman kN			
			Tschebatrioff	Lehmann	Ferzaghi-Pec	Klenner	Tschebatrioff	Lehmann	Ferzaghi-Pec	Klenner	Tschebatrioff	Lehmann	Ferzaghi-Pec	Klenner
Problem1	1.00	2.50	48.25	48.25	48.25	48.25	23.36	23.36	23.36	23.36	4.67	4.67	4.67	4.67
	2.00	5.50	52.04	52.04	52.04	52.04	41.47	41.47	41.47	41.47	7.18	7.18	7.18	7.18
	3.00	9.00	101.28	78.05	99.63	73.22	80.15	60.87	81.22	54.79	18.00	12.55	15.13	13.73
	4.00	12.50	124.52	104.25	151.99	103.26	116.02	83.74	110.57	83.22	19.50	14.35	18.64	16.09
	5.00	15.00	172.52	121.20	188.91	115.98	135.39	96.72	128.84	93.65	24.06	17.94	23.79	18.25
Problem2	1.00	2.50	51.82	51.82	51.82	51.82	25.05	25.05	25.05	25.05	5.01	5.01	5.01	5.01
	2.00	5.50	55.49	55.49	55.49	55.49	44.09	44.09	44.09	44.09	7.68	7.68	7.68	7.68
	3.00	9.00	107.49	82.93	105.75	77.82	85.06	64.66	86.19	58.24	19.11	13.34	16.08	14.59
	4.00	12.50	131.93	110.65	160.99	109.61	123.04	88.89	117.27	88.34	20.69	15.22	19.76	17.08
	5.00	15.00	182.82	128.54	200.15	123.05	143.51	102.60	136.58	99.36	25.50	19.02	25.22	19.36
Problem3	1.00	2.50	53.49	53.49	53.49	53.49	25.75	25.75	25.75	25.75	5.17	5.17	5.17	5.17
	2.00	5.50	56.35	56.35	56.35	56.35	44.46	44.46	44.46	44.46	7.83	7.83	7.83	7.83
	3.00	9.00	108.00	83.53	106.27	78.43	85.41	65.08	86.54	58.69	19.21	13.46	16.19	14.70
	4.00	12.50	132.01	111.19	160.97	110.15	123.36	89.33	117.61	88.78	20.76	15.29	19.81	17.17
	5.00	15.00	182.99	128.88	200.26	123.50	143.73	102.95	136.82	99.72	25.54	19.08	25.25	19.44
Problem4	1.00	2.50	56.93	56.93	56.93	56.93	27.35	27.35	27.35	27.35	5.50	5.50	5.50	5.50
	2.00	5.50	59.43	59.43	59.43	59.43	46.71	46.71	46.71	46.71	8.28	8.28	8.28	8.28
	3.00	9.00	113.20	87.67	111.40	82.35	89.50	68.29	90.67	61.63	20.14	14.14	16.99	15.44
	4.00	12.50	138.03	116.55	168.24	115.48	129.15	93.64	123.15	93.07	21.74	16.02	20.74	17.99
	5.00	15.00	191.38	134.94	209.41	129.37	150.37	107.83	143.17	104.46	26.71	19.97	26.41	20.36



Şekil 5.13 : Çeşitli Toprak Basıncı Dağılımları için Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



Şekil 5.14 : Çeşitli Toprak Basıncı Dağılımları için Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



Şekil 5.15 : Çeşitli Toprak Basıncı Dağılımları için Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi

6. SONUÇLAR

Derin kazılar, günümüzde birçok inşaat mühendisliği projesinde önemli yer tutmaktadır. Derin kazı yapılacak bölgede kazı sisteminin ekonomik, güvenli seçilmesi ve tasarlanması için zemin türü ve dayanımı, komşu yapıların konumu, yeraltı suyu koşulları, çukurunun açık kalacağı süre, kazı şevinin korunabilmesi, kenar ve taban duraylılığı, çevrede oluşabilecek yatay ve düşey yer değiştirmeler gibi parametrelerin araştırılması ve bölgede detaylı bir inceleme yapılması gerekmektedir.

Derin kazılar, dik veya dike yakın eğimli destekleme yapılarının desteklendiği kazılar ile yapılmalıdır. Derin kazı sırasında kazı alanına komşu olan bölgelerde oluşabilecek yatay hareketlenme, oturmalar gibi olumsuzlukların önlenmesi gerekmektedir.

Kazı sırasında iksa sistemlerinin arkasındaki toprak basınç dağılımını belirlenmesi için özellikle düşey elamanların yaptığı şekil değiştirmelerinin incelenmesi gerekmektedir. Destekleme yapılarına gelen toprak basınçları çoğunlukla Coulumb Teorisine göre hesaplanmaktadır. Coulumb Teorisi, paralel ötelenme ile sistemin alt ve üst noktaları etrafında yeterli ölçüde dönmesi ilkesine dayanmakla beraber oldukça rijit yapılar için geçerlidir. Derin kazıların çok sıra ankrajlı bir iksa sistemi ile desteklenmesi, sistemin yapılış aşaması ve şekil değiştirme biçimi, rijit istinat sistemlerinden farklıdır. Bu nedenle çok sıra ankrajlı sistemlerde, iksa sistemine etkiyen toprak basıncı birçok araştırmacı tarafından incelenmiş; zemin tabakasının karakteristik yapısına ve sisteminin kullanım süresine göre Coulumb Teorisinden daha farklı dağılımlar önerilmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, ilk sıra ankrajın yapılması için ilk sıra ankraj kotuna inilmesiyle, sistemin zemine ankastre konsol perde olarak çalışması için toprak basıncı ve şekil değiştirmelerin, derinlikle lineer artan Coulumb Teorisindeki toprak basıncı ve şekil değiştirmeler ile tutarlı olduğu gözlenmiştir. Fakat ikinci sıra ankrajın yapılması ve gerilmesi ile sistemin yer değiştirmesinde ve arkadaki toprak basıncında değişim belirlenmiştir. Nihai kazı seviyesine gelindiğinde ise toprak basıncı dağılımının, ikizkenar yamuk

şeklinde bir toprak basıncı dağılımına yakın olduğu saptanmıştır. Bu toprak basıncı dağılımı, görünen toprak basıncı dağılımı olarak Terzaghi, Lehman, Tchegotarioff ve Klenner gibi araştırmacılar tarafından farklı tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, araştırmacılar tarafından önerilen toprak basıncı dağılım kabullerini birbiri ile karşılaştırmak amacıyla İksa2008 Sonlu Elemanlar bilgisayar programı geliştirilmiştir.

Bilgisayar programları, mühendislik alanlarında önemli bir yere sahiptir. Microsoft Office Excel Programı, gerek tablolar gerek grafiksel anlatım gerekse tekrar yapılan rutin işlemlerde bir çok mühendise kolaylık sağlamaktadır. Excel' in Visual Basic entegrasyonu, birçok geniş fonksiyonlu program geliştirilebilir. İksa2008 adlı Excel programı, sonlu elemanlar metodu ile çok sıra ankrajlı iksa sistemlerinin tasarımı çeşitli toprak basıncı dağılımları altında oluşan yatay yüklere göre hesaplanmaktadır. Ayrıca, iksa sistemi elemanları boyutlandırılabilir.

Visual Basic Excel entegrasyonu ile hazırlanan İksa 2008 Sonlu Elemanlar bilgisayar programı, Bowles 1995 yılında geliştirmiş olduğu sonlu elemanlar metodu ile çalışan programa dayalı olan bir iksa sistemi analiz programıdır. Programın çalıştırılmasıyla Genel Veri Elektronik Tablosu aktif hale gelmektedir. Bu tabloda, kazı yüzeyine etkiyen toprak basıncı dağılımının belirlenmesi için zemin Geoteknik datalarına göre en kritik kesit seçilerek, iksa sisteminin genel parametreleri, ara kademe, zemin ankrajı zemin tabakası parametreleri girilerek modellenir. Sistemin sonlu elemanlar yöntemi ile istenilen toprak basıncı altında çözülmesi ile statik hesap kesitleri elde edilebilir.

İksa sisteminin çözümünden elde edilen moment, kesme kuvveti, yerdeğiştirme ve ankraj reaksiyonlarının her bir kazı kademesi için maksimum değerlerinin gösterildiği özet tablo oluşturulur. Kullanıcı, sistemin her bir düğüm noktasında oluşan basınç ve statik kesit tesirlerini, hem grafiksel hem de sayısal olarak, her bir kazı kademesi için görebilmektedir.

Ankraj Elektronik Tablosunda, ankraj aralığının seçilmesi ile ankraj reaksiyonu, ankraj aralığı ile arttırılarak, girilen ankraj çapında güvenli taşıma gücü ile taşıyabileceği minimum kök boyu hesaplanır. Tasarımcı, seçilen kök boyu ile bu değeri değiştirerek toplam ankraj boyunu belirler. Hesaplanan maksimum ankraj

kuvveti esas alınarak girilen kablo çapında, kablo adedi hesaplanır ve ankraj kablosunun germe yk, kilitleme yk ve aderans tahkikleri yapılarak ankrajın boyutlandırılması kontrol edilir.

Kazık Elektronik Tablosunda, betonarme kazık elemanın, malzeme bilgileri girildikten sonra, kademelerde oluşan maksimum kesit tesirlerine göre TS500' e uygun bir şekilde, düşey ve yatayda gerekli donatı alanları hesaplanarak donatılar seçilebilir ve her bir düğüm noktası için düşey ve yatay donatı alanı o noktadaki kesit tesirlerine kontrol edilir.

Kuşak ve Başlık Elektronik Tablosunda iksa sisteminin göğüsleme elemanı olan kuşak ve başlık kirişi elamanının, TS500' de yer alan basit donatılı dikdörtgen kesitler formülasyonuna göre gerekli boyuna donatı alanları ve seçilen çap ve kol sayısına göre etriye hesabı yapılmaktadır.

İksa sistemin çözümlenmesinden ve her bir elemanın boyutlandırılmasından sonra rapor formu ile tercihe göre zet veya detaylı çıktı olarak alınabilir. Kullanıcı isterse genel raporu isteği doğrultusunda düzenleyebilir.

İksa sistemlerinin analizi için geliştirilmiş olan "İksa2008" adlı bilgisayar programının, farklı zemin tabakalarında çeşitli toprak basıncı dağılımları kabulleri için iksa sistemi modellenmiş ve iki ayrı analiz yapılmıştır. 1 nolu analizde, farklı zemin tabakalarında, 15,0m kazı derinliğinde, 4 sıra ankraj ile desteklenen bir iksa sistemi modellenmiş ve iksa sistemi çözümü değişik toprak basıncı dağılımı kabulleri için tekrarlanmıştır. İksa sistemi, ankraj kademeleri dikkate alınarak hesaplanmış ve sistemde oluşan moment, kesme kuvveti, yerdeğiştirme ile ankraj kuvvetleri, İksa2008 programı ile belirlenmiştir.

Bilgisayar programı ile yapılan 2 nolu analizde farklı kazı derinliklerinde değişik sayıda ankraj ile desteklenen iksa sistemi modellenmiştir. Analizlerden elde edilen moment, kesme kuvveti ve yerdeğiştirme değerlerine göre kazık elemanı ve başlık kirişi boyutlandırılmıştır. Her bir analizin zmleri Ek B' de verilmektedir. Her bir ankraj seviyesindeki ankrajların, belli bir yatay aralığa göre ankrajın güvenli taşıma gücü bulunmuş ve ankraj serbest boyu, kök boyu, toplam boyu hesaplanmış, gereken kablo sayısı bulunmuş ve germe yk, kablo aderansı tahkikleri yapılmıştır. Hesaplanan ankraj kuvvetlerine göre betonarme kuşak kirişi boyutlandırılmıştır. Her

bir analizin çözümleri Ek B' de yer almaktadır. Modelde kullanılan zemin tabakaları için 1 nolu analizlerden çeşitli toprak basıncı dağılımı kabullerinin, her bir kazı kademesi için maksimum moment, kesme kuvveti, yerdeğiştirme, ankraj reaksiyonları bakımından karşılaştırılması yapılmış, maksimum eğilme momentinin, maksimum kesme kuvvetinin, maksimum yer değiştirmenin kademeler arası değişimi, grafiksel olarak yorumlanmıştır. Bu grafikler Ek A' da verilmektedir.

Yapılan analizlerde Klenner toprak basıncı dağılımının, Lehman dağılımı ile Terzaghi toprak basıncı dağılımının ise Tschebatrioff dağılımıyla birbirine yakın itkiler oluşturduğu gözlenmektedir. Bu durumda araştırmacılar tarafından kabul edilen toprak basıncı dağılımı kabulleri iki grupta değerlendirilebilir.

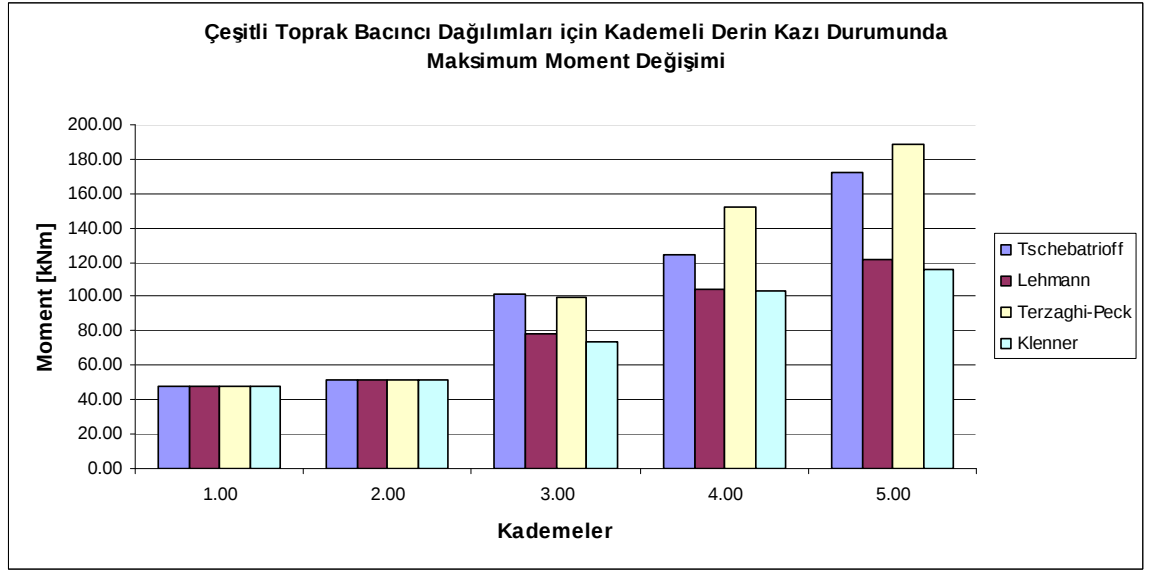
Tüm dağılımlarda ankraj kuvvetleri, derinliğin artmasıyla son kademedeki maksimum değerlerine ulaşmıştır. Tschebatrioff, Lehman, Terzaghi 2. ve 3. ankraj yayları en büyük reaksiyonu gösterirken; Klenner dağılımında birbirine yakın bir ankraj reaksiyonları bulunmuştur. Klenner ile Lehman; Terzaghi ile Tschebatrioff dağılımların birbirine daha yakın toprak kuvveti oluşturması sonucunda eğilme momenti, kesme kuvveti ve yerdeğiştirme değerlerinin iki grup içinde birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Terzaghi ile Tschebatrioff dağılımından oluşan grupta, Klenner ile Lehman dağılımlarına göre daha büyük kesit tesirleri olduğundan, bu son grupta fore kazık donatısı, ankraj kök boyu, kuşak kirişi donatısı gibi iksa sistemi elemanları, diğer gruptaki dağılımlara göre daha muhafazakar sonuçlar vermektedir.

KAYNAKLAR

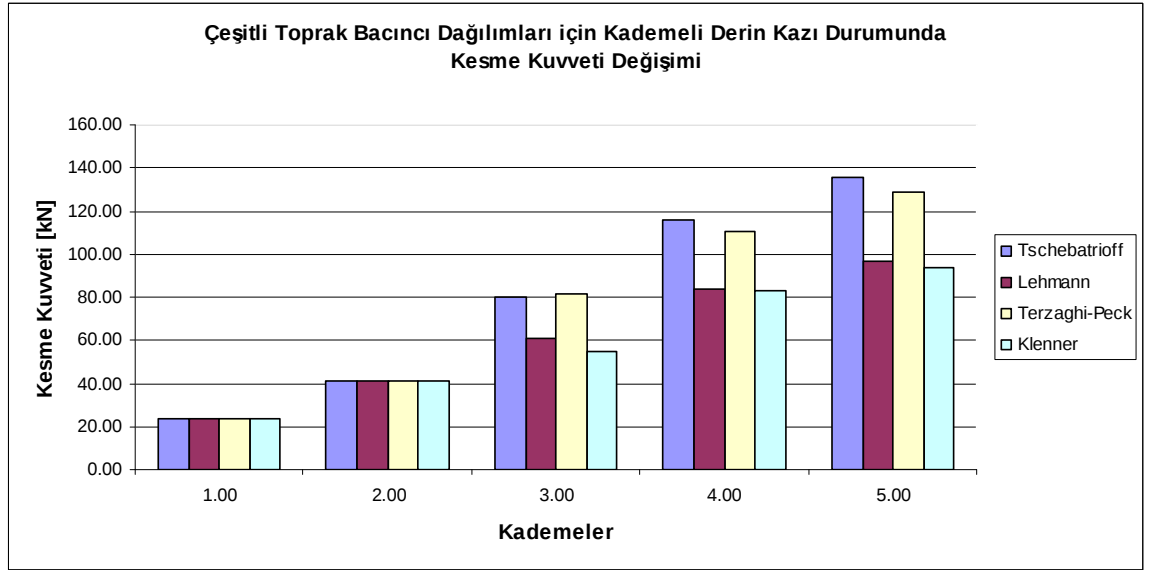
- [1] **Birand, A.**, 2006, Duvarlar, Teknik Yayınevi Mühendislik ve Mimarlık Yayınları, Ankara.
- [2] **Bowles, J. E.**, 1990, Foundation Engineering and Design, John Wiley and Sons, New York.
- [3] **FHWA-IF-99-015**, 1999, Ground Anchors and Anchored Systems, Geotechnical Engineering Circular No.4, Washington.
- [4] **BS - 8081**, 1989, British Standart Code of Practice for Ground Anchorages, *British Standart Institution*, London.
- [5] **Yıldırım, S.**, 2004, Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı, Birsan Yayınevi, İstanbul
- [6] **İncecik, M.**, 1977, Çok Ankrajlı Dayanma Perdelerinde Stabilité Problemleri, *İ.T.Ü. Dergisi*, 5, 18-23.
- [7] **Terzaghi, K. Peck, R. B.**, 1967, Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley and Sons, New York.
- [8] **Hanna, H. T.**, 1982, Foundation in Tension – Ground Anchors, McGraw- Hill, New York.
- [9] **Tchebotarioff, G.P.**, 1951, Foundations, Retaining and Earth Structures, McGraw- Hill, New York.
- [10] **BS - 8004**, 1986, British Standart Code of Fondations for Ground Anchorages, *British Standart Institution*, London.
- [11] **TS 500**, 1984. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.

- [12] **Çakıroğlu A., Özer, E.**, 1990, Dikdörtgen ve Daire Betonarme Kesitlerde Taşıma Gücü Formülleri ve Yaklaşık Mertebeleri, *İMO Teknik Dergi İstanbul*, **93**, s. 25-48.
- [13] **Uysal, M.**, 1997 Microsoft Visual Basic 5.0 ile Yazılım Geliştirme, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.

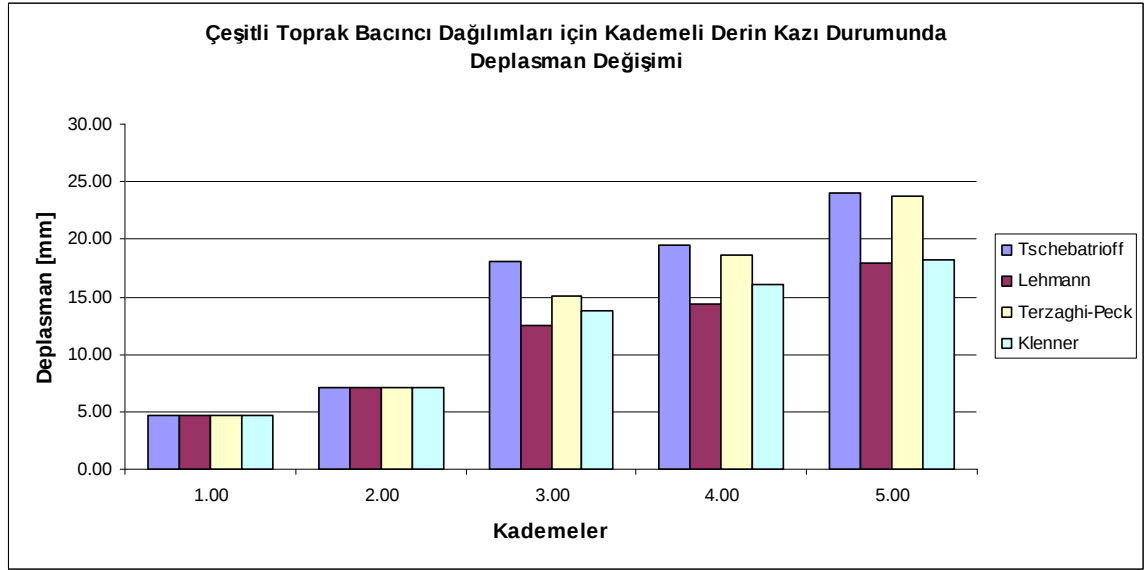
EKLER



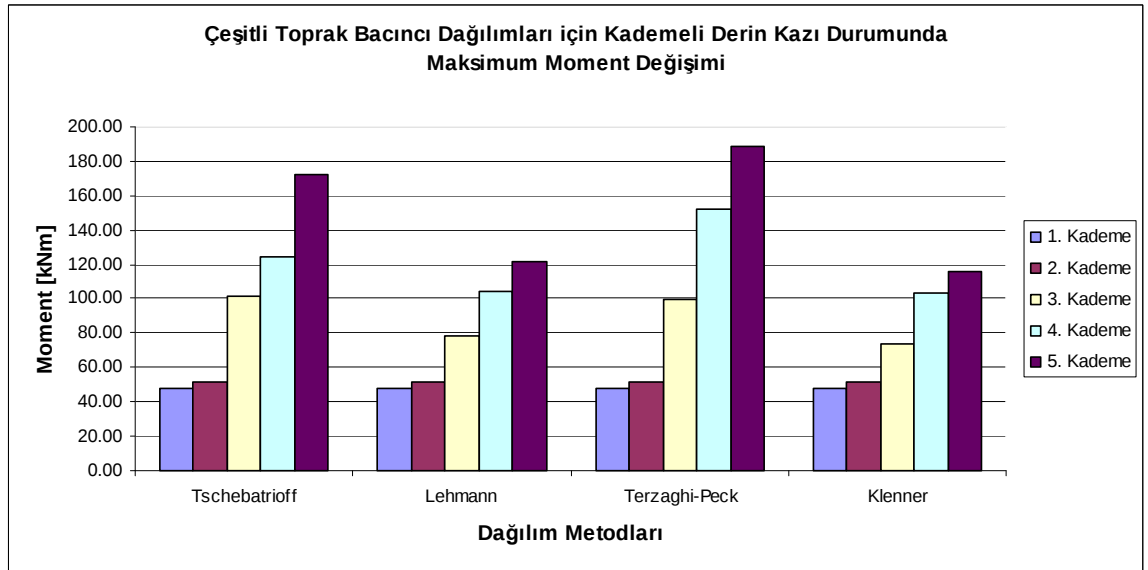
Şekil A.1 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi



