

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KONİ PENETRASYON DİRENCİ İLE STANDART PENETRASYON DENEYİ
SAYISI ARASINDAKİ GEÇİŞ İLİŞKİSİNİN OTURMALAR AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hande GÜNDOĞDU

HAZİRAN 2010

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KONİ PENETRASYON DİRENCİ İLE STANDART PENETRASYON DENEYİ
SAYISI ARASINDAKİ GEÇİŞ İLİŞKİSİNİN OTURMALAR AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

İnş. Müh. Hande GÜNDOĞDU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İnşaat Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.05.2010
Tezin Savunma Tarihi : 09.06.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bayram Ali UZUNER
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Zekai ANGIN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Fikri BULUT**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

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

'Koni Penetrasyon Direnci ile Standart Penetrasyon Deneyi Sayısı Arasındaki Geçiş İlişkisinin Oturmalar Açısından İncelenmesi' adlı bu çalışmayı bana öneren, tez çalışmam süresince bilgi, görüş ve önerilerinden yararlandığım ayrıca tez danışmanlığımı üstlenerek bana her konuda yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bayram Ali UZUNER'e ve Arş. Gör. Ümit ÇALIK'a teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca destek ve sevgileriyle yanımda olan aileme ve eşime sonsuz sevgilerimi sunar, bu çalışmanın bilim ve uygulama alanında çalışanlara faydalı olmasını dilerim.

Hande GÜNDOĞDU
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Temellerin Tanımı ve Sınıflandırılması.....	2
1.3. Temellerin Sağlaması Gereken Koşullar.....	5
1.3.1. Taşıma Gücü Koşulu.....	6
1.3.2. Oturma Koşulu.....	8
1.3.2.1. Zemin Cinslerine Göre Oturmalar.....	9
1.3.2.2. Oturma Terimleri ve Ölçütleri.....	10
1.3.2.3. Oturma Nedenleri.....	12
1.3.2.4. Oturma Tipleri ve Zararları.....	12
1.3.3. Ekonomik Olma Koşulu.....	13
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	14
2.1. Temel Oturmalarının Tahmininde Kullanılan Yöntemler.....	14
2.1.1. Suya Doygun Kohezyonlu Zeminlerin Oturması.....	14
2.1.2. Kohezyonsuz (Taneli) Zeminlerin Oturması.....	18
2.1.2.1. Arazi Deneylerine Dayanan Yöntemler.....	18
2.1.2.1.1. Plaka Yükleme Deneyi.....	19
2.1.2.1.2. Standart Penetrasyon Deneyi.....	21
2.1.2.1.3. Koni Penetrasyon Deneyi.....	27
2.1.2.1.4. Presiyometre Deneyi.....	33
2.2. Tekil Temel Sisteminin ve Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Standart Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması.....	37

2.2.1.	Tekil Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması	37
2.2.2.	Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması	41
2.3.	Tekil Temel Sisteminin ve Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Koni Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması	43
2.3.1.	Zeminde Gerilme Dağılışı.....	43
2.3.1.1.	Nokta (Tekil) Yük	44
2.3.1.2.	Üniform Şerit Yük	45
2.3.1.3.	Üniform Yüklü Dikdörtgen Alan	45
2.3.2.	Sığ (Yüzeysel) Temel Sistemleri Altında Meydana Gelen Oturmaların Koni Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması	47
2.3.2.1.	Bir Tekil Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması.....	48
2.3.2.2.	Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması	54
3.	BULGULAR	57
3.1.	Tekil Temel Sistemi Oturmalarının Hesaplanması	57
3.2.	Şerit Temel Sistemi Oturmalarının Hesaplanması	84
4.	İRDELEME	93
5.	SONUÇLAR	96
6.	ÖNERİLER	97
7.	KAYNAKLAR	98
8.	EKLER	101
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Geoteknik Mühendisliğinde zemini derinlemesine incelemek için laboratuvar ve arazi deneyleri yapılmaktadır. Taneli zeminlerden örselenmemiş örnek alma zorluğu, hatta olanaksızlığı nedeniyle, böyle zeminlerde arazi deneylerine gereksinim duyulmaktadır. Başlıca arazi deneyleri; Standart Penetrasyon Deneyi, Koni Penetrasyon Deneyi, Plaka Yükleme Deneyi ve Presiyometre Deneyleridir. Bu deneylerin parametreleri arasında çeşitli bağıntılar bulunmaktadır. Bu çalışmada Standart Penetrasyon Deneyi Sayısı (SPT) ve Koni Penetrasyon Direnci (q_c) arasında bulunan $q_c=400N$ (Uluslar arası sistemde, SI) Bağıntısı, sığ temel sistemlerinin oturmaları kullanılarak incelenmiştir. Yapılan hesaplamalarda, Standart Penetrasyon Deneyi ile oturma hesaplarında Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemlerinin(SPT Grubu), Koni Penetrasyon Deneyi ile oturma hesaplarında Buisman-De Beer ve Schmertmann Yöntemlerinin (CPT Grubu) literatürde gözlenen oturmalarla daha uyumlu olmaları dikkate alınarak, bu yöntemler kullanılmıştır.

Bu çalışmada, 1. Kısımda temeller, temellerin sağlaması gereken koşullar, temellerin oturmaları vb. genel bilgiler özetlenmiştir. 2. Kısımda oturma tahmin yöntemleri, arazi deneylerine dayanan yöntemler, tekil ve bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemlerinde Terzaghi-Peck, Meyerhof, Buisman-De Beer ve Schmertmann Yöntemleri ile oturmaların hesaplanmasına ait bilgisayar programları geliştirilmiş ve akış mantıkları verilmiştir. 3. Kısımda konuyla ilgili tekil temel ve bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemlerinde tipik sayısal örnekler çözülmüş, oturma değerleri tablolar ve şekiller ile gösterilmiştir. 4. Kısımda bulgular irdelenmiş, 5. Kısımda çalışmadan elde edilen sonuçlar açıklanmış, 6. Kısımda ileriki çalışmalar için öneriler sunulmuş, 7. Kısımda kaynaklar ve 8. Kısımda çalışmada kullanılan bilgisayar programlarının listeleri verilmiştir.

Çözülen örneklerde, tekil temel sisteminde CPT grubu, SPT grubundan daha küçük değerler verdi. Ortalama izafi hata %65'dir. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminde CPT grubu SPT grubundan daha büyük sonuçlar verdi. Ortalama izafi hata %53'dür. Böylece $q_c=400N$ geçiş ilişkisinin oturmalar açısından düzeltilmesi gerektiği anlaşılır.

Anahtar Kelimeler: Arazi Deneyleri, Temellerin Oturması, Standart Penetrasyon Deneyi, Koni Penetrasyon Deneyi, Oturma Tahmin Yöntemleri

SUMMARY

Examining the Correlation Between Standard Penetration Test Number and Cone Penetration Resistance by Using Settlement of Shallow Foundations.

In Geotechnical Engineering, laboratory and field tests are used in order to investigate soil with depth. In cohesionless soils, it is too difficult or impossible to take undisturbed samples, because of these reasons field tests are needed in this kind of soils. Basic field tests are Standard Penetration Test, Cone Penetration Test, Plate Loading Test and Pressuremeter Test. There are some correlations between parameters of these tests. In this study, $q_c=400N$ (International System, SI) correlation between Standard Penetration Test Number (SPT-N) and Cone Penetration Resistance (q_c) is examined by using settlement of shallow foundations. In calculations done, it seems in literature that Terzaghi-Peck and Meyerhof Methods (SPT Group) for Standard Penetration Test, Buisman-De Beer and Schmertmann Methods (CPT Group) for Cone Penetration Test are giving more suitable settlement values than other methods.

In this study, in 1st part; information about foundations, condition for foundations, settlements of foundations, etc. are given. In 2nd part; estimation methods of settlements, methods based on field tests, the flow logics of computer programs written for calculating of the settlements at spread and one-way strip footing system by using Terzaghi-Peck, Meyerhof, Buisman-De Beer and Schmertmann Methods are given. In 3rd part; typical numerical examples for spread and one-way strip footing system are solved and the results are given with tables and figures. In 4th part; comparison of results, in 5th part; some results of this study are explained, in 6th part; suggestion for future studies are given, in 7th part; references are given and in 8th part the listing of computer programs which are used in this study are given.

In solved examples, CPT group gives smaller values than SPT group in spread footing system. Average relative error is 65%. In one-way strip footing system CPT group gives greater values than SPT group. Average relative error is 53%. Thus, it is clear that $q_c=400N$ (SI) correlation in terms of the settlement must be corrected.

Key Words: Field Tests, Settlement of Foundations, Standard Penetration Test, Cone Penetration Test, Estimation Methods for Settlements

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Temellerin sınıflandırılması.....	2
Şekil 2. Tipik tekil temel tipleri	3
Şekil 3. Tipik şerit temel tipleri	3
Şekil 4. Tipik bir radye temel	4
Şekil 5. Kazıklı temel.....	5
Şekil 6. Emin taşıma gücünün belirlenme yöntemlerinin sınıflandırılması.....	6
Şekil 7. Terzaghi taşıma gücü teorisi	7
Şekil 8. Tipik bir temelin oturması	8
Şekil 9. Suya doymun killi (kohezyonlu) zeminlerde, oturma-zaman ilişkisi	10
Şekil 10. Kohezyonsuz zeminlerde, oturma-zaman ilişkisi	10
Şekil 11. Oturma terimleri	11
Şekil 12. Yapılarda üç tip oturma şematik olarak gösterilmesi	13
Şekil 13. Konsolidasyon oturması	15
Şekil 14. Plaka Yükleme Deneyi düzeni	19
Şekil 15. Standart Penetrasyon Deney şeması ve SPT kaşığı	21
Şekil 16. Tipik SPT-N derinlik ilişkisi	23
Şekil 17. Düzeltme faktörü	23
Şekil 18. Terzaghi-Peck korelasyonu	25
Şekil 19. Tipik bir temel, yer altı suyu ilişkisi	25
Şekil 20. Delft tipi sonda	28
Şekil 21. Sürtünme ceketli sonda (Begemann tipi).....	29
Şekil 22. Tipik $q_c - z$ ve $f_s - z$ ilişkileri	29
Şekil 23. Schmertmann düşey deformasyon etki faktörü	32
Şekil 24. Presiyometre deney düzeni	33
Şekil 25. Tipik bir hacim – basınç ilişkisi	34
Şekil 26. Tipik bir p_1-z ve E_p-z ilişkisi	35
Şekil 27. Genel bir tekil temel sistemi	37
Şekil 28. Tekil temelin oturması	37

Şekil 29.	Terzaghi-Peck korelasyonu ile denklemlerden elde edilen eğrilerin gösterimi	39
Şekil 30.	Düzeltilme faktörü için elde edilen denklem yardımıyla çizilen eğrinin gösterimi	40
Şekil 31.	Terzaghi-Peck Yöntemi ile tekil temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması	40
Şekil 32.	Meyerhof yöntemi ile tekil temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması	41
Şekil 33.	Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi	41
Şekil 34.	Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi taban basınç dağılışı	42
Şekil 35.	Terzaghi-Peck yöntemi ile bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması	42
Şekil 36.	Meyerhof yöntemi ile bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması	43
Şekil 37.	Nokta (tekil) yük	44
Şekil 38.	Üniform şerit yük	45
Şekil 39.	Üniform yüklü dikdörtgen alan	46
Şekil 40.	Dikdörtgen alan içinde ve dışındaki noktalar	46
Şekil 41.	Dikdörtgene eşdeğer daire	47
Şekil 42.	Tekil temel yükünün üniform yayılı yük gibi düşünülmesi	48
Şekil 43.	Üniform yayılı yüzey yükü kabulü	48
Şekil 44.	Genel bir tekil temel sistemi	49
Şekil 45.	Tekil temelin oturması	49
Şekil 46.	Tekil temel altında taban basıncından oluşan gerilme dağılışı	49
Şekil 47.	Komşu tekil temellerin gerilme etkileşimi	50
Şekil 48.	Herhangi bir temel ve komşu temelleri	50
Şekil 49.	(i, j) temel boyutları	51
Şekil 50.	(i, j+1) temel boyutları	51
Şekil 51.	Bir tekil temel sisteminin oturmalarının Buisman-De Beer yöntemi ile hesabının akış mantığı	52
Şekil 52.	Bir tekil temel sisteminin oturmalarının Schmertmann yöntemi ile hesabının akış mantığı	53
Şekil 53.	Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi	54
Şekil 54.	Şerit temel sistemi taban basınç dağılışı	54
Şekil 55.	Komşu şerit temellerin gerilme etkileşimi	54

Şekil 56.	Bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının Buisman-De Beer yöntemi ile hesabının akış mantığı	55
Şekil 57.	Bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının Schmertmann yöntemi ile hesabının akış mantığı	56
Şekil 58.	1. Örneğe ait bilgiler	57
Şekil 59.	1. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi.....	59
Şekil 60.	1. Örnekte II noktasında SPT N-derinlik ilişkisi	60
Şekil 61.	1. Örnekte III noktasında SPT N-derinlik ilişkisi	60
Şekil 62.	1. Örnekte IV noktasında SPT N-derinlik ilişkisi.....	61
Şekil 63.	1. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi	62
Şekil 64.	1. Örnekte II noktasında q_c -derinlik ilişkisi.....	62
Şekil 65.	1. Örnekte III noktasında q_c -derinlik ilişkisi	63
Şekil 66.	1. Örnekte IV noktasında q_c -derinlik ilişkisi	63
Şekil 67.	1. Örnekteki A1234 eksenini boyunca toplam oturma profili	64
Şekil 68.	1. Örnekteki B1234 eksenini boyunca toplam oturma profili	65
Şekil 69.	1. Örnekteki C1234 eksenini boyunca toplam oturma profili	65
Şekil 70.	1. Örnekteki D1234 eksenini boyunca toplam oturma profili	66
Şekil 71.	1. Örnekteki 1ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	66
Şekil 72.	1. Örnekteki 2ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	67
Şekil 73.	1. Örnekteki 3ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	67
Şekil 74.	1. Örnekteki 4ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	68
Şekil 75.	2. Örneğe ait bilgiler	68
Şekil 76.	2. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi.....	70
Şekil 77.	2. Örnekte II noktasında SPT N-derinlik ilişkisi	70
Şekil 78.	2. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi	71
Şekil 79.	2. Örnekte II noktasında q_c -derinlik ilişkisi.....	72
Şekil 80.	2. Örnekte 1ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	73
Şekil 81.	2. Örnekte 2ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	73
Şekil 82.	2. Örnekte 3ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	74
Şekil 83.	2. Örnekte 4ABCD eksenini boyunca toplam oturma profili	74
Şekil 84.	2. Örnekte A1234 eksenini boyunca toplam oturma profili	75
Şekil 85.	2. Örnekte B1234 eksenini boyunca toplam oturma profili.....	75
Şekil 86.	2. Örnekte C1234 eksenini boyunca toplam oturma profili.....	76
Şekil 87.	2. Örnekte D1234 eksenini boyunca toplam oturma profili	76

Şekil 88.	3. Örneğe ait bilgiler	77
Şekil 89.	3. Örnekte I noktasında SPT N- derinlik ilişkisi	78
Şekil 90.	3. Örnekte I noktasında q_c - derinlik ilişkisi	79
Şekil 91.	3. Örnekte 1ABCD ekseni boyunca toplam oturma profili	81
Şekil 92.	3. Örnekte 2ABCD ekseni boyunca toplam oturma profili	81
Şekil 93.	3. Örnekte 3ABCD ekseni boyunca toplam oturma profili	82
Şekil 94.	3. Örnekte 4ABCD ekseni boyunca toplam oturma profili	82
Şekil 95.	3. Örnekte A1234 ekseni boyunca toplam oturma profili	83
Şekil 96.	3. Örnekte B1234 ekseni boyunca toplam oturma profili.....	83
Şekil 97.	3. Örnekte C1234 ekseni boyunca toplam oturma profili.....	84
Şekil 98.	3. Örnekte D1234 ekseni boyunca toplam oturma profili	84
Şekil 99.	1. Örneğe ait bilgiler	85
Şekil 100.	1. Örnekte I noktasına ait SPT N-derinlik ilişkisi	86
Şekil 101.	1. Örnekte I noktasına ait q_c -derinlik ilişkisi	87
Şekil 102.	1. Örnekte T1234 ekseni boyunca toplam oturma profili	88
Şekil 103.	2. Örneğe ait bilgiler	89
Şekil 104.	2. Örnekte I noktasına ait SPT N-derinlik ilişkisi	90
Şekil 105.	2. Örnekte I noktasına ait q_c -derinlik ilişkisi	91
Şekil 106.	2. Örnekte T1234 ekseni boyunca toplam oturma profili.....	92

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	SPT ve CPT'nin karşılaştırılması.....	1
Tablo 2.	Temel şekil katsayıları	8
Tablo 3.	Betonarme binalar için izin verilebilir oturma değerleri.....	9
Tablo 4.	Tekil temel sistemi ile ilgili bilgiler (Bkz. Şekil 58).....	58
Tablo 5.	1. örnekte I, II, III ve IV noktalarında SPT N-derinlik ilişkileri	59
Tablo 6.	1. Örnekte I, II, III ve IV noktalarında q_c -derinlik ilişkileri	61
Tablo 7.	1. örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturumaları	64
Tablo 8.	2. Örneğe ait bilgiler	69
Tablo 9.	2. Örnekte I ve II noktalarında SPT N-derinlik ilişkileri	69
Tablo 10.	2. Örnekte I ve II noktalarında q_c -derinlik ilişkileri.....	71
Tablo 11.	2. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturumaları	72
Tablo 12.	3. Örneğe ait bilgiler	77
Tablo 13.	3. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkileri	78
Tablo 14.	3. Örnekte I ve II noktalarında q_c -derinlik ilişkileri.....	79
Tablo 15.	3. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturumaları	80
Tablo 16.	1. Örneğe ait bilgiler	85
Tablo 17.	1. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi	86
Tablo 18.	1. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi	87
Tablo 19.	1. örnekte temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturumaları	88
Tablo 20.	2. Örneğe ait bilgiler	89
Tablo 21.	2. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi	90
Tablo 22.	2. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi	91
Tablo 23.	2. örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturumaları	92

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Temel taban alanı
B	: Temel genişliği veya çap
C	: Sıkışma sabiti
c	: Temel zeminin kohezyonu
E	: Elastisite modülü
e	: Boşluk oranı
H	: Tabaka kalınlığı
N	: Standart penetrasyon deneyinde vuruş sayısı
Q	: Tekil yük
q	: Temel taban basıncı
t	: Yıl olarak oturmanın hesaplandığı süre
z	: Derinlik
a_v	: Sıkışma sayısı
B_p	: Plaka genişliği
B_x, B_y	: Temel boyutları
C_c	: Sıkışma indisi
C_N	: Düzeltme faktörü
C_1	: Temel derinliği faktörü
C_2	: Amirik krip (akma) faktörü
c_v	: Konsolidasyon katsayısı
c_α	: İkincil (sekonder) konsolidasyon katsayısı
D_f	: Temel derinliği
E_p	: Presiyometre deformasyon modülü
e_0	: Oturan tabakanın yüklemeden önceki boşluk oranı
f_s	: Yan sürtünmesi
G_s	: Güvenlik sayısı
I_z	: Deformasyon etki faktörü
k_1, k_2	: Temel şekil katsayısı
l_x, l_y	: Kolon açıklıkları

m_v	: Hacimsel sıkışma katsayısı
K_B	: Boussinesq etki faktörü
N_c, N_q, N_γ	: Taşıma gücü katsayıları
p_0'	: Temel taban düzeyindeki efektif gerilme
$Q_{sınır}$: Temel göçmesine veya temel zemininin kırılmasına neden olan yük
q_c	: Koni uç penetrasyon direnci
q_{emin}	: Emin taşıma gücü (zemin emniyet gerilmesi)
$q_{sınır}$: Sınır taşıma gücü
q_{net}	: Temel taban düzeyindeki net taban basıncı
q_a	: İzin verilebilir taşıma basıncı
t_1	: Birincil konsolidasyon başlangıcından itibaren birincil konsolidasyon sonuna kadar geçen süre
t_2	: Birincil konsolidasyon başlangıcından itibaren ikincil konsolidasyon hesaplanmasının istenildiği ana kadar geçen süre
β	: Açısal distorsiyon
δ	: Farklı oturma
ΔH	: Mutlak oturma
ΔH_a	: İzin verilebilir oturma
ΔH_i	: Ani (ilk, elastik) oturma
ΔH_c	: Birincil (primer) konsolidasyon oturması
ΔH_s	: İkincil (sekonder) konsolidasyon oturması
ΔH_t	: Temelin oturması
ΔH_p	: Yükleme plakasının oturması
ΔH_∞	: Son (nihai) konsolidasyon oturması
Δz	: Düşünülen tabaka kalınlığı
ϕ	: İçsel sürtünme açısı
γ	: Temel zemininin birim hacim ağırlığı
ν	: Poisson oranı
$\Delta \sigma'$: Yüklemeden dolayı tabaka ortasındaki efektif gerilme artışı
σ_0'	: Oturan tabaka ortasındaki yükleme öncesi düşey efektif gerilme
σ_z	: Düşey gerilme

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Geoteknik Mühendisliğinde, zemini incelemek için laboratuvar ve arazi deneyleri yapılmaktadır. Arazi deneyleri ile zemin yerinde, doğal durumunda deneye tabi tutulur. Gerek laboratuvar deneylerinin, gerekse arazi deneylerinin birbirlerine göre üstün yanları olsa da; bunlar birbirlerini tamamlayan çalışmalardır. Özellikle kohezyonsuz zeminlerden örselenmemiş örnek alınamamaktadır [1]. Bu nedenle kohezyonsuz zeminler için en doğru değerler, arazi deneyleri ile elde edilmektedir. Belli başlı arazi deneyleri; Plaka Yükleme Deneyi, Standart Penetrasyon Deneyi, Koni Penetrasyon Deneyi, Presiyometre Deneyi, Vida Plaka Yükleme Deneyi vb. dir. En yaygın olarak kullanılan arazi deneyleri Standart Penetrasyon ve Koni Penetrasyon deneyleridir. Bu iki deneyin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmakta olup, Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. SPT ve CPT’nin karşılaştırılması

Standart Penetrasyon Deneyi	Koni Penetrasyon Deneyi
Sondaj kuyusu var.	Sondaj kuyusu yok.
Zeminin düşey kesiti öğrenilir.	Zeminin düşey kesiti öğrenilemez.
Zeminden örselenmemiş örnek alınabilir.	Zeminden örselenmemiş örnek alınamaz.
Dinamik arazi deneyidir.	Statik arazi deneyidir.
Daha yavaş ve pahalıdır.	Daha hızlı ve ekonomiktir.

Standart Penetrasyon ve Koni Penetrasyon Deney sonuçları kullanılarak zeminin taşıma gücü, oturma değerleri vb. elde edilebilir. Meyerhof, Standart Penetrasyon Deney sonuçları ile Koni Penetrasyon Deney sonuçları arasında, Bağıntı (1)’deki gibi bir ilişki önermiştir.

$$q_c = 400N \quad (1)$$

Burada, N : Standart Penetrasyon vuruş sayısını (birimsiz), q_c : Koni Penetrasyon direncini (kN/m^2) göstermektedir.

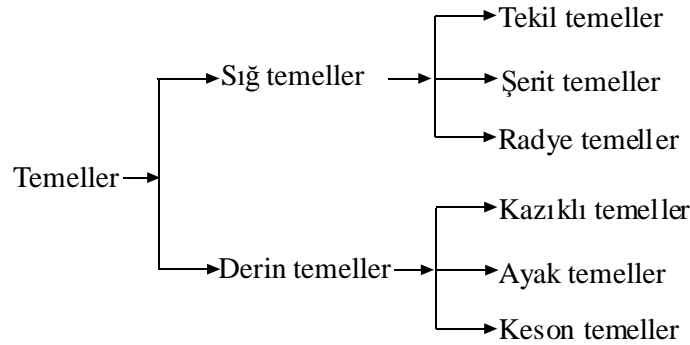
Bağıntı (1)'in özgün biçimi $q_c=4N$ dir. Bu özgün biçimde, q_c 'nin birimi kg/cm^2 'dir.

Bağıntı (1) kullanılarak elde edilen sonuçlar, zeminin taşıma gücü ve oturma değerleri hesaplarında kullanılabilir. Bu ampirik ilişkinin doğruluğu, taneli zeminlerdeki sığ temel sistemlerinin oturmaları kullanılarak araştırılmıştır.

1.2. Temellerin Tanımı ve Sınıflandırılması

Yapıya etkileyen yükleri zemine aktaran elemanlara, temeller adı verilmektedir. Yapı, insanlar tarafından inşa edilen, zeminle ilişkisi olan, sabit herhangi bir şeydir [2]. Bina, köprü, yol, dayanma duvarı vb. yapılara örnek olarak verilebilir. Bir yapıya etkileyen yükler; düşey, yatay; sabit, hareketli; statik, dinamik vb. türde olabilmektedir. Temel Mühendisliği; yapılara etkimekte olan yükleri, ekonomik olarak aşırı deformasyonları önleyecek şekilde zemine aktarma sanatı olarak tanımlanmaktadır [3].

Temel zemini; yapı yüklerini doğrudan veya temeller vasıtasıyla taşıyan zemin ortamıdır. Yapı yüklerinin doğrudan taşınması (toprak baraj gibi) durumunda, temel zemini temel olarak ta adlandırılmaktadır. Yapı yüklerinin temeller vasıtasıyla aktarılması durumunda, temel zemini ile temel arasında, ayrılmaz, karşılıklı bir etkileşim söz konusudur. Temeller, Şekil 1'deki gibi sınıflandırılmaktadır.

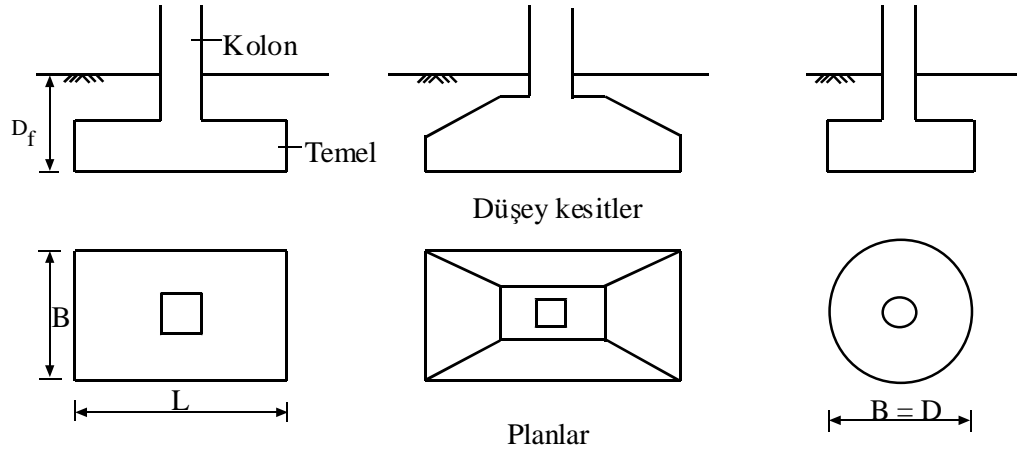


Şekil 1. Temellerin sınıflandırılması

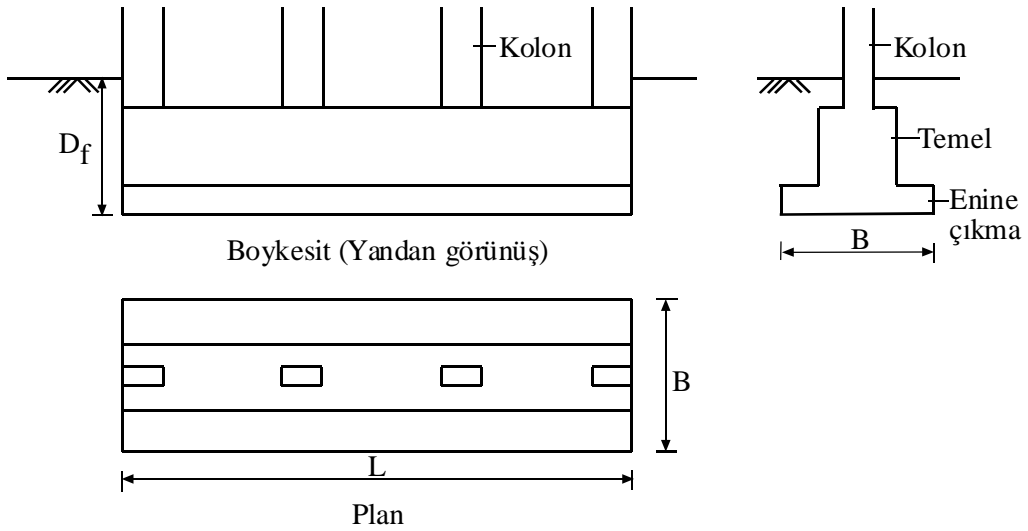
Sığ temeller; yapı yüklerini yapının hemen altındaki zemin yüzüne yakın tabakalara aktaran temellerdir [4]. Sığ temellerde temel derinliği / temel genişliği, D_f/B oranı 1'e eşit

veya 1'den küçüktür [5, 6]. Bu tür temel sürşarj tabakasının kayma mukavemetinin, sınır (nihai) taşıma gücü yanında ihmal edilebildiği temellerdir [7]. Sığ temeller, tekil (münferit), şerit ve radye temeller olmak üzere üçe ayrılmaktadırlar. Tekil temeller planda, kare, daire, dikdörtgen, vb. biçimli olabilmekte ve her biri bir kolon taşımaktadır.