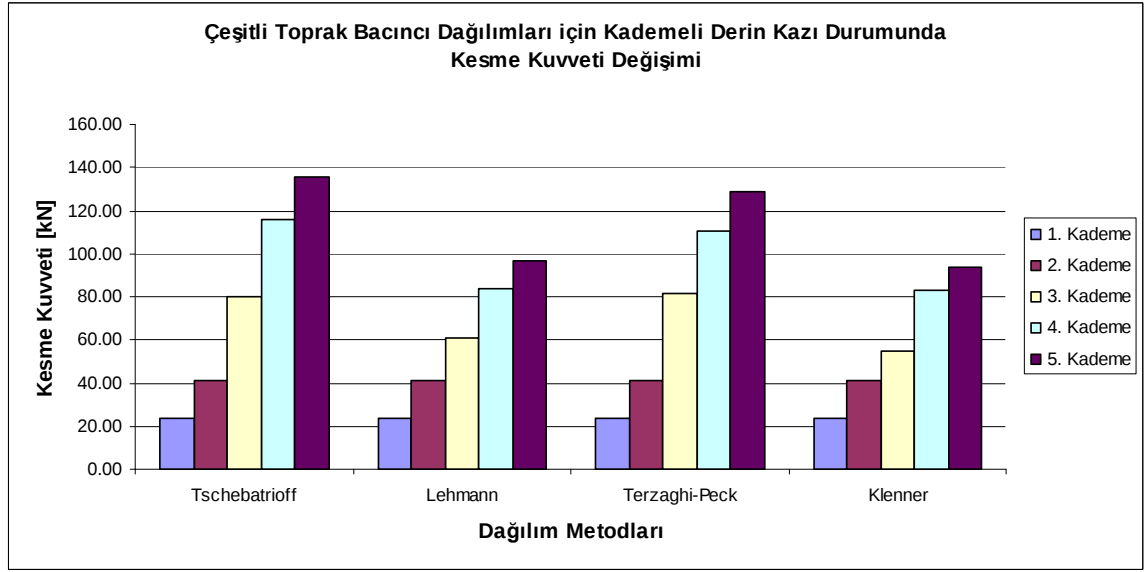
Şekil A.2 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Kesme Kuvveti Değişimi



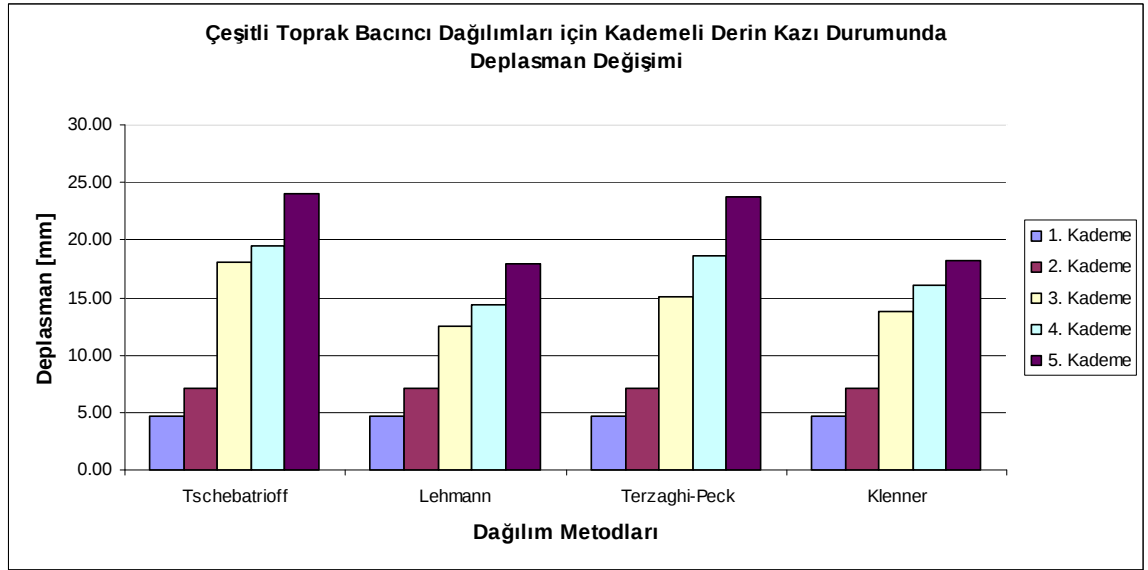
Şekil A.3 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Yerdeğiştirme Değişimi



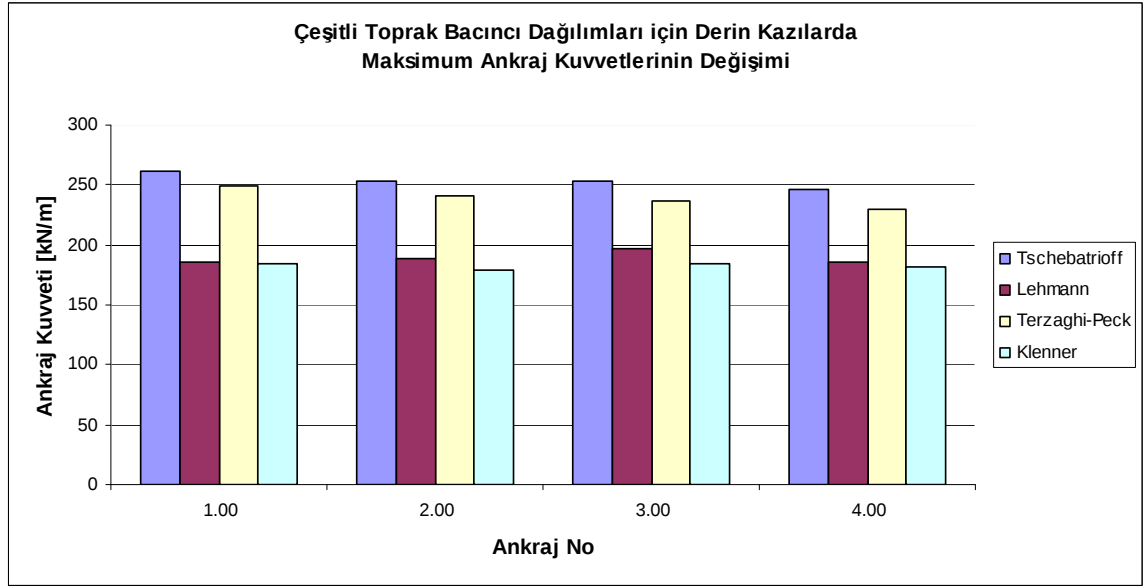
Şekil A.4 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



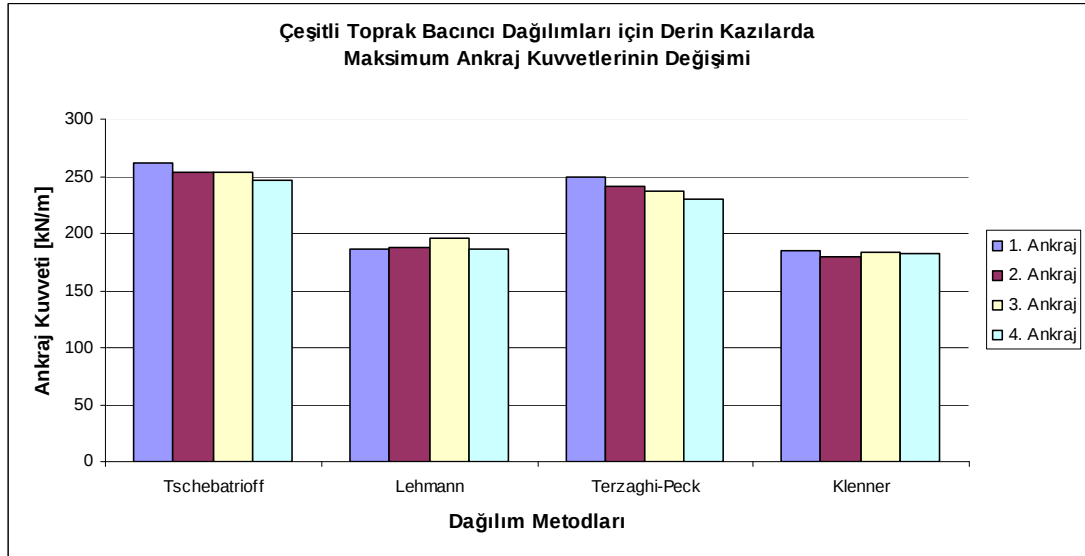
Şekil A.5 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



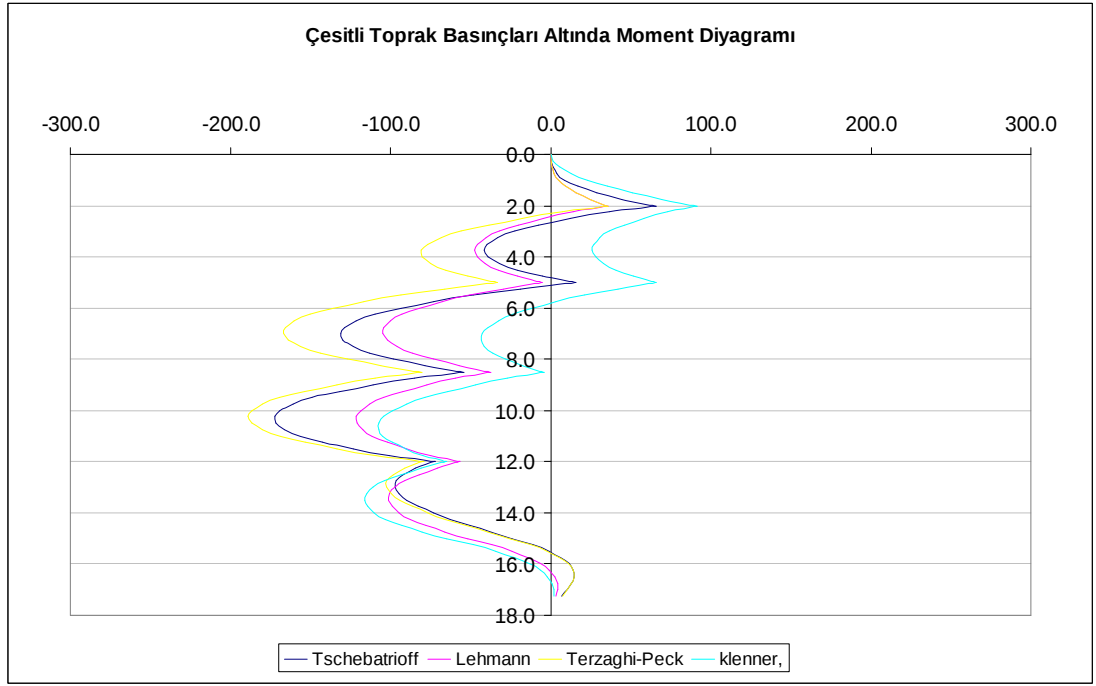
Şekil A.6 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



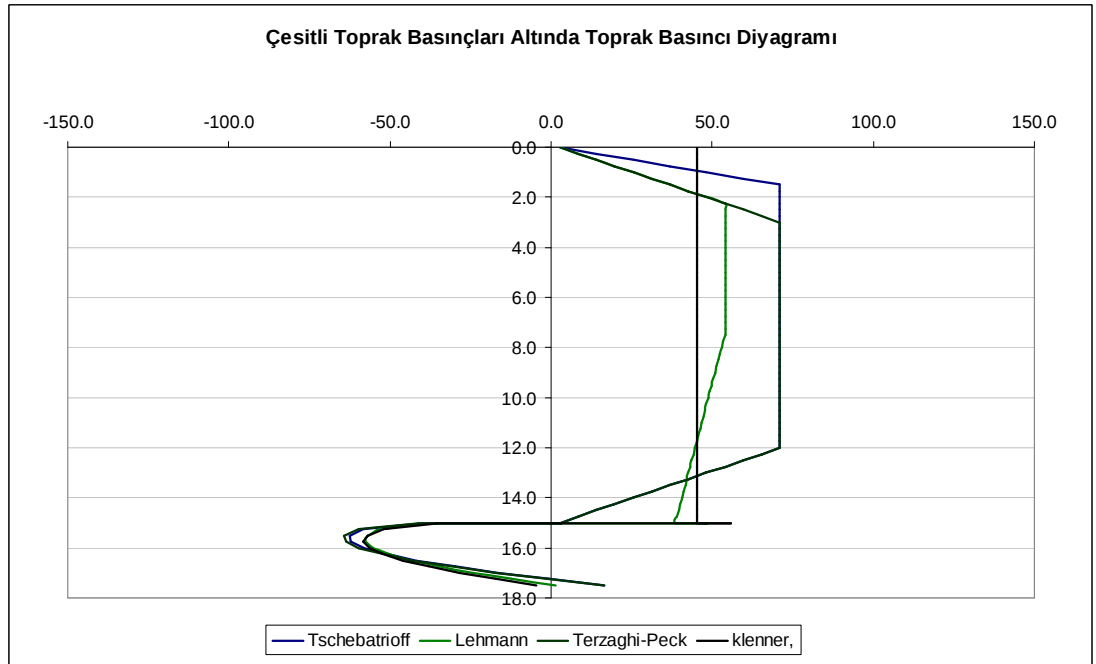
Şekil A.7 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi



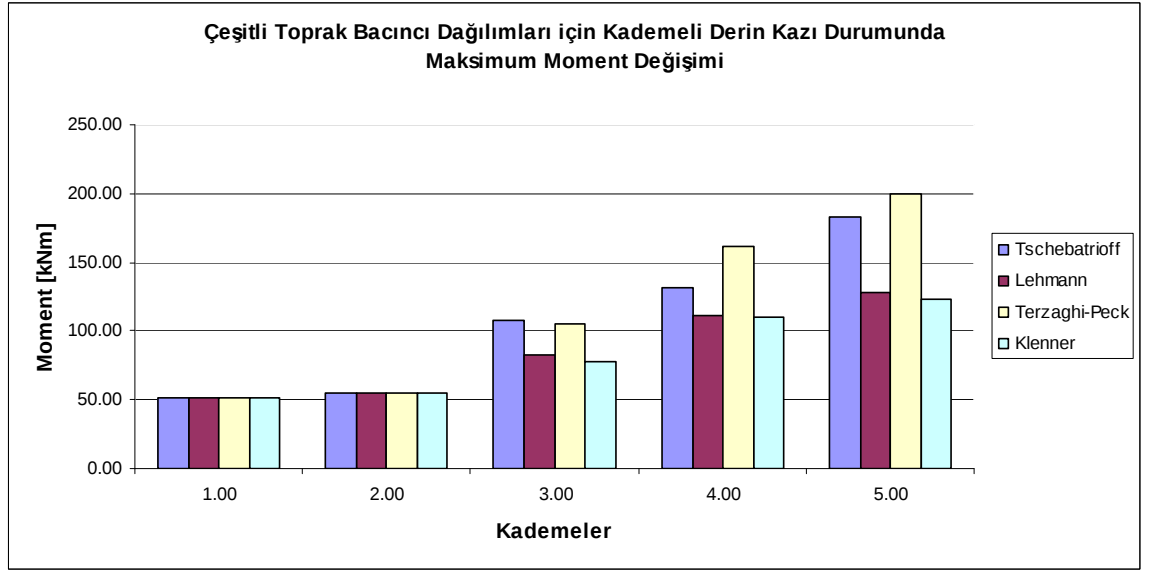
Şekil A.8 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi



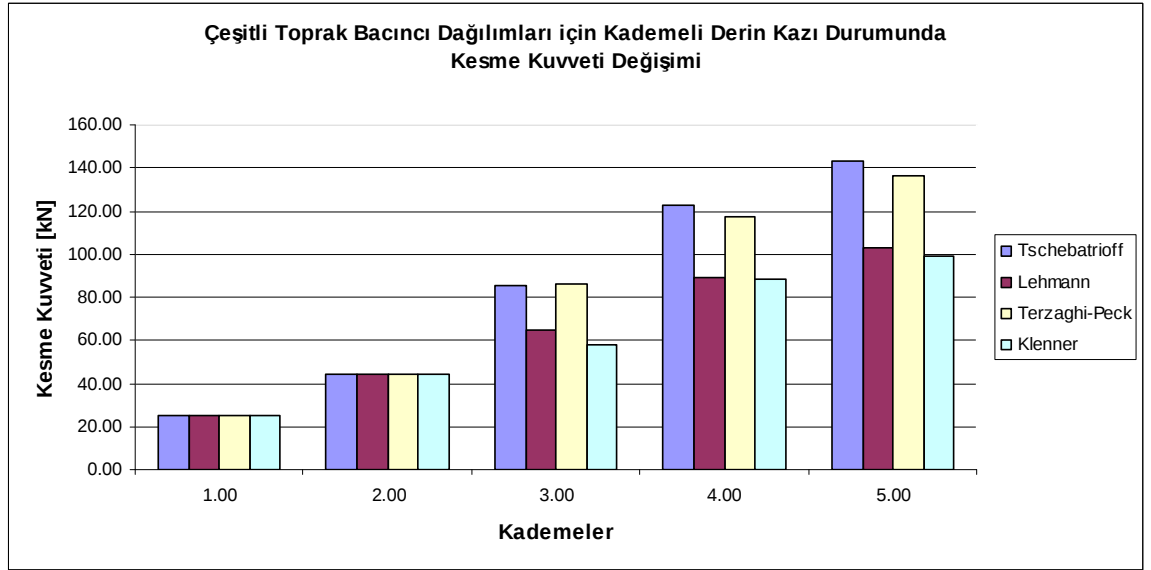
Şekil A.9 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Diyagramı



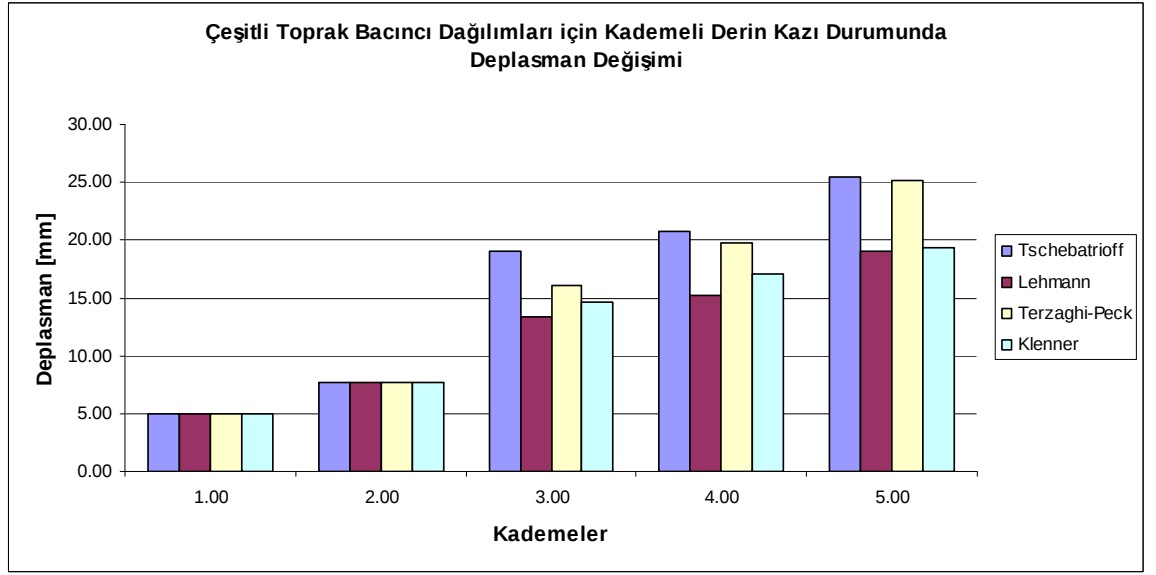
Şekil A.10 : Analiz No.1, $\Phi = 35.00^\circ$, $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Diyagramı



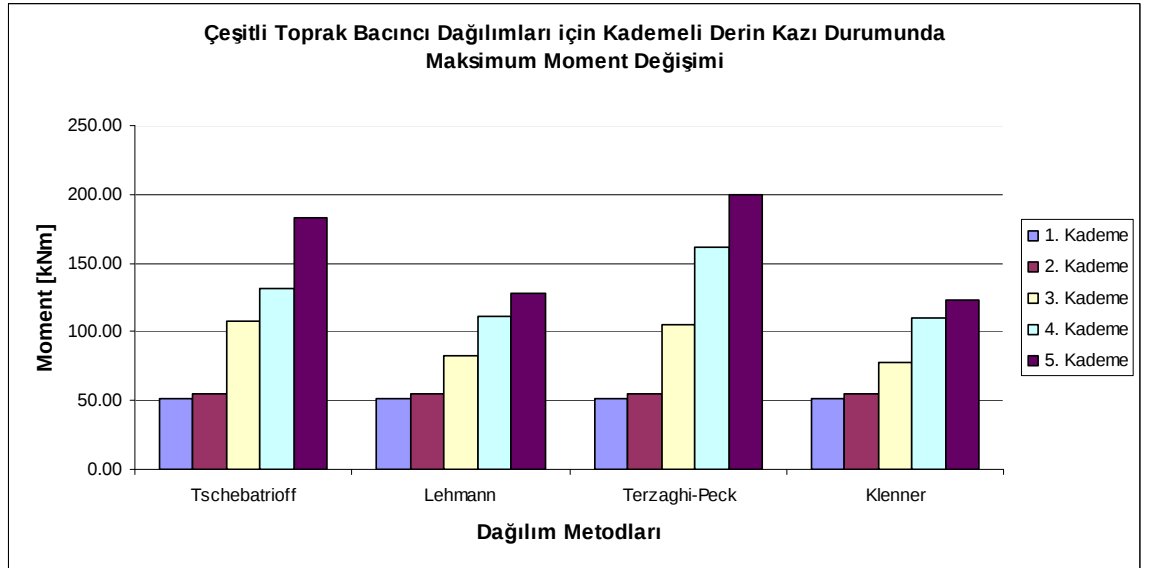
Şekil A.11 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



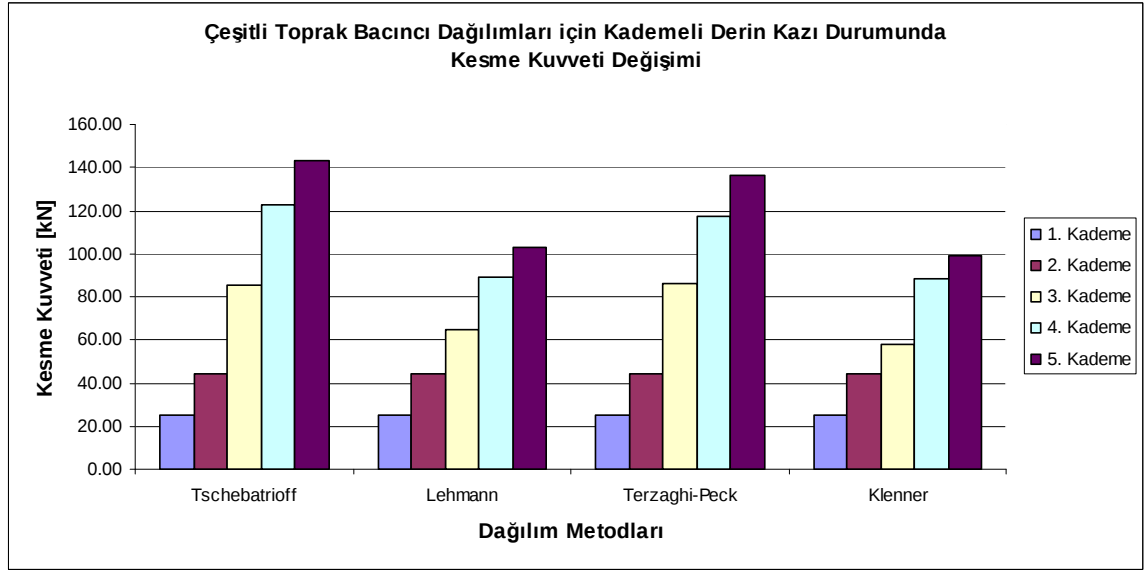
Şekil A.12 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



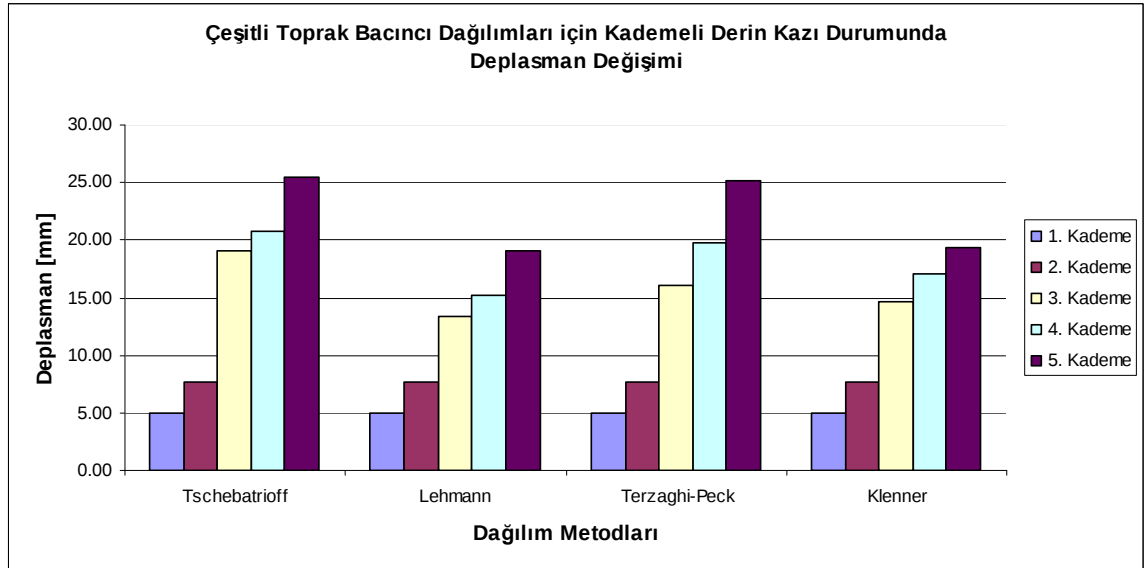
Şekil A.13 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



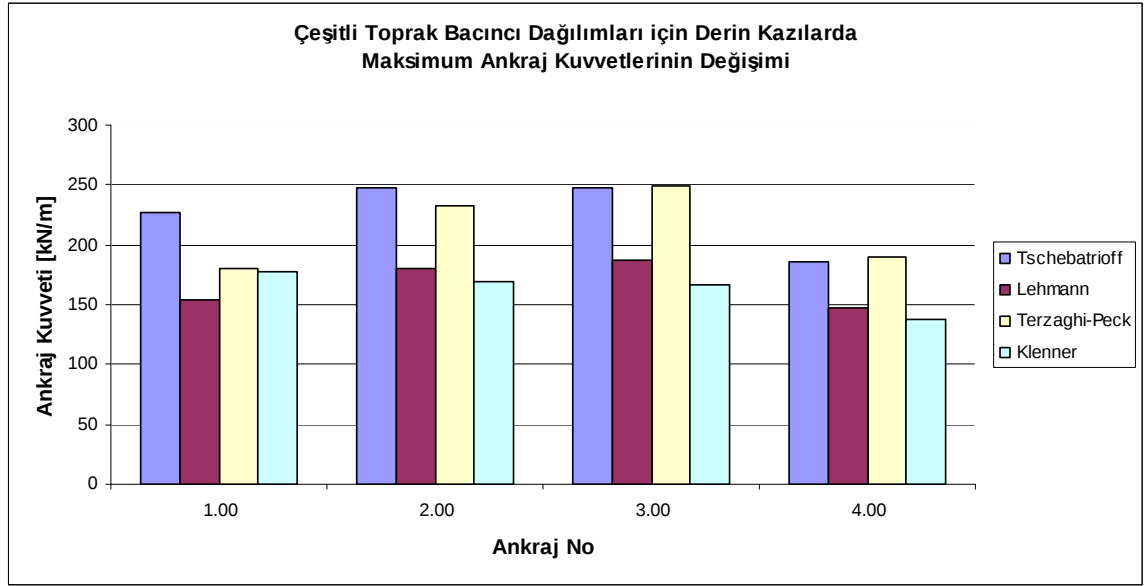
Şekil A.14 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



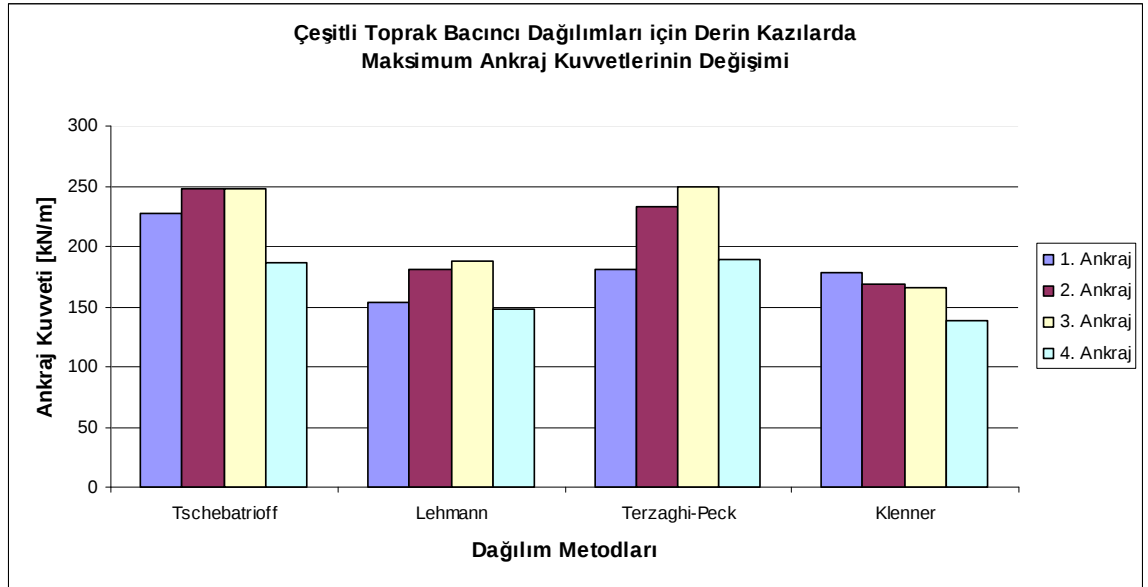
Şekil A.15 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



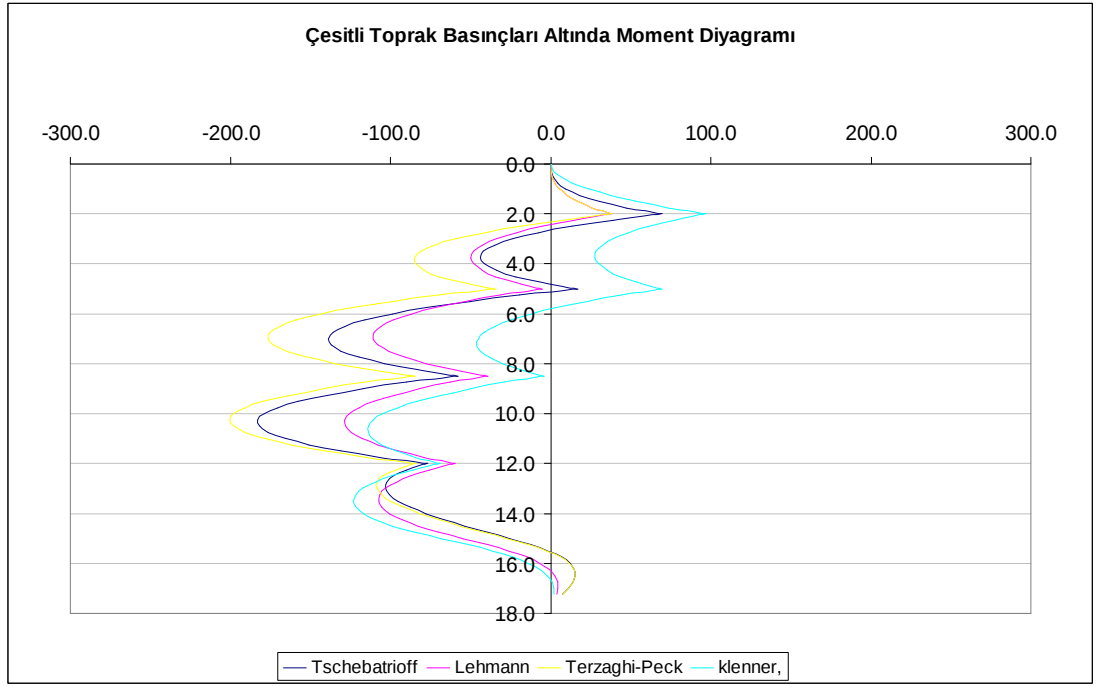
Şekil A.16 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



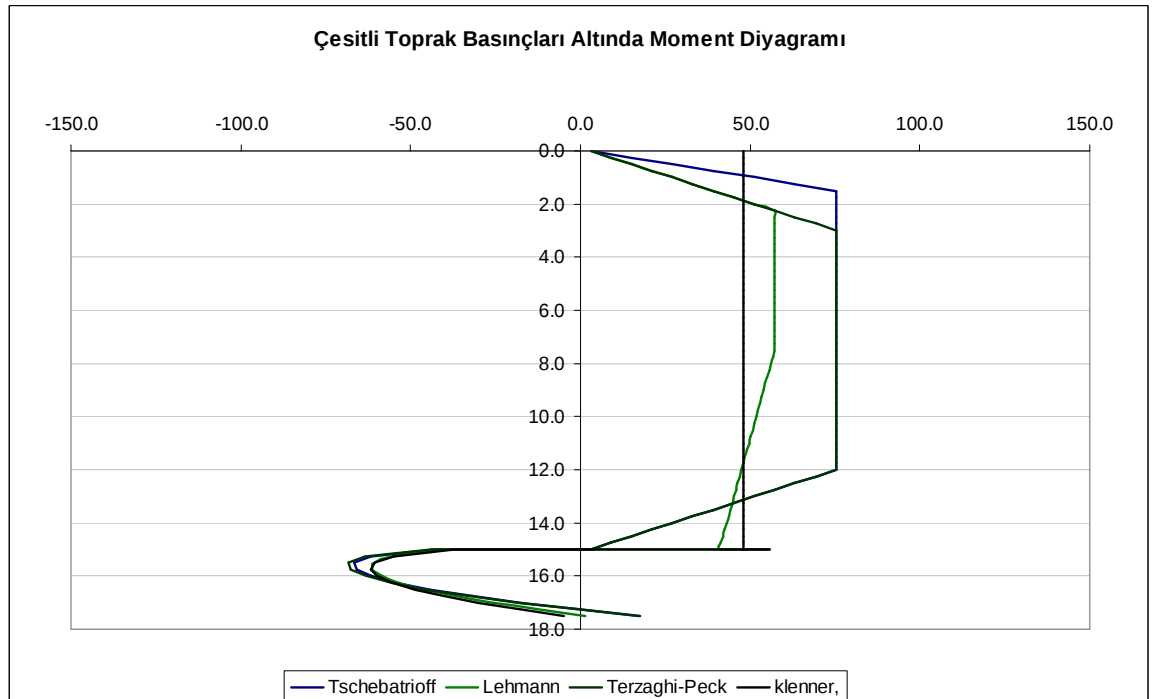
Şekil A.17 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi



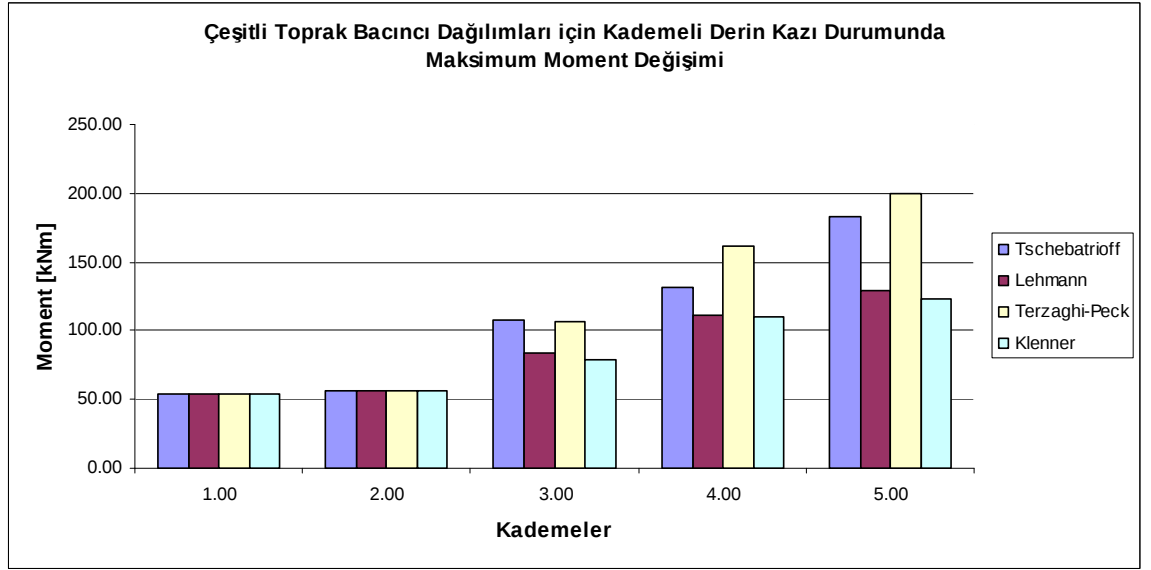
Şekil A.18 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetlerinin Değişimi



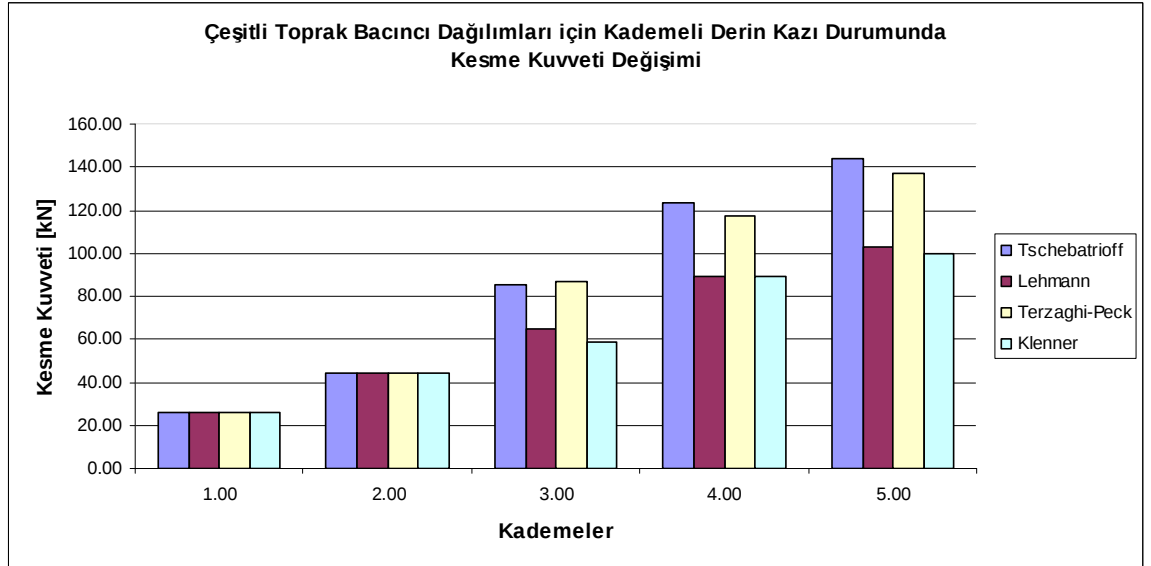
Şekil A.19 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi



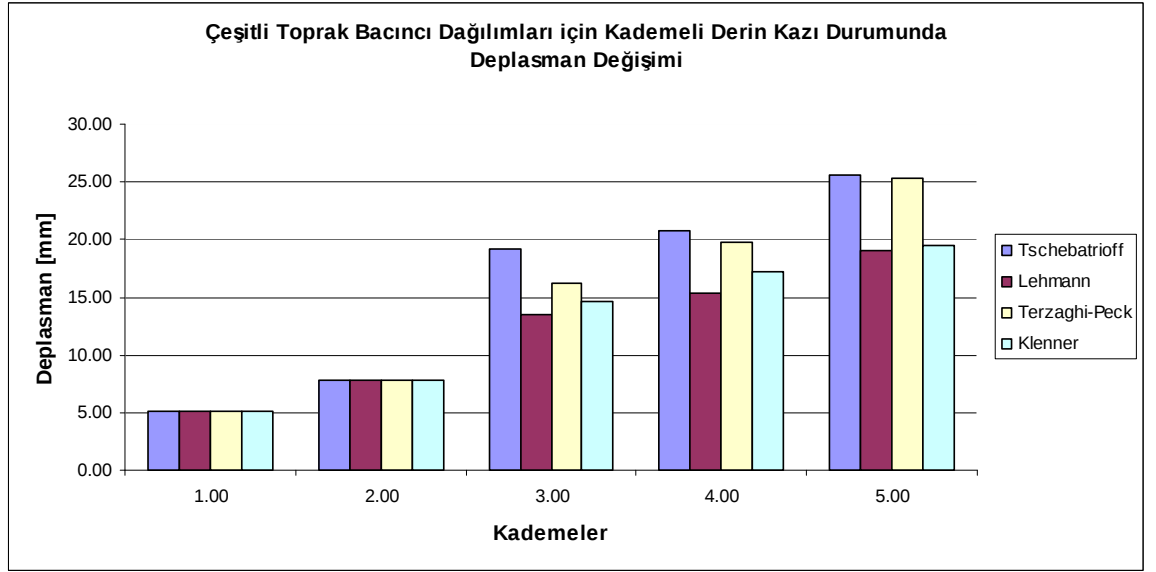
Şekil A.20 : Analiz No.2, $\Phi = 32.50^\circ$, $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Değişimi



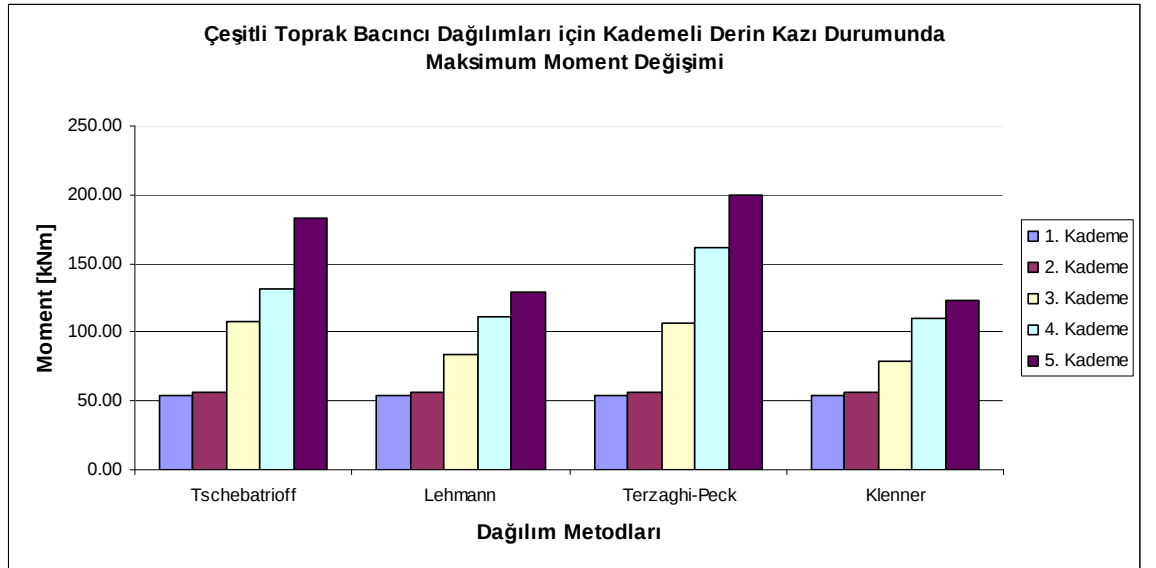
Şekil A.21 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



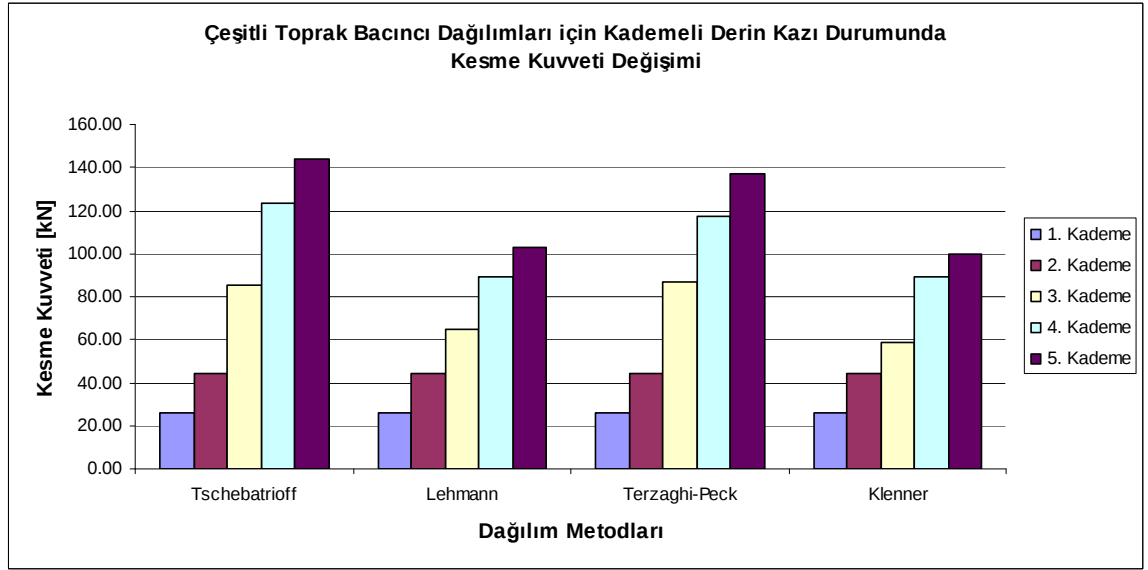
Şekil A.22 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