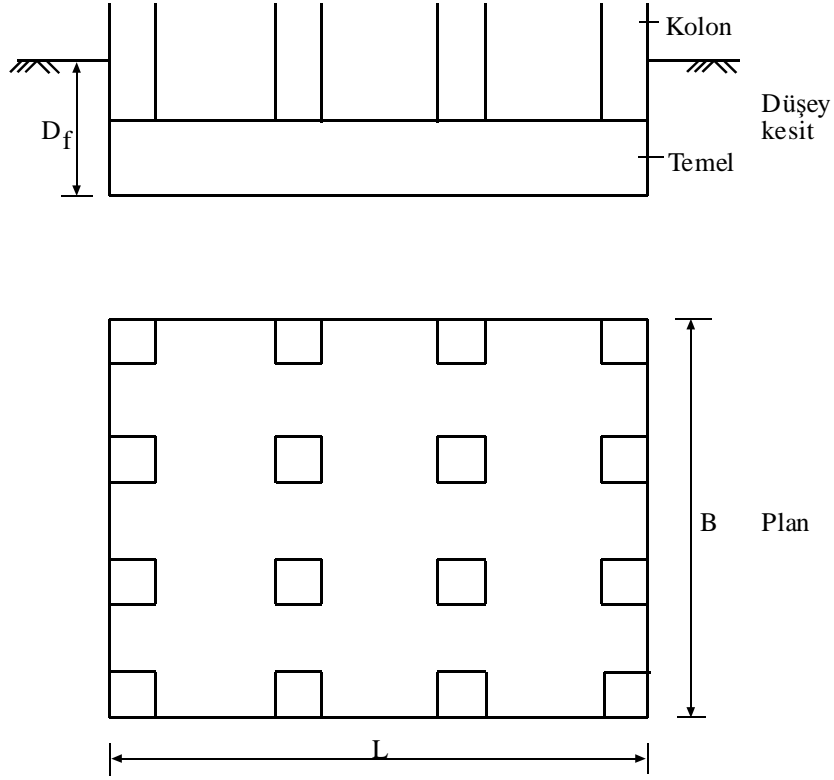
Şerit temeller, taşıyıcı duvar altında (duvar altı şerit temel) veya birden çok kolon altında (kolon altı şerit temeller) olabilmekte, radye temeller ise, yapının planda tüm alanını kaplayan temeller (düz veya kirişli) olarak yapılabilmektedir(Şekil 2, 3, 4).



Şekil 2. Tipik tekil temel tipleri [1].



Şekil 3. Tipik şerit temel tipleri [1].



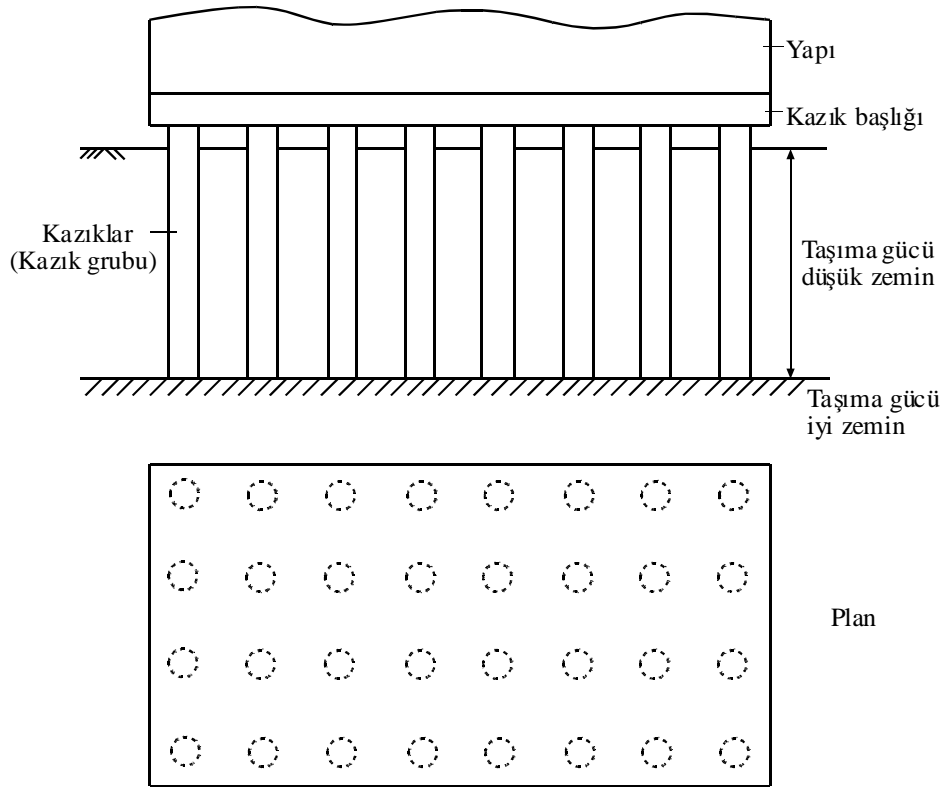
Şekil 4. Tipik bir radye temel [1].

Taşıma gücü elverişsiz olan zeminlerde, yüzeye yakın zeminler yapı yüklerini taşıyamıyorsa, yapı yüklerini derindeki sağlam zeminlere aktaran temellere derin temeller adı verilmekte ve bu temellerde, D_f/B oranı genellikle 5'den büyük olup 20'ye bile ulaşabilmektedir [6]. Derin temeller; kazıklı, ayak ve keson temeller olarak üç grupta incelenebilmektedirler. Kazıklı temeller; yapı yüklerini derinlerdeki sağlam tabakalara aktarmak amacıyla, kazıklardan oluşan temel sistemleridir. Kazık; uzun, silindirik veya prizmatik; ahşap, beton(arme), çelik, vb. elemandır. Kazıklar; hazır olarak zemine çakılırlar, ya da silindirik bir boşluk oluşturulmasıyla, betonarme olarak inşa edilirler.

Kazıklı temel yapımına her zaman, taşıma gücü ve oturma açılarından elverişsiz yüzey zeminlerinin varlığı neden olmamaktadır. Yer altı veya yüzey suyunun olması durumlarında, özellikle akarsu, vb. etkilerle, temel çevresinde oyulma vb. olayların önlenmesinde kazıklı temel yapımına gidilmektedir (Şekil 5).

Ayak temel; yerinde oluşturulan, çapı (1-3 m) olan kazık anlamına gelmektedir. Bazen birkaç kazıktan oluşan kazık grubu yerine, büyük çaplı bir kazık, yani ayak inşa etmek uygun olabilmektedir. Ayaklar, genellikle taşıma gücü yüksek tabakaya oturmaktadırlar.

Keson temeller; yuvarlak, dikdörtgen vb. kesitli, kutu biçimli elemanlar olup zeminde istenilen derinliğe indirilmekte veya suda dip zemine oturtulmaktadır. Yapı yüklerinin aktarılacak istenildiği taşıma gücü iyi olan tabakanın çok derinde olmadığı (5-10 m) özellikle de yer altı suyunun mevcut olması durumlarında, temel çukurunun kuru tutulması, kaplanması vb. nedenlerle açık kazılarla inşaat yapmak çok zor ve pahalı olmaktadır. Böyle durumlarda, keson temel atmak tercih edilmektedir. Açık uçlu, kapalı uçlu ve basınçlı (pnömatik) olmak üzere üç tip keson bulunmaktadır.



Şekil 5. Kazıklı temel [1].

1.3. Temellerin Sağlaması Gereken Koşullar

Temellerin, aynı anda, taşıma gücü, oturma ve ekonomik olma gibi üç koşulu sağlaması gerekmektedir.

1.3.1. Taşıma Gücü Koşulu

Temel zemininde, üzerine etkiyen yükler altında, kayma kırılması oluşmamalı ve kırılma olayına karşı bir güvenlik olmalıdır. Zemine aktarılan yükleri temel veya temel sistemi güvenli bir şekilde taşımalıdır.

Temel taban basıncının en büyük değerinin, zeminin emin taşıma gücünden küçük olması gerekmektedir.

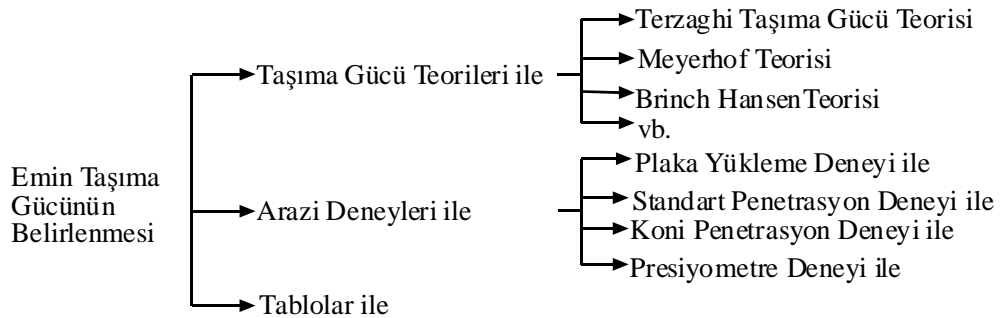
$$q_{\max} \leq q_{\text{emin}} \quad (2)$$

Emin taşıma gücü, q_{emin} : zeminde kırılma meydana gelmeden ve yapıya zarar verebilecek oturmalar oluşmadan, temel zemininin güvenlikle taşıyabileceği basınç değeridir.

$$q_{\text{emin}} = \frac{q_{\text{sınır}}}{G_s} \quad (3)$$

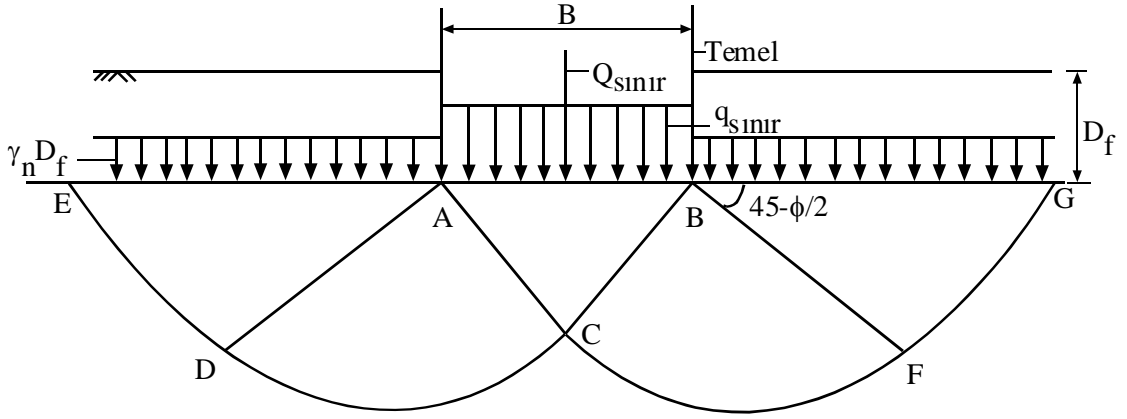
Burada, $q_{\text{sınır}}$: sınır taşıma gücünü, G_s : taşıma gücü için 2-5 arasında değişen güvenlik sayısını göstermektedir.

Emin taşıma gücünün belirlenmesi için birçok yöntem ve deney bulunmaktadır. Bunlar Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. Emin taşıma gücünün belirlenme yöntemlerinin sınıflandırılması

Birbirine benzeyen bu teorilerden Terzaghi Taşıma Gücü Teorisi [6], aşağıda açıklanmıştır. Terzaghi Taşıma Gücü formülü, şerit temel (iki boyutlu koşullar) için, aşağıdaki kabuller yapılarak çıkarılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Terzaghi taşıma gücü teorisi [6].

1. Zemin, homojen, izotrop, yarı sonsuzdur.
2. AB tabanı tam sürtünmelidir.
3. Temel tabanı altında, ABC zemin üçgen kaması meydana gelmektedir. Bu kama, temelle birlikte, aşağıya doğru hareket eder ve $CAB = CBA = \phi$ 'dir.
4. CD, CF kırılma yüzey kısımları, logaritmik spiraldir.
5. BFG, ADE pasif bölgeler olup, FG, DE kırılma yüzey kısımları düzlemseldir ve $FGB = FBG = 45-\phi/2$ 'dir.
6. Kırılma yüzeylerinin, temel derinliği (D_f) içindeki kısmı ihmal edilir ve bunun yerine temel taban düzeyinde, $P_0' = \gamma_n.D_f$ üniform yayılı yükün etkidiği düşünülür. Ayrıca, temel yan yüzeyleri ile zemin arasındaki sürtünmeler ihmal edilir. Zeminin genel bir zemin ($c-\phi_{zemin}$) olduğu düşünülür.

$$q_{sınır} = k_1 c N_c + P_0' N_q + k_2 \gamma B N_\gamma \quad (4)$$

Burada, $q_{sınır}$: sınır taşıma gücünü (kN/m^2), c : temel zemininin kohezyonunu (kN/m^2), γ : temel zemininin birim hacim ağırlığını (kN/m^3), B : temel genişliğini (kısaca kenar veya çap, m), P_0' : temel taban düzeyindeki efektif gerilmeyi, N_c , N_q , N_γ : taşıma gücü katsayılarını (boyutsuz olup, Tablo 2'de verilmektedir) göstermektedir.

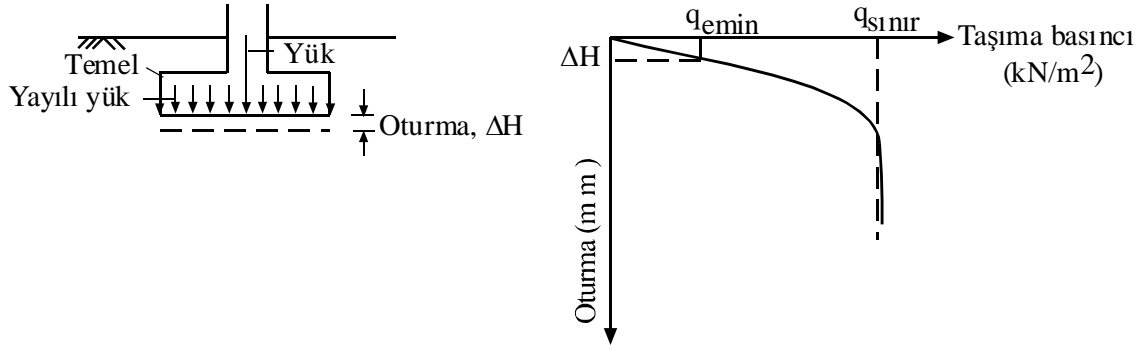
Tablo 2. Temel şekil katsayıları

Temel şekli	k_1	k_2
Şerit	1	0.5
Kare	1.2	0.4
Daire	1.3	0.3
Dikdörtgen	$1+0.2 \frac{B}{L}$	$0.5-0.1 \frac{B}{L}$

1.3.2. Oturma Koşulu

Yapıya etkiyen yükler altında temellerin mutlak veya farklı oturmaları, izin verilebilir oturma değerlerinden küçük olmalıdır. İzin verilebilir taşıma basıncı, taşıma gücü ve oturma koşulunu aynı anda sağlayan temel yüküdür. İzin verilebilir taşıma basıncının belirlenmesinde bazı durumlarda taşıma gücü koşulu, bazı durumlarda da oturma koşulları etkili olmaktadır.

$$(\Delta H, \delta, \beta)_{\text{hesaplanan}} \leq (\Delta H, \delta, \beta)_{\text{izin verilebilir}}$$



Şekil 8. Tipik bir temelin oturması

Temellerin oturmaları izin verilebilir oturmalarından küçük veya eşit olmalıdır. Tablo 3'de zeminin cinsine bağlı olarak betonarme binalar için izin verilebilir oturmalar verilmektedir.

Tablo 3. Betonarme binalar için izin verilebilir oturma değerleri

Ölçüt	Zeminin cinsi	Tekil, şerit	Radye
Açısal distorsiyon		1/300	1/300
Max. Farklı oturma	Kil Kum	40 mm 25 mm	40 mm 25 mm
Max. Mutlak oturma	Kil Kum	65 mm 40 mm	65-100 mm 40-65 mm

1.3.2.1. Zemin Cinslerine Göre Oturmalar

Yapı temellerinde oluşan düşey hareketlere oturma adı verilmektedir [2]. Yapılar yukarıya doğru (kabarma, şişme) ve yatay yönde de hareketlere maruzdur. Zeminlerin taneli bir yapıya sahip olduğu ve bir zemin bloğunun; tane, su ve havadan oluştuğu bilindiğine göre, taneler sıkışmamakta, taneler arasındaki su da sıkışmayarak dışarı çıkmak istemektedir, hava ise çok kolay sıkışmakta ve dışarı çıkmaktadır. Böylelikle zemin bloğunda azalan boşluk oranı oturmalarla sebep olmaktadır.

Oturmalar, zemin türlerine ve meydana gelme sürelerine göre iki ana grupta incelenmektedir.

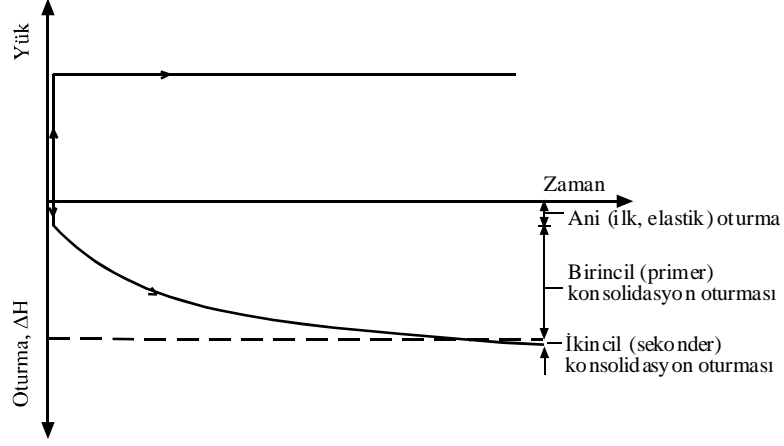
a) Suyu doygun killi zeminlerde, toplam oturma üç bileşenden meydana gelmektedir.

- Ani (ilk, elastik) oturma (ΔH_i)
- Primer konsolidasyon oturması (ΔH_c)
- Sekonder konsolidasyon oturması (ΔH_s)

Ani (ilk, elastik) oturma: Yük uygulanır uygulanmaz, zeminin düşük geçirimsizliğinden dolayı, hacim değişikliği olmaksızın ($\Delta V=0$, poisson oranı $\nu=0.5$) meydana gelen oturmalarlardır.

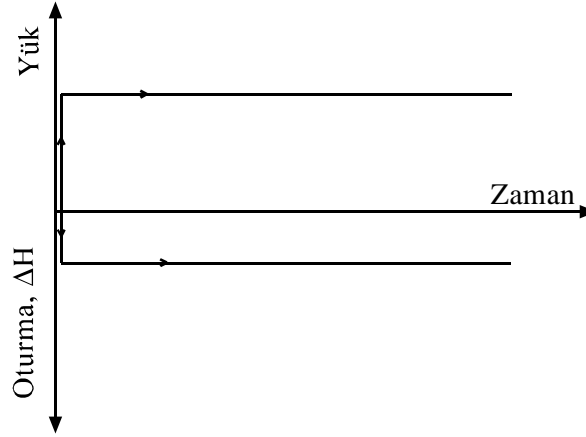
Birincil konsolidasyon oturması: Zeminde meydana gelen ek gerilmeler nedeniyle yaratılan boşluk suyu basıncının etkisiyle, zemin boşluklarındaki suyun bir kısmının dışarı çıkması ve boşluk hacminin azalması sonucu zamanla meydana gelen oturmalarlardır.

İkincil konsolidasyon oturması: Birincil konsolidasyon oturmasının, normal olarak zeminde yaratılan ek boşluk suyu basıncının sona ermesiyle durması gerekir. Ancak araştırmalar, bazı durumlarda, ek boşluk suyu basıncının sıfır olmasından sonra da sabit efektif gerilmeler altında oturmanın çok düşük bir hızla devam ettiğini göstermiştir. Bir tür akma (krip) olayı olan bu tür oturmaya sekonder konsolidasyon oturması denilmektedir.



Şekil 9. Suyu doymun killi (kohezyonlu) zeminlerde, oturma-zaman ilişkisi

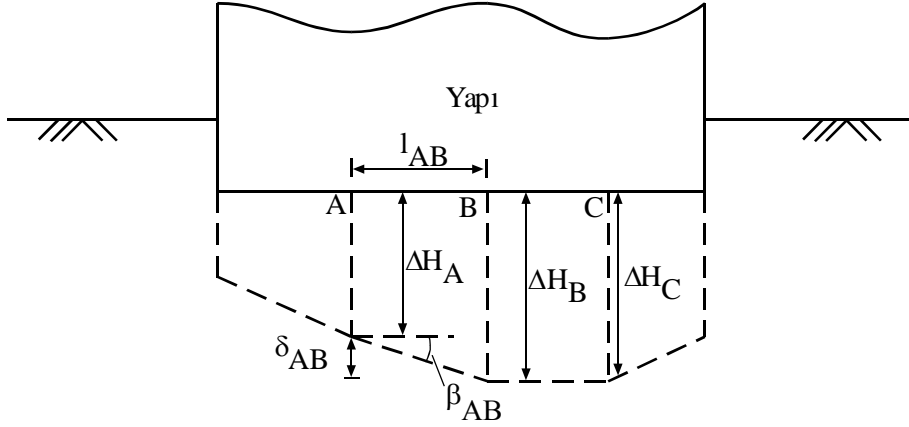
b) Taneli zeminlerde; yükün uygulanmasından hemen sonra meydana gelen ek gerilmelerin etkisiyle, taneler daha sıkı yerleşmekte ve boşluklar azalmaktadır, böylece sıklığın artması sonucu oturma meydana gelmektedir.



Şekil 10. Kohezyonsuz zeminlerde, oturma-zaman ilişkisi

1.3.2.2. Oturma Terimleri ve Ölçütleri

Mevcut yapılardaki hasar veya göçme nedenlerinin başında oturmalar, özellikle de farklı oturmalar gelmektedir [1]. Burland ve Worth [8], Burland, Broms ve De Mello [9], oturma konusunda literatürde çok değişik sembol ve terimlerin kullanıldığını belirterek, aşağıda verildiği gibi tanımlamışlardır (Şekil 11).



Şekil 11. Oturma terimleri [1].

- Mutlak oturma (Toplam oturma, ΔH) : Temel sisteminde herhangi bir noktanın düşey yer değiştirme miktarıdır. Şekil 11’de, A noktasının mutlak oturması, ΔH_A , B noktasının mutlak oturması, ΔH_B gibi.

- Farklı oturma (δ) : Birbirine komşu iki noktanın mutlak oturmaları arasındaki farka denir. Şekil 11’de, A ve B noktaları arasındaki farklı oturma, δ_{AB} , aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\delta_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A \quad (5)$$

- Açısal distorsiyon (β) : İki nokta arasındaki farklı oturmanın, aradaki uzaklığa oranı olarak tanımlanır. Şekil 11’de, A ve B noktaları arasındaki açısal distorsiyon, β_{AB} , aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\beta_{AB} = \frac{\delta_{AB}}{L_{AB}} = \frac{\Delta H_B - \Delta H_A}{L_{AB}} \quad (6)$$

Skempton ve Mcdonald [10], genel olarak tekil, şerit ve radye temellerde $\beta=1/300$ ’ün aşılmasını önermişlerdir. Mutlak oturma, farklı oturma ve açısal distorsiyon değerleri Tablo 3’de görülmektedir.

Oturma ölçütleri, yapının işlevi, taşıma sistemi, malzemesi, zemin cinsi gibi parametrelere bağlı olarak değişebilmektedir.

1.3.2.3. Oturma Nedenleri

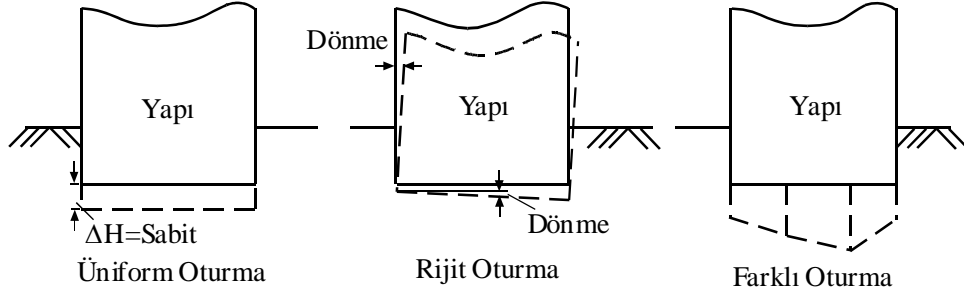
Oturma olayına çeşitli nedenler yol açar. Bunlar genel olarak aşağıdaki gibi belirtilebilmektedir [3, 11].

- Zeminin yüklenmesi
- Yer altı su düzeyinin indirilmesi
- Bitişik kazılar nedeni ile mevcut temel veya temellerin altındaki zemin durumunun bozulması
- Yeraltındaki boşluk, tünel, mağara, galeri vb. çökmesi
- Şişen zeminlerde kabarma
- Temel elemanlarının tahrip olması (sülfatlı suların betonu etkilemesi, çelik kazıkların paslanması, ahşap kazıkların çürümesi, kemirilmesi gibi)
- Don olayı
- Mevsimlik ıslanma ve kuruma olayları
- Zeminin ısınması
- Killi zeminlerde çabuk büyüyen ağaçlar
- Zeminde meydana gelen kimyasal olaylar
- vb.

1.3.2.4. Oturma Tipleri ve Zararları

Bir yapının oturması; üniform oturma, rijit oturma ve farklı oturma olmak üzere üç temel biçimde veya bunların karması biçiminde olabilmektedir [1, 4].

- a) Üniform oturma: Yapının veya temelin planda her noktasının aynı miktar oturmasından meydana gelen oturmalara diye tanımlanmaktadır (Şekil 12).
- b) Rijit dönme: Yapının rijit bir dönme yapmasından meydana gelen oturmalara denmektedir (Şekil 12).
- c) Farklı oturma: Oturma miktarları yapı tabanında noktadan noktaya farklı ise, böyle oturmalara farklı oturma (üniform olmayan oturma) denilmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Yapılarda üç tip oturma şematiği olarak gösterilmesi [1].

Ünitorm oturma yapıya doğrudan zarar vermezse de, aşağıdaki sorunları doğurur:

- Yapıya giren-çıkan yer altı borularının hasar görmesi
- Yapı çevresindeki drenaj sisteminin zarar görmesi
- Yapıya aşağı doğru bir eğimli rampayla girilmesi
- Oturmaların tamamlandığı eski yapı ile yeni yapı arasındaki seviye sorunlarının ortaya çıkması vb.

Yapıya asıl zarar veren farklı oturmalarıdır. Oturma değerleri, yapı tabanında noktadan noktaya farklıdır. Farklı oturmalar, aşağıdaki nedenlerden dolayı meydana gelebilmektedir.

- Ünitorm kalınlıktaki bir tabakada, planda veya düşey doğrultuda sıkışma özelliklerinin değişmesi
- Oturmaların meydana geldiği zemin derinliği içinde, yer yer sert veya yumuşak bölgelerin varlığı
- Gerilmelerin birbiri üzerine binmesi
- Temel büyüklüklerinin, derinliklerinin ve taban basınçlarının farklı olması, vb.