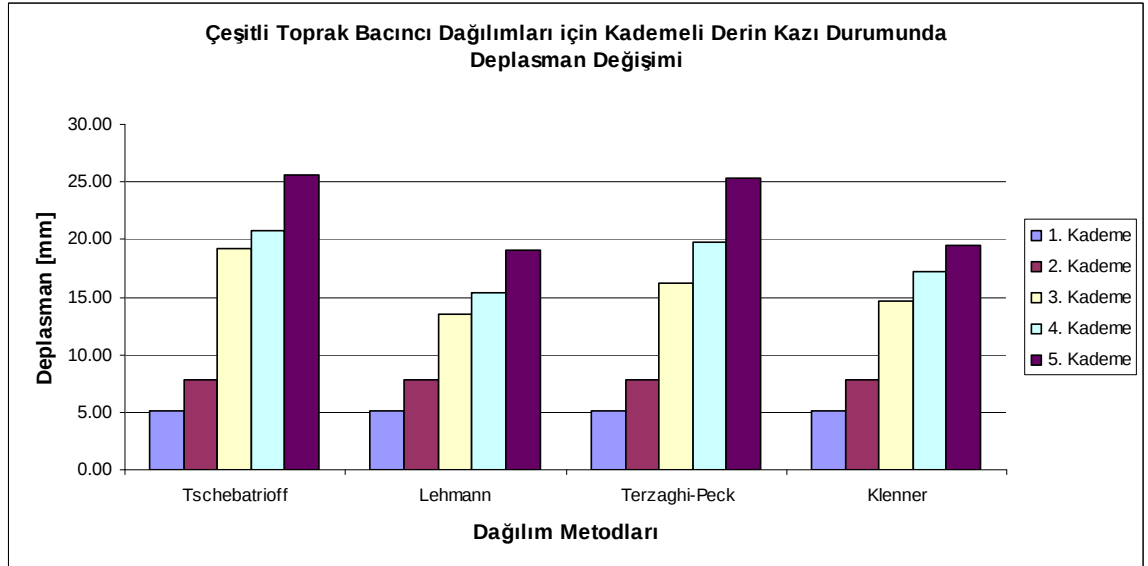
Şekil A.23 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



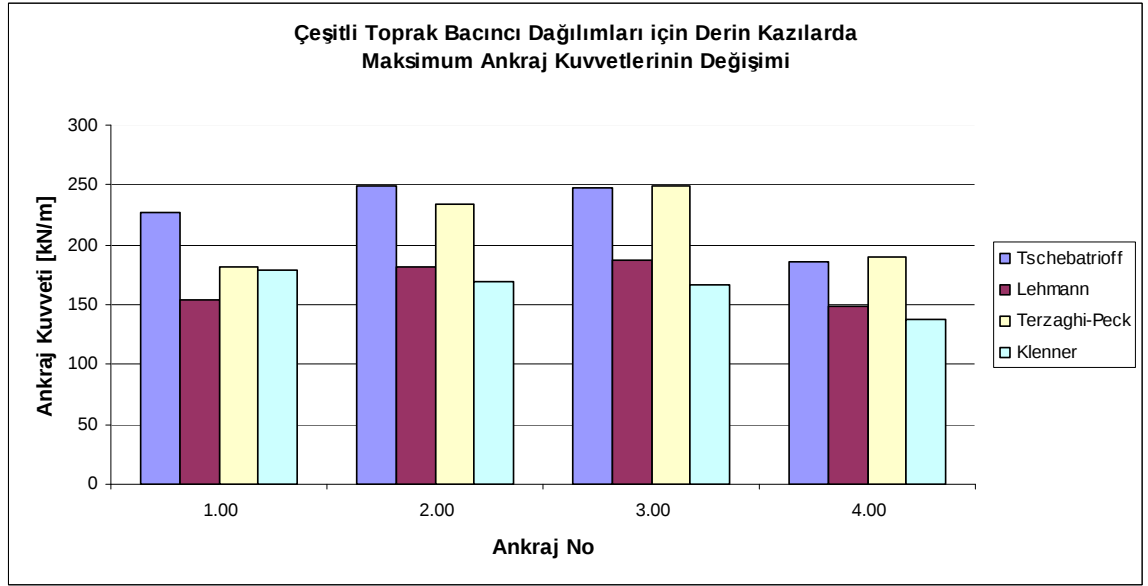
Şekil A.24 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



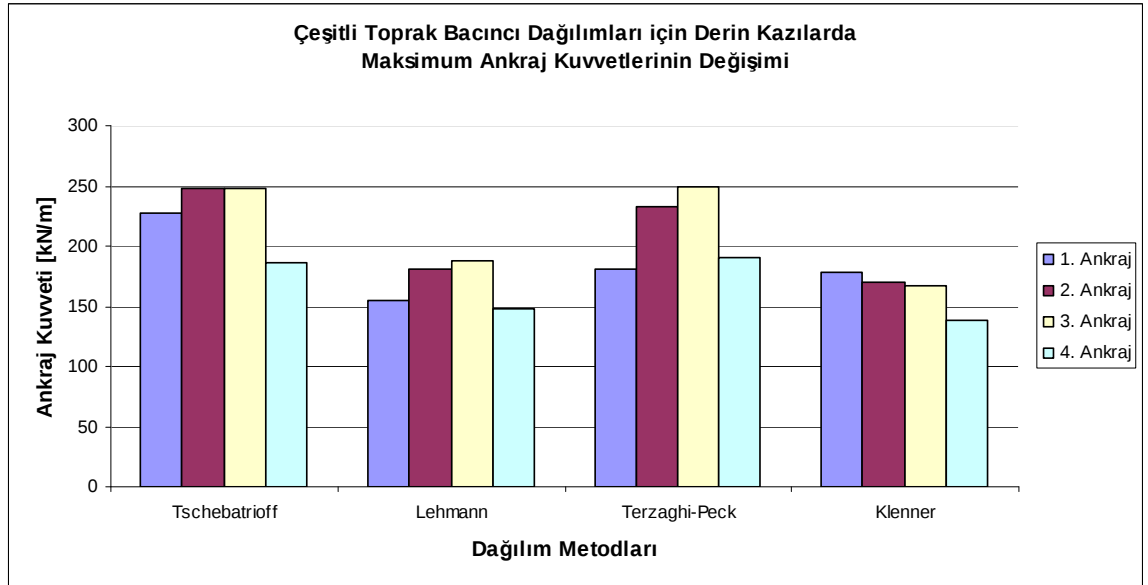
Şekil A.25 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



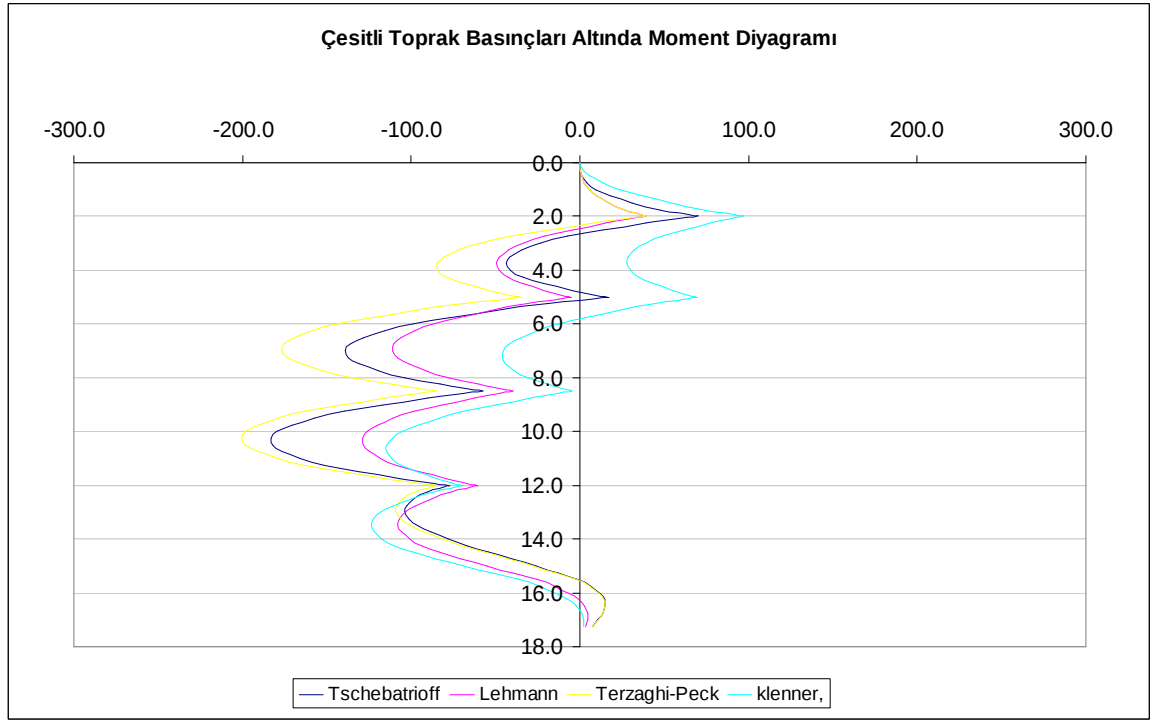
Şekil A.26 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



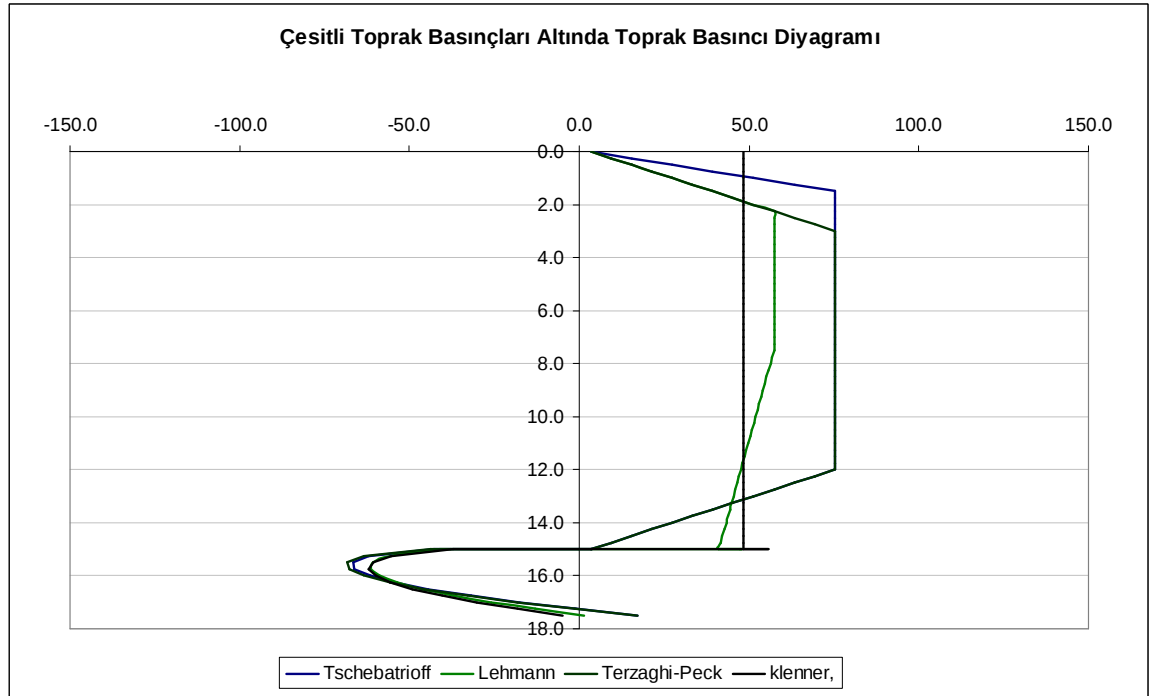
Şekil A.27 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi



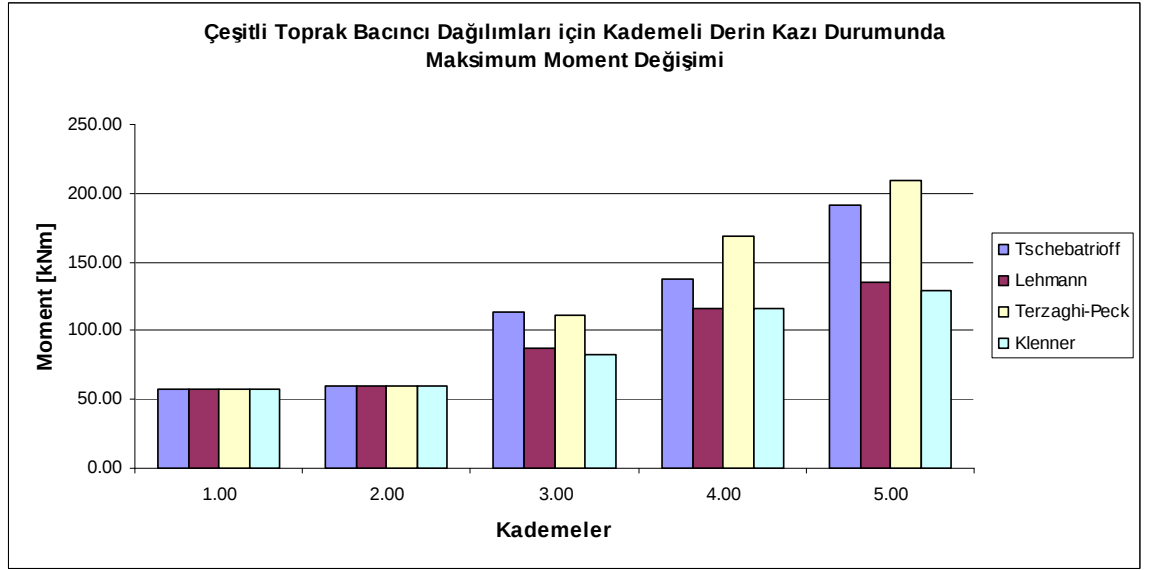
Şekil A.28 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi



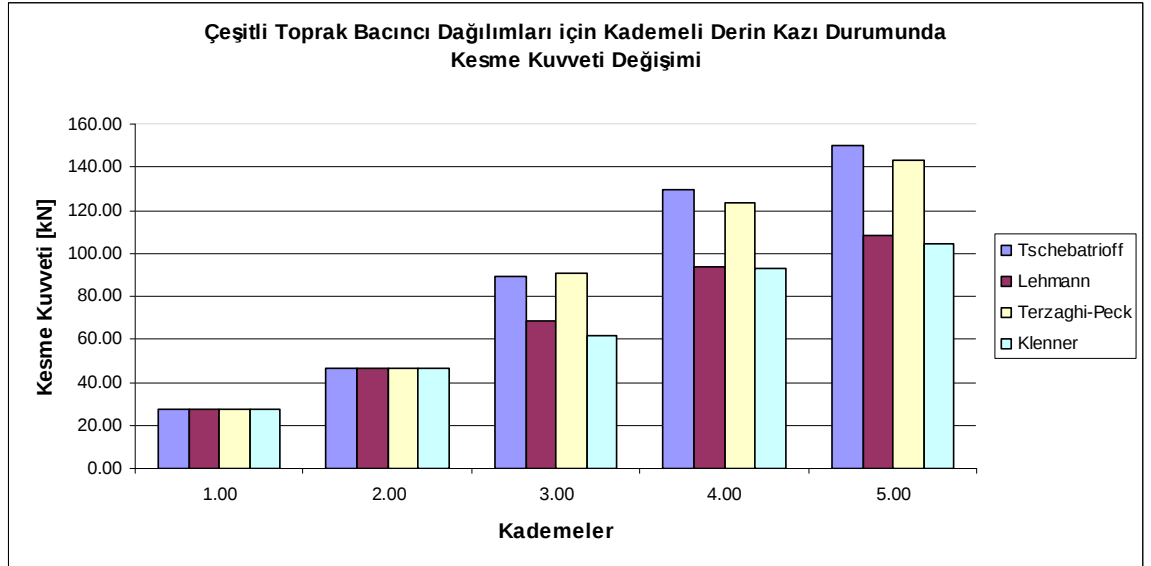
Şekil A.29 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi



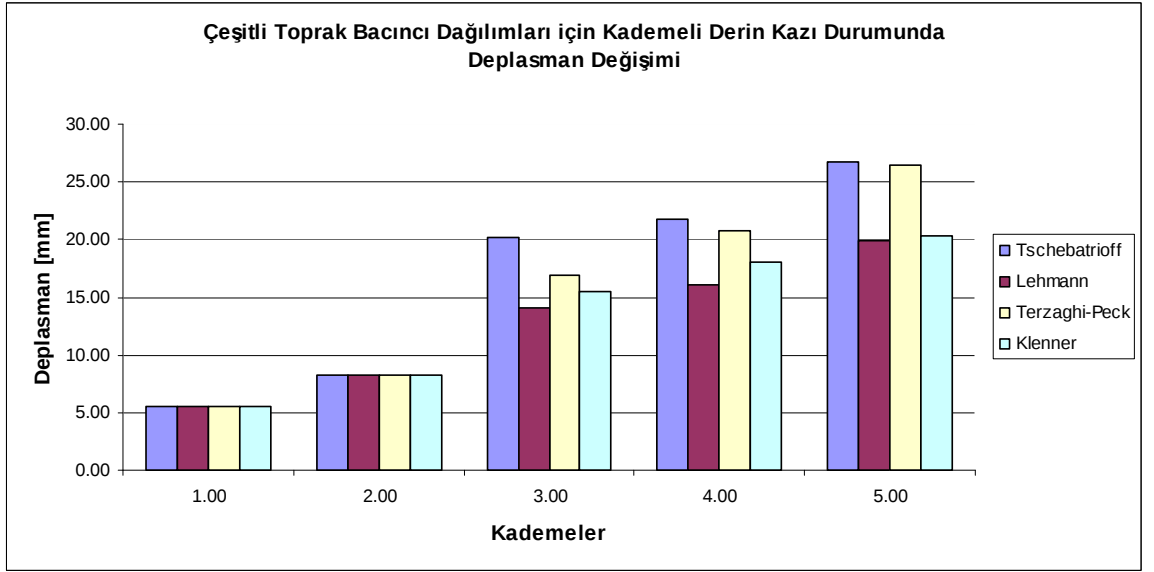
Şekil A.30 : Analiz No.3, $\Phi = 30.00^\circ$, $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Değişimi



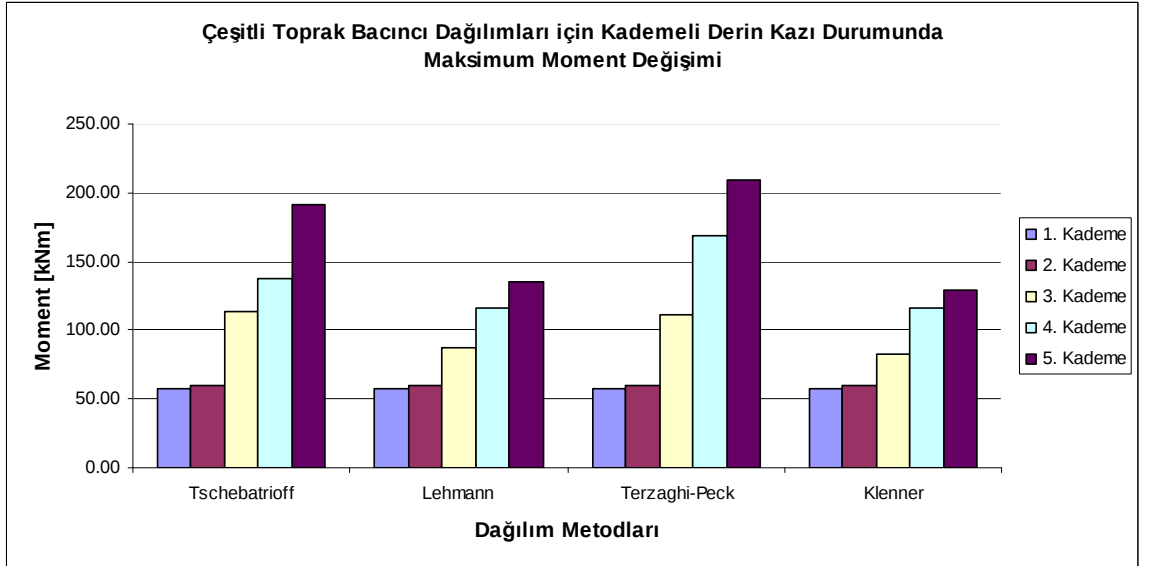
Şekil A.31 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



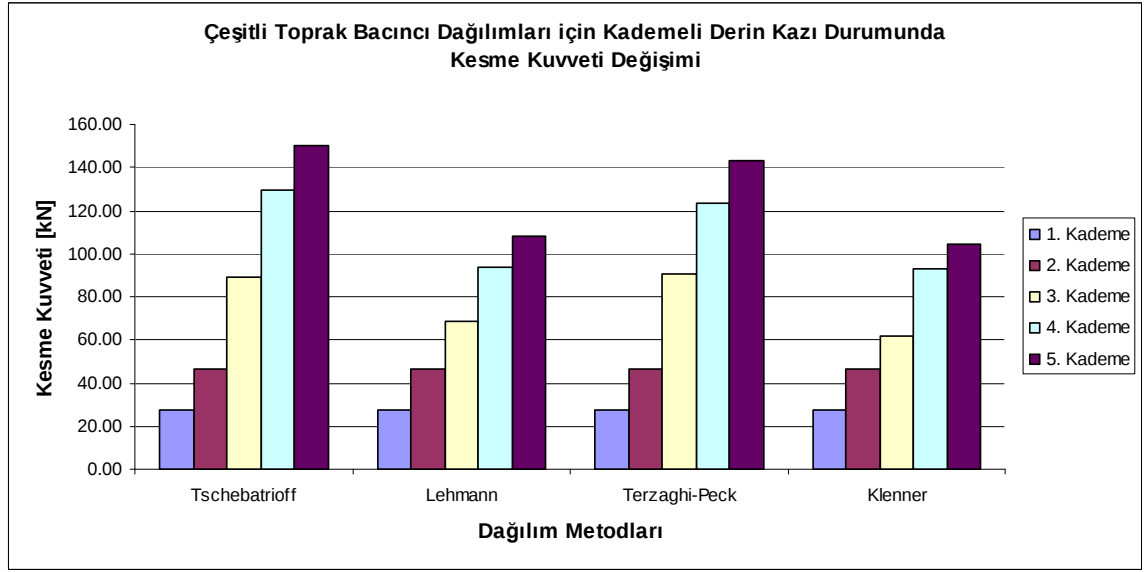
Şekil A.32 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



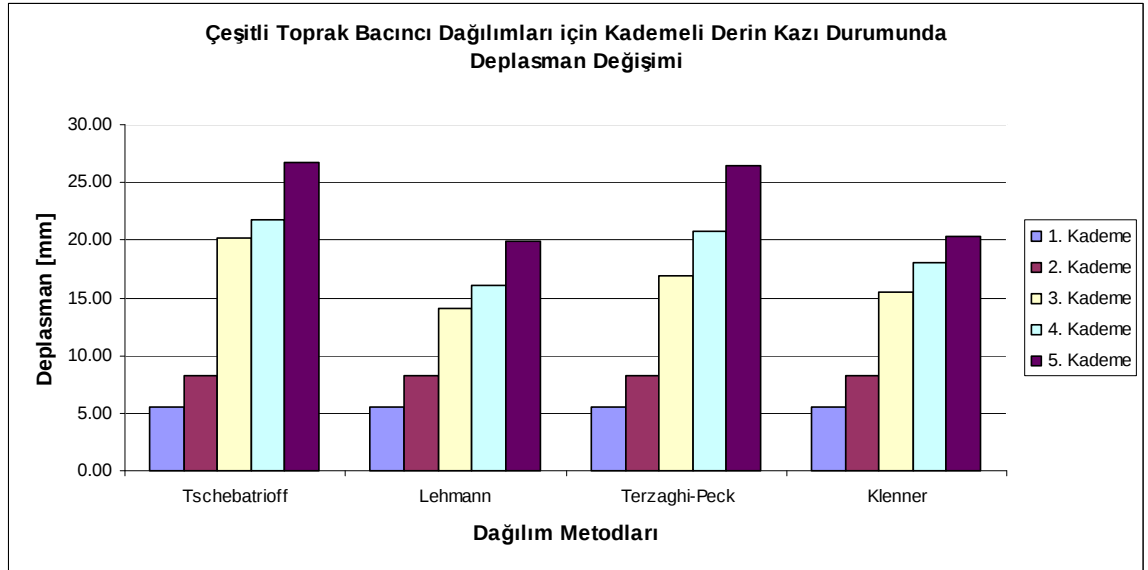
Şekil A.33 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