1.3.3. Ekonomik Olma Koşulu

Temellerle ilgili harcamaların toplamı, yapının toplam maliyetinin %20'lerine kadar varabilir. Temeller projelendirilirken, taşıma gücü ve oturma koşulları açısından, temellerin veya temel sisteminin, güvenli olmasını gözeterek en az harcama ile oluşturulmalıdır. Bu da uygun temel sisteminin seçimi ile sağlanır. Kabaca temel sistemlerini düşük maliyetten yüksek maliyete doğru sıralayabiliriz: Tekil temel sistemi, şerit temel sistemi (Bir doğrultuda uzanan sistem, iki doğrultuda uzanan sistem), radye, kazıklı temeldir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Temel Oturmalarının Tahmininde Kullanılan Yöntemler

2.1.1. Suyu Doygun Kohezyonlu Zeminlerin Oturması

Birinci kısımda, kohezyonlu zeminlerde, toplam oturmanın üç bileşenden oluştuğu belirtilmişti.

$$\Delta H = \Delta H_i + \Delta H_c + \Delta H_s \quad (7)$$

a) Ani (İlk, Elastik) Oturma Hesabı

Elastik, lineer, izotrop, homojen, yarım sonsuz bir ortamda yüzeye oturan bir temelin oturması, Elastisite Teorisine göre, Bağntı (8) ile verilmektedir.

$$\Delta H_i = qB \frac{(1-\nu^2)}{E} I_0 \quad (8)$$

Burada, ΔH_i : ani oturma, q : temel taban basıncı, B : çap veya genişlik, I_0 : temelin rijit veya esnek olmasına, şekline bağlı (rijit daire için 0.785, rijit kare temel için 0.886 değerini alan) bir katsayı, ν : Poisson oranını, (ani oturmalarda, kohezyonlu zeminlerin düşük geçirimsizliğinden dolayı drenaj kısa süre içinde meydana gelememekte ve zemin hacim değişmesi olmadan deformasyona uğramaktadır, $\Delta V=0$, $\nu = 0.5$ olmaktadır.), E : üç eksenli drenajsız deneylerde, deviator gerilme ($\sigma_1 - \sigma_3$) ile düşey birim deformasyon (ϵ_1) arasında çizilen eğrinin başlangıç eğimi olarak hesaplanan elastisite modülünü göstermektedir.

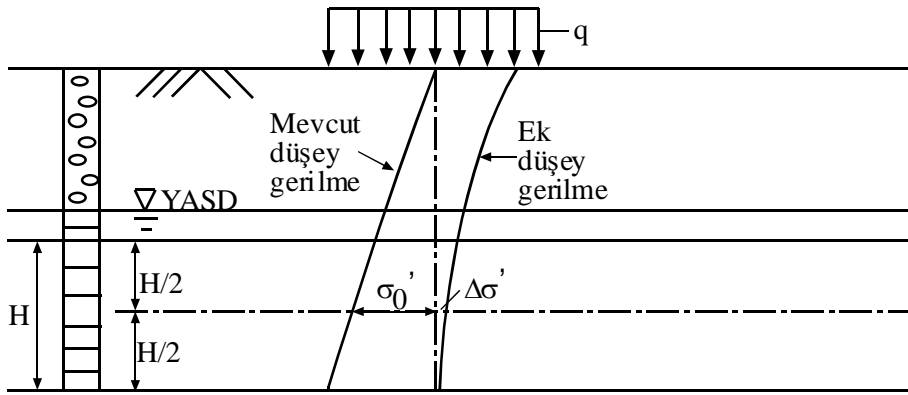
Temelin yüzeyinden itibaren belli bir derinlikte, zemin ortamının derinlik boyunca anizotrop ve temel altındaki tabakanın sonlu kalınlıkta olması gibi durumlarda ΔH_i 'yi veren bağıntıların özeti Poulos ve Davies [12] tarafından verilmektedir.

b) Birincil (Primer) Konsolidasyon Oturması

Birincil konsolidasyon oturmasının hesaplanması standart duruma gelmiş olup, Terzaghi [13] tarafından geliştirilen Konsolidasyon Teorisi kullanılmaktadır.

Suya doymun kohezyonlu bir zemin tabakasının konsolidasyon oturmasının tahmini, ilgili tabakadan alınan örselenmemiş zemin örneği üzerinde yapılan konsolidasyon (odometre) deneyi ile yapılabilmektedir (Şekil 13).

Arazide, H kalınlığındaki suya doymun bir tabakanın son (nihai) konsolidasyon oturması (ΔH_{∞} , ΔH_c) iki şekilde hesaplanabilmektedir.



Şekil 13. Konsolidasyon oturması [13].

- Hacimsel sıkışma katsayısı ile

$$\Delta H_{\infty} = m_v H \Delta \sigma' \quad (9)$$

şeklindedir. Burada ΔH_{∞} : Tabakanın son (nihai) konsolidasyon oturmasını, $\Delta\sigma'$: yükmeden dolayı, tabaka ortasındaki efektif gerilme artışını, m_v : konsolidasyon deneyinden, arazideki gerilme artış durumuna karşılık gelen hacimsel sıkışma katsayısını, H: tabaka kalınlığını göstermektedir.

Hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) ise, birim hacimdeki azalmanın, birim gerilme artışına oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$m_v = \frac{\Delta V / V}{\Delta \sigma'} \quad (10)$$

Tek boyutlu konsolidasyonda;

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta H}{H} = \frac{\Delta e}{1+e} \quad (11)$$

olduğundan,

$$m_v = \frac{\Delta e / (1+e)}{\Delta \sigma'} \quad (12)$$

olarak bulunmaktadır.

Sıkışma sayısı a_v , Bağntı (13)'de verildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$a_v = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma'} = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2' - \sigma_1'} \quad (13)$$

Sıkışma sayısı (a_v) ile hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) arasındaki ilişki ise,

$$m_v = \frac{a_v}{1+e} \quad (14)$$

şeklindedir.

- Sıkışma indisi ile son konsolidasyon oturmasının hesabı,

$$\Delta H_\infty = \frac{H}{1+e_0} c_c \log \frac{\sigma_0' + \Delta \sigma'}{\sigma_0'} \quad (15)$$

şeklindedir. Burada e_0 : oturan tabakanın başlangıç (yükleme öncesi) boşluk oranı, σ_0' : oturan tabaka ortasındaki yükleme öncesi düşey efektif gerilme, $\Delta \sigma'$: yüklemenden dolayı, tabaka ortasındaki ortalama efektif gerilme artışı, C_c : sıkışma indisi olup konsolidasyon deneyinden veya amprik olarak zeminin likit limitinden elde edilmektedir.

Oturmayı daha hassas hesaplamak için, bir tabaka birçok alt tabakaya bölünebilir. Alt tabakaların nihai oturmalarının toplamı, tabakanın nihai oturmasını verir.

$$\Delta H_{\infty} = \sum_{i=1}^n \Delta H_{\infty i} = \sum_{i=1}^n m_{vi} \Delta \sigma_i H_i \quad (16)$$

$$\Delta H_{\infty} = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{1 + e_{0i}} C_c \log \frac{\sigma_{0i} + \Delta \sigma_i}{\sigma_{0i}} \quad (17)$$

c) İkincil (Sekonder) Konsolidasyon Oturması Hesabı

Genellikle ihmal edilebilecek kadar küçük olan ikincil konsolidasyon oturması, zemin tane iskeletinin plastik deformasyonu ile kil tanelerini saran yüksek viskoziteli absorbe suyun bir kısmının yavaşça dışarı çıkmasından kaynaklanmaktadır. Bazı çok yüksek plastik killerde önemli olabilir.

İkincil konsolidasyon oturması, zamanın logaritması ile doğrusal olarak değişir. İkincil konsolidasyon katsayısı (c_{α}), konsolidasyon deneyinde, birim sıkışma-logaritma zaman ($\Delta H/H - \log t$) ilişkisinde, son doğrusal kısmın eğimi olarak tanımlanır.

$$c_{\alpha} = \frac{\Delta H/H}{\Delta \log t} \quad (18)$$

Burada $\Delta \log t$, logaritma t ekseninde, bir zaman periyodu olarak alınır.

Bazen de, α , ikincil konsolidasyon katsayısı, boşluk oranı-logt ($e - \log t$) ilişkisinde, son doğrusal kısmın eğimi olarak tanımlanır.

$$\alpha = \frac{\Delta e}{\Delta \log t} \quad (19)$$

Arazide bir tabakaya ait ikincil konsolidasyon oturması (ΔH_s) tahmin edilirken, Bağıntı 20 veya 21 kullanılabilir.

$$\Delta H_s = c_{\alpha} H \log \frac{t_2}{t_1} \quad (20)$$

veya

$$\Delta H_s = \alpha \frac{H}{1+e_0} \log \frac{t_2}{t_1} \quad (21)$$

Burada H: tabaka kalınlığı, t_1 : birincil konsolidasyon başlangıcından itibaren, birincil konsolidasyon sonuna kadar geçen süreyi ($u=100\%$ veya $u=90\%$ 'a karşılık gelen süre), t_2 : birincil konsolidasyonun başlangıcından itibaren, ikincil konsolidasyonun hesaplanmasının istenildiği ana kadar geçen süreyi, e_0 : tabakanın ikincil konsolidasyon başlangıç anındaki boşluk oranını göstermektedir.

2.1.2. Kohezyonsuz (Taneli) Zeminlerin Oturması

Taneli zeminlerde (kuma oturan temellerde) taşıma basıncı, taşıma gücü koşulundan (kayma direncinden) ziyade, oturma düşüncesiyle belirlenebilmektedir [3]. Zira pratikte temellerin aynı anda sağlaması gereken koşullardan oturma koşulu, temel taban basıncı emin taşıma gücüne varmadan izin verilebilir oturma değerlerine ulaştığından, taşıma gücü koşuluna göre öne çıkmaktadır. Bu nedenle temellerin oturmalarının hesaplanması ve hesaplanan oturma değerlerinin izin verilebilir değerleri aşmadığının gösterilmesi gerekmektedir.

Kohezyonsuz zeminlerde oturma, yük, vb. uygulanır uygulanmaz kısa sürede meydana gelmekte ve böyle zeminler suya doygun olsa bile, boşluklardaki suyun bir kısmının dışarı çıkması, yüksek geçirimsizlikten dolayı kısa sürede meydana gelmektedir. Taneli olan bu zeminlerden örselenmemiş örnek almak çok zor, hatta imkansızdır. Bu nedenle, böyle zeminlerdeki oturma tahmin yöntemleri daha çok arazi deneylerine (Plaka Yükleme Deneyi, Standart Penetrasyon Deneyi, Koni Penetrasyon Deneyi, Presiyometre Deneyi, Vida Plaka Yükleme Deneyi vb.) dayanmaktadır [14].

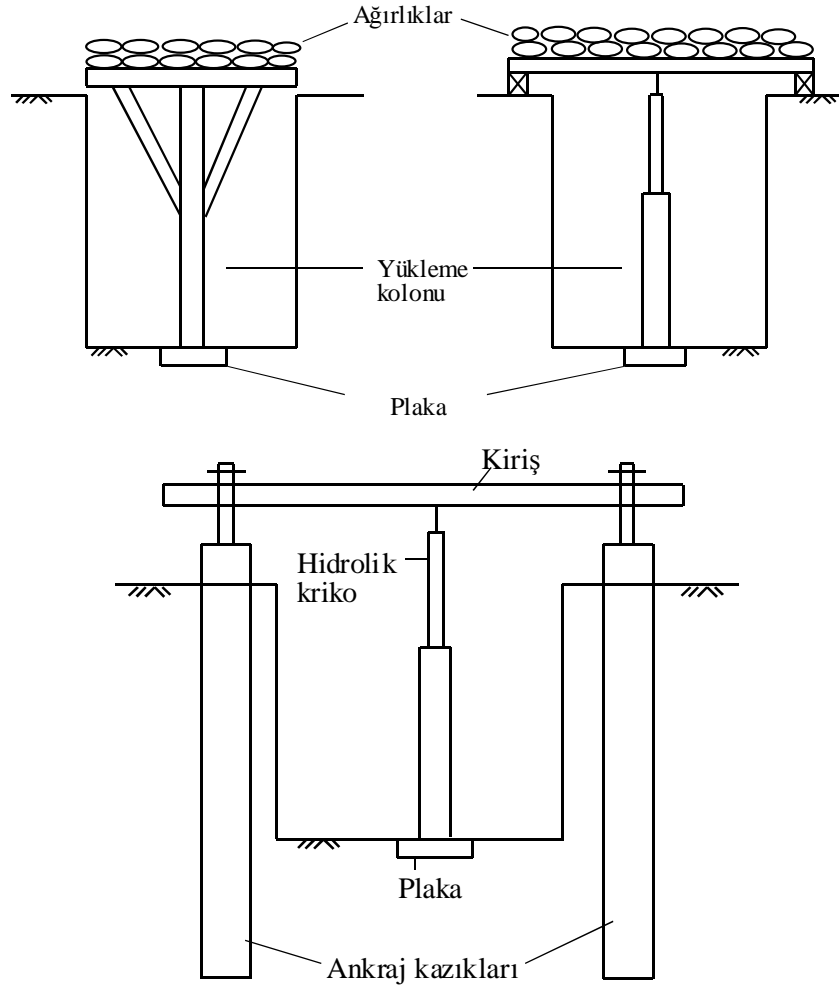
2.1.2.1. Arazi Deneylerine Dayanan Yöntemler

Taneli zeminlerden örselenmemiş zemin örneklerinin alınmasındaki güçlükler ve olanaksızlıklar karşısında, böyle zeminlerde yapılan arazi deneylerine dayanan birçok

oturma tahmin yöntemleri vardır. Arazi deneyleri ile zemin nispeten doğal durumunda, yerinde deneye tabi tutulmaktadır. Laboratuvar deneyleri için taneli zemin örneği, arazideki sıklıkta aynen hazırlansa bile, elde edilen sıkışma bilgileri, zeminin gerilme tarihi ve tanelerin yapısal dizilişi aynen kopya edilemediği için gerçeği yansıtmayabilir [15].

2.1.2.1.1. Plaka Yükleme Deneyi

Plaka Yükleme Deneyi, kare veya daire biçimli bir plaka üzerinde, yükün adım adım artırılarak uygulanması ve bu sırada plakanın oturmalarının ölçülmesi ile yapılmaktadır. Deneyden elde edilen oturma-yük eğrisinden, gerçek temelin oturması ve taşıma gücü tahmin edilmektedir. Şekil 14’de tipik bir plaka yükleme deney düzeni görülmektedir.



Şekil 14. Plaka Yükleme Deneyi düzeni [1].

Terzaghi ve Peck [6]'e göre, standart bir Plaka Yükleme Deneyinin aşağıdaki koşulları sağlanması gerekir.

- Plaka taban düzeyi, gerçek temelin taban düzeyinde olmalıdır.
- Yük artırımları tahmin edilen izin verilebilir taban basıncının %10'una eşit adımlarla yapılmalı ve izin verilebilir taban basıncının en az 1.5 katına kadar yapılmalıdır.
- Oturmayı ölçen aletler, 0.025 mm (0.001 inch) duyarlıkta olmalıdır.
- Plaka Yükleme Deneyi için açılan deney çukurunun genişliği, plaka genişliğinin en az 5 katı kadar olmalıdır.

İlk bakışta, eskiden beri kullanılan arazi deneylerinden biri olan Plaka Yükleme Deneyi, zeminin oturma durumunu en iyi yansıtan bir deney gibi gözüke de, nispeten yakın geçmişte bazı sınırlılıkları anlaşılmış bu nedenle de deney sonuçlarının değerlendirilmesi için daha rasyonel yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır.

Plaka yükleme deney sonuçlarının gerçek temele uygulanması için, plaka ve gerçek temel altındaki anlamlı derinliklerde (anlamlı derinlik; oturmaların büyük bir bölümünün meydana geldiği derinlik olarak, plaka veya temel genişliğinin yaklaşık iki katı olarak Terzaghi ve Peck tarafından tanımlanmıştır.) zemin koşullarının aynı olması gerekmektedir. Bu durum, pratikte çok nadir olarak karşılaşılan bir koşuldur.

Zemin genellikle tabakalardan meydana gelmektedir. Tabakalardaki küçük yerel değişimler, gerçek temelin oturması üzerinde daha az etkili olmakta, Plaka Yükleme Deneyinde ise daha çok etkili olmaktadır [3]. Yer altı suyunun olması durumunda yapılması son derece güç olan bu deney, aynı zamanda pahalı ve zaman alıcıdır.

Terzaghi ve Peck [15] aynı şiddetteki yayılı yükü yüklenmiş yükleme plakası ile gerçek temelin oturmaları arasında Bağıntı (22)'yi önermektedirler.

$$\Delta H_t = \Delta H_p \left(\frac{2B}{B + B_{p\phi}} \right)^2 \quad (22)$$

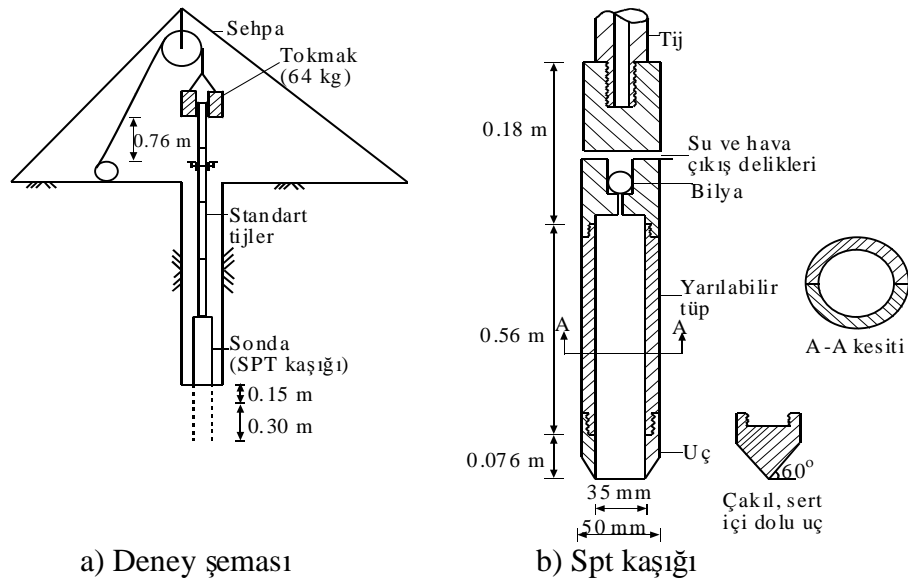
Burada, ΔH_t : gerçek temelin oturmasını, ΔH_p : plakanın oturmasını, B_p : plaka çapı veya genişliğini, B : temel genişliği veya çapını göstermektedir.

Bağıntı (22)'den anlaşıldığı gibi, bir temelin oturması, aynı zeminde ve aynı taban basıncına sahip bir plakanın oturmasının yaklaşık 4 katından büyük olmamaktadır.

Plaka Yükleme Deneyinin sakıncalarını ortadan kaldırmak için vida Plaka Yükleme Deneyi geliştirilmiştir. Çeşitli derinliklerde kolaylıkla yapılabilmesi, yer altı suyu altında da yapılabilmesi, daha ucuz ve daha az zaman alıcı olması Plaka Yükleme Deneyine göre üstünlüklerini oluşturur. Yeni ve gelişmekte olan bu arazi deneyinde, birbirine eklenebilen ve 15-30 cm çapında dairesel bir vida plaka, döndürme ile istenilen derinliğe indirilir. Plaka adım adım yüklenerek oturmalar ölçülür [16].

2.1.2.1.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Standart Penetrasyon Deneyi, 1920'lerde A.B.D.'de kumların sıklılığını öğrenmek için geliştirilen ve standart boyutta (uzunluğu 60 cm, dış çapı 5 cm, iç çapı 3.5 cm) bir kaşığın zemine çakılması sırasında, zeminin gösterdiği direncin ölçülmesine dayanır bir deneydir. Bu deneyde daha önce çeşitli yöntemlerle açılan sondaj deliğine, sondaj çubuklarının ucuna takılmış olarak sondaj deliği tabanına indirilen kaşık, 76 cm yükseklikten serbestçe düşen 63.5 kg ağırlığındaki tokmakla zemine önce 15 cm çakılmakta (örselenmiş zeminden uzaklaşmak için), sonra da kaşığın 30 cm batması için gerekli olan vuruş sayısı sayılmaktadır. Bu sayı, Standart Penetrasyon Deneyinde N vuruş sayısı olmaktadır. Deney genel olarak 1-2 m aralıklarla yapılmaktadır. Deney sırasında aynı zamanda killi zeminlerden örselenememiş zemin örneği de alınabilmektedir.



Şekil 15. Standart Penetrasyon Deney şeması ve SPT kaşığı[1].

SPT N adeta bir anahtar bilgidir. Bu sayı ile, özellikleri bilinen zeminler üzerinde yapılan çalışmalarla elde edilen bazı tablo, grafik veya bağıntılar kullanılarak zeminin sertlik-yumuşaklık, sıklık-gevşeklik durumu, kayma direnci parametreleri, emin taşıma gücü, temel oturmaları vb. belirlenebilmektedir.

Standart Penetrasyon Deneyi, kohezyonlu zeminler için uygun olmamakla birlikte, bu deneyle killerde kaba bir tanım, kumlarda ise temel projelendirilmesinde esas alınacak sonuçlar elde edilmektedir [17]. Standart Penetrasyon Deneyi, ASTM, D-1586 ile standardize edilmiş olmasına rağmen, deneyin yapılmasında değişik düzenler ve işlemler kullanılmaktadır. Fletcher [18], deney sonuçlarını etkileyebilecek on üç önemli faktörün bulunduğunu belirtmiştir. Bunlardan bazıları; sondaj deliğinin iyi temizlenmemesi, 76 cm lik sabit düşme yüksekliğinden farklı düşme yükseklikleri, tokmağın serbest düşmesine karşı herhangi bir engel veya müdahale, standart sondaj çubuklarından daha ağır çubuk kullanılması, çok uzun sondaj çubuğu (50 m den büyük uzunluklar), N'nin sayılmasındaki dikkatsizlikler vb. şeklindedir.

Eğer zemin su altında ince siltli kum ise, çakma sırasında oluşan ek boşluk suyu basıncının çakma üzerindeki etkisini gidermek için N 15'ten büyük ise aşağıdaki düzeltme yapılır.

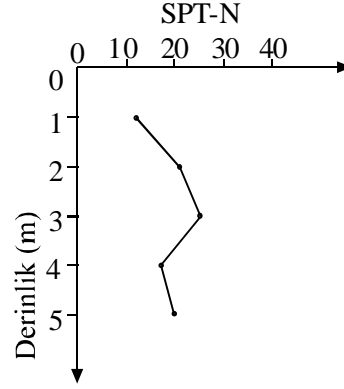
$$N_{\text{düzeltilmiş}} = 15 + 0.5(N_{\text{ölçülen}} - 15) \quad (23)$$

Deney sonuçları üzerinde derinlik düzeltmesi Bağıntı (24) ve (25) ile yapılır.

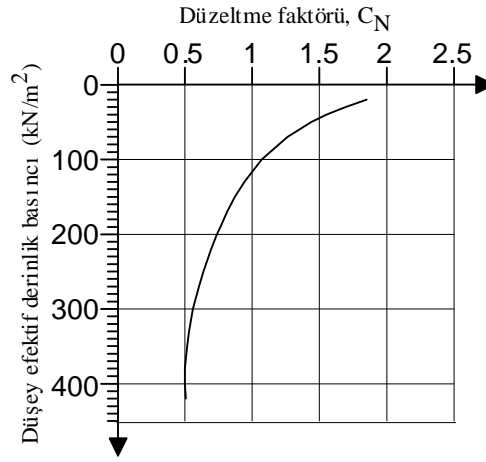
$$N_{\text{düzeltilmiş}} = C_N N_{\text{ölçülen}} \quad (24)$$

$$C_N = \sqrt{\frac{100}{\sigma'}} \quad (25)$$

Burada, σ' : Deney derinliğindeki düşey efektif gerilme (kN/m^2), C_N : düzeltme faktörü olup, derinlik-efektif düşey basıncına göre, Şekil 16'da tipik olarak verilmektedir.



Şekil 16. Tipik SPT N derinlik ilişkisi



Şekil 17. Düzeltme faktörü

Deneyin farklı koşullarla (farklı tokmak ve düzeni (otomatik tokmak, tetikli tokmak, vb.), farklı çubuk uzunluğu (3-30 m vb.), farklı kuyu çapı (70-200 mm vb.), farklı kaşık (iç gömleklili, iç gömleksiz, vb.)) yapılması karşısında, farklılıkları dikkate almak üzere enerji oranı ile bir düzeltme önerilmiştir [19]. Buna göre Enerji oranı, E_r , aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$E_r = \frac{E_a}{E_{in}} \quad (26)$$

Burada E_a : uygulanan enerjiyi, E_{in} : teorik enerjiyi ($E_{in} \approx 475$ Joule) göstermektedir. Çeşitli nedenlerle uygulanan enerji, teorik olarak uygulanması gereken enerjiden küçük

olmaktadır. E_r , 0.6 olarak alınmaktadır. Buna göre ölçülen SPT sayısı üzerinde, derinlik düzeltilmesine ek olarak şu düzeltme yapılmaktadır.

$$N_{60} = \frac{N_{\text{ölçülen}} \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4}{0.60} \quad (27)$$

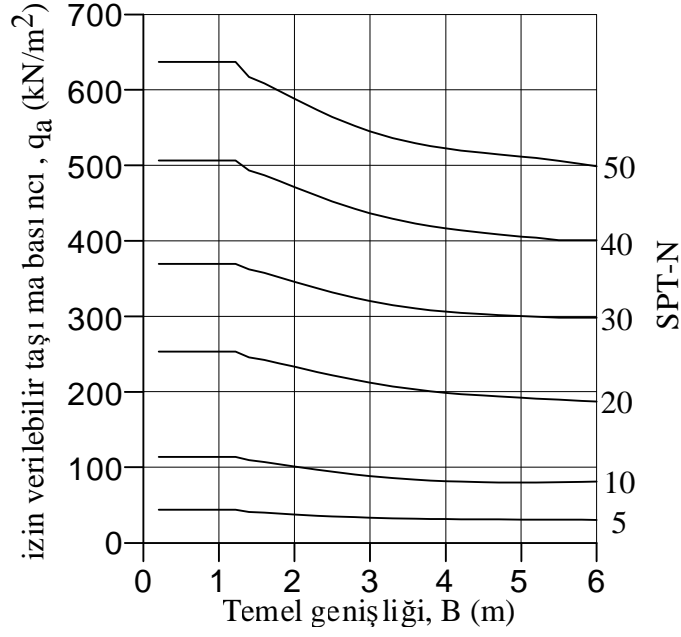
Burada, N_{60} : düzeltilmiş SPT sayısını, $N_{\text{ölçülen}}$: arazide ölçülmüş SPT sayısını göstermektedir. η_1 tokmak türü ve düşme düzenine, η_2 sondaj çubuğu toplam uzunluğuna, η_3 SPT kaşığında iç gölek kullanılıp kullanılmadığına, η_4 sondaj deliği çapına bağlı olarak tablolardan alınan düzeltme katsayılarıdır.

Taneli zeminlerde, SPT ile temellerin oturmalarının tahmini için, Terzaghi-Peck Yöntemi, Meyerhof Yöntemi, Peck, Hanson ve Thornburn Yöntemi, Parry Yöntemi, Burland ve Burbidge Yöntemi gibi birçok yöntem ortaya atılmıştır. Bunların başlıcaları aşağıda verilmektedir.

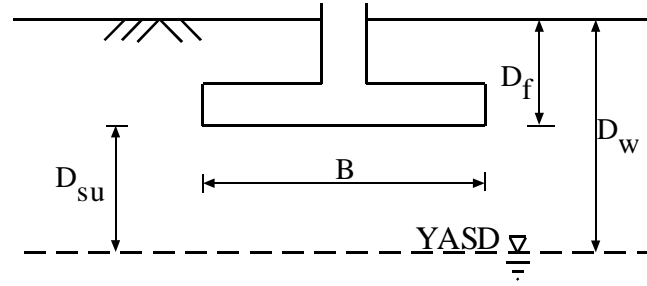
a) Terzaghi-Peck Yöntemi

Terzaghi ve Peck [6], SPT N ile izin verilebilir taşıma basıncı (q_a) ve temel genişliği (B) arasında ampirik ilişki (korelasyon) vermektedir. Bu ilişki Şekil 18'de görülmektedir.