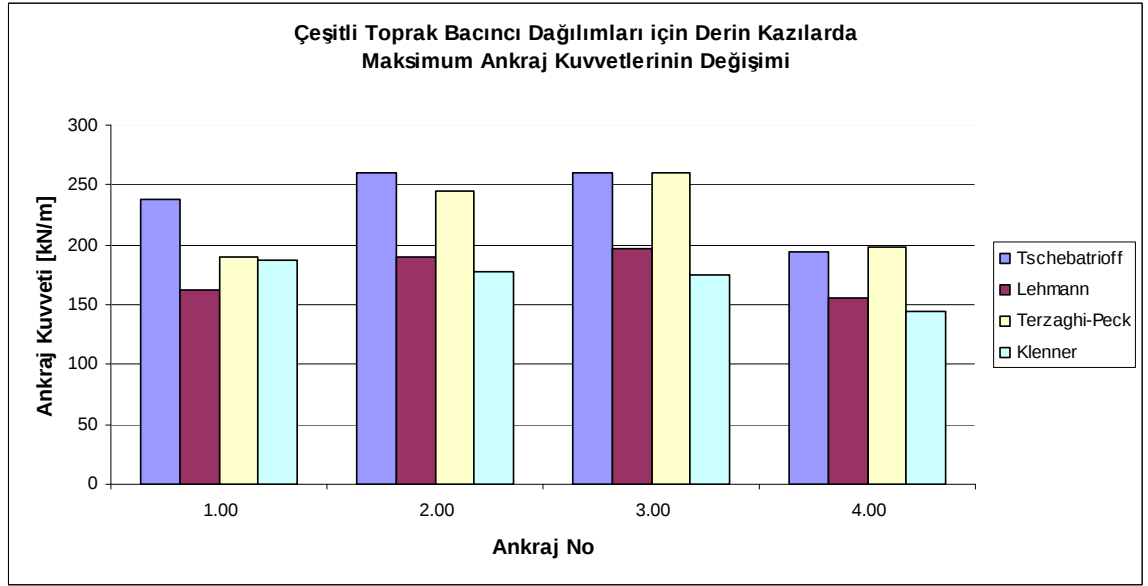
Şekil A.34 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Moment Değişimi



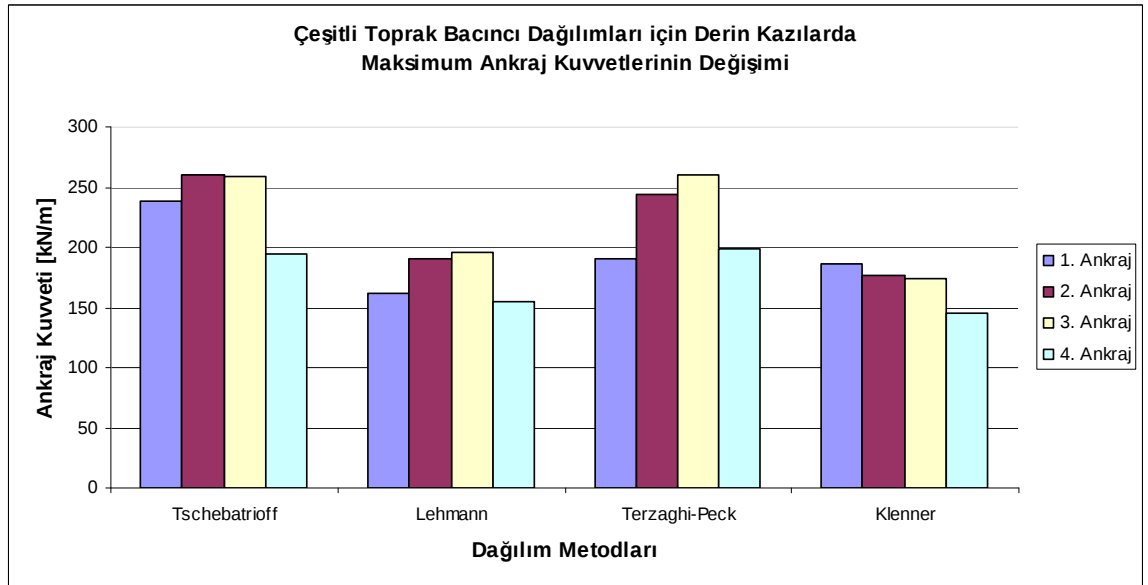
Şekil A.35 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Kesme Kuvveti Değişimi



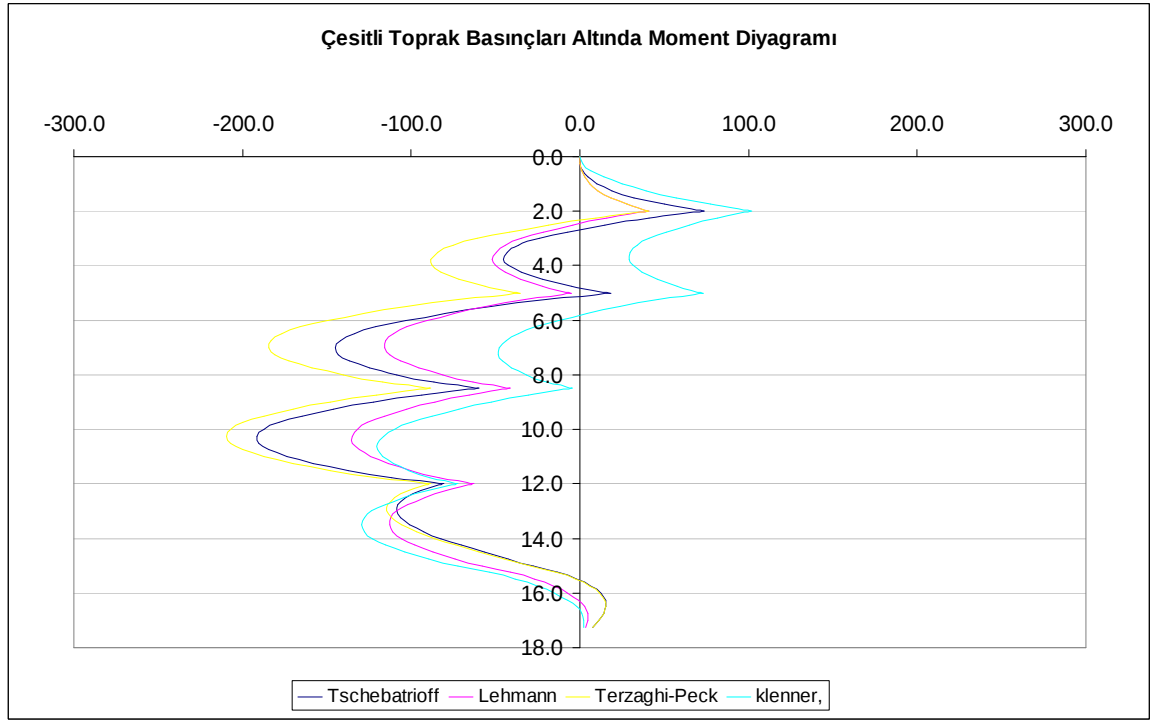
Şekil A.36 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Yerdeğiştirme Değişimi



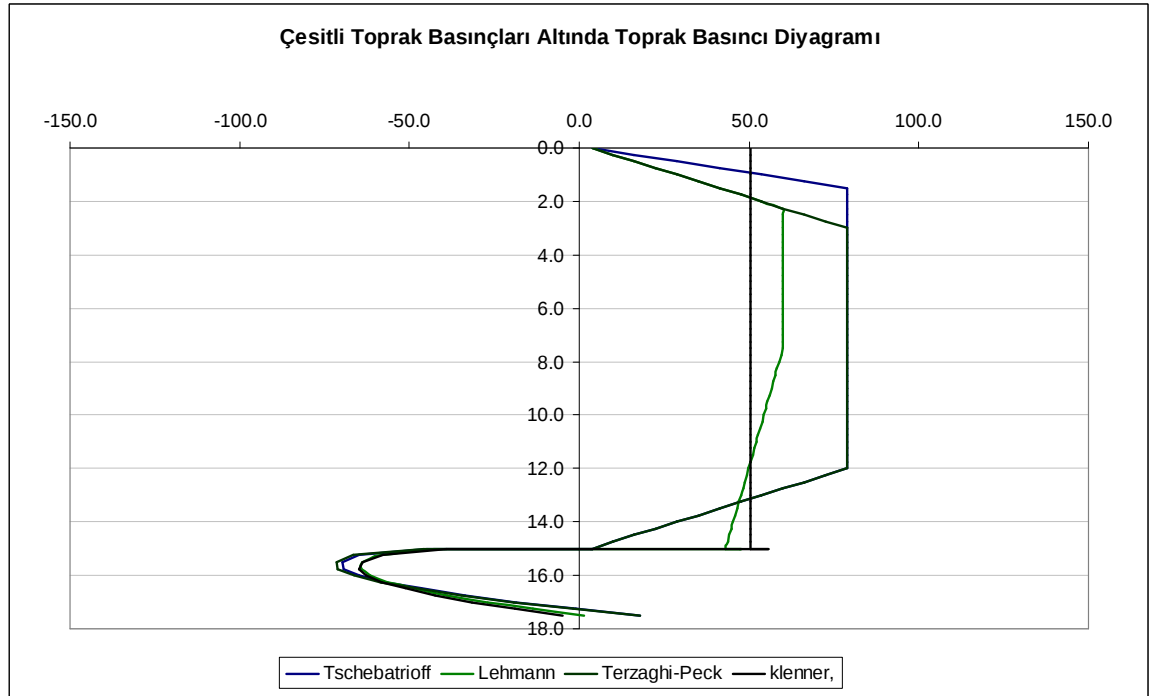
Şekil A.37 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi



Şekil A.38 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Maksimum Ankraj Kuvvetleri Değişimi



Şekil A.39 : Analiz No.4, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Moment Değişimi



Şekil A.40 : Analiz No.2, $\Phi = 27.50^\circ$, $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$, Kademeli Derin Kazı Durumunda Toprak Basıncı Değişimi

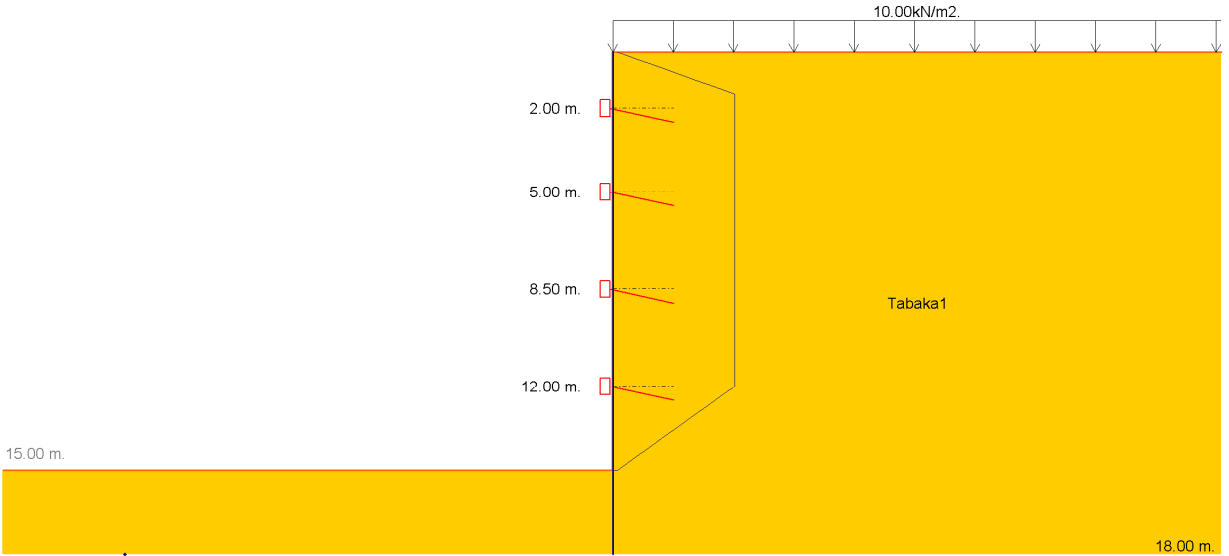
Proje Adı : İksa Sistemi
Kesit No : 1 No'lu Kesit

1. İksa Bilgileri

1.1 Model Bilgileri

Model : Kazıklı İksa Sistemi
Kazık Uzunluk, L : 18.00 m.
Kazı Derinliği, H : 15.00 m.
Çakma Boyu, D : 3.00 m.
Kazık Eğimi : 90.00 deg
Yüzey Toprak Eğimi, a : 0.00 deg
Kazık Çapı, k : 0.65 m.
Kazık Aralığı, s : 1.00 m.
Kazık Elastisite Modülü, E : 28500000.00 kN/m²
Kazık Atalet Momenti, I : 0.008762406 m⁴.
Maks Lineer Deformasyon, Xk : 0.75 cm
Ankraj Sayısı : 4 adet
Toprak Basıncı Dağılım Metodu : Tschebatrioff
Yeraslı Su Seviyesi : 90.00 m.
Khesap : Ka
Sursaj : Uniform = 10kpa

1.2 İksa Sistemi Profili



1.3 Zemin Tabakası Bilgileri

Tabaka No	Tabaka Adı	Derinlik m	B. Hacim Ağırlığı kN/m ³	Sürtünme Açısı deg	Delta deg	To kN/m ²
-	-	-	-	-	-	-
1.00	Tabaka1	0.00	21.00	35.00	0.00	300.00

2. Özet Sonuclar

2.1 Maksimum Değerler

Kademe No	Moment	Deplasman	Kesme K.	Derinlik.
-	Kn	m	kN	m
1.00	48.25	4.67	23.36	2.50
2.00	52.04	7.18	41.47	5.50
3.00	101.28	18.00	80.15	9.00
4.00	124.52	19.50	116.02	12.50
5.00	172.52	24.06	135.39	15.00

2.2 Ankraj Bilgileri

Kademe No	Ankraj No	Kuvvet	Derinlik
-	-	kN	m
1.00			
2.00	1.00	57.94	2.00
	1.00	154.20	2.00
3.00	2.00	118.95	5.00
	1.00	193.01	2.00
	2.00	192.99	5.00
4.00	3.00	168.94	8.50
	1.00	213.92	2.00
	2.00	234.13	5.00
	3.00	233.63	8.50
5.00	4.00	175.14	12.00

3. İksa Sistemi Elemanların Boyutlandırılması

3.1 Ankraj Boyutlandırılması

Ankraj No	Derinlik	Çapı	Çevre Alanı	Maks Kuvvet	Kök Boyu
-	m	m	m ²	kN	m
1.00	2.00	0.15	0.47	434.43	7.00
2.00	5.00	0.15	0.47	475.48	7.00
3.00	8.50	0.15	0.47	474.47	7.00
4.00	12.00	0.15	0.47	355.69	7.00

Ankraj No	Eğim	Ara Mesafe	SerbestBoy	Kök Boyu	Toplam Boy
-	deg	m	m	m	m
1.00	10.00	2.00	7.75	7.00	15.00
2.00	10.00	2.00	6.29	7.00	14.00
3.00	10.00	2.00	4.60	7.00	12.00
4.00	10.00	2.00	2.90	7.00	10.00

Ankraj No	Hesap Kuvveti	Kablo Çapı	Kablo Mukav.	Kablo Sayısı
-	kN	inç	kN/m ²	-
1.00	868.86	0.60	276.48	4.00
2.00	950.96	0.60	276.48	4.00
3.00	948.95	0.60	276.48	4.00
4.00	711.38	0.60	276.48	3.00

Ankraj No	Germe Yüğü	Kablo Yüğü	Kilitleme Yüğü	İzin Verşlen Yüğü	Kablo Yüzeyi	Kablo Aderansı
-	kN	kN	kN	kN	m2	kN/m2
1.00	651.65	207.36	138.24	221.18	1.34	1080.20
2.00	713.22	207.36	138.24	221.18	1.34	1182.28
3.00	711.71	207.36	138.24	221.18	1.34	1179.77
4.00	533.53	207.36	138.24	221.18	1.01	1179.22

3.2 Kusak Kirişı Boyutlandırılması

Sıra No	Uzunluk	Genişlik	Donatı	Etriye
-	m	m	-	-
1.00	0.40	1.00	5 ø 16	ø10 / 20
2.00	0.40	1.00	6 ø 16	ø10 / 17.5
3.00	0.40	1.00	6 ø 16	ø10 / 17.5
4.00	0.40	1.00	4 ø 16	ø10 / 20

3.3 Başlık Kirişı Boyutlandırılması

Sıra No	Yükseklik	Genişlik	Donatı	Etriye
-	m	m	-	-
1.00	1.00	0.50	4 ø 16	ø10 / 20

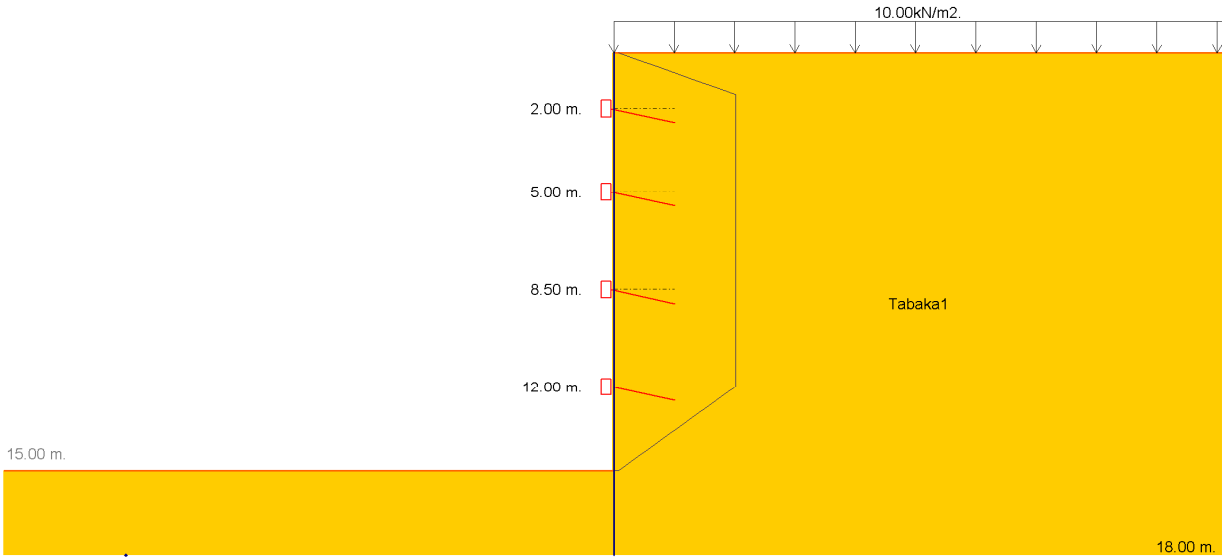
3.4 Kazık Boyutlandırılması

Çap	Aralık	Donatı	Etriye
m	m	-	-
0.65	1.00	11 ø 18	ø10 / 20

4. İksa Sistemi Kademeleri

4.1. 5 Kademe

4.1.1 Profil

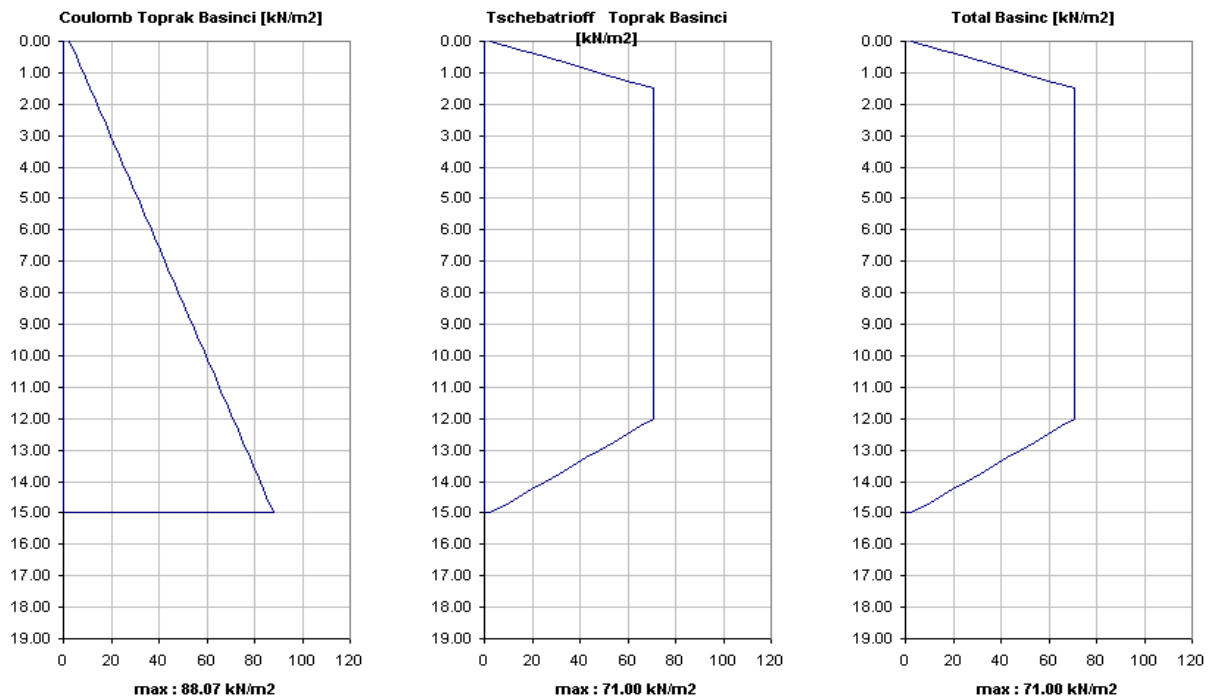


4.1.2 Giriş Dataları

Kademe Kazı Derinliği : 15.00 m.
Ankraj Sayısı : 4 adet
Yatak Katsayısı : $5000 + Z^{0.67} \cdot 8000$