Terzaghi ve Peck birçok yapının 20 mm'lik bir farklı oturmaya hasar görmeden dayanabileceğini ve en büyük farklı oturma, mutlak oturma (ΔH_{mut})'nın %75'ni aşmasının zayıf bir olasılık olduğunu belirterek, izin verilebilir mutlak oturma değerini 25 mm olarak kabul etmektedirler. Böylece, temellerin projelendirilmesinde, en çok oturan temelin mutlak oturması 25 mm ile sınırlandırılmaktadır. Terzaghi ve Peck, yer altı su düzeyi için düzeltme önermişlerdir. Şekil 19'da tipik bir tekil temel, yer altı su ilişkisi görülmektedir.



Şekil 18. Terzaghi-Peck korelasyonu [15].



Şekil 19. Tipik bir temel, yer altı suyu ilişkisi

Terzaghi ve Peck'e göre $D_{su} > B$ ise yer altı suyunun temelin oturmasına etkisi olmamaktadır. Bu durumda sadece SPT sayıları üzerinde derinlik düzeltmesi yapılmakta ve temellerin oturması aşağıda verilen Bağıntı (28) ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta H_t = 25 \frac{q_{net}}{q_a} \quad (28)$$

Burada, ΔH_t : temelin oturmasını (mm), q_{net} : temel taban düzeyindeki net taban basıncını (kN/m²), q_a : Şekil 18'de verilen korelasyonla belirlenen izin verilebilir taşıma basıncını (kN/m²) göstermektedir.

Eğer $D_w \leq B + D_f$ ise, Terzaghi ve Peck'e göre izin verilebilir taşıma basıncı (q_a) yarıya indirilmektedir (Bağıntı 29). Buna göre Bağıntı 28,

$$\Delta H = 25 \frac{q_{net}}{0.5q_a} \quad (29)$$

şekline gelmektedir.

Daha sonraki çalışmalarda, Meyerhof, Peck, Hanson ve Thornburn, Parry, Burland ve Burbidge vb. tarafından Terzaghi-Peck korelasyonunda değişiklikler önerilmiştir.

b) Meyerhof Yöntemi

Meyerhof [20], izin verilebilir taşıma basınçlarının aşağıdaki formüllerle hesaplanabileceğini önermektedir.

Tekil ve şerit temeller için;

$$q_a = \frac{N\Delta H_a}{8} \quad B \leq 4 \text{ feet} \quad (30)$$

$$q_a = \frac{N\Delta H_a}{12} \left(\frac{B+1}{B} \right)^2 \quad B > 4 \text{ feet} \quad (31)$$

Radyeler için:

$$q_a = \frac{N\Delta H_a}{12} \quad (32)$$

Burada, B: temel genişliğini (feet), q_a : izin verilebilir taşıma basıncını ($t/feet^2$), ΔH_a : izin verilebilir mutlak oturmayı (inch) göstermektedir.

Meyerhof yöntemi de Bağıntı (28)'e benzer şekilde, bir temelin oturmasının tahmininde kullanılabilir.

$$\Delta H_t = 25 \frac{q_{net}}{q_a} \quad (33)$$

Burada, ΔH_t : temelin oturmasını (inch) göstermektedir.

2.1.2.1.3. Koni Penetrasyon Deneyi (CPT)

Genel olarak penetrometre, zemine sürülen veya çakılan bir metal çubuktur (çapı 2-8 cm) [21]. Çubuğun zemine girmesine karşı gösterilen direnç derinlik boyunca ölçülmesiyle elde edilen bilgilerden, sığ ve derin temellerin oturmaları, taşıma güçleri vb. belirlenmektedir. Çubuğun zeminde ilerlemesi, statik ve dinamik yöntem olmak üzere iki biçimde olmaktadır. Penetrometreler statik, dinamik ve statik-dinamik olmak üzere, üç temel tipten oluşmaktadır. Statik penetrometreler, sürtünme ceketsiz veya sürtünme ceketli olabilmektedir.

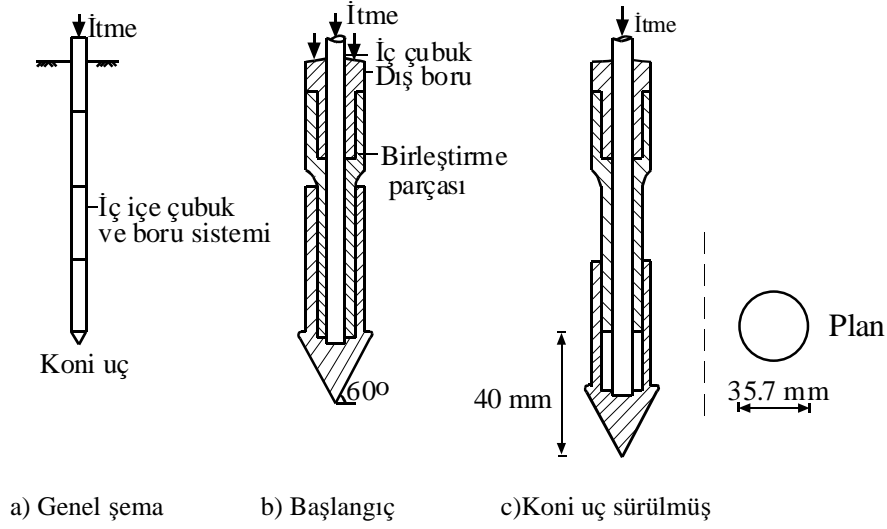
Penetrasyon direnci, hidrolik, mekanik veya elektriksel yöntemlerle ölçülmektedir. Penetrometrelerle ilgili geniş bilgi, Sanglerat [21], De Ruitter [22], Alperstein ve Leifer [23]'de bulunmaktadır.

Hollanda konisi en çok kullanılan statik sondalardan olup, planda alanı 0.001 m^2 ve tepe açısı 60° olan bir metal konik ucun sabit bir hızla (1-2 cm/sn) zemine sürülürken, zeminin koni uç veya sürtünme ceketine gösterdiği direncin ayrı ayrı veya birlikte ölçülmesine dayanmaktadır.

Statik penetrometre, kumlu zeminlerde, kazıkların taşıma gücünü belirlemek için 1930'larda geliştirilen bir deneydir.

a) Sürtünme Ceketsiz Koni (Delft Konisi)

Delft Konisi, 1948'de Vermeiden tarafından düzenlenmiş olup Şekil 20'de Delft tipi bir sonda görülmektedir. Bu deneyde önce koni uç 4 cm zemine itilmektedir. Koni ucun zemine itilmesi; vidalı iki metal kazığın (ankraj kazıkları) döndürülerek zemine indirilmesi ve bunlar arasında oluşturulan bir kirişten tepki alarak, hidrolik kriko ile itilmesi suretiyle yapılmaktadır. Ölçüm için yük halkası kullanılmakta ve koniyi ilerletmek için gerekli olan kuvvet, alana (0.001 m^2) bölünerek, Koni Penetrasyon direnci, q_c bulunmaktadır.



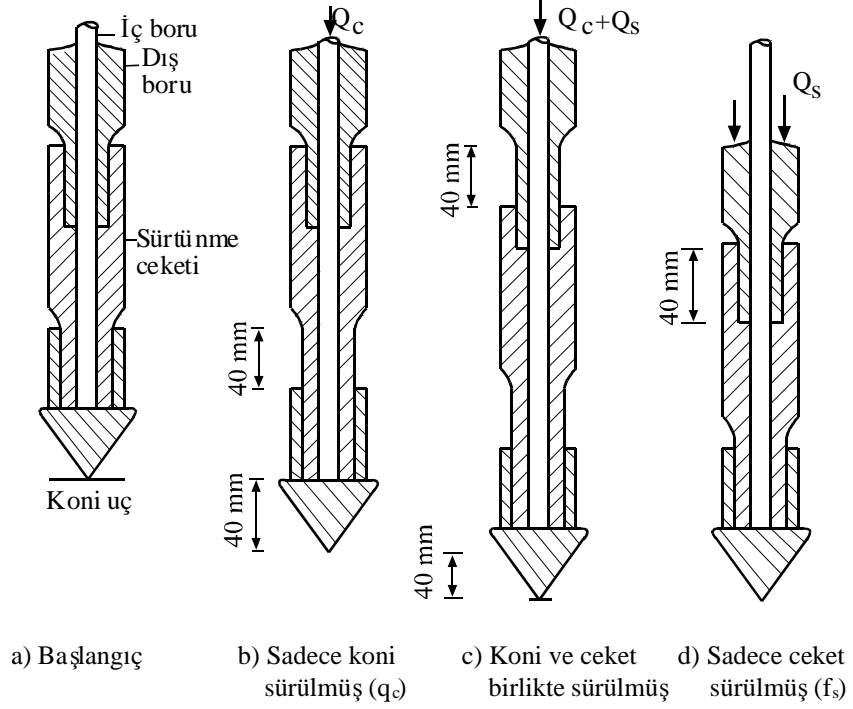
Şekil 20. Delft tipi sonda [24].

Bu deneyde q_c adeta bir anahtar bilgidir. Deney sonuçlarından (q_c), özellikleri bilinen zeminler üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen tablo, grafik, Bağıntı vb. kullanılarak; zemin hakkında birçok bilgi (sıklık, kayma direnci parametreleri, taşıma gücü, temel oturmaları, vb.) elde edilir.

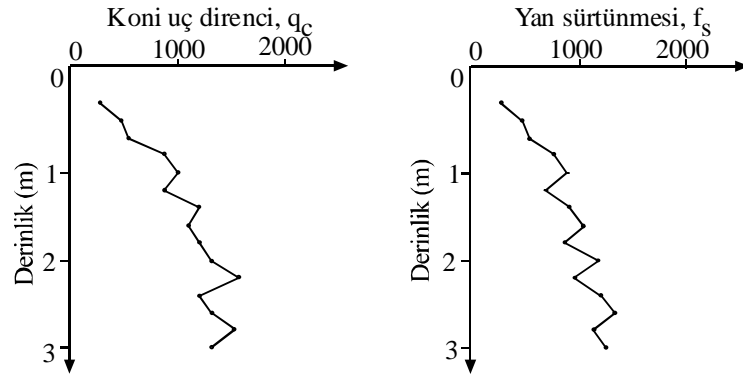
b) Sürtünme Ceketli Koni (Begemann Konisi)

Sürtünme ceketli koni, Begemann [24] tarafından düzenlenmiş olup, Şekil 21’de Begemann tipi bir sonda görülmektedir.

Önce koni uç 4 cm zemine itilerek, koniyi ilerletmek için gerekli olan kuvvet, alana bölünerek Koni Penetrasyon direnci, q_c bulunmaktadır. Sonra koni ve sürtünme ceketini birlikte 4 cm, daha sonra sadece sürtünme ceketini 4 cm ve 12 cm koni ile birlikte zemine sürülmektedir. Sadece sürtünme ceketinin sürülmesi için gereken kuvvet, ceketin çevre alanına bölünerek yan sürtünmesi, f_s değeri elde edilmektedir. Kazıklı temellerde yanal sürtünmelerin tahmininde vb. durumlarda f_s ’den yararlanılmaktadır.



Şekil 21. Sürtünme ceketli sonda (Begemann tipi) [24].



Şekil 22. Tipik q_c -z ve f_s -z ilişkileri

Alperstein ve Leifer [23], Koni Penetrasyon Deneyinin, Standart Penetrasyon Deneyine göre üstünlüklerini aşağıdaki gibi belirtmektedirler.

- Koni Penetrasyon Deneyi, SPT'ye göre zemin koşullarından başka değişkenlere daha hassastır.
- Daha önce açılmış bir sondaj deliğine gereksinme göstermediği için daha ekonomik ve çabuk bir arazi deneyidir.
- Her deneyde daha fazla bilgi (q_c ve f_s) elde edilmektedir.
- SPT'ye göre derinlikle sürekli bilgi sağlanmaktadır.

De Ruyter [18], bunlara şu avantajları ekliyor.

- Deneysel düzeni hafif olup, her yere kolaylıkla taşınabilir.
- Deneysel düzeninin bakımı öyle güç ve zor değildir.

Koni Penetrasyon Deneysel düzeninin SPT'ye göre en büyük dezavantajı, zeminden örnek alınamamasıdır. Her iki deneysel düzende taşsız çakılsız zeminler için uygundur.

Thomas [25]'a göre koni direncine etki eden belli başlı etmenler; tanelerin; dizilişi, biçimi ve büyüklüğü, taneler arasındaki sürtünme açısı, rölatif sıkılık, efektif sürüş basıncıdır.

Koni Penetrasyon direnci (q_c) ile Standart Penetrasyon vuruş sayısı (N) arasında çeşitli Bağıntılar ortaya atılmıştır. Meyerhof [26], Bağıntı (1)'i önermektedir.

Kum zeminlerde, koni uç direncine dayanarak oturmaları tahmininde belli başlı 3 yöntem bulunmaktadır. Bunlar,

- Buisman- De Beer Yöntemi
- Değiştirilmiş Buisman- De Beer Yöntemi
- Schmertmann Yöntemi şeklindedir.

Buisman [27], koni uç direnci ile zeminin elastisite modülü, E_s arasındaki teorik bir ilişki kurmaktadır. Buisman analizi, küresel uçlu bir penetrometrenin zemine batması ve Boussinesq gerilme dağılışı kabullerine dayanmaktadır. Literatürde, Buisman-De Beer formülü olarak geçen Bağıntı, De Beer ve Martens [28] ve De Beer [7] tarafından

$$\Delta H = H \frac{1}{C} \log e \frac{\sigma_0' + \Delta \sigma_0}{\sigma_0'} \quad (34)$$

şeklinde açıklanmıştır. Burada, ΔH : oturmayı, H: oturan tabakanın kalınlığını, σ_0' : oturan tabaka ortasındaki başlangıçtaki düşey efektif gerilmeyi, $\Delta \sigma_0'$: oturan tabaka ortasındaki efektif gerilme artışı, C: aşağıda verildiği gibi hesaplanan sıkışma sabitini göstermektedir.

$$C = 1.5 \frac{q_{\text{cort}}}{\sigma_0} \quad (35)$$

Bu Bağıntıda, q_{cort} : tabaka boyunca ve temel tabanı altında (tekil ve radye temellerde 1.5-2B, şerit temellerde 3B) ortalama koni uç direnci olarak tanımlanmaktadır.

De Beer [7], C'yi belirlemek için en az 3 deney yapılarak bunların ortalamasının alınmasını gerektiğini vurgulamaktadır. De Beer [7], yukarıdaki yöntemin normal yüklenmiş kumlar için geçerli olduğunu, eğer kum önceden yüklenmişse yukarıdaki formüllerle hesaplanan oturmanın bir azaltma katsayısı ile çarpılması gerektiğini önermektedir.

İstenirse oturmayı daha duyarlı hesaplamak için tekil ve radye temellerde 1.5-2B, şerit temellerde 3B derinliği boyunca uzanan tabaka birçok alt tabakaya bölünmektedir. Alt tabakaların oturmalarının toplamı, tabakanın toplam oturmasını vermektedir.

$$\Delta H = \sum_0^{2B} H_i \frac{1}{C_i} \ln \frac{\sigma_{0i}' + \Delta \sigma_i}{\sigma_{0i}'} \quad (36)$$

b) Değiştirilmiş Buisman-De Beer Yöntemi

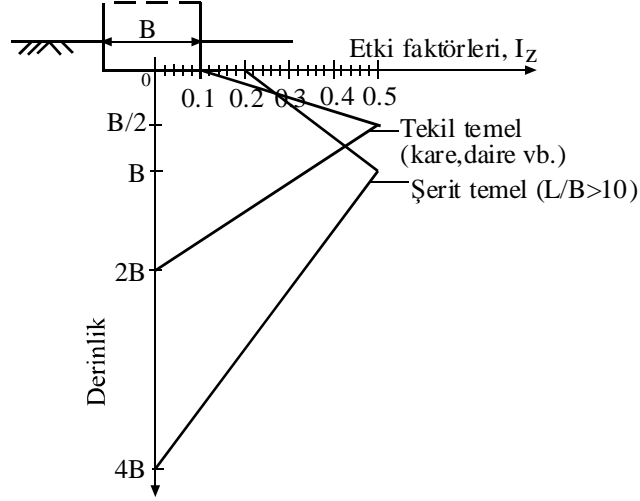
Meyerhof [20], 17 yapı üzerinde yaptığı araştırmalara dayanarak Bağıntı (34) ile bulunan oturmaların, ölçülen oturmaların ortalama iki katı kadar olduğunu belirterek, bu Bağıntılarla bulunan izin verilebilir taban basıncının %50 artırılması gerektiğini savunmaktadır. Schmertmann [29], Meyerhof tarafından önerilen bu değişikliğin, Buisman-De Beer formülünde;

$$C = 1.9 \frac{q_{\text{cort}}}{\sigma_0'} \quad (37)$$

tekabül ettiğini açıklamaktadır.

c) Schmertmann Yöntemi

Schmertmann [29], kuma oturan temel taban ortasının altında meydana gelen düşey deformasyonun çok büyük bir bölümünün, tekil temellerde 2B, şerit temellerde 4B derinliği içinde meydana geldiğini belirterek bütün temeller için basitleştirilmiş bir deformasyon dağılışı önerdi. Şekil 23'de, L_z deformasyon etki faktörüyle karakterize edilen yaklaşık düşey deformasyon dağılışı görülmektedir.



Şekil 23. Schmertmann düşey deformasyon etki faktörü [1].

Schmertmann yönteminde, temel altındaki anlamlı derinlik, birden çok alt tabakaya ayrılarak oturma hesabı yapılabilir.

$$\Delta H = C_1 C_2 q_{\text{net}} \sum_0^{2B} \left(\frac{I_{z_i}}{E_i} \right) \Delta Z_i \quad (38)$$

Burada, ΔH : oturmayı, q_{net} : temel taban düzeyindeki net taban basıncını, Δz : düşünülen tabaka kalınlığını, I_z : düşünülen tabaka için deformasyon etki faktörünü, E : kare ve kareye yakın tekil temeller için $2.5q_{\text{cort}}$, şerit temeller için $3.5q_{\text{cort}}$ değerinde olup, düşünülen tabakada zeminin deformasyon modülünü, q_{cort} : temel taban altında tekil ve radye temeller için $2B$, şerit temeller için $3B$ derinliği boyunca her bir alt tabaka için ortalama koni uç direncini, C_2 : Bağntı (40) ile hesaplanan amprık krip (akma) faktörünü, C_1 : Bağntı 27 ile hesaplanan temel derinliği faktörünü göstermektedir.

$$C_1 = 1 - 0.5 \frac{\sigma_0'}{q_{\text{net}}} \quad (39)$$

Burada, σ_0' : temel taban derinliğinde ilk efektif gerilmeyi göstermektedir.

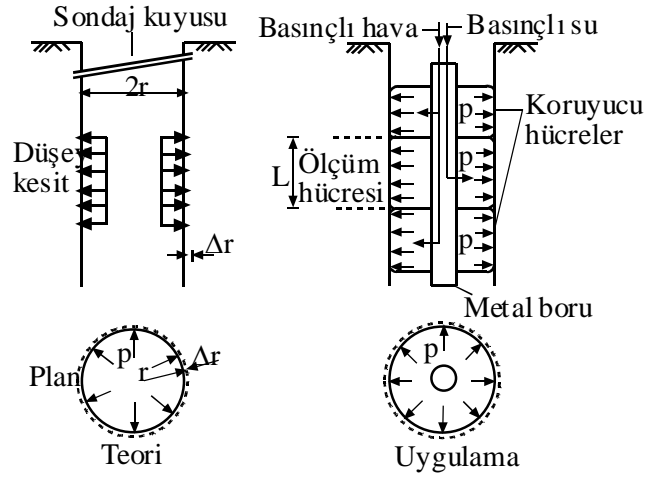
$$C_2 = 1 + 0.2 \log_{10} \left(\frac{t}{0.1} \right) \quad (40)$$

Burada, t: yıl olarak oturmanın hesaplandığı süreyi göstermektedir.

2.1.2.1.4. Presiyometre Deneyi (PMT)

Presiyometre Deneyi ile ilgili ilk çalışma, Kögler [30] tarafından yapılmış ve Menard [31] tarafından geliştirilmiştir. Fransa'da yaygın olarak kullanılan bu deney, dünyada gittikçe artan bir kullanım alanı bulmaktadır.

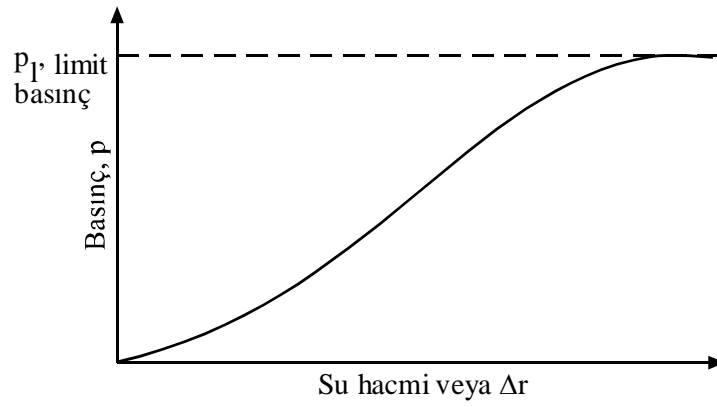
Presiyometre Deneyi, önceden açılmış bir sondaj deliğinde yapılan bir tür yükleme deneyidir [32]. Böylece deney silindirik bir oyuğun radyal genişlemesi gibi düşünülebilir. Serbestçe drene olan malzemeler (taneli zeminler, boşluklu kaya gibi) için uygun olan deneyle elde edilen bilgilerden sığ ve derin temellerin projelendirilmesi yapılabilmektedir. Şekil 24'de tipik bir presiyometre deney düzeneği görülmektedir.



Şekil 24. Presiyometre deney düzeni [1].

Deney düzeni, sonda ve hacim ölçer olmak üzere iki ana üiteden meydana gelmektedir. Sonda silindirik bir tüp olup, çevresinde şişirilebilen lastik hücreler bulunmaktadır. Ortadaki ölçen hücre olup, alt ve üsttekiler koruma hücreleridir. Koruma hücreleri gaz ile şişirilmekte ve deney için gerekli olan silindirik radyal deformasyon koşullarını sağlamaktadırlar. Ölçen hücre su ile şişirilmekte ve koruma hücrelerinin

basıncı; ölçen hücrenin sondaj deliğinin iç duvarıyla temasta olmasını sağlamak için manometre ve vanalardan meydana gelmektedir. Sonda, önceden açılan sondaj deliğine indirilmekte ve ölçen hücredeki basınç adım adım artırılmaktadır. Her adımda enjekte edilen suyun hacmi bürettedeki su düzeyinden belirlenmektedir. Her deney yaklaşık olarak 10 adımdan meydana gelmekte olup, her adım 2 dakika kadar zaman almaktadır. Bu deney, her 1-1.5 m'de bir yapılmakta ve deney sırasında manometre ile ölçülen basınçlarda bazı düzeltmeler (lastik çekme gerilmesi, vb. için) yapılmaktadır. Tipik bir hacim-basınç eğrisi Şekil 25'de görülmektedir.



Şekil 25. Tipik bir hacim – basınç ilişkisi

Böyle bir hacim – basınç eğrisi, aşağıda verilen başlıca üç safhadan oluşmaktadır.

- Yeniden yükleme veya başlangıç safhası: Sondaj deliği açılmadan önceki yanıl gerilmelere varmak için olan safhadır.
- Elastik safha: bu safhada zeminin lineer-elastik radyal deformasyon yaptığı kabul edilmektedir.
- Plastik veya kırılma safhası: Zeminde plastik deformasyonların meydana geldiği safhadır. Bu safha limit (sınır) kırılma basıncıyla sona eriyor.

Zeminin presiyometre deformasyon modülü, E_p , elastik safhadan elde edilmekte olup lineer-elastik bir ortamda, silindirik bir oyuğun radyal genişlemesi,

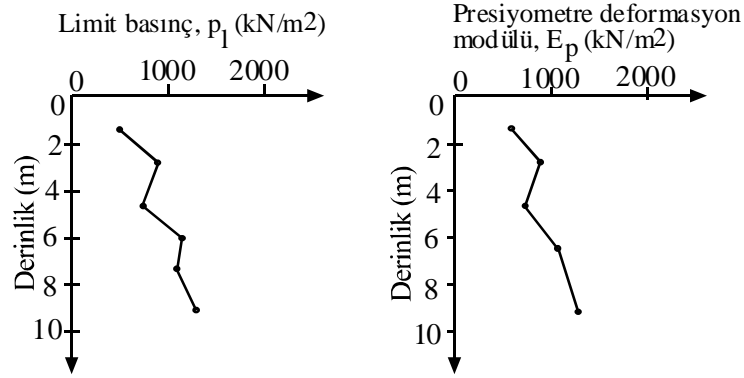
$$\varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r_0} = \frac{1 + \nu}{E} \Delta \rho \quad \text{veya} \quad E = (1 + \nu) \frac{\Delta \rho}{\Delta r} r_0 \quad (41)$$

şeklinde hesaplanmaktadır [33]. Burada, ϵ_r : radyal deformasyonu, r : deliğin ilk yarıçapını, ν : Poisson oranını, Δr : radyal genişlemeyi, Δp : basınç artışını, E : elastisite modülünü göstermektedir. Bağntı (41)'de yarıçap yerine, hacmin bir fonksiyonu olarak yazılır ve gerekli düzenleme yapılırsa,

$$E_p = 2(1 + \nu) \frac{\Delta p}{\Delta V} \quad (42)$$

şeklinde elde edilmektedir [33]. Bu Bağntıdaki, $V = V_0 - V_m$: V_0 , ölçen hücrenin başlangıç hacmi, V_m , Şekil 24'de ölçen hücreye enjekte edilen suyun hacmi, $\Delta p / \Delta V$: Şekil 24'de basınç-hacim eğrisinin eğimi, E_p : Presiyometre deformasyon modülü olarak tanımlanmaktadır.

Her deney sonunda, presiyometre deformasyon modülü, E_p ve limit basınç p_l olmak üzere iki parametre belirlenmekte olup, p_l , Şekil 25'de görüleceği gibi kınılma anındaki basınç değeridir. Şekil 26'de tipik bir p_l -z ve E_p -z ilişkisi verilmektedir.



Şekil 26. Tipik bir p_l -z ve E_p -z ilişkisi

p_l , E_p adeta birer anahtar bilgilerdir. Bu bilgiler ile, özellikleri bilinen zeminler üzerinde yapılan çalışmalarla elde edilen bazı tablo, grafik veya bağıntılar kullanılarak, zeminin sıklık-gevşeklik durumu, sertlik-yumuşaklık durumu, kayma direnci parametreleri, emin taşıma gücü, temel oturmaları, vb. belirlenir.

Presiyometre deney sonuçları ile, kumlu veya killi zeminlerde, bir temelin toplam oturması;

$$\Delta H = \frac{q_{\text{net}}}{9E_p} \left[2B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha + \alpha \lambda_c B \right] \quad (43)$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Burada, ΔH : oturmayı, E_p : temel altındaki zeminde ortalama presiyometre modülünü, q_{net} : net temel taban basıncını ($q_t - q_0$, q_t : ortalama temel taban basıncı, q_0 : temel taban düzeyinde düşey derinlik basıncı), B : temel genişliği veya çapını, α : zemin cinsine bağlı bir reolojik faktörü (kum ve çakıl için 1/3, silt için 1/2, kil için 2/3, vb.), λ_d , λ_c : temel şekline ve L/B oranına (L: uzunluk, B: genişlik) bağlı katsayılarını (λ_d : daire için 1, kare için 1.12, L/B = 2 dikdörtgen için 1.53, λ_c : daire için 1, kare için 1.10, L/B=2 dikdörtgen için 1.2, vb.), B_0 : referans genişliği (0.6 m) göstermektedir.

Sığ temellerin oturmaları, presiyometre deney sonuçlarından hesaplanabilmektedir. Derinliği, temel genişliğinin yarısından az olan sıkışabilir bir tabaka üzerine oturan radye temelin oturması,

$$\Delta H = \int \frac{\alpha \Delta \sigma_z}{E_{p(z)}} dz = \sum_0^H \alpha \frac{\Delta \sigma_z}{E_{p(z)}} \Delta z \quad (44)$$

bağıntısıyla belirlenebilmektedir. Burada, ΔH : oturmayı, α : her tabakadaki zemin cinsine bağlı bir reolojik katsayıyı, $\Delta \sigma_z$: her tabaka ortasındaki gerilme artışını, $E_{p(z)}$: her tabakadaki ortalama presiyometre deformasyon modülünü, H: tabak kalınlığını göstermektedir.

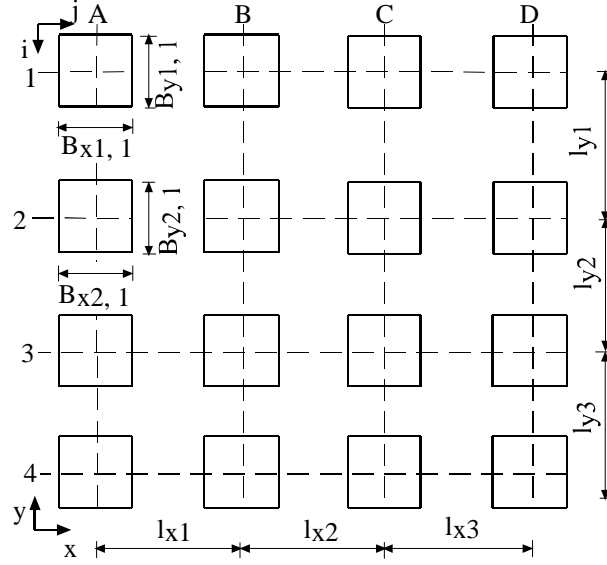
Aşağıda oturmaların hesaplanmasında kullanılan yöntemler için yazılan bilgisayar programları açıklanmaktadır. Bu programların yazılmasında, Moroğlu [35] ve Orhan [36]'nin yazdığı programlardan yararlanılmıştır. Bu programlar güncelleştirilmiş, bazı eklemeler yapılmıştır.

SPT ve CPT sonuçlarından oturma hesaplanmasına ait çok sayıda yöntem vardır. Bunlardan gözlenen oturmalara en yakın değerler veren başlıca ikişer (SPT için Terzaghi-Peck ve Meyerhof, CPT için Buisman-De Beer ve Schmertmann Yöntemleri) yöntem seçilip kullanılmıştır [19, 37, vb.].

2.2. Tekil Temel Sisteminin ve Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Standart Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması

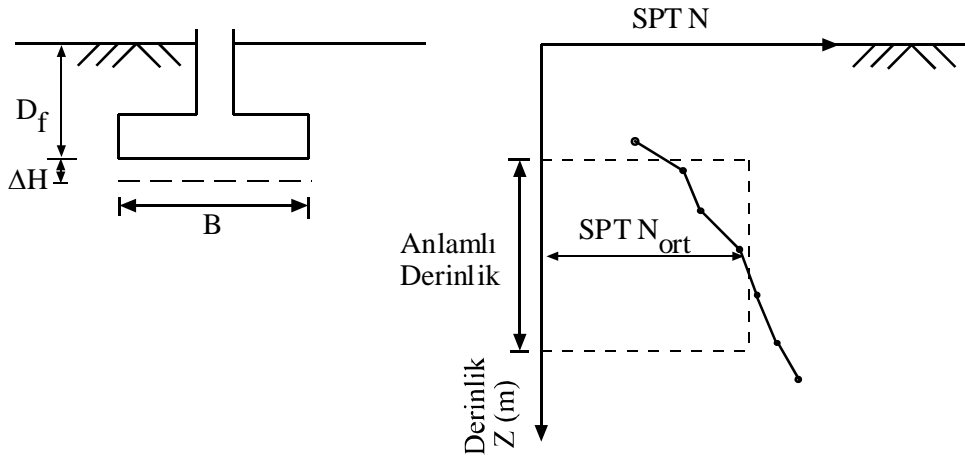
2.2.1. Tekil Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması

Genel bir tekil temel sistemi Şekil 27’de verilmiştir.



Şekil 27. Genel bir tekil temel sistemi

Burada, bir basitleştirme olarak, tekil temellerin, üniform taban basınçlı olduğu, rijit oturma yaptığı kabul ediliyor. Yani temel altında, her nokta eşit miktarda oturmaktadır.



Şekil 28. Tekil temelin oturmaları

Bir alan altında; zemin yüzünden itibaren ne kadarlık bir derinliğin inceleneceği birçok etmene bağlı olarak belirlenir. Bu derinlik, dar anlamda; yapı yüklerinden, oturma, taşıma gücü vb. açılardan, olayların büyük kısmının yer aldığı derinliktir. Anlamli derinlik olarak da bilinen bu derinlik altındaki olaylar ihmal edilebilir kabul edilir. Kabaca ve ortalama olarak anlamli derinlik, üniform yüklenmiş dikdörtgen bir alanın tabanından itibaren, kısa kenarın (B) 1.5-2 katı kadardır. Anlamli derinlik temel tabanından itibaren tekil ve radye temellerde 1.5B-2B, şerit temellerde 3B, kazıklı temellerde yapı kısa kenarının 1.5 katı ya da sağlam tabakaya kadar, barajlarda kayaya kadar, yollarda 1-5m vb. olabilir [1].

a) Terzaghi-Peck Yöntemi ile

Terzaghi-Peck her bir temel ait oturmanın Bağntı (28) ile hesaplanacağını göstermektedirler. SPT N, temel genişliği, B(m) ve izin verilebilir taşıma basıncı, $q_a(kN/m^2)$, arasında Şekil 29'da korelasyon görülmektedir. Bilgisayar hesapları için, Terzaghi-Peck korelasyonundaki eğriler; eğri uydurma yöntemi ile elde edilen Bağntılara dönüştürülmüştür. Şekil 29'daki eğrilere karşılık gelen Bağntılar aşağıdaki gibidir [35].

$B > 4$ feet ($B > 1.22$ m) için;

$$N=5 \text{ için } q_a = -14.4708B^2 + 117.18669B^{1.5} + 449.38957B^{0.8} - 509.2078B \quad (45a)$$

$$N=10 \text{ için } q_a = -27.38087B^2 + 244.90228B^{1.5} + 1054.45716B^{0.8} - 1158.99566B \quad (45b)$$

$$N=20 \text{ için } q_a = -58.55553B^2 + 506.40236B^{1.5} + 2187.16536B^{0.8} - 2386.42105B \quad (45c)$$

$$N=30 \text{ için } q_a = -93.99228B^2 + 789.26988B^{1.5} + 3289.68333B^{0.8} - 3619.12328B \quad (45d)$$

$$N=40 \text{ için } q_a = -130.19804B^2 + 1081.96546B^{1.5} + 4480.83722B^{0.8} - 4934.78442B \quad (45e)$$

$$N=50 \text{ için } q_a = -172.69927B^2 + 1419.74983B^{1.5} + 5766.00071B^{0.8} - 6387.89937B \quad (45f)$$

$B \leq 4$ feet ($B \leq 1.22$ m) için;

$$N=5 \text{ için } q_a = 43.75 \quad (46a)$$

$$N=10 \text{ için } q_a = 113.79 \quad (46b)$$

$$N=20 \text{ için } q_a = 253.29 \quad (46c)$$

$$N=30 \text{ için } q_a = 369.38 \quad (46d)$$

$$N=40 \text{ için } q_a = 506.53 \quad (46e)$$

$$N=50 \text{ için } q_a=637.5 \quad (46f)$$

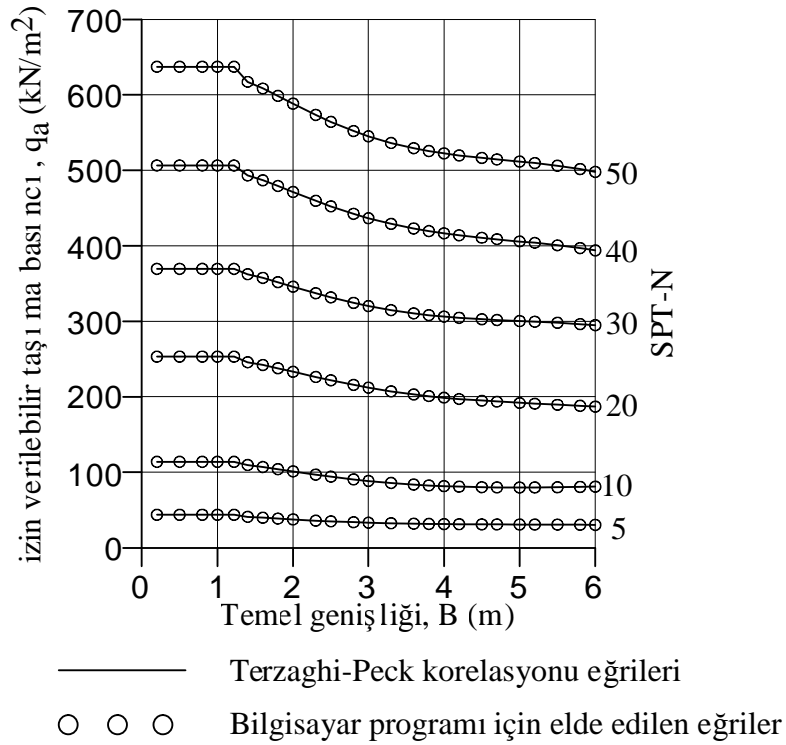
Bir tekil temel sistemindeki temellerin her birinin mutlak (toplam) oturması hesaplanırken, yapı tam esnek (Her kolon veya tekil temel, birbirinden bağımsız olarak oturuyor.) kabul ediliyor [1].

Terzaghi-Peck korelasyonu ile denklemlerden elde edilen eğriler Şekil 29'da gösterilmektedir.

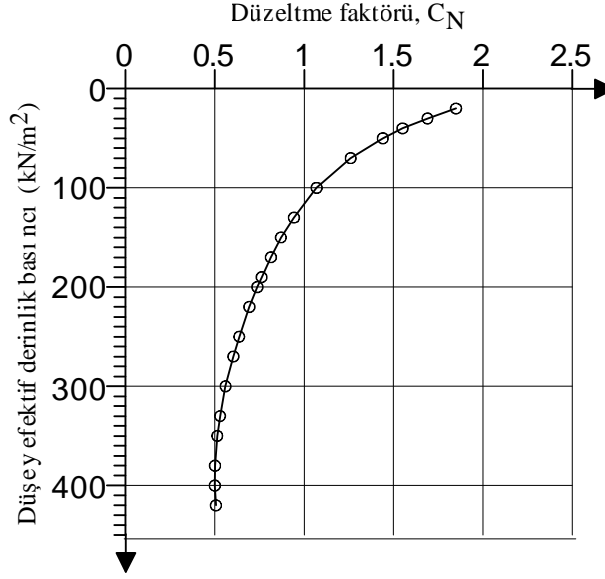
SPT N düzeltme değerlerinin hesaplanması için Şekil 30'da verilen düzeltme eğrisi,

$$C_N=0.99082\sigma_z+0.002587\sigma_z^{2.2}-4.659619\sigma_z^{0.6}+5.733219\sigma_z^{0.3}-0.042548\sigma_z^{1.7} \quad (47)$$

şeklinde elde edilmiştir [35]. Burada, C_N : düzeltme faktörünü, σ_z : her bir deneyin yapıldığı derinlikteki efektif basıncını (kN/m^2) göstermektedir. Elde edilen Bağintı yardımıyla çizilen düzeltme faktörü eğrisi ile gerçek eğri arasındaki ilişki Şekil 30'da verilmektedir.



Şekil 29. Terzaghi-Peck korelasyonu ile denklemlerden elde edilen eğrilerin gösterimi

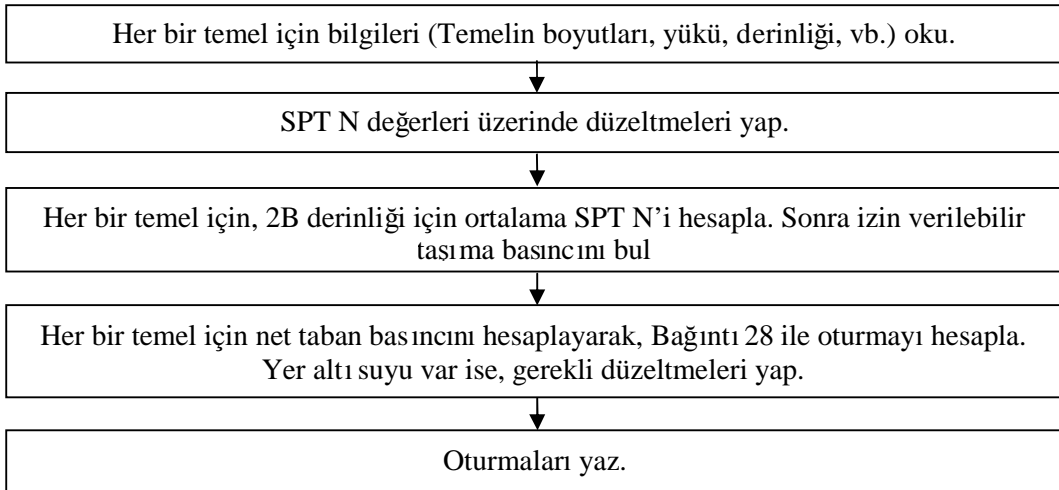


—————Düzeltilme faktörü

○ ○ ○ Bilgisayar programında kullanılan düzeltilme faktörü

Şekil 30. Düzeltilme faktörü için elde edilen denklem yardımıyla çizilen eğrinin gösterimi

Terzaghi-Peck yöntemi ile oturma hesaplarında Şekil 31’de gösterilen akış şeması takip ediliyor.

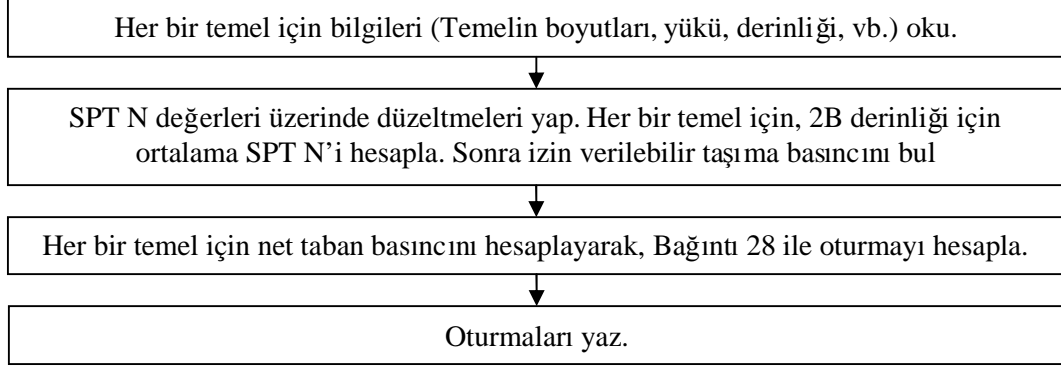


Şekil 31. Terzaghi-Peck Yöntemi ile tekil temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması

b) Meyerhof Yöntemi ile

Meyerhof, her bir temele ait izin verilebilir taşıma basınçlarının, (30) ve (31) Bağlıntılarıyla hesaplanacağını, temel sistemindeki her bir temelin oturmasının da Bağlıntı (28) ile hesaplanabileceğini önermektedir.

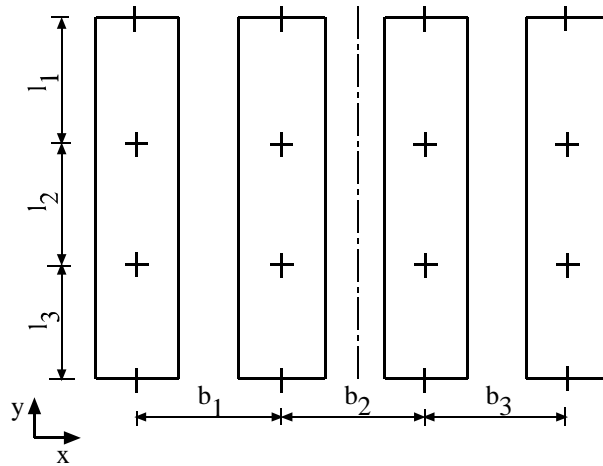
Oturma hesaplarında, Şekil 32’de gösterilen akış şeması takip ediliyor.



Şekil 32. Meyerhof yöntemi ile tekil temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması

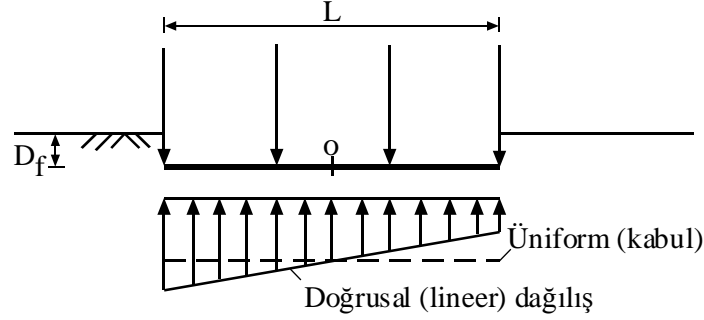
2.2.2. Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması

Genel bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi Şekil 33’de verilmiştir.



Şekil 33. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi

Birçok kolon taşıyan bir şerit temel tabanındaki basınç, genellikle, yaklaşık olarak doğrusal (linear) olup, basitlik için, üniform (Bir şerit temel boyunca mutlak oturma sabittir diye kabul ediliyor.) alınabilmektedir (Şekil 34).

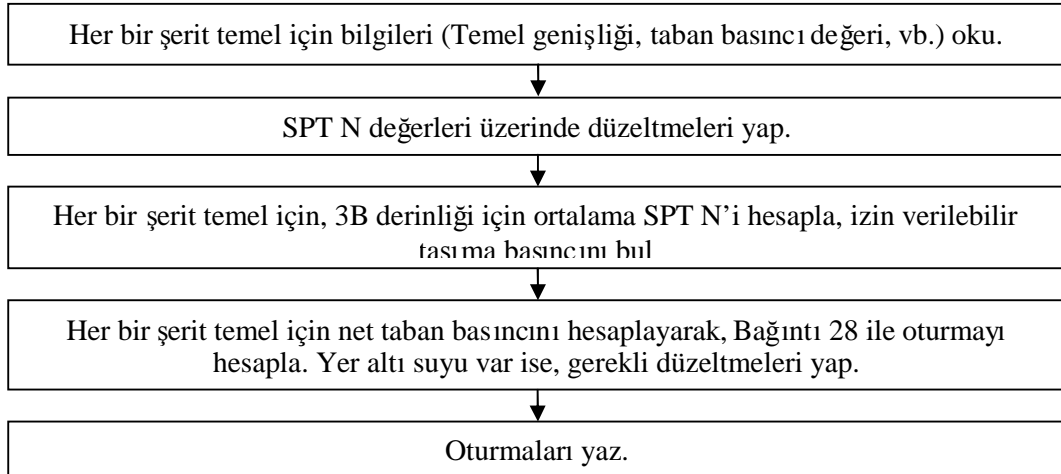


Şekil 34. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi taban basınç dağılışı

a) Terzaghi-Peck Yöntemi ile

Terzaghi ve Peck, bir doğrultuda uzanan şerit temellerin oturmalarının hesaplanması için Bağntı (28)'in kullanılabileceğini göstermektedir. Tekil temel sisteminin çözümüne benzer şekilde Terzaghi-Peck korelasyonundaki eğriler denkleştirilmiştir.

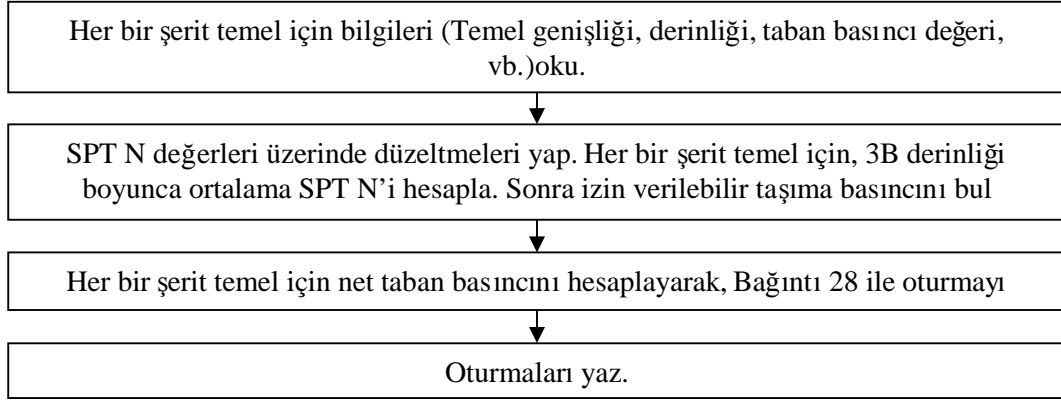
Terzaghi-Peck Yöntemi ile, bir doğrultuda uzanan şerit temellerin oturmaları hesabında Şekil 35'de gösterilen akış şeması takip ediliyor.



Şekil 35. Terzaghi-Peck yöntemi ile bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması

b) Meyerhof Yöntemi ile

Meyerhof, bir doğrultuda uzanan şerit temellerin hesaplanması için, izin verilebilir taşıma basıncının Bağlantı (30) ve (31) ile, her bir şerit temelin oturmasının Bağlantı 28 ile hesaplanabileceğini göstermektedir. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemlerinin hesaplarında Şekil 36'da verilen akış şeması takip ediliyor.



Şekil 36. Meyerhof yöntemi ile bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının hesaplanmasına ait bilgisayar programının akış şeması

2.3. Tekil Temel Sisteminin ve Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Koni Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması

2.3.1. Zeminde Gerilme Dağılışı

Birçok problemde (deformasyon problemlerinde) kırılmadan önceki safhalarda, yüzey ve yüzeye yakın yüklerden dolayı zemin ortamında oluşan gerilmelerin, yer değiştirmelerin bilinmesi gerekmektedir. Zeminin karmaşık olmasından dolayı, zemin için gerçekçi gerilme-deformasyon analizleri yapmak oldukça zordur. Bu nedenle yaklaşık olmasına rağmen genellikle Elastisite Teorisi kullanılmakta ve zemin için şu basitleştirici kabuller yapılmaktadır.

- Zemin, elastik olup gerilme-deformasyon ilişkisi doğrusal (lineer) dir.
- Zemin ortam homojendir. Başka bir deyişle elastisik sabitler, Elastisite modülü ve Poisson oranı her noktada aynıdır.
- Zemin ortam izotropiktir. Yani özellikleri bir noktada, her doğrultuda aynıdır.
- Zemin ortam yarım sonsuzdur.

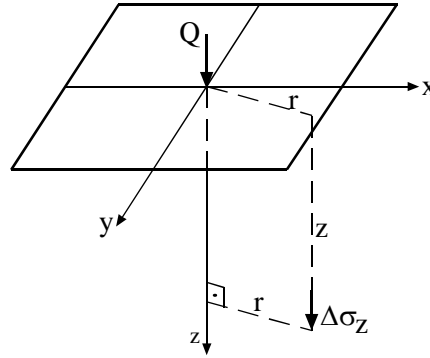
Gerçekte bu kabullerin çoğu gerçekçi değildir. Ancak, Elastisite Teorisi, bu basitleştirici kabullerle, pratikte kullanılabilir, makul sonuçlar vermektedir.

Çeşitli yüzey yüklerinden dolayı, zemin ortamda meydana gelen düşey doğrultudaki gerilme artışlarının bulunmasında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Aşağıda bazı yüzey yüklerinden dolayı oluşan gerilme artışı Bağıntıları kısaca özetlenmektedir.

2.3.1.1. Nokta (Tekil) Yük

Boussinesq [38], lineer, elastik, homojen, izotrop, yarım sonsuz ortamda, bir yüzey tekil yükünden oluşan gerilme problemini çözdü. Çözümlerle ilgili geniş bilgi pek çok kaynakta bulunabilir [12, 39].



Şekil 37. Nokta (tekil) yük [38].

Boussinesq, Q yüzey tekil yükünden dolayı, z derinliğinde r uzaklıktaki bir noktada oluşan ek düşey gerilmeler için şu Bağıntıyı verdi.

$$\Delta\sigma_z = \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right]^{5/2} \frac{Q}{Z^2} = K_B \frac{Q}{Z^2} \quad (48)$$

Burada, K_B : Boussinesq etki faktörü olup tablolaştırılmıştır.

2.3.1.2. Üniform Şerit Yük

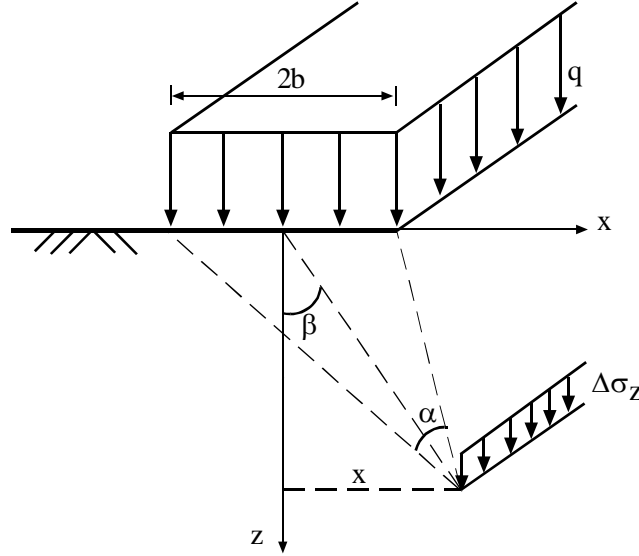
Üniform bir şerit yükten oluşan düşey gerilme,

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} [\alpha + \sin\alpha \cos(\alpha + 2\beta)] \quad (49)$$

ya da

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{z}{x-b} - \tan^{-1} \frac{z}{x+b} - \frac{2bz(x^2 - z^2 - b^2)}{(x^2 + z^2 + b^2) + 4b^2z^2} \right] \quad (50)$$

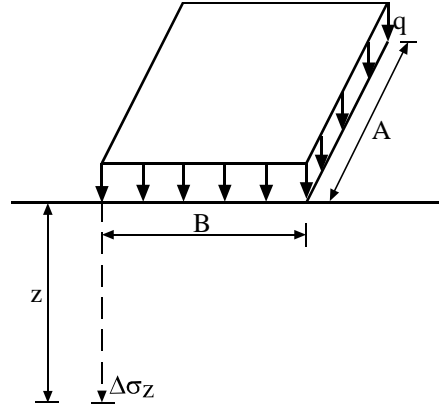
bağıntılarından biri ile hesaplanabilmektedir.



Şekil 38. Üniform şerit yük [38].

2.3.1.3. Üniform Yüklü Dikdörtgen Alan

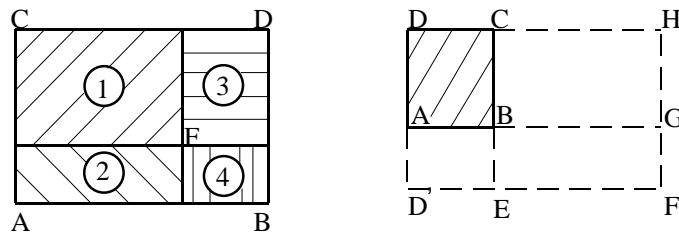
Üniform yayılı yükle yüklü dikdörtgen bir alanın, bir köşesi altında, z derinliğindeki bir noktada düşey gerilme,



Şekil 39. Üniorm yüklü dikdörtgen alan [38].

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{4\pi} \left[\left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \right) \left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} \right) + \arctg \frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1} \right] = Kq \quad (51)$$

ile hesaplanır. Burada, K: etki faktörü olup, m ve n değerlerine göre tablolaştırılmıştır [40]. Bağıntı (51)'de terimin paydası negatif çıkarsa $[(m^2+n^2-m^2n^2+1)<0]$, 2. terime π eklenir. Üniorm yükle yüklü bir alan içerisinde veya dışındaki bir noktanın altında oluşan gerilme, süperpozisyon kuralı uygulanarak Bağıntı (51) ile hesaplanabilir.



Şekil 40. Dikdörtgen alan içinde ve dışındaki noktalar [38].

Dikdörtgen alan içindeki bir F noktası (Şekil 40) altında, gerilme artışını hesaplamak için, alan F noktasından geçen doğrularla 1, 2, 3, 4 alanlarına bölünür. Her bir alandan dolayı F noktasında oluşan gerilmeler toplanır.

$$\Delta\sigma_z = (K_1 + K_2 + K_3 + K_4)q \quad (52)$$

Dikdörtgen alan dışındaki bir F noktası (Şekil 40) altındaki gerilmeyi hesaplamak için, F noktasından geçen doğrularla alanlar oluşturulur. F noktası altındaki gerilme süperpozisyon kuralı ile aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

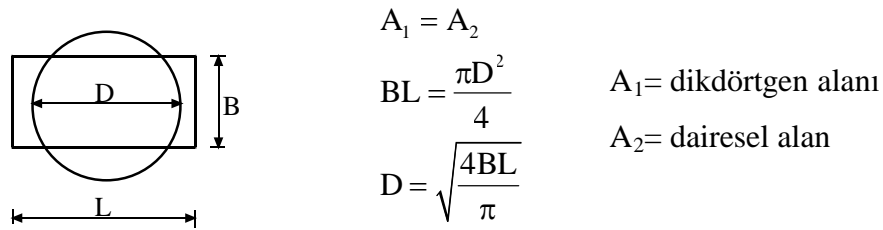
$$\Delta\sigma_z = (K_{DFHD} + K_{DFGA} + K_{EFHC} + K_{EFGH})q \quad (53)$$

2.3.2. Sığ (Yüzeysel) Temel Sistemleri Altında Meydana Gelen Oturmaların Koni Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması

Geçmiş çalışmaların incelenmesinden, hesaplarda, sadece temel sistemindeki her bir temelin merkezi altındaki oturmaların dikkate alındığı, bu temellere komşu temellerin etkisinin düşünülmediği anlaşılmaktadır.