4.1.3 Hesap Sonuçları

4.1.3.1 Basınç Grafikleri

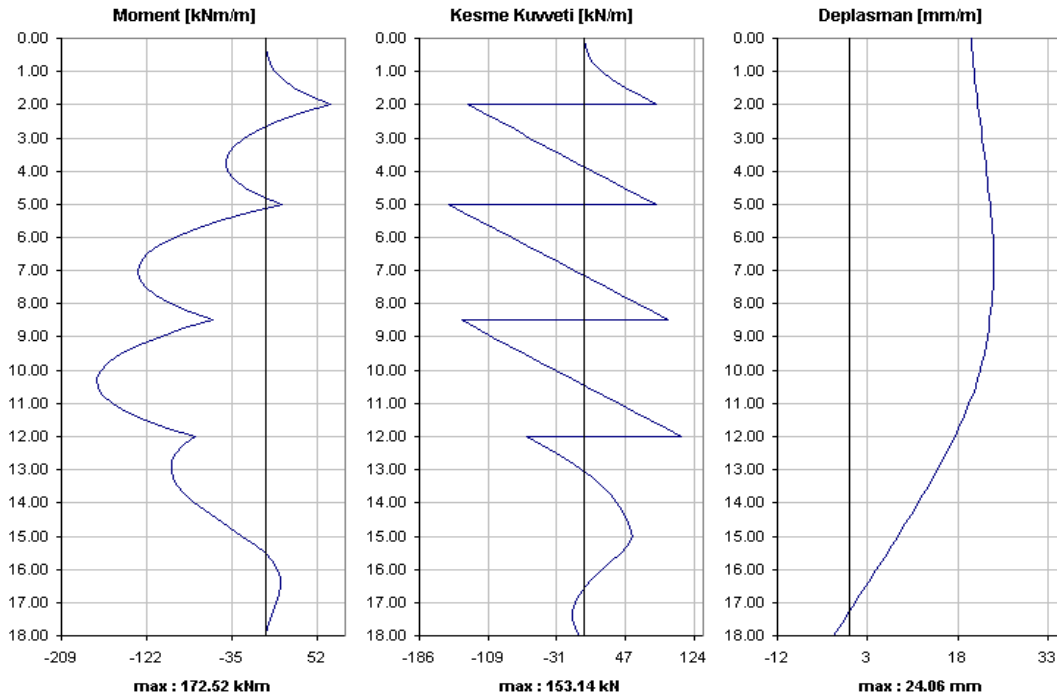


4.1.3.2 Basınç Tabloları

Node	Derinlik	Coulomb	Tschebatrioff	Sursaj	Su B.	Toplam B.
-	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2
1.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	2.71
2.00	0.25	1.42	11.38	2.71	0.00	14.09
3.00	0.50	2.85	22.76	2.71	0.00	25.47
4.00	0.75	4.27	34.14	2.71	0.00	36.85
5.00	1.00	5.69	45.53	2.71	0.00	48.24
6.00	1.25	7.11	56.91	2.71	0.00	59.62
7.00	1.50	8.54	68.29	2.71	0.00	71.00
8.00	1.75	9.96	68.29	2.71	0.00	71.00
9.00	2.00	11.38	68.29	2.71	0.00	71.00
10.00	2.25	12.80	68.29	2.71	0.00	71.00
11.00	2.50	14.23	68.29	2.71	0.00	71.00
12.00	2.75	15.65	68.29	2.71	0.00	71.00
13.00	3.00	17.07	68.29	2.71	0.00	71.00
14.00	3.25	18.50	68.29	2.71	0.00	71.00
15.00	3.50	19.92	68.29	2.71	0.00	71.00
16.00	3.75	21.34	68.29	2.71	0.00	71.00
17.00	4.00	22.76	68.29	2.71	0.00	71.00
18.00	4.25	24.19	68.29	2.71	0.00	71.00
19.00	4.50	25.61	68.29	2.71	0.00	71.00
20.00	4.75	27.03	68.29	2.71	0.00	71.00
21.00	5.00	28.45	68.29	2.71	0.00	71.00
22.00	5.25	29.88	68.29	2.71	0.00	71.00
23.00	5.50	31.30	68.29	2.71	0.00	71.00
24.00	5.75	32.72	68.29	2.71	0.00	71.00
25.00	6.00	34.14	68.29	2.71	0.00	71.00
26.00	6.25	35.57	68.29	2.71	0.00	71.00
27.00	6.50	36.99	68.29	2.71	0.00	71.00
28.00	6.75	38.41	68.29	2.71	0.00	71.00
29.00	7.00	39.84	68.29	2.71	0.00	71.00
30.00	7.25	41.26	68.29	2.71	0.00	71.00
31.00	7.50	42.68	68.29	2.71	0.00	71.00
32.00	7.75	44.10	68.29	2.71	0.00	71.00
33.00	8.00	45.53	68.29	2.71	0.00	71.00
34.00	8.25	46.95	68.29	2.71	0.00	71.00
35.00	8.50	48.37	68.29	2.71	0.00	71.00
36.00	8.75	49.79	68.29	2.71	0.00	71.00
37.00	9.00	51.22	68.29	2.71	0.00	71.00
38.00	9.25	52.64	68.29	2.71	0.00	71.00
39.00	9.50	54.06	68.29	2.71	0.00	71.00
40.00	9.75	55.49	68.29	2.71	0.00	71.00
41.00	10.00	56.91	68.29	2.71	0.00	71.00
42.00	10.25	58.33	68.29	2.71	0.00	71.00
43.00	10.50	59.75	68.29	2.71	0.00	71.00
44.00	10.75	61.18	68.29	2.71	0.00	71.00
45.00	11.00	62.60	68.29	2.71	0.00	71.00
46.00	11.25	64.02	68.29	2.71	0.00	71.00
47.00	11.50	65.44	68.29	2.71	0.00	71.00
48.00	11.75	66.87	68.29	2.71	0.00	71.00
49.00	12.00	68.29	68.29	2.71	0.00	71.00
50.00	12.25	69.71	62.60	2.71	0.00	65.31
51.00	12.50	71.13	56.91	2.71	0.00	59.62
52.00	12.75	72.56	51.22	2.71	0.00	53.93
53.00	13.00	73.98	45.53	2.71	0.00	48.24

54.00	13.25	75.40	39.84	2.71	0.00	42.55
55.00	13.50	76.83	34.14	2.71	0.00	36.85
56.00	13.75	78.25	28.45	2.71	0.00	31.16
57.00	14.00	79.67	22.76	2.71	0.00	25.47
58.00	14.25	81.09	17.07	2.71	0.00	19.78
59.00	14.50	82.52	11.38	2.71	0.00	14.09
60.00	14.75	83.94	5.69	2.71	0.00	8.40
61.00	15.00	85.36	0.00	2.71	0.00	2.71

4.1.3.3 Moment,Kesme Kuvveti, Deplasman Grafikleri



4.1.3.4 Statik Hesap Sonuç Tabloları

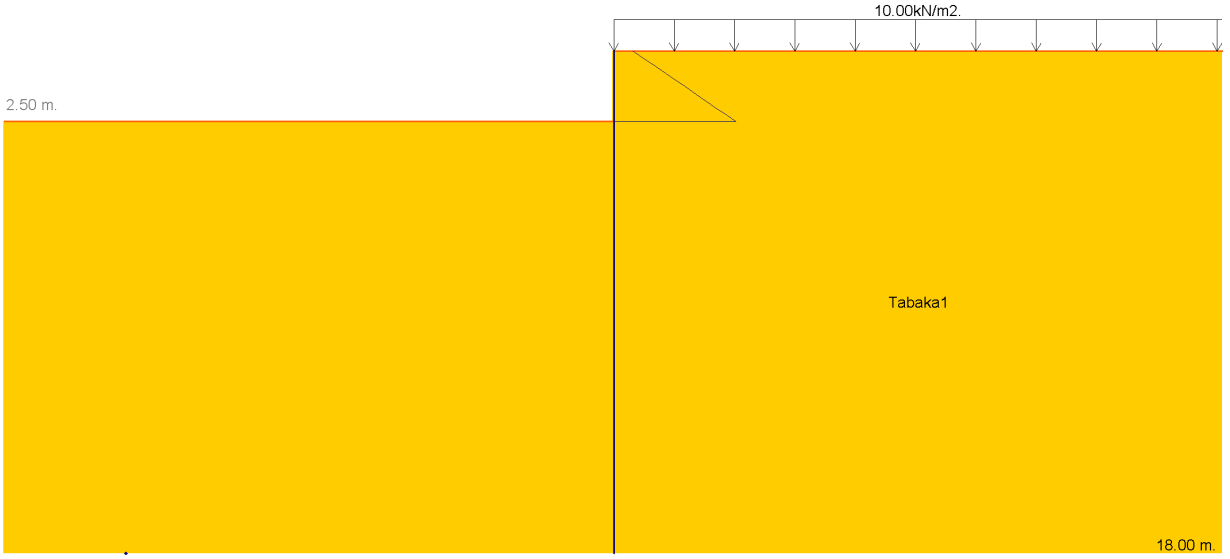
Node	Derinlik	Moment	Kesme K.	Deplasman	Yay Kuvveti	Tekil Kuvvet
-	m	kNm	kN	m	kN/m2	kN
1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.81
2.00	0.25	0.20	0.81	0.02	0.00	3.52
3.00	0.50	1.29	4.34	0.02	0.00	6.37
4.00	0.75	3.96	10.70	0.02	0.00	9.21
5.00	1.00	8.94	19.92	0.02	0.00	12.06
6.00	1.25	16.94	31.98	0.02	0.00	14.90
7.00	1.50	28.66	46.88	0.02	0.00	17.28
8.00	1.75	44.70	64.16	0.02	0.00	17.75
9.00	2.00	65.17	81.91	0.02	0.00	17.75
10.00	2.25	36.61	-114.26	0.02	0.00	17.75
11.00	2.50	12.48	-96.51	0.02	0.00	17.75
12.00	2.75	-7.21	-78.76	0.02	0.00	17.75
13.00	3.00	-22.46	-61.01	0.02	0.00	17.75
14.00	3.25	-33.28	-43.26	0.02	0.00	17.75
15.00	3.50	-39.65	-25.51	0.02	0.00	17.75

16.00	3.75	-41.59	-7.76	0.02	0.00	17.75
17.00	4.00	-39.10	9.99	0.02	0.00	17.75
18.00	4.25	-32.16	27.74	0.02	0.00	17.75
19.00	4.50	-20.79	45.49	0.02	0.00	17.75
20.00	4.75	-4.98	63.24	0.02	0.00	17.75
21.00	5.00	15.27	80.99	0.02	0.00	17.75
22.00	5.25	-18.58	-135.39	0.02	0.00	17.75
23.00	5.50	-47.99	-117.64	0.02	0.00	17.75
24.00	5.75	-72.96	-99.89	0.02	0.00	17.75
25.00	6.00	-93.50	-82.14	0.02	0.00	17.75
26.00	6.25	-109.60	-64.39	0.02	0.00	17.75
27.00	6.50	-121.26	-46.64	0.02	0.00	17.75
28.00	6.75	-128.48	-28.89	0.02	0.00	17.75
29.00	7.00	-131.26	-11.14	0.02	0.00	17.75
30.00	7.25	-129.61	6.61	0.02	0.00	17.75
31.00	7.50	-123.52	24.36	0.02	0.00	17.75
32.00	7.75	-112.99	42.11	0.02	0.00	17.75
33.00	8.00	-98.03	59.86	0.02	0.00	17.75
34.00	8.25	-78.63	77.61	0.02	0.00	17.75
35.00	8.50	-54.79	95.36	0.02	0.00	17.75
36.00	8.75	-84.92	-120.53	0.02	0.00	17.75
37.00	9.00	-110.61	-102.78	0.02	0.00	17.75
38.00	9.25	-131.87	-85.03	0.02	0.00	17.75
39.00	9.50	-148.69	-67.28	0.02	0.00	17.75
40.00	9.75	-161.07	-49.53	0.02	0.00	17.75
41.00	10.00	-169.01	-31.78	0.02	0.00	17.75
42.00	10.25	-172.52	-14.03	0.02	0.00	17.75
43.00	10.50	-171.59	3.72	0.02	0.00	17.75
44.00	10.75	-166.22	21.47	0.02	0.00	17.75
45.00	11.00	-156.42	39.22	0.02	0.00	17.75
46.00	11.25	-142.17	56.97	0.02	0.00	17.75
47.00	11.50	-123.49	74.72	0.02	0.00	17.75
48.00	11.75	-100.37	92.47	0.02	0.00	17.75
49.00	12.00	-72.82	110.22	0.02	0.00	17.51
50.00	12.25	-84.67	-47.41	0.02	0.00	16.33
51.00	12.50	-92.44	-31.08	0.02	0.00	14.90
52.00	12.75	-96.48	-16.18	0.02	0.00	13.48
53.00	13.00	-97.16	-2.69	0.02	0.00	12.06
54.00	13.25	-94.82	9.36	0.01	0.00	10.64
55.00	13.50	-89.82	20.00	0.01	0.00	9.21
56.00	13.75	-82.51	29.21	0.01	0.00	7.79
57.00	14.00	-73.26	37.01	0.01	0.00	6.37
58.00	14.25	-62.42	43.37	0.01	0.00	4.95
59.00	14.50	-50.34	48.32	0.01	0.00	3.52
60.00	14.75	-37.38	51.84	0.01	0.00	2.10
61.00	15.00	-23.89	53.94	0.01	40.19	0.58
62.00	15.25	-11.30	50.37	0.01	58.32	0.00
63.00	15.50	-1.12	40.73	0.01	62.70	0.00
64.00	15.75	6.45	30.26	0.01	62.14	0.00
65.00	16.00	11.41	19.86	0.00	58.04	0.00
66.00	16.25	13.95	10.15	0.00	51.08	0.00
67.00	16.50	14.35	1.59	0.00	41.65	0.00
68.00	16.75	13.00	-5.38	0.00	30.02	0.00
69.00	17.00	10.40	-10.41	0.00	16.38	0.00
70.00	17.25	7.11	-13.15	0.00	0.87	0.00
71.00	17.50	3.79	-13.29	0.00	-16.41	0.00
72.00	17.75	1.15	-10.55	0.00	-35.38	0.00

73.00	18.00	0.00	-4.62	0.00	-55.97	0.00
-------	-------	------	-------	------	--------	------

4.2. 1 Kademe

4.2.1 Profil

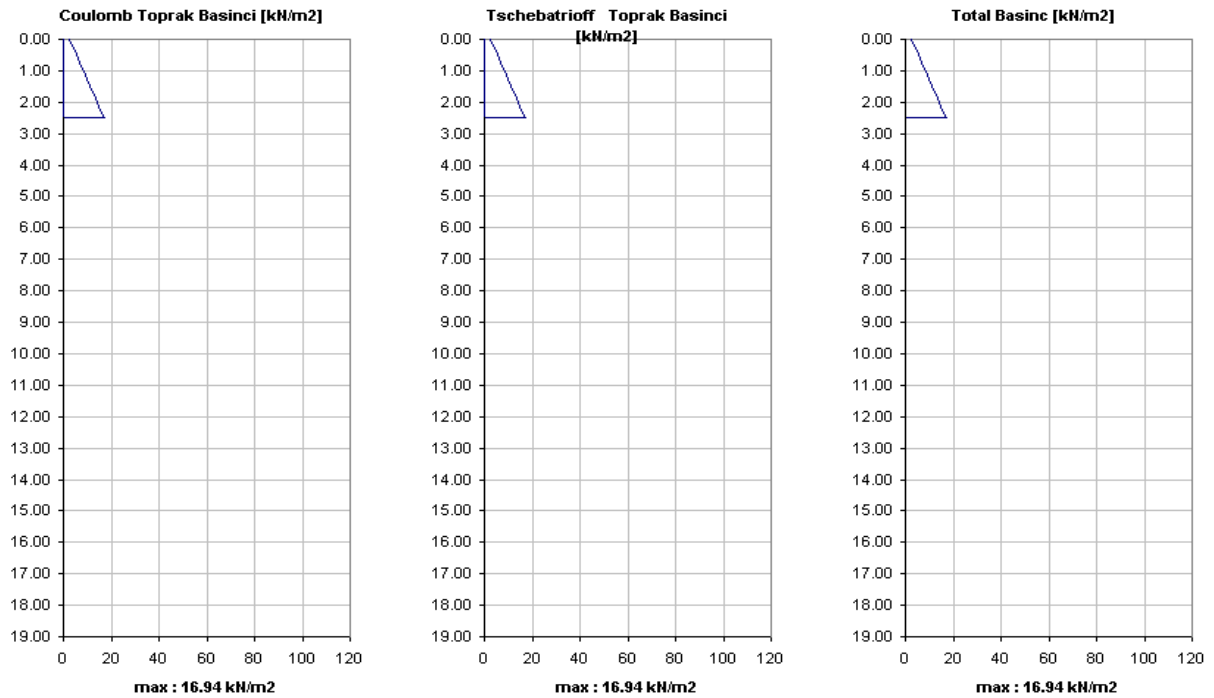


4.2.2 Giriş Dataları

Kademe Kazı Derinliği : 2.50 m.
Ankraj Sayısı : -
Yatak Katsayısı : $5000 + Z^{0.67} \cdot 8000$

4.2.3 Hesap Sonuçları

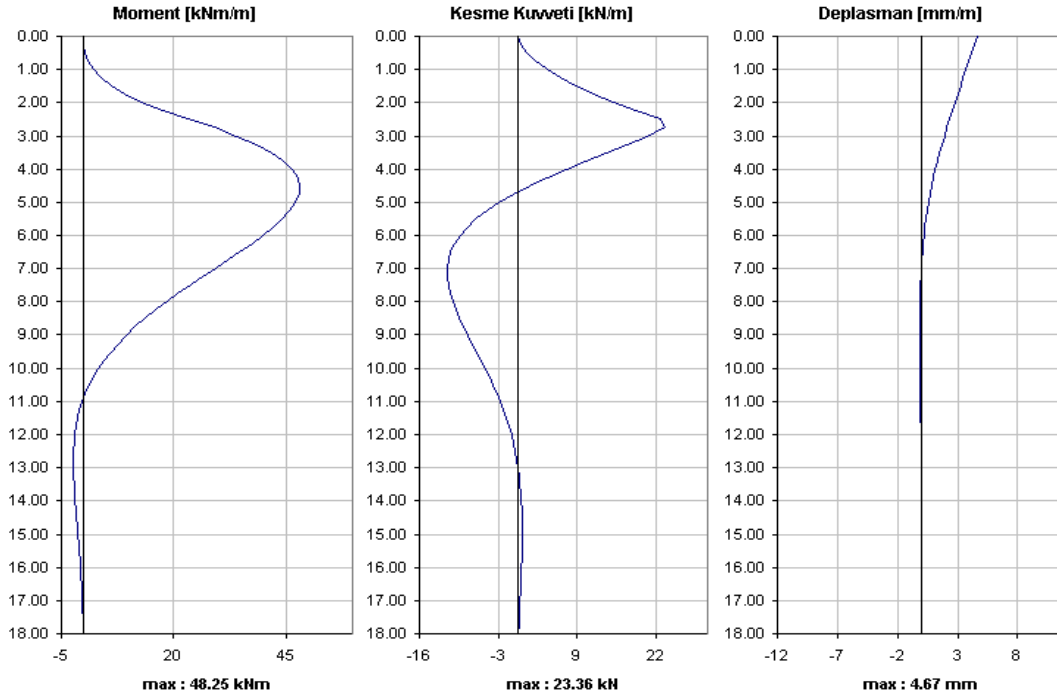
4.2.3.1 Basınç Grafikleri



4.2.3.2 Basınç Tabloları

Node	Derinlik	Coulomb	Tschebatrioff	Sursaj	Su B.	Toplam B.
-	m	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
1.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	2.71
2.00	0.25	1.42	11.38	2.71	0.00	4.13
3.00	0.50	2.85	11.38	2.71	0.00	5.56
4.00	0.75	4.27	11.38	2.71	0.00	6.98
5.00	1.00	5.69	11.38	2.71	0.00	8.40
6.00	1.25	7.11	11.38	2.71	0.00	9.82
7.00	1.50	8.54	11.38	2.71	0.00	11.25
8.00	1.75	9.96	11.38	2.71	0.00	12.67
9.00	2.00	11.38	11.38	2.71	0.00	14.09
10.00	2.25	12.80	5.69	2.71	0.00	15.51
11.00	2.50	14.23	0.00	2.71	0.00	16.94

4.2.3.3 Moment,Kesme Kuvveti, Deplasman Grafikleri



4.2.3.4 Statik Hesap Sonuç Tabloları

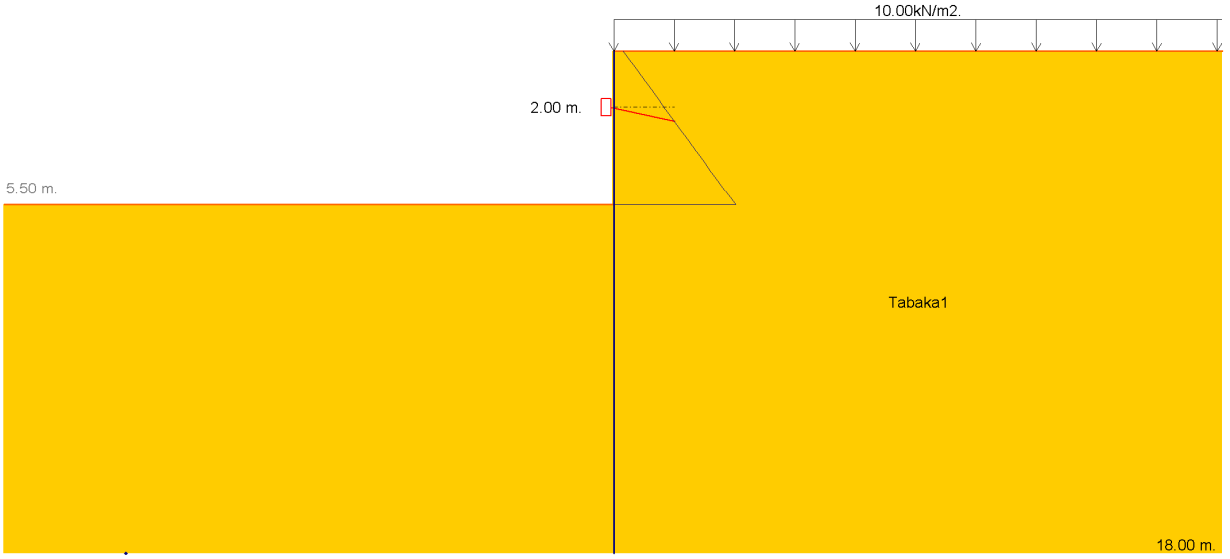
Node	Derinlik	Moment	Kesme K.	Deplasman	Yay Kuvveti	Tekil Kuvvet
-	m	kNm	kN	m	kN/m ²	kN
1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.40
2.00	0.25	0.10	0.40	0.00	0.00	1.03
3.00	0.50	0.46	1.43	0.00	0.00	1.39
4.00	0.75	1.16	2.82	0.00	0.00	1.74
5.00	1.00	2.30	4.56	0.00	0.00	2.10
6.00	1.25	3.97	6.66	0.00	0.00	2.46
7.00	1.50	6.25	9.12	0.00	0.00	2.81
8.00	1.75	9.23	11.93	0.00	0.00	3.17

9.00	2.00	13.01	15.10	0.00	0.00	3.52
10.00	2.25	17.66	18.62	0.00	0.00	3.88
11.00	2.50	23.29	22.50	0.00	11.65	2.06
12.00	2.75	29.13	23.36	0.00	17.24	0.00
13.00	3.00	34.25	20.51	0.00	19.08	0.00
14.00	3.25	38.58	17.32	0.00	19.73	0.00
15.00	3.50	42.09	14.02	0.00	19.61	0.00
16.00	3.75	44.77	10.74	0.00	18.96	0.00
17.00	4.00	46.66	7.56	0.00	17.93	0.00
18.00	4.25	47.80	4.56	0.00	16.60	0.00
19.00	4.50	48.25	1.78	0.00	15.09	0.00
20.00	4.75	48.06	-0.75	0.00	13.45	0.00
21.00	5.00	47.31	-3.00	0.00	11.74	0.00
22.00	5.25	46.07	-4.97	0.00	10.01	0.00
23.00	5.50	44.41	-6.64	0.00	8.31	0.00
24.00	5.75	42.40	-8.03	0.00	6.66	0.00
25.00	6.00	40.11	-9.15	0.00	5.10	0.00
26.00	6.25	37.61	-10.01	0.00	3.64	0.00
27.00	6.50	34.96	-10.61	0.00	2.29	0.00
28.00	6.75	32.21	-11.00	0.00	1.07	0.00
29.00	7.00	29.41	-11.18	0.00	-0.01	0.00
30.00	7.25	26.62	-11.18	0.00	-0.96	0.00
31.00	7.50	23.86	-11.02	0.00	-1.77	0.00
32.00	7.75	21.18	-10.72	0.00	-2.45	0.00
33.00	8.00	18.61	-10.31	0.00	-3.00	0.00
34.00	8.25	16.16	-9.81	0.00	-3.43	0.00
35.00	8.50	13.85	-9.23	0.00	-3.75	0.00
36.00	8.75	11.70	-8.60	0.00	-3.97	0.00
37.00	9.00	9.71	-7.94	0.00	-4.10	0.00
38.00	9.25	7.90	-7.25	0.00	-4.14	0.00
39.00	9.50	6.26	-6.56	0.00	-4.12	0.00
40.00	9.75	4.79	-5.87	0.00	-4.03	0.00
41.00	10.00	3.50	-5.19	0.00	-3.89	0.00
42.00	10.25	2.36	-4.54	0.00	-3.71	0.00
43.00	10.50	1.38	-3.92	0.00	-3.50	0.00
44.00	10.75	0.55	-3.33	0.00	-3.26	0.00
45.00	11.00	-0.15	-2.79	0.00	-3.00	0.00
46.00	11.25	-0.72	-2.28	0.00	-2.74	0.00
47.00	11.50	-1.18	-1.83	0.00	-2.47	0.00
48.00	11.75	-1.53	-1.41	0.00	-2.21	0.00
49.00	12.00	-1.79	-1.04	0.00	-1.94	0.00
50.00	12.25	-1.97	-0.72	0.00	-1.69	0.00
51.00	12.50	-2.08	-0.43	0.00	-1.45	0.00
52.00	12.75	-2.12	-0.19	0.00	-1.23	0.00
53.00	13.00	-2.12	0.02	0.00	-1.02	0.00
54.00	13.25	-2.07	0.19	0.00	-0.82	0.00
55.00	13.50	-1.99	0.33	0.00	-0.65	0.00
56.00	13.75	-1.88	0.43	0.00	-0.49	0.00
57.00	14.00	-1.75	0.52	0.00	-0.35	0.00
58.00	14.25	-1.61	0.57	0.00	-0.23	0.00
59.00	14.50	-1.46	0.61	0.00	-0.12	0.00
60.00	14.75	-1.30	0.63	0.00	-0.02	0.00
61.00	15.00	-1.14	0.64	0.00	0.06	0.00
62.00	15.25	-0.98	0.63	0.00	0.13	0.00
63.00	15.50	-0.83	0.60	0.00	0.18	0.00
64.00	15.75	-0.69	0.57	0.00	0.23	0.00
65.00	16.00	-0.56	0.53	0.00	0.27	0.00