Oysa tekil ve şerit temel sistemlerinin oturmalarının hesabında; komşu temellerden dolayı, bir temelin ortası altında gerilme artışı olmakta, dolayısıyla oturma miktarı da artmaktadır. Bu durum, bazen hesap edilen oturmaların izin verilebilir oturmaları aşmasına sebep olabilmektedir.

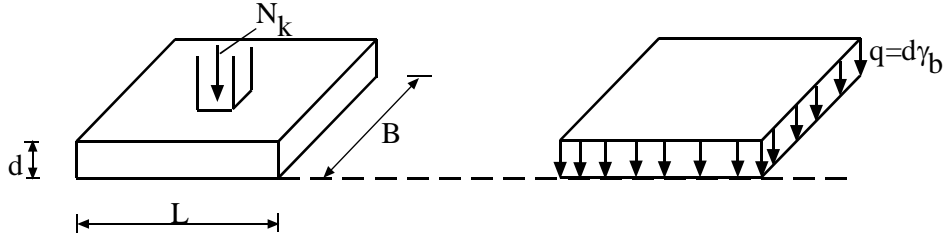
Komşu temellerin etkisi Design Manual [40]'de yaklaşık olarak dikkate alınmaktadır. Buna göre dikdörtgen veya kare taban alanlı tekil temeller, alanlar aynı olacak şekilde eşdeğer dairesel temellere dönüştürülmektedir. Burada bir yaklaşıklık yapıldığı açıktır.



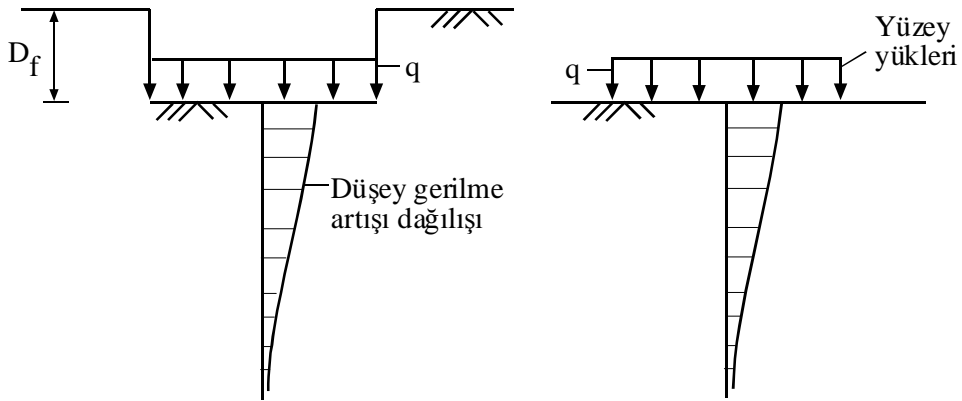
Şekil 41. Dikdörtgene eşdeğer daire [40].

Sonra dikdörtgen veya kare taban alanlı komşu temellerin etkisi, dairesel alanların etkisi olarak dikkate alınmaktadır. Ancak, üniform dairesel yükün kendi merkezi altında olmayan bir noktada meydana gelen gerilme artışını veren kapalı bir Bağlantı olmadığından, bu işlem tablolar veya grafikler yardımı ile yapılabilmektedir. Tablo ve grafiklerin kullanılmasında yavaşlık ve yaklaşıklık söz konusudur.

Bu çalışmada, komşu temellerin etkisi, herhangi bir şekil yaklaşıklığı yapılmadan, dikdörtgen alanlar kullanılarak dikkate alınmıştır. Temele etkiyen tekil yük, üniform yayılı yük olarak kabul edilir (Şekil 42). Sığ temel derinliği, D_f , içindeki üniform yük ihmal edilip, bunun yerine temel taban düzeyinde üniform yayılı yüzey yükünün etkidiği düşünülerek Boussinesq dağılımına göre gerilme artışları bulunur (Şekil 43).



Şekil 42. Tekil temel yükünün üniform yayılı yük gibi düşünülmesi

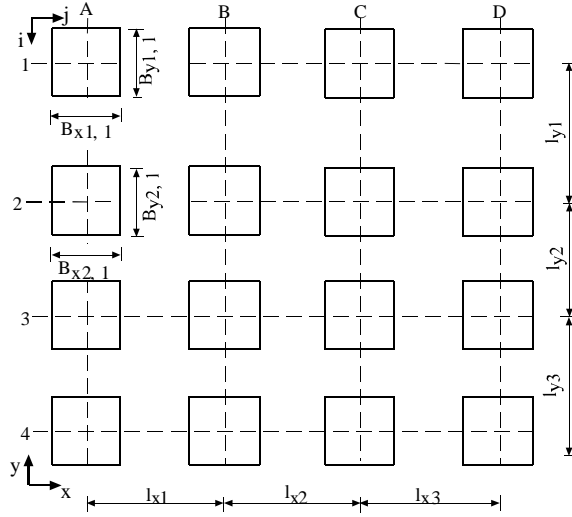


Şekil 43. Üniform yayılı yüzey yükü kabulü

Bu etkileşimi elle yapmak uzun zaman alacağından, bu amaçla genel bir bilgisayar programı geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu yaklaşımın, komşu temellerin etkisi hiç dikkate almayan veya Design Manual [40]'de olduğu gibi yaklaşık olarak dikkate alan yaklaşımlara göre, önemli bir ilerleme gösterdiği açıktır.

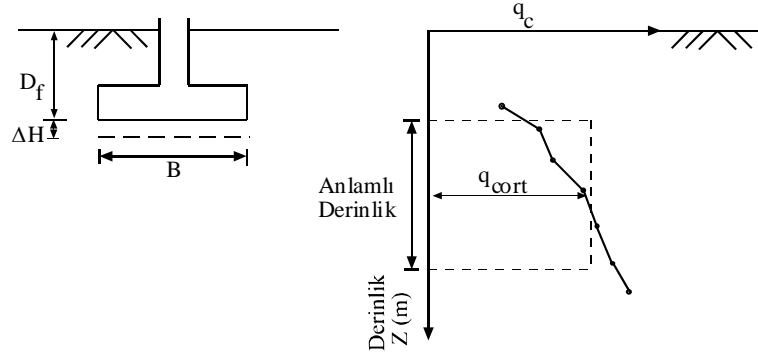
2.3.2.1. Bir Tekil Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması

Genel tekil temel sistemi Şekil 44'de verilmiştir.

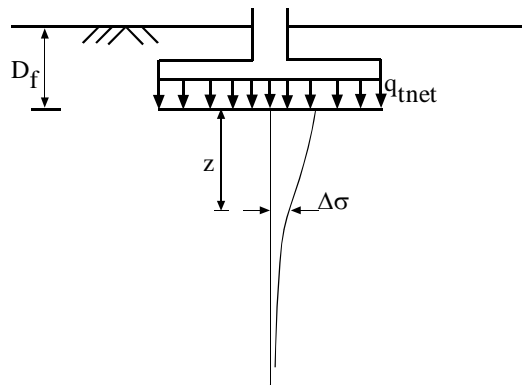


Şekil 44. Genel bir tekil temel sistemi

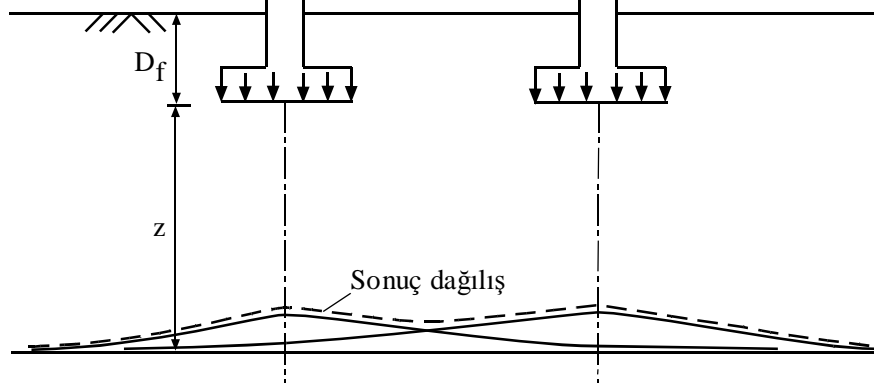
Tekil temeller, üniform taban basınçlı olup, rijit oturma yaparlar. Yani, temel altında, her nokta eşit miktarda oturur.



Şekil 45. Tekil temelin oturması



Şekil 46. Tekil temel altında taban basıncından oluşan gerilme dağılışı



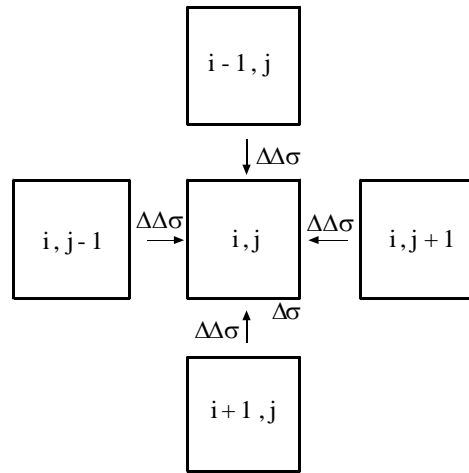
Şekil 47. Komşu tekil temellerin gerilme etkileşimi

a) Buisman-De Beer Yöntemi

Tekil temelin oturmasının hesaplanmasında, daha hassas sonuç alabilmek için $2B$ derinliği boyunca uzanan tabaka alt tabakalara ayrılmaktadır.

Buisman-De Beer yöntemi ile oturma hesabı, temel altındaki tabakanın alt tabakalara ayrılması nedeni ile Bağntı (34)'e göre yapılmaktadır. Önce Bağntıda geçen gerilme artışları hesaplanmalıdır. Tekil temelin ortası altında, alt tabakaların her birinde, kendinden ve kendine dik doğrultudaki komşu temellerden dolayı meydana gelen gerilme artışları, herhangi bir şekil yaklaşıklığı yapılmadan, dikdörtgen alanlar oluşturularak, üniform yüklü dikdörtgen alan Bağntısı (51) ile hesaplanabilmektedir.

Bir tekil temel sistemindeki herhangi bir i, j temelini ve buna dik doğrultudaki komşu temelleri ele alalım.



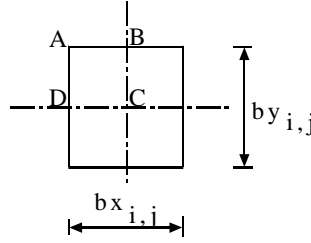
Şekil 48. Herhangi bir temel ve komşu temelleri

Herhangi bir (i, j) temelini ortası altında oluşan gerilme artışlarının hesabı için Bağıntı (51)'de geçen m ve n sabitlerinin bulunmasında aşağıdaki dikdörtgen alanlar oluşturulmaktadır.

a) (i, j) temelinde, kendinden dolayı

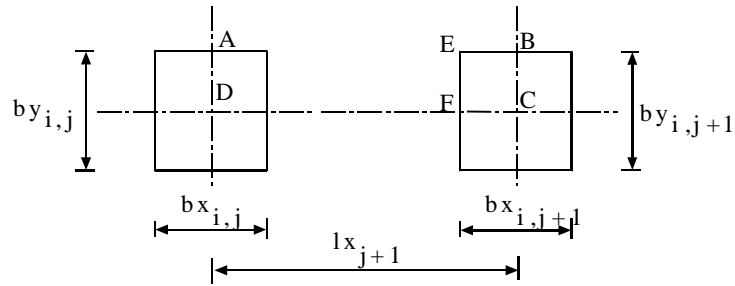
$$m(i, j) = \frac{(b_{xi,j}/2)}{z} \quad (54a)$$

$$n(i, j) = \frac{(b_{yi,j}/2)}{z} \quad (54b)$$



Şekil 49. (i, j) temel boyutları

b) $(i, j+1)$ temelinden dolayı



Şekil 50. $(i, j+1)$ temel boyutları

ABCD dikdörtgen alanı için:

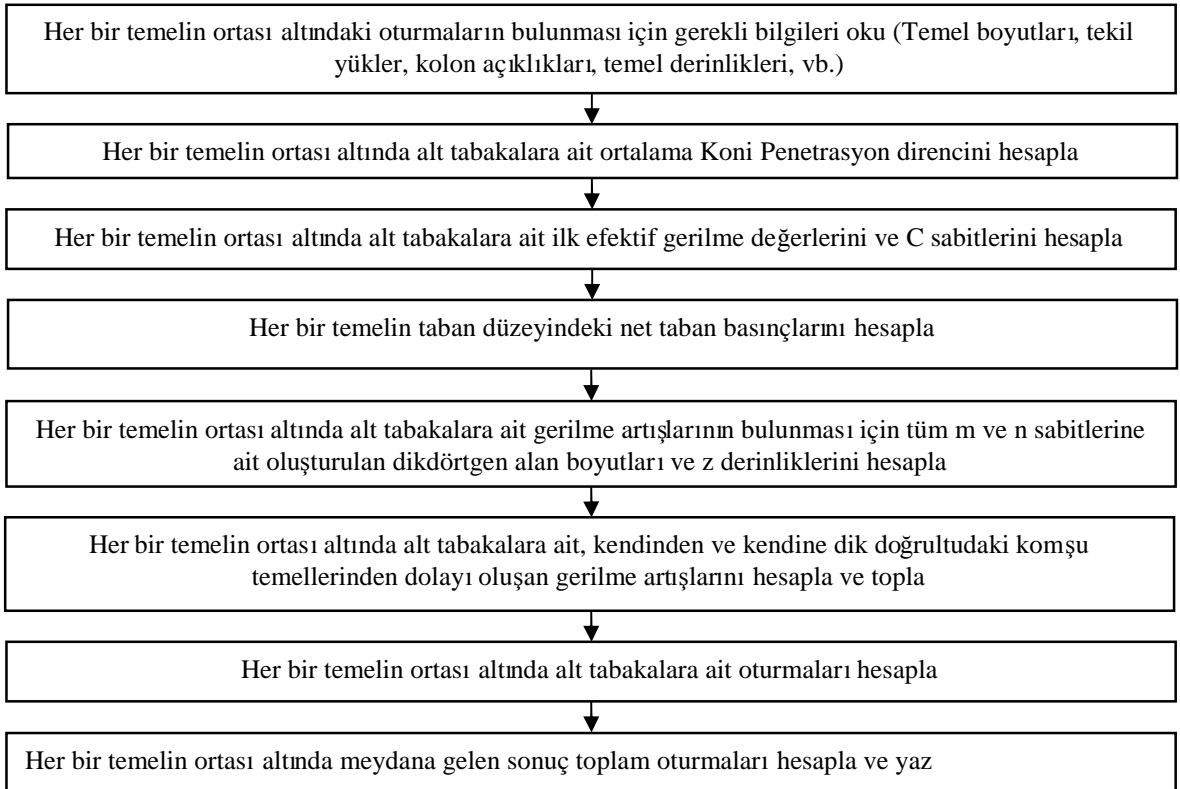
$$m(i, j) = \frac{l_{xj+1} + (b_{xi,j+1}/2)}{z} \quad n(i, j) = \frac{(b_{yi,j+1}/2)}{z} \quad (55a)$$

AEFD dikdörtgen alanı için:

$$m(i, j) = \frac{l_{xj+1} - (b_{xi,j+1} / 2)}{z} \quad n(i, j) = \frac{(b_{yi,j+1} / 2)}{z} \quad (55b)$$

Diğer komşu temeller içinde benzer şekilde alanlar oluşturulur ve m, n sabitleri bulunur.

Bulunan m ve n sabitleri Bağıntı (51)'de yerine konursa gerilme artışları bulunur. Süperpozisyon kuralı uygulanarak (i, j) temelini ortası altındaki, alt tabakalara ait toplam düşey gerilmeler elde edilir. Aynı düşünce her bir temele ayrı ayrı uygulanırsa, bir tekil temel sistemindeki her bir temel ortası altında meydana gelen düşey gerilme artışları bulunur. Yine temel ortası altındaki her bir alt tabakaya ait oturma miktarları Bağıntı (34)'e göre bulunup, bunların toplanması suretiyle temel toplam oturması elde edilir. Bu düşünce de her bir temele ayrı ayrı uygulanır. Oturma hesaplarında Şekil 51'de gösterilen akış diyagramı takip edilmektedir.



Şekil 51. Bir tekil temel sisteminin oturmalarının Buisman-De Beer yöntemi ile hesabının akış mantığı

b) Değiştirilmiş Buisman-De Beer Yöntemi ile

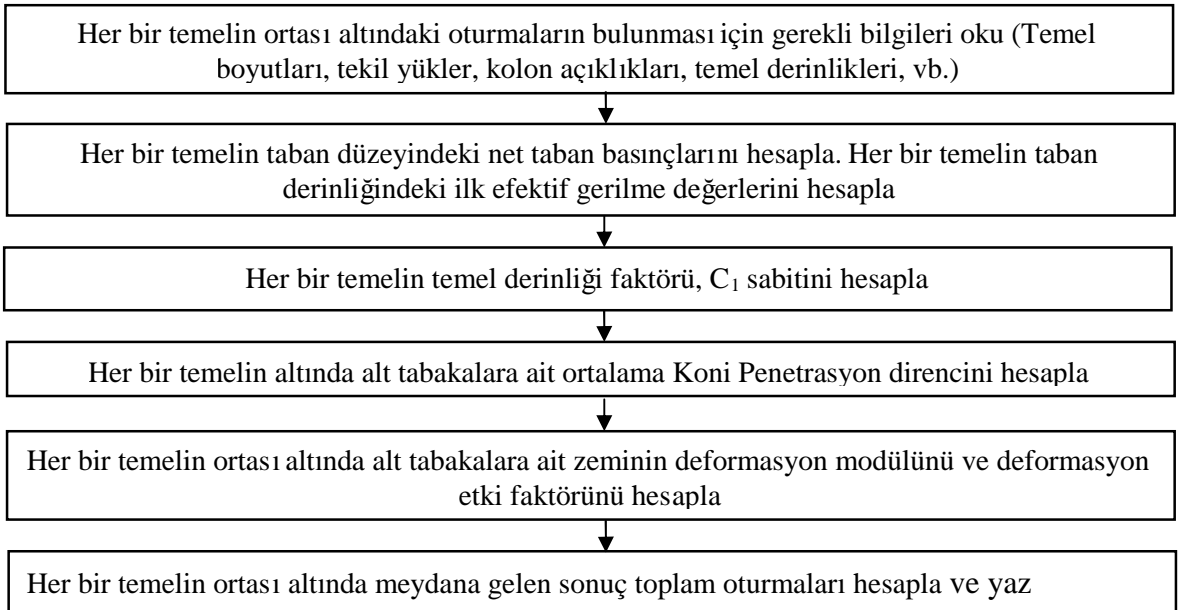
Değiştirilmiş Buisman-De Beer yönteminde, her bir temelin ortası altında, alt tabakalara ait gerilme artışları ve oturma hesapları Buisman-De Beer yönteminde olduğu gibi yapılır. Tek fark, oturma Bağıntısındaki C sabitinin $1.5q_{\text{cort}}/\sigma_0'$ değeri yerine $1.9q_{\text{cort}}/\sigma_0'$ değerini almasıdır.

Buisman –De Beer formülünden bulunan oturma değeri ile Değiştirilmiş Buisman-De Beer formülünden bulunan oturma değeri arasında şöyle bir ilişki gösterilebilir.

$$\Delta H_{\text{Değiştirilmiş Buisman –DeBeer}} = \frac{1.5}{1.9} \Delta H_{\text{Buisman –DeBeer}} \quad (56)$$

c) Schmertmann Yöntemi ile

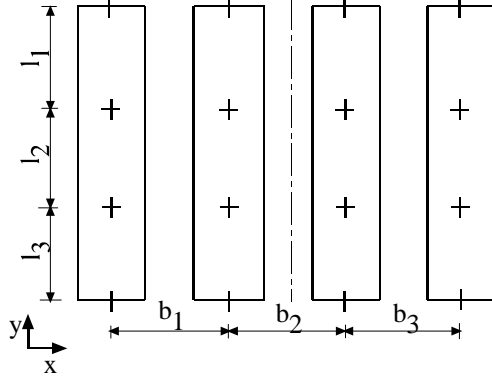
Temelin ortası altında 2B derinliği boyunca uzanan tabakada alt tabakalar oluşturulmuştur. Oturmalar Bağıntı (38)'e göre hesaplanacağından önce alt tabakalara ait düşey deformasyon etki faktörleri, Schmertmann [29]'e göre Şekil 19'da verilen grafikten belirlenir. Daha sonra C_1 , temel derinliği faktörü Bağıntı (39)'dan bulunur. C_2 , akma (krip) faktörü ise 1 olarak alınır. Bütün bu işlemlerin yapılmasında, Şekil 52'de gösterilen akış diyagramı takip edilir.



Şekil 52. Bir tekil temel sisteminin oturmalarının Schmertmann yöntemi ile hesabının akış mantığı

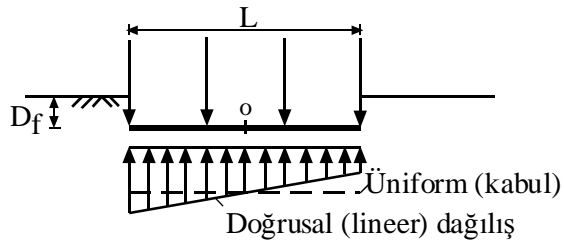
2.3.2.2. Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sisteminin Oturmalarının Hesaplanması

Genel bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi Şekil 53’de verilmiştir.

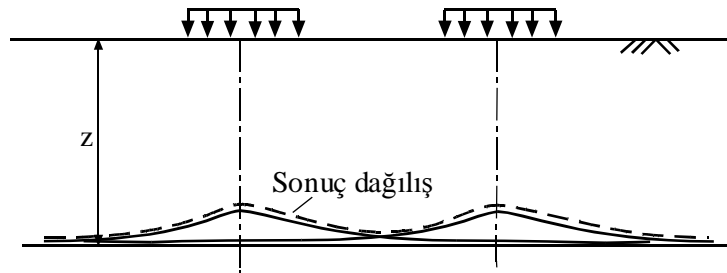


Şekil 53. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi

Şerit temeller boyunca, taban basınç dağılışı lineer (doğrusal) olarak değişse de, ortalama üniform taban basınç dağılışı kabul edilip, üniform şerit yük gibi düşünülmektedir.



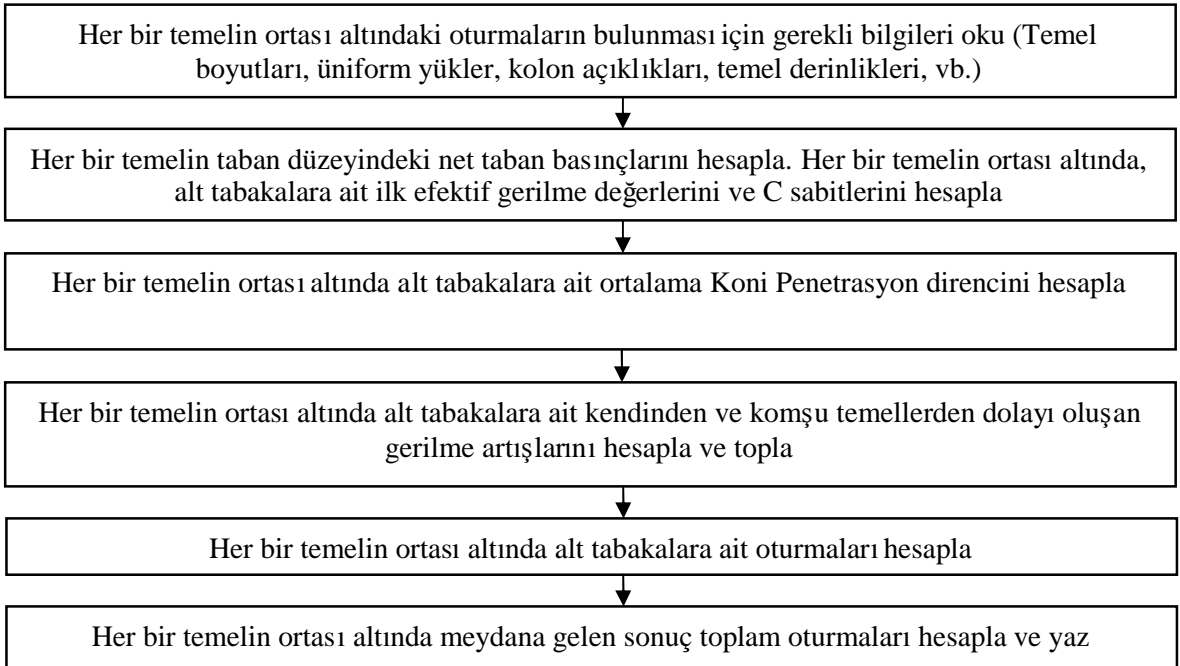
Şekil 54. Şerit temel sistemi taban basınç dağılışı



Şekil 55. Komşu şerit temellerin gerilme etkileşimi

a) Buisman-De Beer Yöntemi ile

Şerit temel in oturma hesabı yapılmadan önce temel altındaki 3B derinliği alt tabakalara bölünür. Bağntı (36)'ya göre önce gerilme artışlarının belirlenmesi gerekir. Bir doğrultuda uzanan bir şerit temel sistemindeki her bir temel in ekseni altında, alt tabakalara ait derinliklerde, kendinden ve komşu temellerden dolayı meydana gelen gerilme artışları Bağntı (49) ve (50) ile hesaplanır. Yine, temel ortası altındaki, her bir alt tabakaya ait oturma miktarları, Bağntı (36)'ya göre bulunup, bunların toplanması suretiyle temel in toplam oturması elde edilir. Oturma hesabı için Şekil 53'de gösterilen akış diyagramı takip edilir.



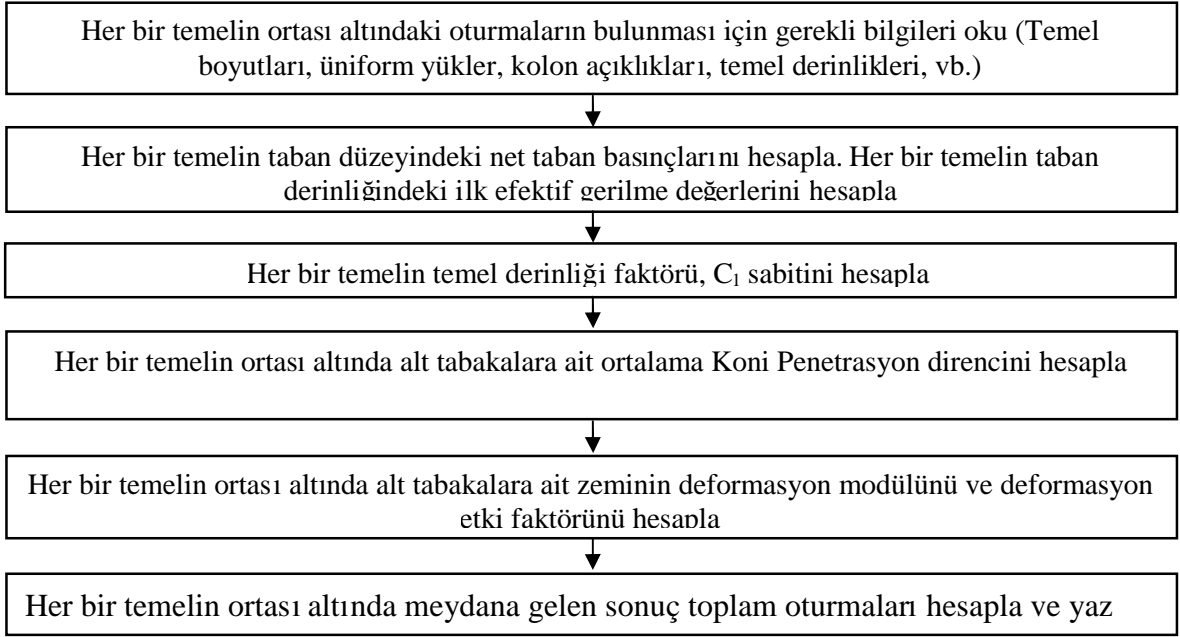
Şekil 56. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının Buisman-De Beer yöntemi ile hesabının akış mantığı

b) Değiştirilmiş Buisman-De Beer Yöntemi ile

Değiştirilmiş Buisman-De Beer formülü (36)'da geçen gerilme artışları, Buisman-De Beer yönteminde olduğu gibi bulunur. Oturma hesapları, Bağntı (36) ve (37)'ye göre yapılırken Şekil 56'da gösterilen akış diyagramı takip edilir. Buisman-De Beer yönteminden tek farkı, C sabitinin $1.5q_{\text{cort}}/\sigma_0'$ değeri yerine $1.9q_{\text{cort}}/\sigma_0'$ değerini almasıdır.

c) Schmertmann Yöntemi ile

Bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının Schmertmann yöntemi ile hesabı, tekil temel sisteminde anlatıldığı gibidir. Şekil 57'de gösterilen akış diyagramı oturma hesabını adım adım yapmaktadır.