66.00	16.25	-0.43	0.49	0.00	0.31	0.00
67.00	16.50	-0.32	0.44	0.00	0.34	0.00
68.00	16.75	-0.23	0.38	0.00	0.36	0.00
69.00	17.00	-0.15	0.32	0.00	0.39	0.00
70.00	17.25	-0.09	0.26	0.00	0.41	0.00
71.00	17.50	-0.04	0.19	0.00	0.43	0.00
72.00	17.75	-0.01	0.11	0.00	0.45	0.00
73.00	18.00	0.00	0.04	0.00	0.47	0.00

4.3. 2 Kademe

4.3.1 Profil

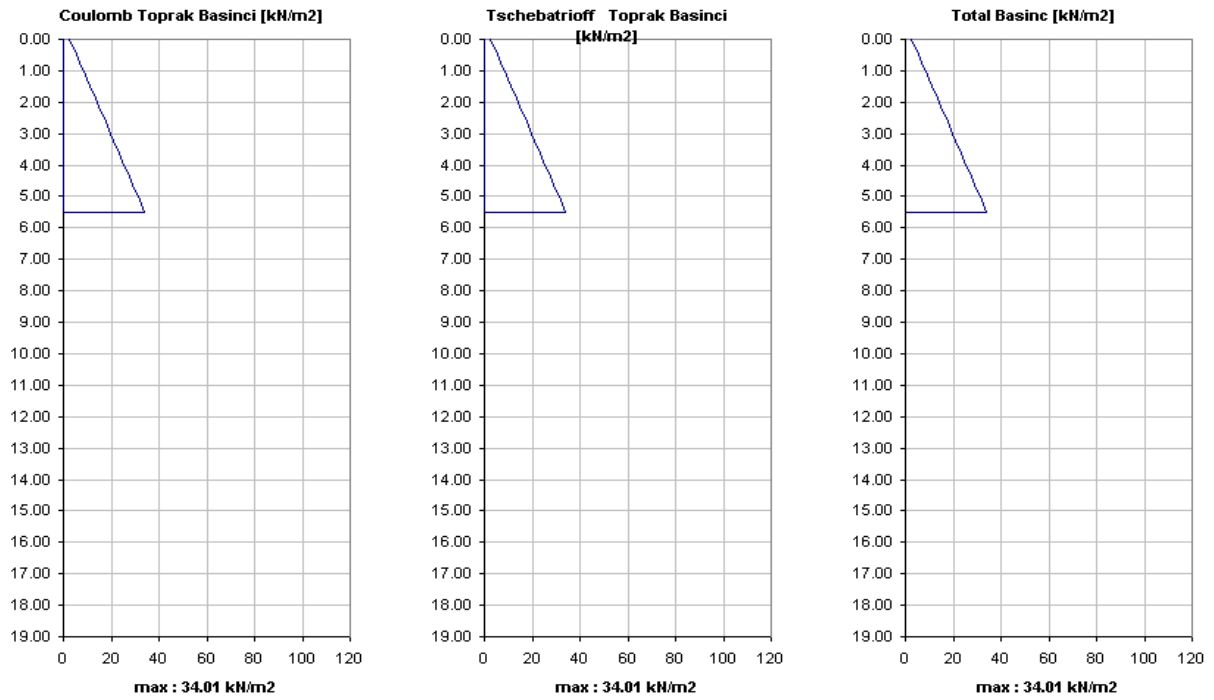


4.3.2 Giriş Dataları

Kademe Kazı Derinliği : 5.50 m.
Ankraj Sayısı : 1 adet
Yatak Katsayısı : $5000 + Z^{0.67} \cdot 8000$

4.3.3 Hesap Sonuçları

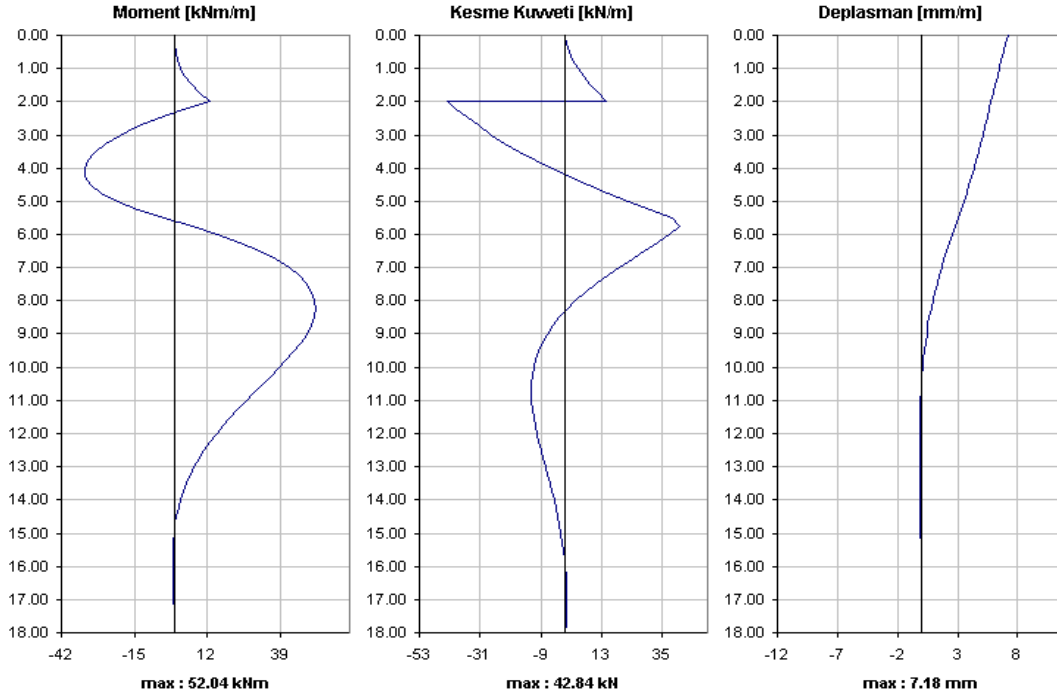
4.3.3.1 Basınç Grafikleri



4.3.3.2 Basınç Tabloları

Node	Derinlik	Coulomb	Tschebatrioff	Sursaj	Su B.	Toplam B.
-	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2
1.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	2.71
2.00	0.25	1.42	11.38	2.71	0.00	4.13
3.00	0.50	2.85	22.76	2.71	0.00	5.56
4.00	0.75	4.27	25.04	2.71	0.00	6.98
5.00	1.00	5.69	25.04	2.71	0.00	8.40
6.00	1.25	7.11	25.04	2.71	0.00	9.82
7.00	1.50	8.54	25.04	2.71	0.00	11.25
8.00	1.75	9.96	25.04	2.71	0.00	12.67
9.00	2.00	11.38	25.04	2.71	0.00	14.09
10.00	2.25	12.80	25.04	2.71	0.00	15.51
11.00	2.50	14.23	25.04	2.71	0.00	16.94
12.00	2.75	15.65	25.04	2.71	0.00	18.36
13.00	3.00	17.07	25.04	2.71	0.00	19.78
14.00	3.25	18.50	25.04	2.71	0.00	21.20
15.00	3.50	19.92	25.04	2.71	0.00	22.63
16.00	3.75	21.34	25.04	2.71	0.00	24.05
17.00	4.00	22.76	25.04	2.71	0.00	25.47
18.00	4.25	24.19	25.04	2.71	0.00	26.90
19.00	4.50	25.61	22.76	2.71	0.00	28.32
20.00	4.75	27.03	17.07	2.71	0.00	29.74
21.00	5.00	28.45	11.38	2.71	0.00	31.16
22.00	5.25	29.88	5.69	2.71	0.00	32.59
23.00	5.50	31.30	0.00	2.71	0.00	34.01

4.3.3.3 Moment,Kesme Kuvveti, Deplasman Grafikleri



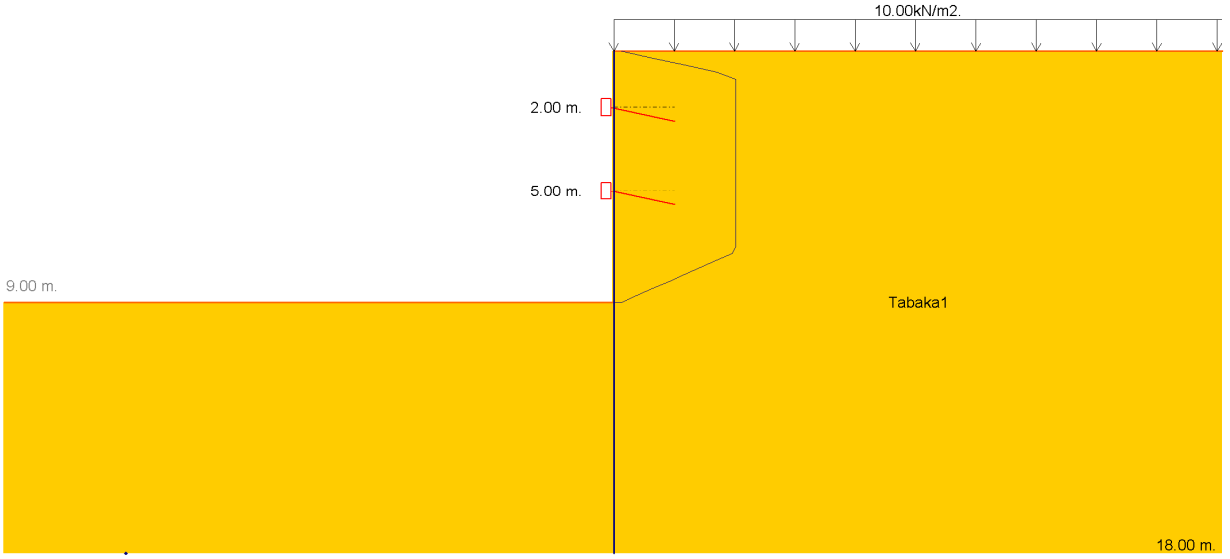
4.3.3.4 Statik Hesap Sonuç Tabloları

Node	Derinlik	Moment	Kesme K.	Deplasman	Yay Kuvveti	Tekil Kuvvet
-	m	kNm	kN	m	kN/m2	kN
1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.40
2.00	0.25	0.10	0.40	0.01	0.00	1.03
3.00	0.50	0.46	1.43	0.01	0.00	1.39
4.00	0.75	1.16	2.82	0.01	0.00	1.74
5.00	1.00	2.30	4.56	0.01	0.00	2.10
6.00	1.25	3.97	6.66	0.01	0.00	2.46
7.00	1.50	6.25	9.12	0.01	0.00	2.81
8.00	1.75	9.23	11.93	0.01	0.00	3.17
9.00	2.00	13.01	15.10	0.01	0.00	3.52
10.00	2.25	3.18	-39.32	0.01	0.00	3.88
11.00	2.50	-5.68	-35.44	0.01	0.00	4.23
12.00	2.75	-13.48	-31.21	0.01	0.00	4.59
13.00	3.00	-20.14	-26.62	0.01	0.00	4.95
14.00	3.25	-25.56	-21.67	0.01	0.00	5.30
15.00	3.50	-29.65	-16.37	0.01	0.00	5.66
16.00	3.75	-32.33	-10.71	0.01	0.00	6.01
17.00	4.00	-33.50	-4.70	0.00	0.00	6.37
18.00	4.25	-33.09	1.67	0.00	0.00	6.72
19.00	4.50	-30.99	8.39	0.00	0.00	7.08
20.00	4.75	-27.12	15.47	0.00	0.00	7.44
21.00	5.00	-21.39	22.91	0.00	0.00	7.79
22.00	5.25	-13.72	30.70	0.00	0.00	8.15
23.00	5.50	-4.01	38.84	0.00	15.20	4.19
24.00	5.75	6.36	41.47	0.00	22.87	0.00
25.00	6.00	15.78	37.69	0.00	25.73	0.00
26.00	6.25	24.13	33.39	0.00	27.07	0.00
27.00	6.50	31.34	28.86	0.00	27.40	0.00
28.00	6.75	37.41	24.27	0.00	26.99	0.00
29.00	7.00	42.35	19.75	0.00	26.03	0.00
30.00	7.25	46.20	15.40	0.00	24.64	0.00
31.00	7.50	49.02	11.27	0.00	22.94	0.00
32.00	7.75	50.87	7.43	0.00	21.00	0.00
33.00	8.00	51.85	3.91	0.00	18.92	0.00
34.00	8.25	52.04	0.74	0.00	16.76	0.00
35.00	8.50	51.52	-2.06	0.00	14.56	0.00
36.00	8.75	50.40	-4.50	0.00	12.39	0.00
37.00	9.00	48.75	-6.58	0.00	10.27	0.00
38.00	9.25	46.68	-8.30	0.00	8.24	0.00
39.00	9.50	44.26	-9.68	0.00	6.34	0.00
40.00	9.75	41.57	-10.74	0.00	4.57	0.00
41.00	10.00	38.70	-11.50	0.00	2.95	0.00
42.00	10.25	35.70	-12.00	0.00	1.49	0.00
43.00	10.50	32.64	-12.25	0.00	0.19	0.00
44.00	10.75	29.57	-12.28	0.00	-0.94	0.00
45.00	11.00	26.53	-12.12	0.00	-1.91	0.00
46.00	11.25	23.58	-11.80	0.00	-2.72	0.00
47.00	11.50	20.75	-11.35	0.00	-3.38	0.00
48.00	11.75	18.05	-10.78	0.00	-3.90	0.00
49.00	12.00	15.52	-10.13	0.00	-4.28	0.00
50.00	12.25	13.17	-9.41	0.00	-4.55	0.00
51.00	12.50	11.00	-8.65	0.00	-4.71	0.00
52.00	12.75	9.04	-7.86	0.00	-4.78	0.00
53.00	13.00	7.27	-7.06	0.00	-4.76	0.00

54.00	13.25	5.71	-6.26	0.00	-4.67	0.00
55.00	13.50	4.34	-5.48	0.00	-4.52	0.00
56.00	13.75	3.16	-4.72	0.00	-4.31	0.00
57.00	14.00	2.16	-4.00	0.00	-4.07	0.00
58.00	14.25	1.33	-3.32	0.00	-3.79	0.00
59.00	14.50	0.66	-2.68	0.00	-3.49	0.00
60.00	14.75	0.13	-2.10	0.00	-3.17	0.00
61.00	15.00	-0.26	-1.57	0.00	-2.83	0.00
62.00	15.25	-0.53	-1.09	0.00	-2.48	0.00
63.00	15.50	-0.70	-0.68	0.00	-2.13	0.00
64.00	15.75	-0.78	-0.32	0.00	-1.77	0.00
65.00	16.00	-0.79	-0.02	0.00	-1.41	0.00
66.00	16.25	-0.74	0.21	0.00	-1.05	0.00
67.00	16.50	-0.64	0.39	0.00	-0.69	0.00
68.00	16.75	-0.51	0.50	0.00	-0.32	0.00
69.00	17.00	-0.37	0.56	0.00	0.06	0.00
70.00	17.25	-0.24	0.55	0.00	0.43	0.00
71.00	17.50	-0.12	0.47	0.00	0.82	0.00
72.00	17.75	-0.03	0.34	0.00	1.21	0.00
73.00	18.00	0.00	0.13	0.00	1.61	0.00

4.4. 3 Kademe

4.4.1 Profil

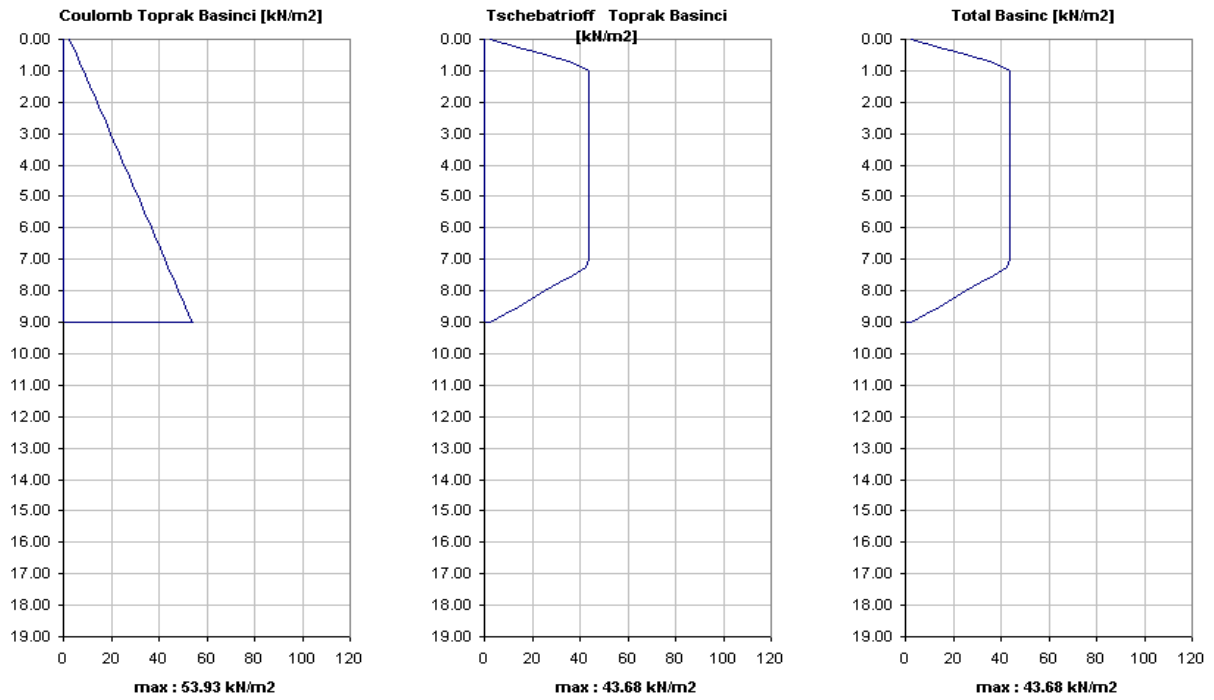


4.4.2 Giriş Dataları

Kademe Kazı Derinliği : 9.00 m.
Ankraj Sayısı : 2 adet
Yatak Katsayısı : $5000 + Z^{0.67} \cdot 8000$

4.4.3 Hesap Sonuçları

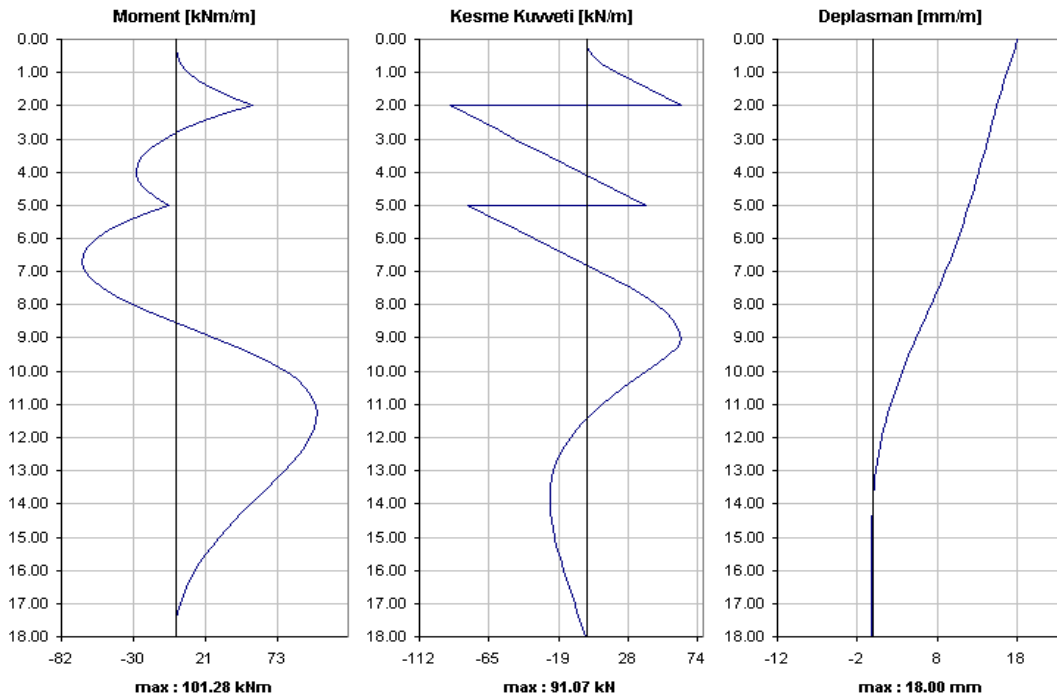
4.4.3.1 Basınç Grafikleri



4.4.3.2 Basınç Tabloları

Node	Derinlik	Coulomb	Tschebatrioff	Sursaj	Su B.	Toplam B.
-	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2
1.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	2.71
2.00	0.25	1.42	11.38	2.71	0.00	14.09
3.00	0.50	2.85	22.76	2.71	0.00	25.47
4.00	0.75	4.27	34.14	2.71	0.00	36.85
5.00	1.00	5.69	40.97	2.71	0.00	43.68
6.00	1.25	7.11	40.97	2.71	0.00	43.68
7.00	1.50	8.54	40.97	2.71	0.00	43.68
8.00	1.75	9.96	40.97	2.71	0.00	43.68
9.00	2.00	11.38	40.97	2.71	0.00	43.68
10.00	2.25	12.80	40.97	2.71	0.00	43.68
11.00	2.50	14.23	40.97	2.71	0.00	43.68
12.00	2.75	15.65	40.97	2.71	0.00	43.68
13.00	3.00	17.07	40.97	2.71	0.00	43.68
14.00	3.25	18.50	40.97	2.71	0.00	43.68
15.00	3.50	19.92	40.97	2.71	0.00	43.68
16.00	3.75	21.34	40.97	2.71	0.00	43.68
17.00	4.00	22.76	40.97	2.71	0.00	43.68
18.00	4.25	24.19	40.97	2.71	0.00	43.68
19.00	4.50	25.61	40.97	2.71	0.00	43.68
20.00	4.75	27.03	40.97	2.71	0.00	43.68
21.00	5.00	28.45	40.97	2.71	0.00	43.68
22.00	5.25	29.88	40.97	2.71	0.00	43.68
23.00	5.50	31.30	40.97	2.71	0.00	43.68
24.00	5.75	32.72	40.97	2.71	0.00	43.68
25.00	6.00	34.14	40.97	2.71	0.00	43.68
26.00	6.25	35.57	40.97	2.71	0.00	43.68
27.00	6.50	36.99	40.97	2.71	0.00	43.68
28.00	6.75	38.41	40.97	2.71	0.00	43.68
29.00	7.00	39.84	40.97	2.71	0.00	43.68
30.00	7.25	41.26	39.84	2.71	0.00	42.55
31.00	7.50	42.68	34.14	2.71	0.00	36.85
32.00	7.75	44.10	28.45	2.71	0.00	31.16
33.00	8.00	45.53	22.76	2.71	0.00	25.47
34.00	8.25	46.95	17.07	2.71	0.00	19.78
35.00	8.50	48.37	11.38	2.71	0.00	14.09
36.00	8.75	49.79	5.69	2.71	0.00	8.40
37.00	9.00	51.22	0.00	2.71	0.00	2.71

4.4.3.3 Moment,Kesme Kuvveti, Deplasman Grafikleri



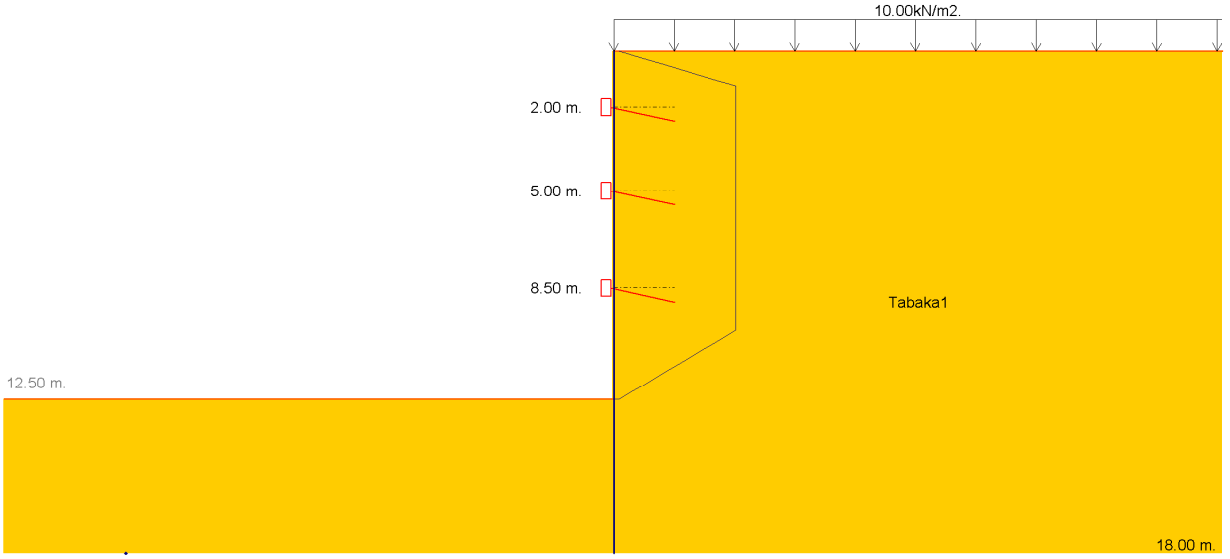
4.4.3.4 Statik Hesap Sonuç Tabloları

Node	Derinlik	Moment	Kesme K.	Deplasman	Yay Kuvveti	Tekil Kuvvet
-	m	kNm	kN	m	kN/m2	kN
1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.81
2.00	0.25	0.20	0.81	0.02	0.00	3.52
3.00	0.50	1.29	4.34	0.02	0.00	6.37
4.00	0.75	3.96	10.70	0.02	0.00	9.02
5.00	1.00	8.90	19.73	0.02	0.00	10.64
6.00	1.25	16.49	30.36	0.02	0.00	10.92
7.00	1.50	26.81	41.29	0.02	0.00	10.92
8.00	1.75	39.86	52.21	0.02	0.00	10.92
9.00	2.00	55.64	63.13	0.02	0.00	10.92
10.00	2.25	35.60	-80.15	0.02	0.00	10.92
11.00	2.50	18.30	-69.23	0.02	0.00	10.92
12.00	2.75	3.72	-58.31	0.02	0.00	10.92
13.00	3.00	-8.13	-47.39	0.01	0.00	10.92
14.00	3.25	-17.25	-36.47	0.01	0.00	10.92
15.00	3.50	-23.63	-25.55	0.01	0.00	10.92
16.00	3.75	-27.29	-14.63	0.01	0.00	10.92
17.00	4.00	-28.22	-3.71	0.01	0.00	10.92
18.00	4.25	-26.41	7.22	0.01	0.00	10.92
19.00	4.50	-21.88	18.14	0.01	0.00	10.92
20.00	4.75	-14.61	29.06	0.01	0.00	10.92
21.00	5.00	-4.62	39.98	0.01	0.00	10.92
22.00	5.25	-21.63	-68.05	0.01	0.00	10.92
23.00	5.50	-35.92	-57.13	0.01	0.00	10.92
24.00	5.75	-47.47	-46.21	0.01	0.00	10.92
25.00	6.00	-56.29	-35.29	0.01	0.00	10.92

26.00	6.25	-62.38	-24.37	0.01	0.00	10.92
27.00	6.50	-65.75	-13.45	0.01	0.00	10.92
28.00	6.75	-66.38	-2.53	0.01	0.00	10.92
29.00	7.00	-64.28	8.39	0.01	0.00	10.87
30.00	7.25	-59.46	19.27	0.01	0.00	10.45
31.00	7.50	-52.03	29.71	0.01	0.00	9.21
32.00	7.75	-42.30	38.93	0.01	0.00	7.79
33.00	8.00	-30.62	46.72	0.01	0.00	6.37
34.00	8.25	-17.35	53.09	0.01	0.00	4.95
35.00	8.50	-2.84	58.03	0.01	0.00	3.52
36.00	8.75	12.55	61.56	0.01	0.00	2.10
37.00	9.00	28.46	63.66	0.01	26.78	0.58
38.00	9.25	43.83	61.47	0.01	39.90	0.00
39.00	9.50	57.54	54.87	0.00	44.48	0.00
40.00	9.75	69.41	47.44	0.00	46.33	0.00
41.00	10.00	79.33	39.69	0.00	46.44	0.00
42.00	10.25	87.31	31.92	0.00	45.29	0.00
43.00	10.50	93.39	24.33	0.00	43.20	0.00
44.00	10.75	97.67	17.10	0.00	40.43	0.00
45.00	11.00	100.25	10.33	0.00	37.16	0.00
46.00	11.25	101.28	4.11	0.00	33.56	0.00
47.00	11.50	100.90	-1.51	0.00	29.75	0.00
48.00	11.75	99.27	-6.50	0.00	25.86	0.00
49.00	12.00	96.57	-10.83	0.00	21.98	0.00
50.00	12.25	92.94	-14.51	0.00	18.17	0.00
51.00	12.50	88.55	-17.55	0.00	14.52	0.00
52.00	12.75	83.56	-19.98	0.00	11.06	0.00
53.00	13.00	78.10	-21.84	0.00	7.84	0.00
54.00	13.25	72.31	-23.15	0.00	4.88	0.00
55.00	13.50	66.32	-23.97	0.00	2.20	0.00
56.00	13.75	60.23	-24.34	0.00	-0.19	0.00
57.00	14.00	54.16	-24.30	0.00	-2.30	0.00
58.00	14.25	48.18	-23.92	0.00	-4.12	0.00
59.00	14.50	42.37	-23.23	0.00	-5.68	0.00
60.00	14.75	36.80	-22.28	0.00	-6.97	0.00
61.00	15.00	31.52	-21.11	0.00	-8.03	0.00
62.00	15.25	26.58	-19.76	0.00	-8.88	0.00
63.00	15.50	22.01	-18.28	0.00	-9.53	0.00
64.00	15.75	17.84	-16.68	0.00	-10.01	0.00
65.00	16.00	14.09	-15.01	0.00	-10.34	0.00
66.00	16.25	10.77	-13.27	0.00	-10.56	0.00
67.00	16.50	7.90	-11.50	0.00	-10.67	0.00
68.00	16.75	5.47	-9.72	0.00	-10.71	0.00
69.00	17.00	3.49	-7.92	0.00	-10.68	0.00
70.00	17.25	1.95	-6.13	0.00	-10.61	0.00
71.00	17.50	0.86	-4.36	0.00	-10.51	0.00
72.00	17.75	0.21	-2.60	0.00	-10.39	0.00
73.00	18.00	0.00	-0.85	0.00	-10.26	0.00

4.5. 4 Kademe

4.5.1 Profil

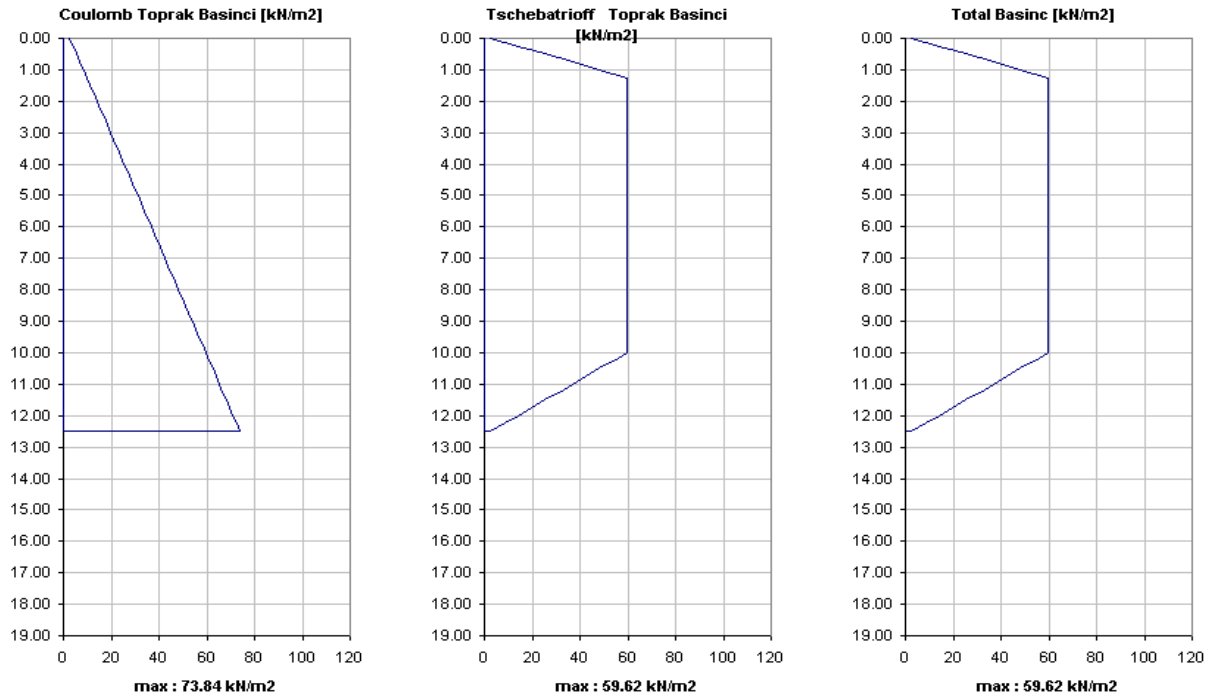


4.5.2 Giriş Dataları

Kademe Kazı Derinliği : 12.50 m.
Ankraj Sayısı : 3 adet
Yatak Katsayısı : $5000 + Z^{0.67} \cdot 8000$

4.5.3 Hesap Sonuçları

4.5.3.1 Basınç Grafikleri

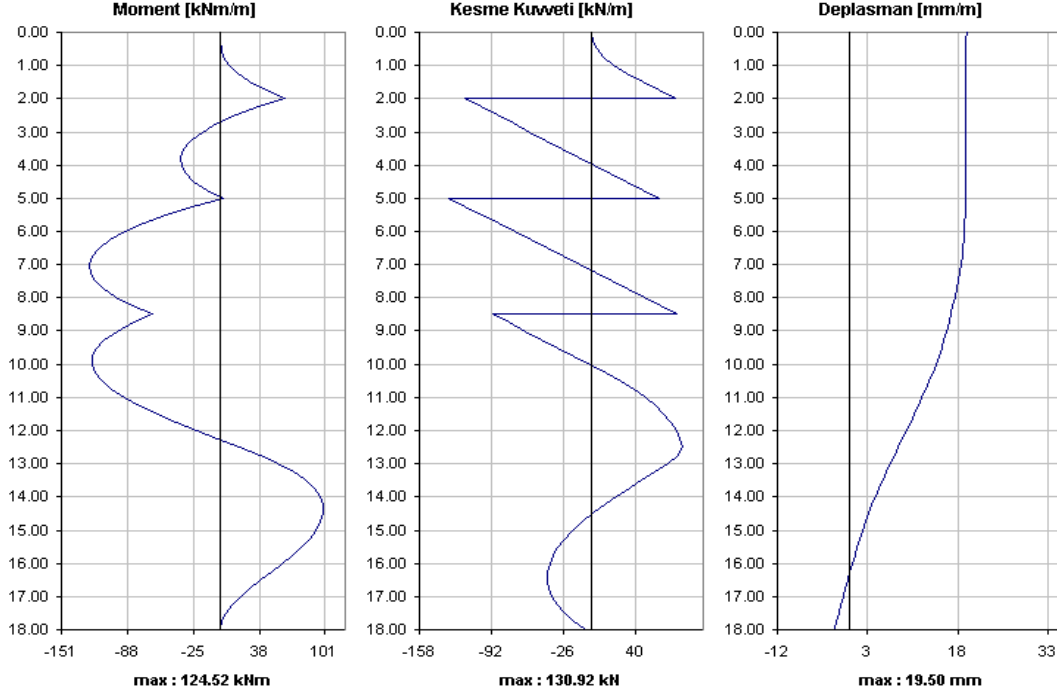


4.5.3.2 Basınç Tabloları

Node	Derinlik	Coulomb	Tschebatrioff	Sursaj	Su B.	Toplam B.
-	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2	kN/m2
1.00	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	2.71
2.00	0.25	1.42	11.38	2.71	0.00	14.09
3.00	0.50	2.85	22.76	2.71	0.00	25.47
4.00	0.75	4.27	34.14	2.71	0.00	36.85
5.00	1.00	5.69	45.53	2.71	0.00	48.24
6.00	1.25	7.11	56.91	2.71	0.00	59.62
7.00	1.50	8.54	56.91	2.71	0.00	59.62
8.00	1.75	9.96	56.91	2.71	0.00	59.62
9.00	2.00	11.38	56.91	2.71	0.00	59.62
10.00	2.25	12.80	56.91	2.71	0.00	59.62
11.00	2.50	14.23	56.91	2.71	0.00	59.62
12.00	2.75	15.65	56.91	2.71	0.00	59.62
13.00	3.00	17.07	56.91	2.71	0.00	59.62
14.00	3.25	18.50	56.91	2.71	0.00	59.62
15.00	3.50	19.92	56.91	2.71	0.00	59.62
16.00	3.75	21.34	56.91	2.71	0.00	59.62
17.00	4.00	22.76	56.91	2.71	0.00	59.62
18.00	4.25	24.19	56.91	2.71	0.00	59.62
19.00	4.50	25.61	56.91	2.71	0.00	59.62
20.00	4.75	27.03	56.91	2.71	0.00	59.62
21.00	5.00	28.45	56.91	2.71	0.00	59.62
22.00	5.25	29.88	56.91	2.71	0.00	59.62
23.00	5.50	31.30	56.91	2.71	0.00	59.62
24.00	5.75	32.72	56.91	2.71	0.00	59.62
25.00	6.00	34.14	56.91	2.71	0.00	59.62
26.00	6.25	35.57	56.91	2.71	0.00	59.62
27.00	6.50	36.99	56.91	2.71	0.00	59.62
28.00	6.75	38.41	56.91	2.71	0.00	59.62
29.00	7.00	39.84	56.91	2.71	0.00	59.62
30.00	7.25	41.26	56.91	2.71	0.00	59.62
31.00	7.50	42.68	56.91	2.71	0.00	59.62
32.00	7.75	44.10	56.91	2.71	0.00	59.62
33.00	8.00	45.53	56.91	2.71	0.00	59.62
34.00	8.25	46.95	56.91	2.71	0.00	59.62
35.00	8.50	48.37	56.91	2.71	0.00	59.62
36.00	8.75	49.79	56.91	2.71	0.00	59.62
37.00	9.00	51.22	56.91	2.71	0.00	59.62
38.00	9.25	52.64	56.91	2.71	0.00	59.62
39.00	9.50	54.06	56.91	2.71	0.00	59.62
40.00	9.75	55.49	56.91	2.71	0.00	59.62
41.00	10.00	56.91	56.91	2.71	0.00	59.62
42.00	10.25	58.33	51.22	2.71	0.00	53.93
43.00	10.50	59.75	45.53	2.71	0.00	48.24
44.00	10.75	61.18	39.84	2.71	0.00	42.55
45.00	11.00	62.60	34.14	2.71	0.00	36.85
46.00	11.25	64.02	28.45	2.71	0.00	31.16
47.00	11.50	65.44	22.76	2.71	0.00	25.47
48.00	11.75	66.87	17.07	2.71	0.00	19.78
49.00	12.00	68.29	11.38	2.71	0.00	14.09
50.00	12.25	69.71	5.69	2.71	0.00	8.40

51.00 12.50 71.13 0.00 2.71 0.00 2.71

4.5.3.3 Moment, Kesme Kuvveti, Deplasman Grafikleri



4.5.3.4 Statik Hesap Sonuç Tabloları

Node	Derinlik	Moment	Kesme K.	Deplasman	Yay Kuvveti	Tekil Kuvvet
-	m	kNm	kN	m	kN/m2	kN
1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.81
2.00	0.25	0.20	0.81	0.02	0.00	3.52
3.00	0.50	1.29	4.34	0.02	0.00	6.37
4.00	0.75	3.96	10.70	0.02	0.00	9.21
5.00	1.00	8.94	19.92	0.02	0.00	12.06
6.00	1.25	16.94	31.98	0.02	0.00	14.43
7.00	1.50	28.54	46.41	0.02	0.00	14.90
8.00	1.75	43.87	61.31	0.02	0.00	14.90
9.00	2.00	62.92	76.22	0.02	0.00	14.90
10.00	2.25	37.45	-101.89	0.02	0.00	14.90
11.00	2.50	15.70	-86.98	0.02	0.00	14.90
12.00	2.75	-2.32	-72.08	0.02	0.00	14.90
13.00	3.00	-16.61	-57.17	0.02	0.00	14.90
14.00	3.25	-27.18	-42.27	0.02	0.00	14.90
15.00	3.50	-34.02	-27.36	0.02	0.00	14.90
16.00	3.75	-37.13	-12.46	0.02	0.00	14.90
17.00	4.00	-36.52	2.45	0.02	0.00	14.90
18.00	4.25	-32.18	17.35	0.02	0.00	14.90
19.00	4.50	-24.12	32.25	0.02	0.00	14.90
20.00	4.75	-12.33	47.16	0.02	0.00	14.90
21.00	5.00	3.19	62.06	0.02	0.00	14.90
22.00	5.25	-25.82	-116.02	0.02	0.00	14.90

23.00	5.50	-51.10	-101.12	0.02	0.00	14.90
24.00	5.75	-72.65	-86.21	0.02	0.00	14.90
25.00	6.00	-90.48	-71.31	0.02	0.00	14.90
26.00	6.25	-104.58	-56.40	0.02	0.00	14.90
27.00	6.50	-114.95	-41.50	0.02	0.00	14.90
28.00	6.75	-121.60	-26.59	0.02	0.00	14.90
29.00	7.00	-124.52	-11.69	0.02	0.00	14.90
30.00	7.25	-123.72	3.22	0.02	0.00	14.90
31.00	7.50	-119.19	18.12	0.02	0.00	14.90
32.00	7.75	-110.93	33.02	0.02	0.00	14.90
33.00	8.00	-98.95	47.93	0.02	0.00	14.90
34.00	8.25	-83.24	62.83	0.02	0.00	14.90
35.00	8.50	-63.81	77.74	0.02	0.00	14.90
36.00	8.75	-82.88	-76.30	0.02	0.00	14.90
37.00	9.00	-98.23	-61.39	0.02	0.00	14.90
38.00	9.25	-109.85	-46.49	0.02	0.00	14.90
39.00	9.50	-117.75	-31.58	0.02	0.00	14.90
40.00	9.75	-121.91	-16.68	0.02	0.00	14.90
41.00	10.00	-122.36	-1.77	0.01	0.00	14.67
42.00	10.25	-119.13	12.89	0.01	0.00	13.48
43.00	10.50	-112.54	26.38	0.01	0.00	12.06
44.00	10.75	-102.93	38.43	0.01	0.00	10.64
45.00	11.00	-90.66	49.07	0.01	0.00	9.21
46.00	11.25	-76.09	58.28	0.01	0.00	7.79
47.00	11.50	-59.57	66.08	0.01	0.00	6.37
48.00	11.75	-41.46	72.44	0.01	0.00	4.95
49.00	12.00	-22.12	77.39	0.01	0.00	3.52
50.00	12.25	-1.89	80.91	0.01	0.00	2.10
51.00	12.50	18.87	83.01	0.01	40.73	0.58
52.00	12.75	38.71	79.39	0.01	60.98	0.00
53.00	13.00	56.04	69.31	0.01	68.28	0.00
54.00	13.25	70.51	57.90	0.01	71.43	0.00
55.00	13.50	82.00	45.95	0.01	71.85	0.00
56.00	13.75	90.48	33.92	0.01	70.24	0.00
57.00	14.00	96.02	22.16	0.00	67.04	0.00
58.00	14.25	98.76	10.94	0.00	62.58	0.00
59.00	14.50	98.87	0.46	0.00	57.09	0.00
60.00	14.75	96.59	-9.10	0.00	50.76	0.00
61.00	15.00	92.19	-17.60	0.00	43.76	0.00
62.00	15.25	85.96	-24.93	0.00	36.18	0.00
63.00	15.50	78.21	-30.99	0.00	28.12	0.00
64.00	15.75	69.29	-35.70	0.00	19.63	0.00
65.00	16.00	59.54	-38.99	0.00	10.75	0.00
66.00	16.25	49.34	-40.79	0.00	1.49	0.00
67.00	16.50	39.08	-41.04	0.00	-8.14	0.00
68.00	16.75	29.17	-39.67	0.00	-18.16	0.00
69.00	17.00	20.01	-36.63	0.00	-28.59	0.00
70.00	17.25	12.05	-31.84	0.00	-39.47	0.00
71.00	17.50	5.74	-25.23	0.00	-50.81	0.00
72.00	17.75	1.56	-16.72	0.00	-62.65	0.00
73.00	18.00	0.00	-6.23	0.00	-75.01	0.00

ÖZGEÇMİŞ

Onur BAŞESKİ, 23 Ağustos 1982 tarihinde İstanbul’da doğdu. Orta ve lise öğrenimini 2001 yılında Kadıköy Anadolu Lisesi’nde; yüksek öğrenimini 2005 yılında İ.T.Ü İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde tamamladı. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri İnşaat Fakültesi Geoteknik Mühendisliği yüksek lisans programına kayıt oldu.