Şekil 57. Bir doğrultuda uzanan şerit temel sisteminin oturmalarının Schmertmann yöntemi ile hesabının akış mantığı

3. BULGULAR

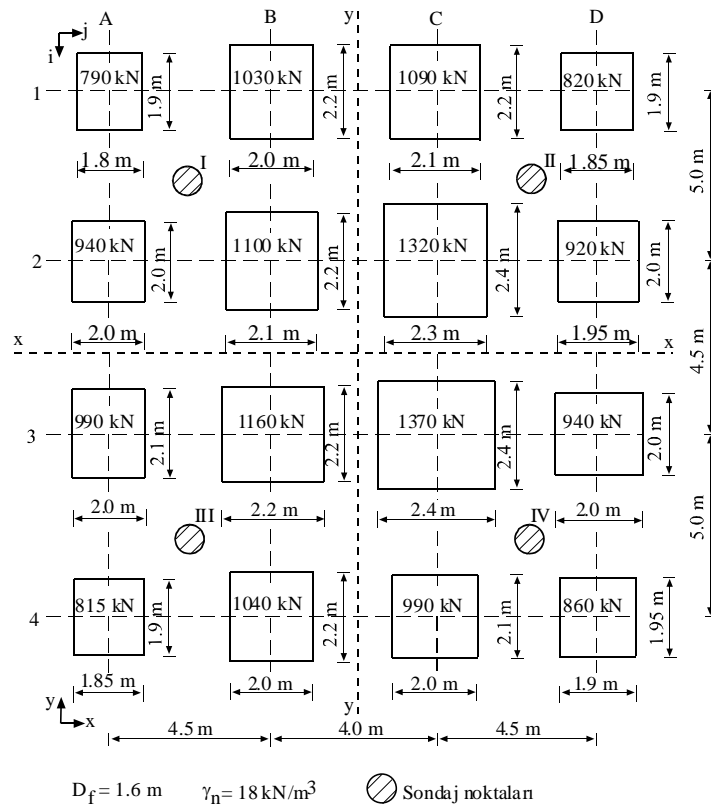
2. Kısımda açıklanan bilgisayar programları tipik tekil temel ve tipik bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemlerine uygulanmıştır.

3.1. Tekil Temel Sistemi Oturmalarının Hesaplanması

Burada oturmaları hesaplanan tekil temel sistemleri, tekil temel özellikleri, sistemin x-x ve y-y eksenlerine göre simetrik olmayan (1. Örnek), y-y eksenine göre simetrik olan (2. Örnek) ve her iki eksene göre simetrik olan (3. Örnek)'dir.

1. Örnek: x-x ve y-y eksenlerine göre temel boyutları, temel yükleri, kolon açıklıkları, SPT N-derinlik ilişkileri, vb. açılarından simetrik olmayan tekil temel sistemi

1. örnek ile ilgili bilgiler Şekil 58 ve Tablo 4'de verilmektedir. Yer altı suyunun olmadığı düşünülmüştür.



Şekil 58. 1. Örneğe ait bilgiler

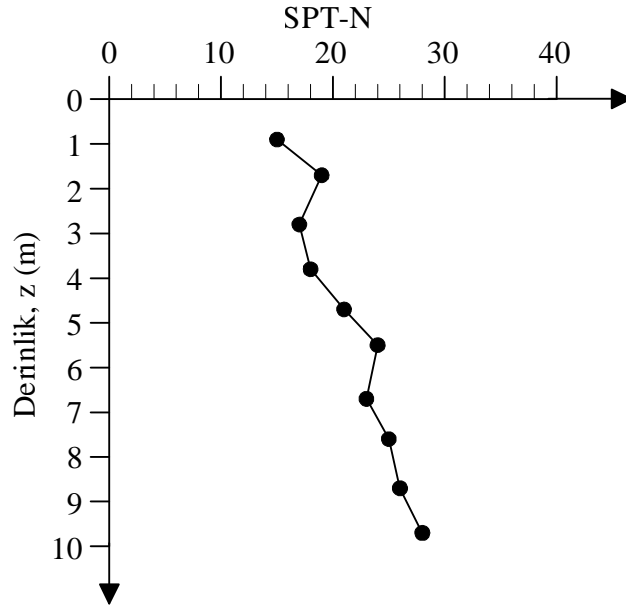
Tablo 4. 1. Örneğe ait bilgiler (Bkz. Şekil 58)

Temel No	B_x (m)	B_y (m)	ΣN (kN)	Brüt Taban	Net Taban
				Basıncı, q_t (kN/m ²)	Basıncı, q_{net} (kN/m ²)
1A	1.80	1.90	790	230.8	202
1B	2.00	2.20	1030	233.8	205
1C	2.10	2.20	1090	235.8	207
1D	1.85	1.90	820	231.8	203
2A	2.00	2.00	940	234.8	206
2B	2.10	2.20	1100	236.8	208
2C	2.30	2.40	1320	238.8	210
2D	1.95	2.00	920	233.8	205
3A	2.00	2.10	990	233.8	205
3B	2.20	2.20	1160	238.8	210
3C	2.40	2.40	1370	237.8	209
3D	2.00	2.00	940	234.8	206
4A	1.85	1.90	815	231.8	203
4B	2.00	2.20	1040	234.8	206
4C	2.00	2.10	990	235.8	207
4D	1.90	1.95	860	230.8	202

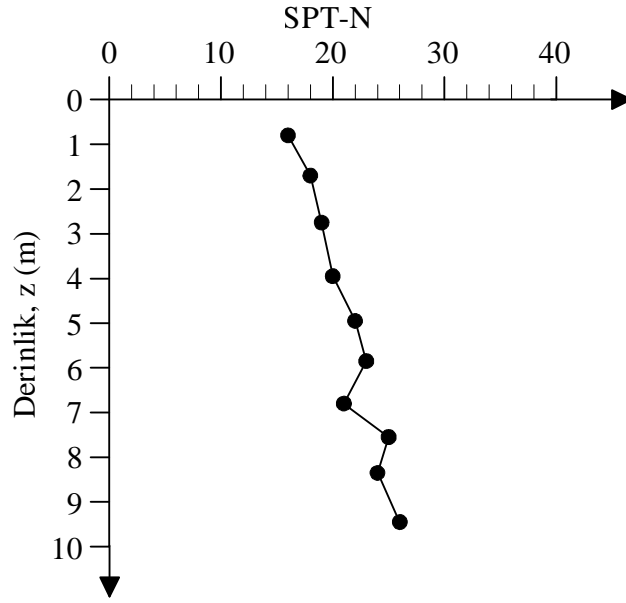
1. Örnekte 4 adet sondaj-SPT N noktası bulunup, her bir noktaya ait bilgilerin, noktaya komşu olan 4 tekil temel için geçerli olduğu kabul edilmiştir. Bu noktalara ait düzeltilmiş SPT N değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 5 ve Şekil 59-Şekil 62’de verilmektedir. Bağıntı 4’e göre SPT N değerlerinden elde edilen q_c değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 6 ve Şekil 63-Şekil 66’da verilmektedir.

Tablo 5. 1. örnekte I, II, III ve IV noktalarında SPT N-derinlik ilişkileri (Bkz. Şekil 58)

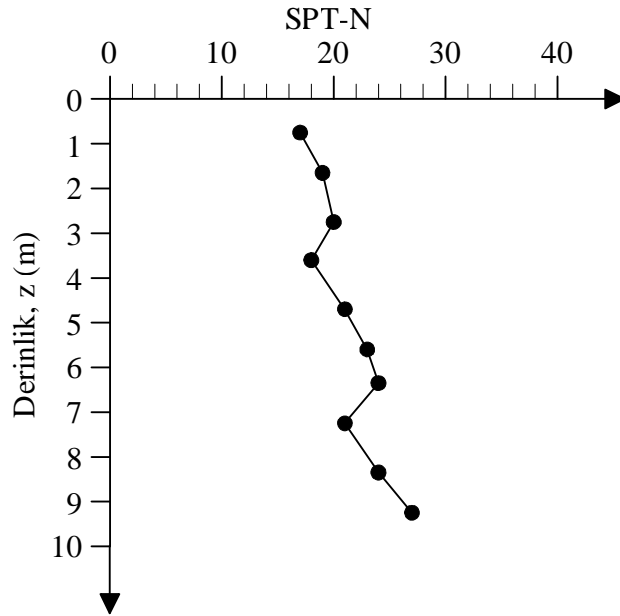
I noktası		II noktası		III noktası		IV noktası	
Derinlik (m)	SPT N	Derinlik (m)	SPT N	Derinlik (m)	SPT N	Derinlik (m)	SPT N
0.90	15	0.80	16	0.75	17	0.85	17
1.70	19	1.70	18	1.65	19	1.75	16
2.80	17	2.75	19	2.75	20	2.70	21
3.80	18	3.95	20	3.60	18	3.40	19
4.70	21	4.95	22	4.70	21	4.55	21
5.50	24	5.85	23	5.60	23	5.65	23
6.70	23	6.80	21	6.35	24	6.60	22
7.60	25	7.55	25	7.25	21	7.30	25
8.70	26	8.35	24	8.35	24	8.15	24
9.70	28	9.45	26	9.25	27	8.95	23



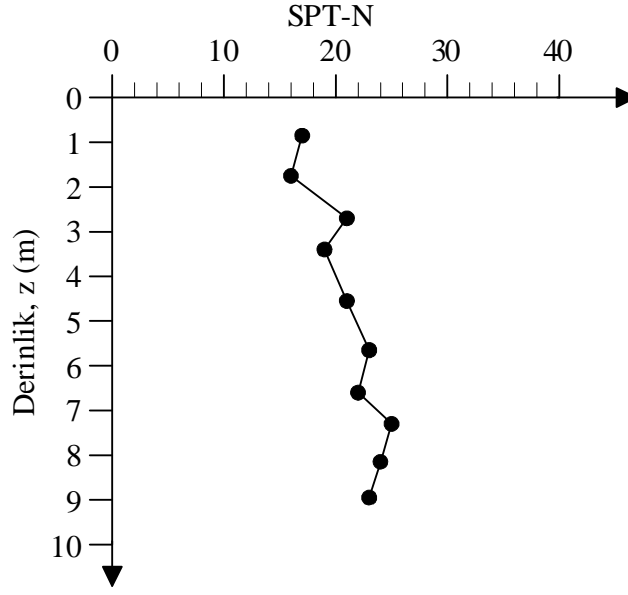
Şekil 59. 1. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 5)



Şekil 60. 1. Örnekte II noktasında SPT N-derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 5)



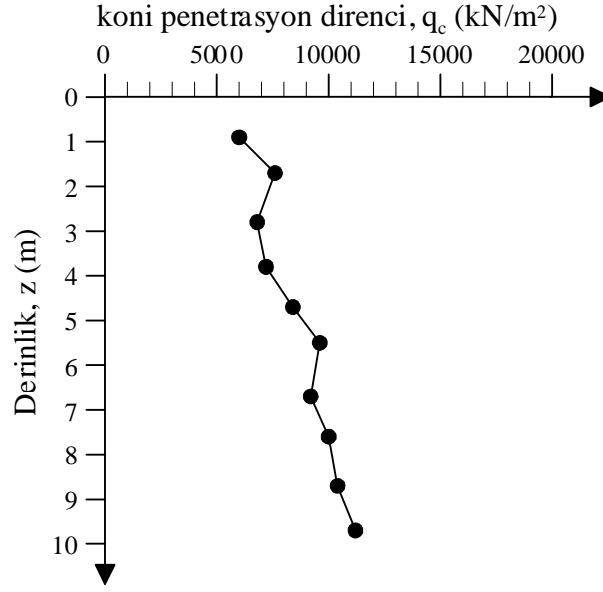
Şekil 61. 1. Örnekte III noktasında SPT N-derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 5)



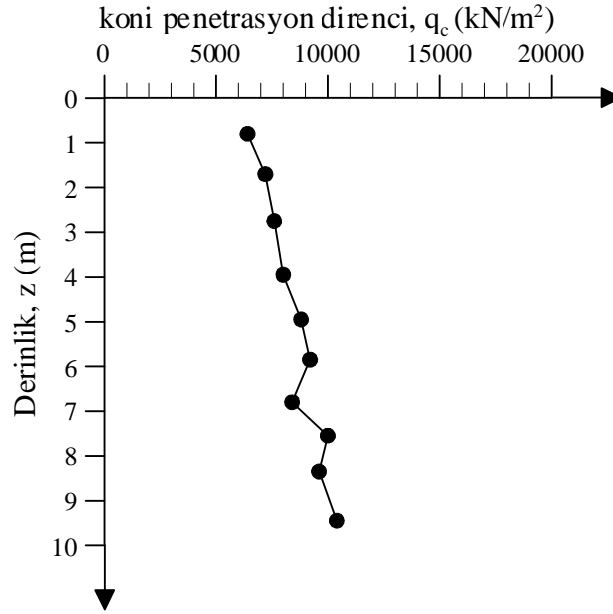
Şekil 62. 1. Örnekte IV noktasında SPT N-derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 5)

Tablo 6. 1. Örnekte I, II, III ve IV noktalarında q_c -derinlik ilişkileri (Bkz. Şekil 58)

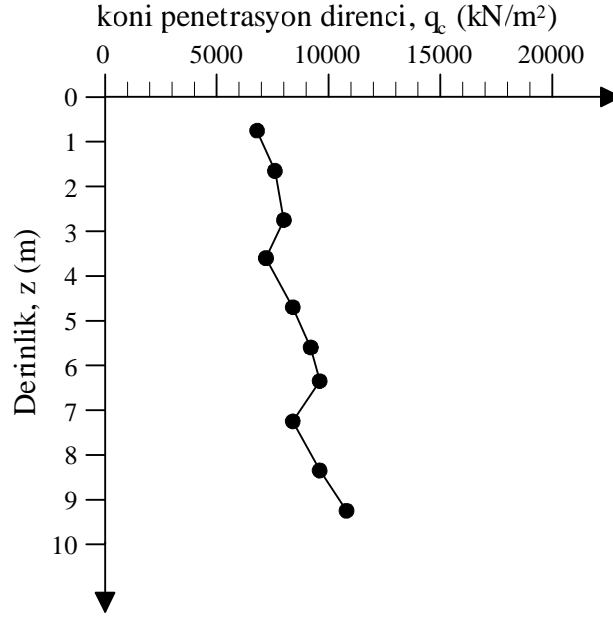
I noktası		II noktası		III noktası		IV noktası	
Derinlik (m)	q_c (kN/m ²)	Derinlik (m)	q_c (kN/m ²)	Derinlik (m)	q_c (kN/m ²)	Derinlik (m)	q_c (kN/m ²)
0.90	6000	0.80	6400	0.75	6800	0.85	6800
1.70	7600	1.70	7200	1.65	7600	1.75	6400
2.80	6800	2.75	7600	2.75	8000	2.70	8400
3.80	7200	3.95	8000	3.60	7200	3.40	7600
4.70	8400	4.95	8800	4.70	8400	4.55	8400
5.50	9600	5.85	9200	5.60	9200	5.65	9200
6.70	9200	6.80	8400	6.35	9600	6.60	8800
7.60	10000	7.55	10000	7.25	8400	7.30	10000
8.70	10400	8.35	9600	8.35	9600	8.15	9600
9.70	11200	9.45	10400	9.25	10800	8.95	9200



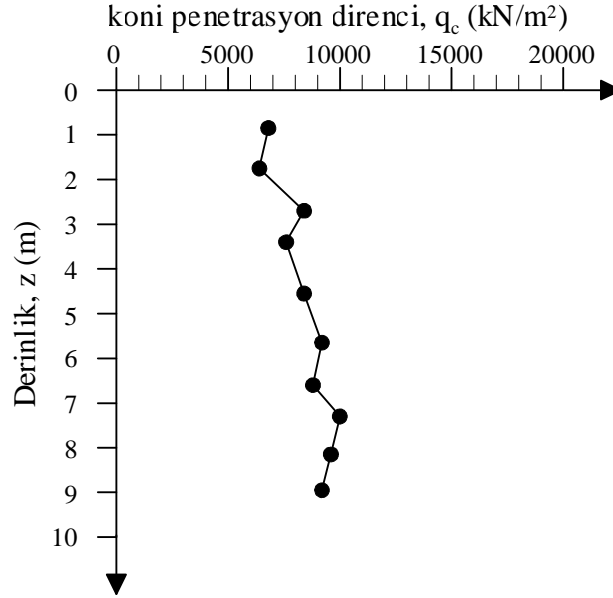
Şekil 63. 1. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 6)



Şekil 64. 1. Örnekte II noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 6)



Şekil 65. 1. Örnekte III noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 6)



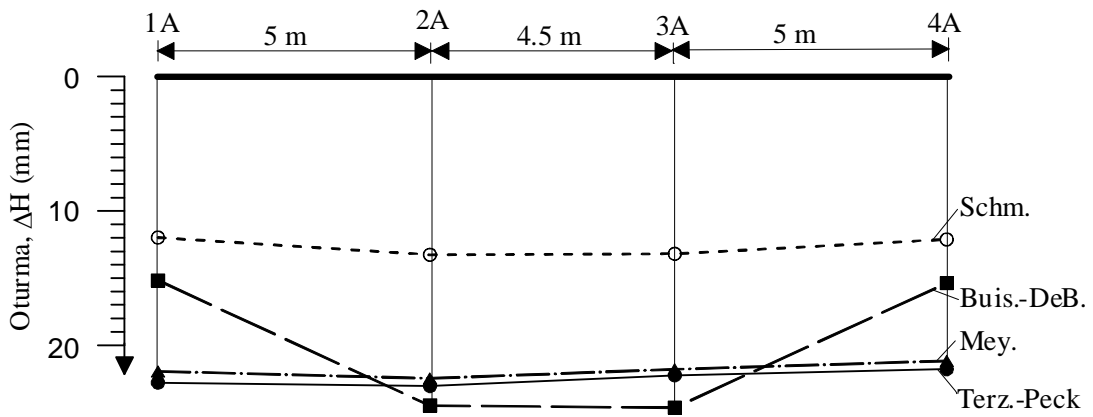
Şekil 66. 1. Örnekte IV noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 6)

1. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları Tablo 7'de toplu olarak verilmektedir.

Tablo 7. 1. örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları

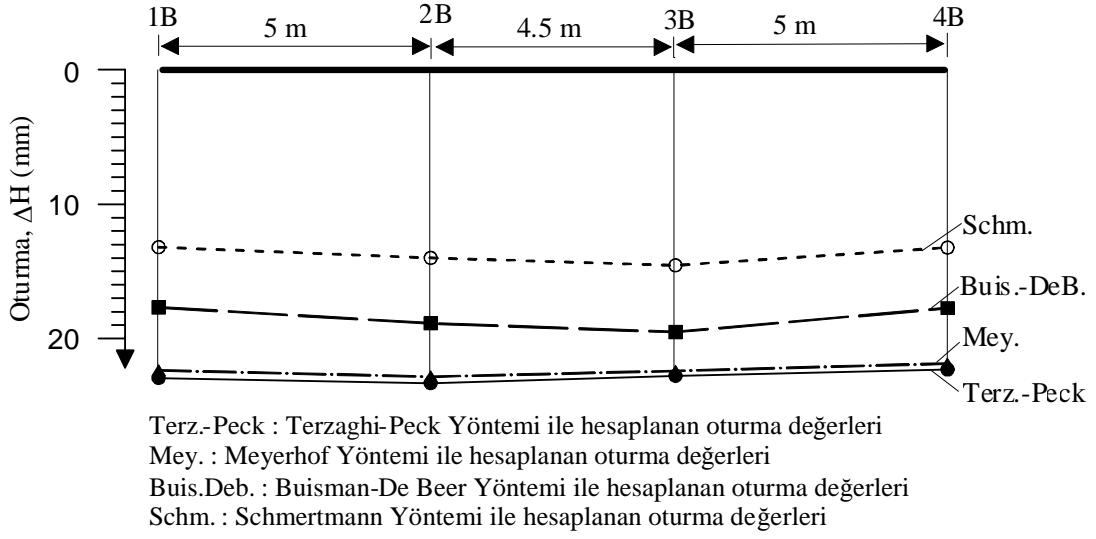
Temel No	Toplam Oturmalar, ΔH (mm)			
	SPT		CPT	
	Terzaghi-Peck	Meyerhof	Buisman-De Beer	Schmertmann
1A	22.780	21.939	15.17	11.98
1B	22.931	22.368	17.68	13.20
1C	22.232	21.847	25.29	13.38
1D	21.795	21.202	22.73	11.74
2A	23.032	22.467	24.49	13.26
2B	23.316	22.837	18.87	13.99
2C	22.789	22.439	28.28	14.73
2D	22.117	21.639	23.23	12.54
3A	22.233	21.789	24.64	13.19
3B	22.772	22.410	19.51	14.55
3C	22.810	22.458	28.88	14.95
3D	22.082	21.648	23.17	12.49
4A	21.772	21.166	15.37	12.12
4B	22.303	21.857	17.73	13.23
4C	22.159	21.723	16.37	12.54
4D	21.734	21.203	14.78	11.76

1. Örnekteki temellerin toplam oturma sonuçları, kullanılan her yöntem aynı şekil üzerinde gösterilmek üzere farklı eksen takımları kullanılarak Şekil 67-Şekil 74'de görülmektedir.

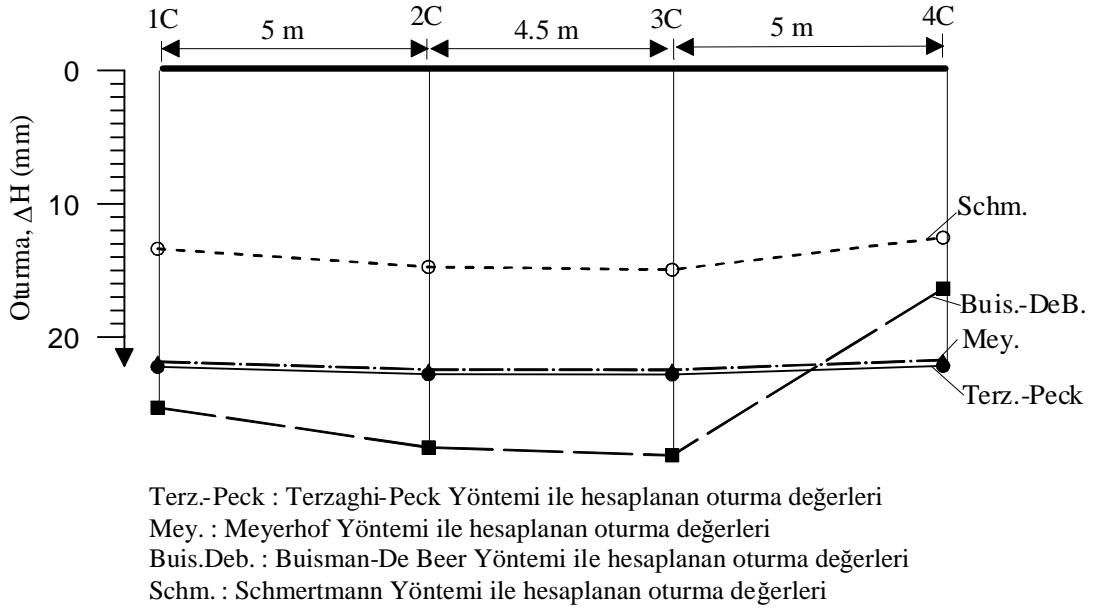


Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

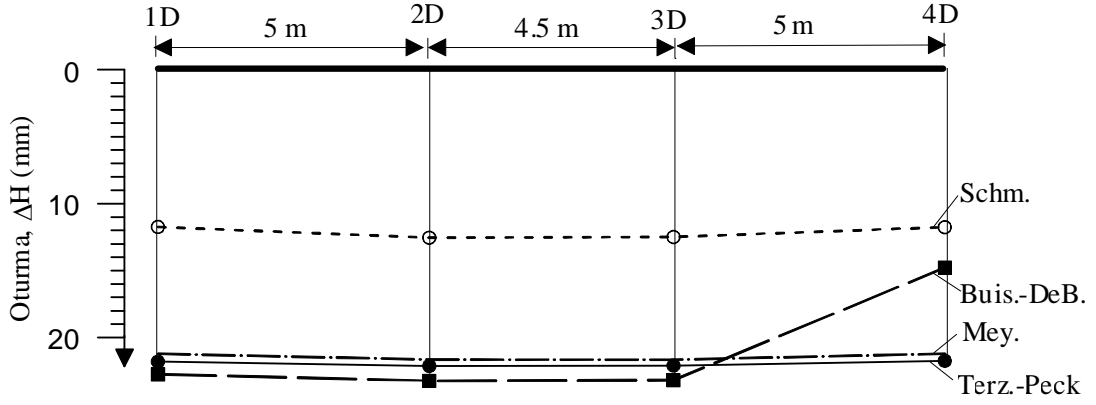
Şekil 67. 1. Örnekteki A1234 eksenini boyunca (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili



Şekil 68. 1. Örnekteki B1234 eksenini boyundaki (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili

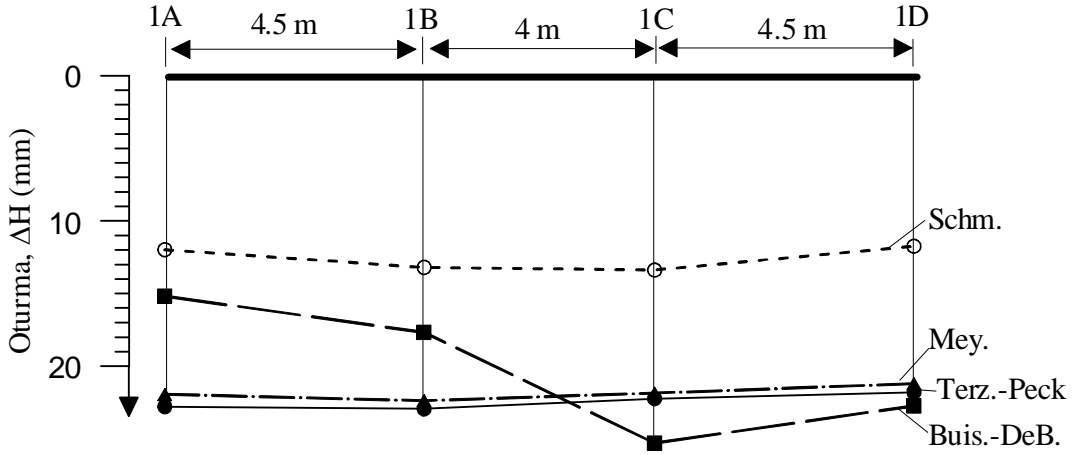


Şekil 69. 1. Örnekteki C1234 eksenini boyundaki (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili



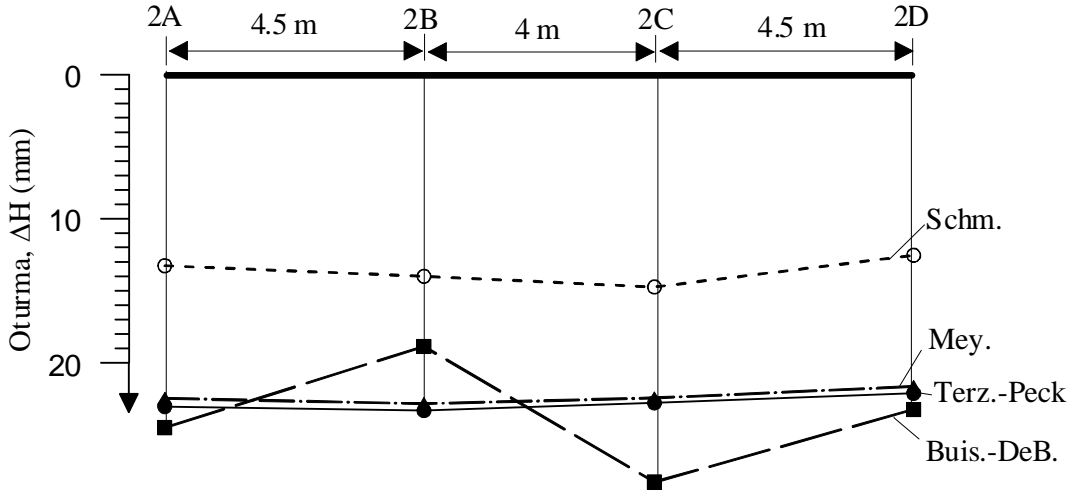
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 70. 1. Örnekteki D1234 eksenini boyunda (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili



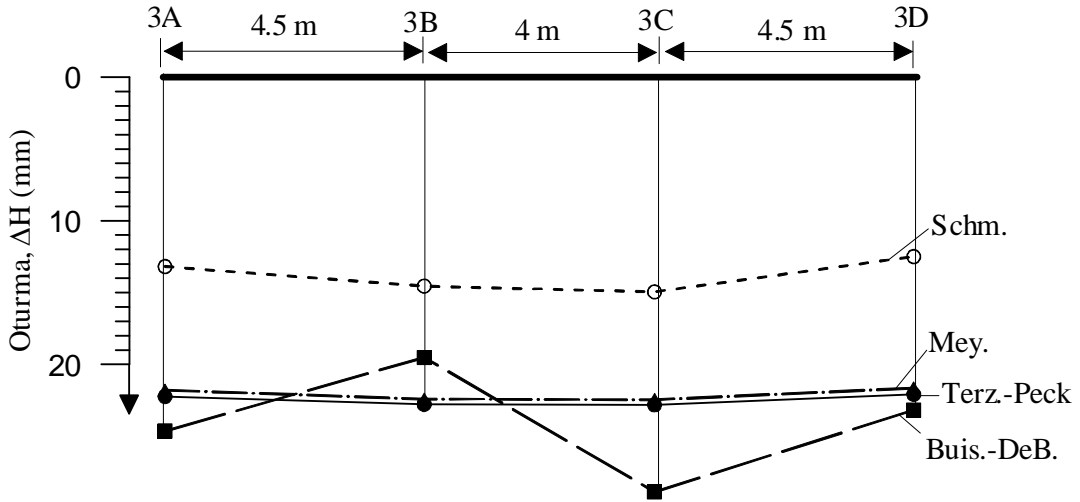
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 71. 1. Örnekteki 1ABCD eksenini boyunda (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili



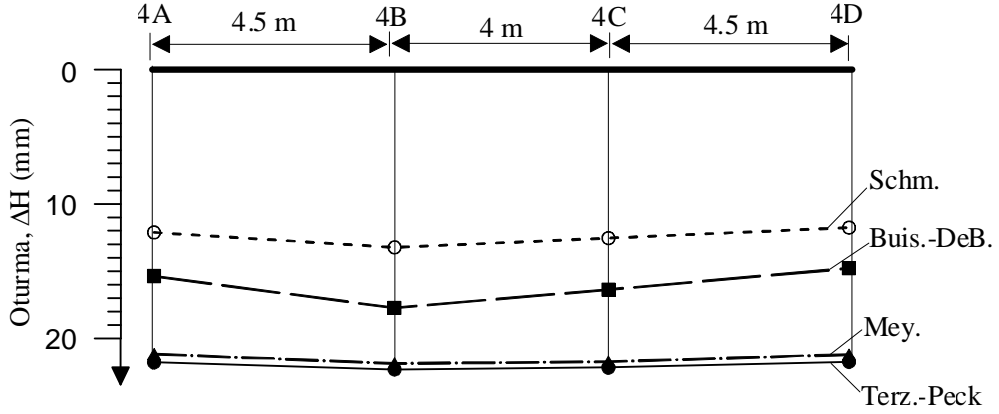
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 72. 1. Örnekteki 2ABCD eksenini boyunda (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili



Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 73. 1. Örnekteki 3ABCD eksenini boyunda (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili



Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

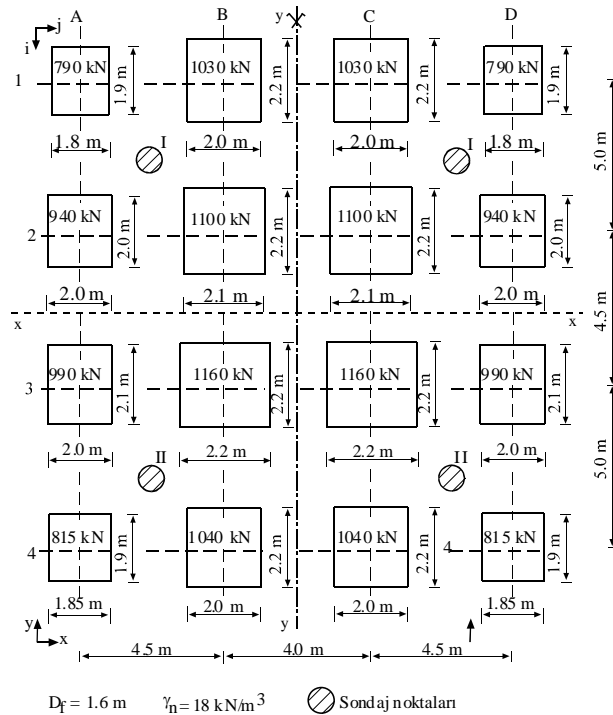
Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 74. 1. Örnekteki 4ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 7) toplam oturma profili

2. Örnek: y-y eksenine göre temel boyutları, temel yükleri, kolon açıklıkları, SPT N-derinlik ilişkileri, vb. açısından simetrik olan tekil temel sistemi

2. örnek ile ilgili bilgiler Şekil 75 ve Tablo 8'de verilmektedir. Yer altı suyunun olmadığı düşünülmüştür.



Şekil 75. 2. Örneğe ait bilgiler

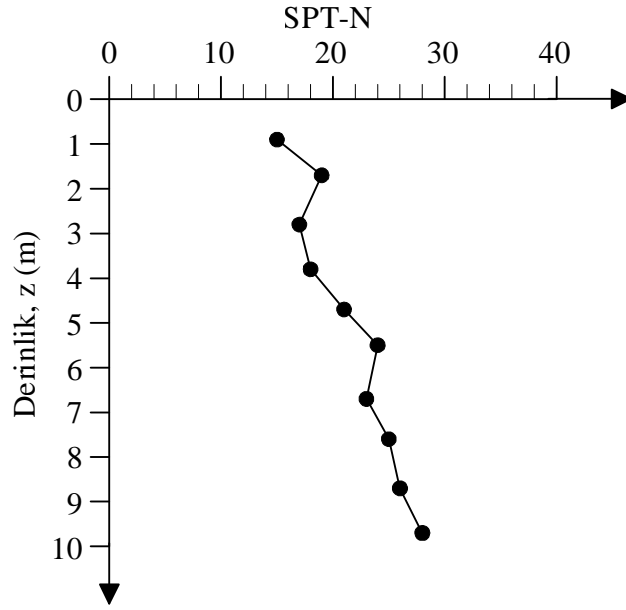
Tablo 8. 2. Örneğe ait bilgiler (Bkz. Şekil 75)

Temel No	B _x (m)	B _y (m)	ΣN (kN)	Brüt Taban Basıncı, q _t (kN/m ²)	Net Taban Basıncı, q _{net} (kN/m ²)
1A	1.80	1.90	790	230.8	202
1B	2.00	2.20	1030	233.8	205
1C	2.00	2.20	1030	233.8	205
1D	1.80	1.90	790	230.8	202
2A	2.00	2.00	940	234.8	206
2B	2.10	2.20	1100	236.8	208
2C	2.10	2.20	1100	236.8	208
2D	2.00	2.00	940	234.8	206
3A	2.00	2.10	990	233.8	205
3B	2.20	2.20	1160	238.8	210
3C	2.20	2.20	1160	238.8	210
3D	2.00	2.10	990	233.8	205
4A	1.85	1.90	815	231.8	203
4B	2.00	2.20	1040	234.8	206
4C	2.00	2.20	1040	234.8	206
4D	1.85	1.90	815	231.8	203

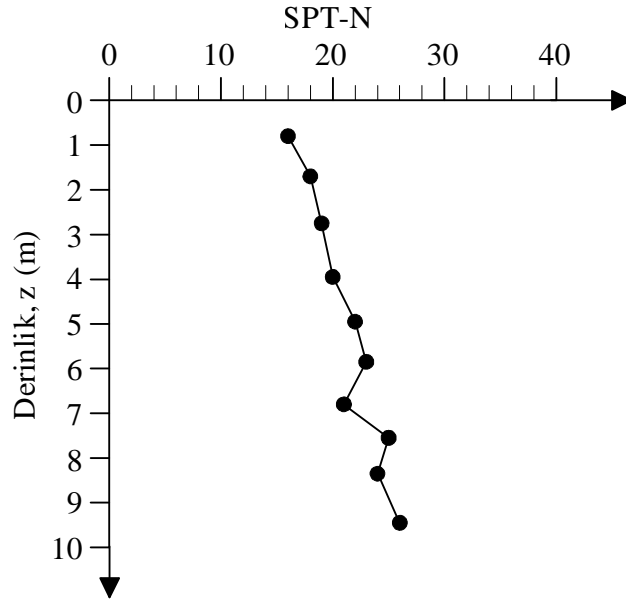
2. örnekte 4 adet sondaj-SPT N noktası bulunup, her bir noktaya ait bilgilerin, noktaya komşu olan 4 tekil temel için geçerli olduğu kabul edilmiştir. Bu noktalara ait düzeltilmiş SPT N değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 9 ve Şekil 76, 77’de verilmektedir. Bağıntı 4’e göre SPT N değerlerinden elde edilen q_c değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 10 ve Şekil 78, 79’da verilmektedir.

Tablo 9. 2. Örnekte I ve II noktalarında SPT N-derinlik ilişkileri (Bkz. Şekil 75)

I noktası		II noktası	
Derinlik (m)	SPT N	Derinlik (m)	SPT N
0.90	15	0.80	16
1.70	19	1.70	18
2.80	17	2.75	19
3.80	18	3.95	20
4.70	21	4.95	22
5.50	24	5.85	23
6.70	23	6.80	21
7.60	25	7.55	25
8.70	26	8.35	24
9.70	28	9.45	26



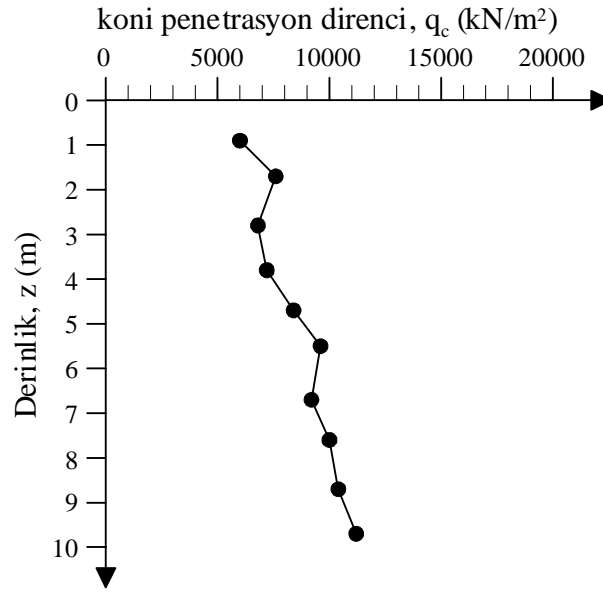
Şekil 76. 2. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 9)



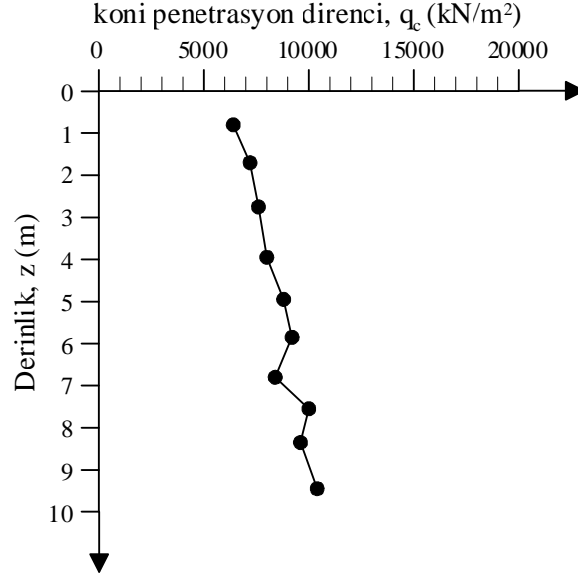
Şekil 77. 2. Örnekte II noktasında SPT N-derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 9)

Tablo 10. 2. Örnekte I ve II noktalarında q_c -derinlik ilişkileri (Bkz. Şekil 75)

I noktası		II noktası	
Derinlik (m)	q_{cort} (kN/m ²)	Derinlik (m)	q_{cort} (kN/m ²)
0.90	6000	0.80	6400
1.70	7600	1.70	7200
2.80	6800	2.75	7600
3.80	7200	3.95	8000
4.70	8400	4.95	8800
5.50	9600	5.85	9200
6.70	9200	6.80	8400
7.60	10000	7.55	10000
8.70	10400	8.35	9600
9.70	11200	9.45	10400



Şekil 78. 2. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 10)



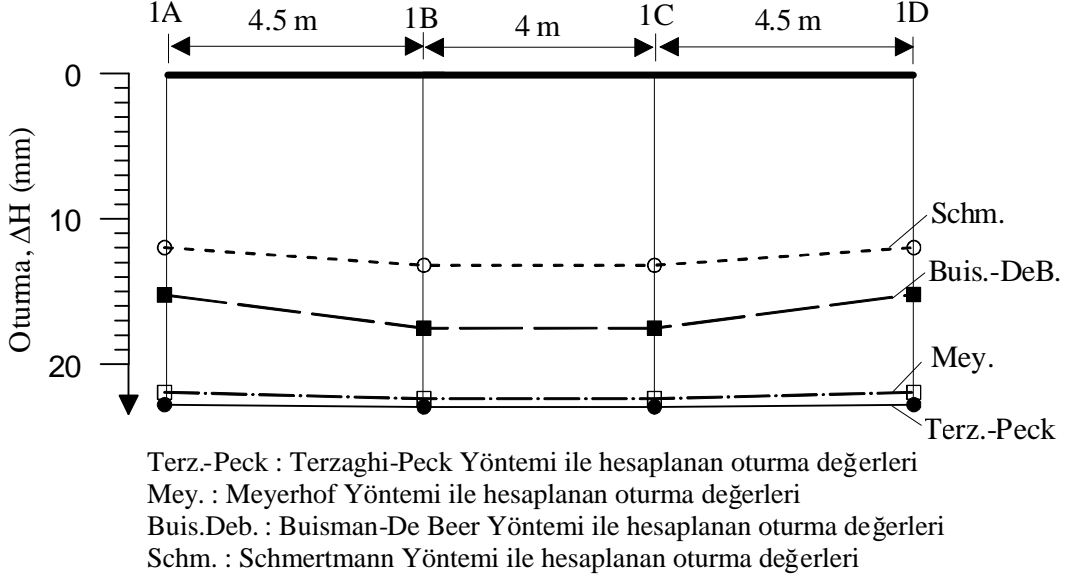
Şekil 79. 2. Örnekte II noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 10)

2. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları Tablo 11'de toplu olarak verilmektedir.

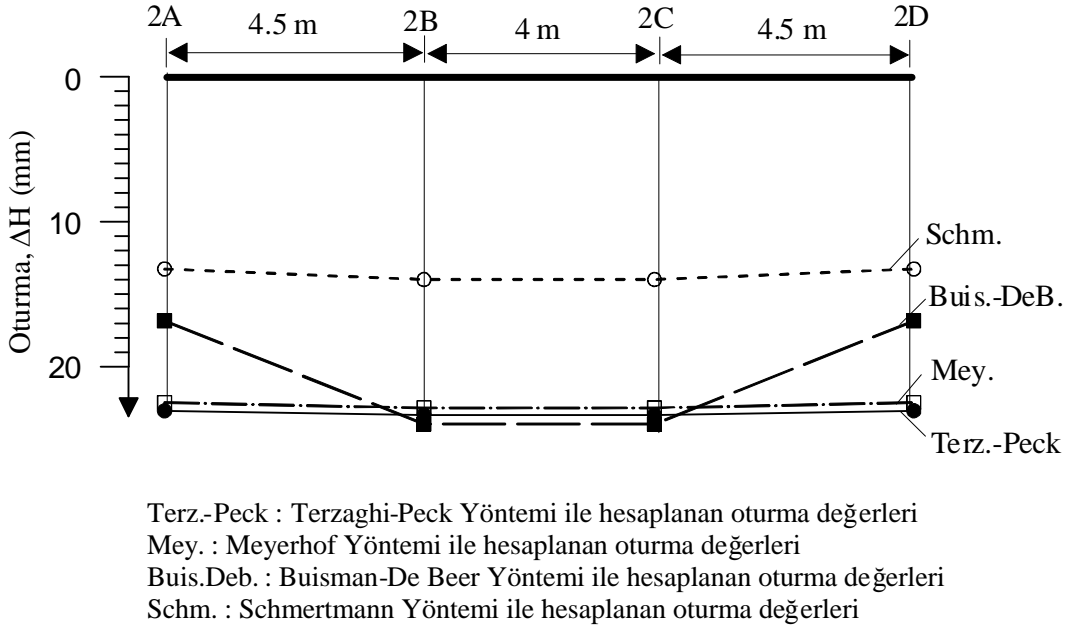
Tablo 11. 2. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları

Temel No	Toplam Oturmalar, ΔH (mm)			
	SPT		CPT	
	Terzaghi-Peck	Meyerhof	Buisman-De Beer	Schmertmann
1A	22.780	21.939	15.24	11.98
1B	22.931	22.368	17.52	13.20
1C	22.931	22.368	17.52	13.20
1D	22.780	21.939	15.24	11.98
2A	23.032	22.467	16.83	13.26
2B	23.316	22.837	23.95	13.99
2C	23.316	22.837	23.95	13.99
2D	23.032	22.467	16.83	13.26
3A	22.233	21.789	17.06	13.19
3B	22.772	22.410	19.28	14.55
3C	22.772	22.410	19.28	14.56
3D	22.233	21.789	17.06	13.19
4A	21.772	21.166	15.19	12.12
4B	22.303	21.857	17.51	13.23
4C	22.303	21.857	17.51	13.23
4D	21.772	21.166	15.19	12.12

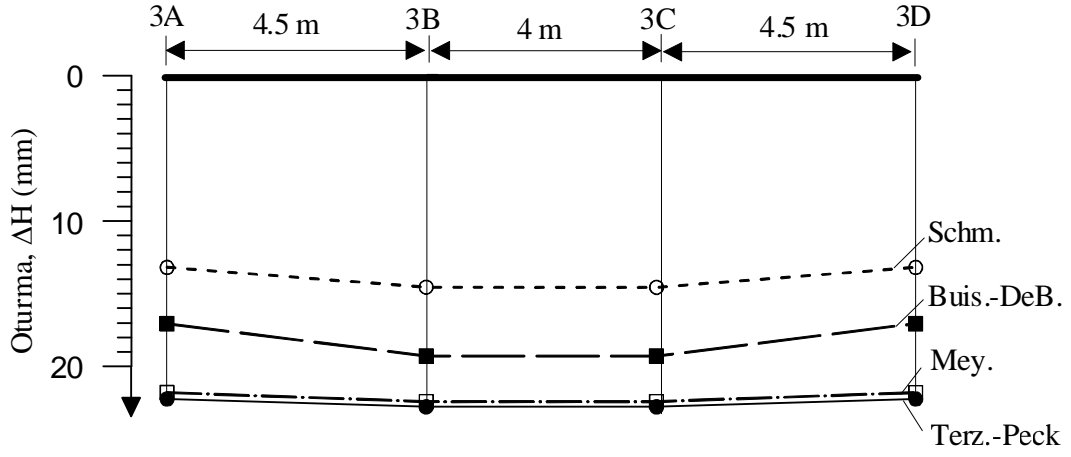
2. örnekte temellerin toplam oturma sonuçları, kullanılan her yöntem aynı şekil üzerinde gösterilmek üzere farklı eksen takımları kullanılarak Şekil 80-Şekil 87'de görülmektedir.



Şekil 80. 2. Örnekte 1ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili

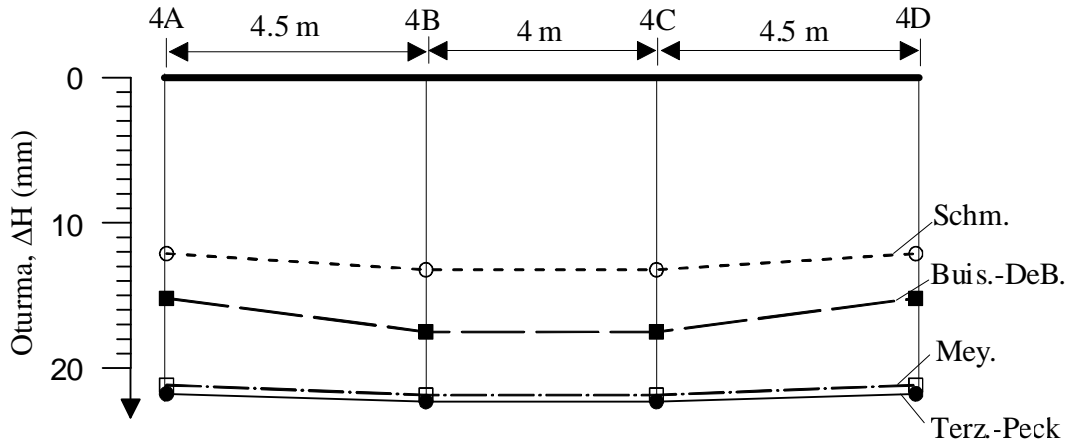


Şekil 81. 2. Örnekte 2ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili



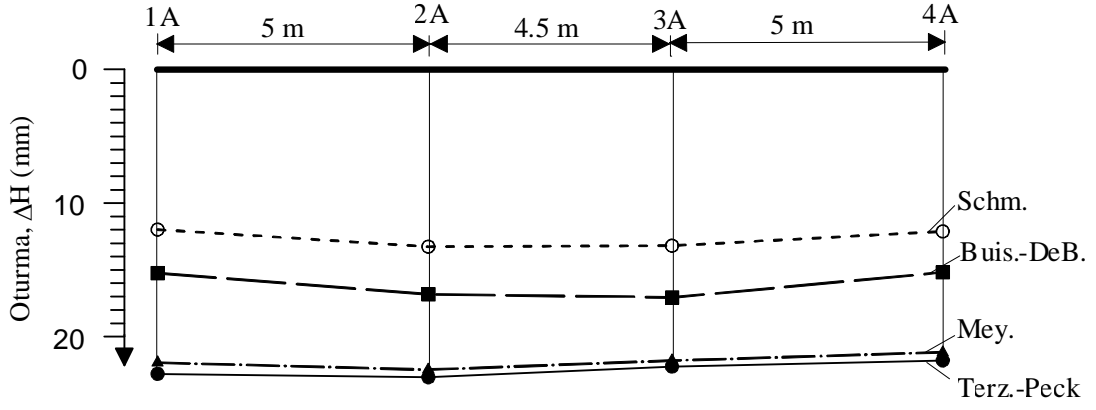
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 82. 2. Örnekte 3ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili



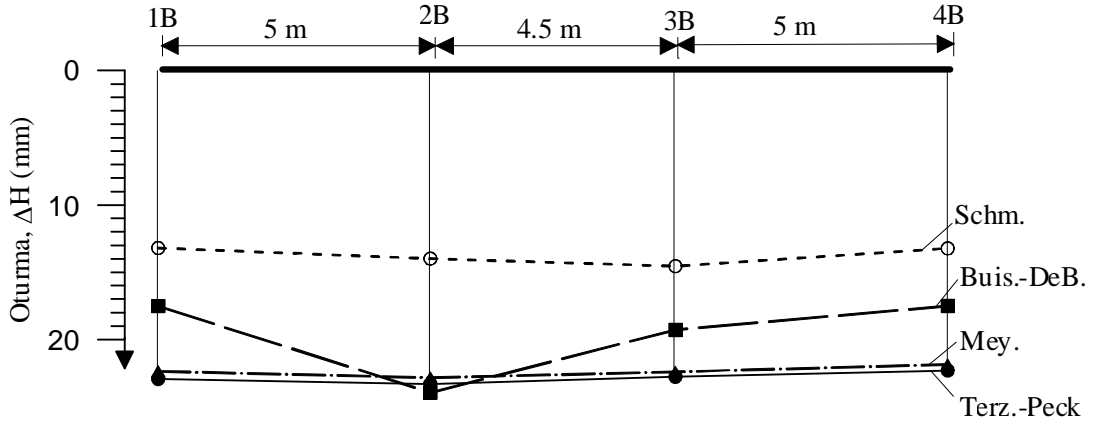
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 83. 2. Örnekte 4ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili



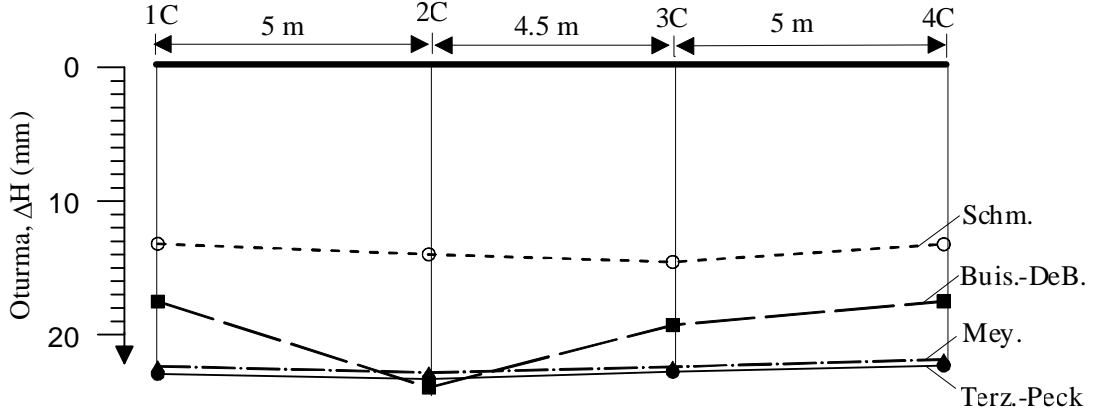
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 84. 2. Örnekte A1234 eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili



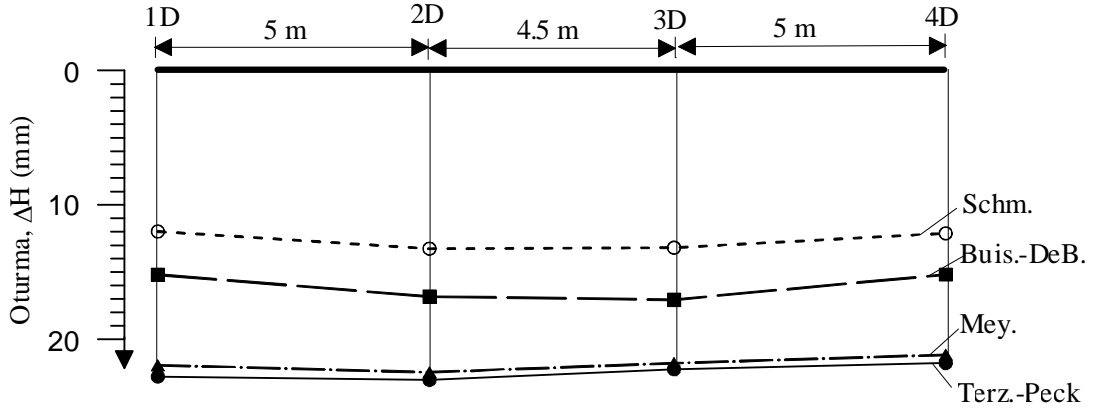
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 85. 2. Örnekte B1234 eksenini boyunca (Bkz. Şekil 58 ve Tablo 11) toplam oturma profili



Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 86. 2. Örnekte C1234 eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili

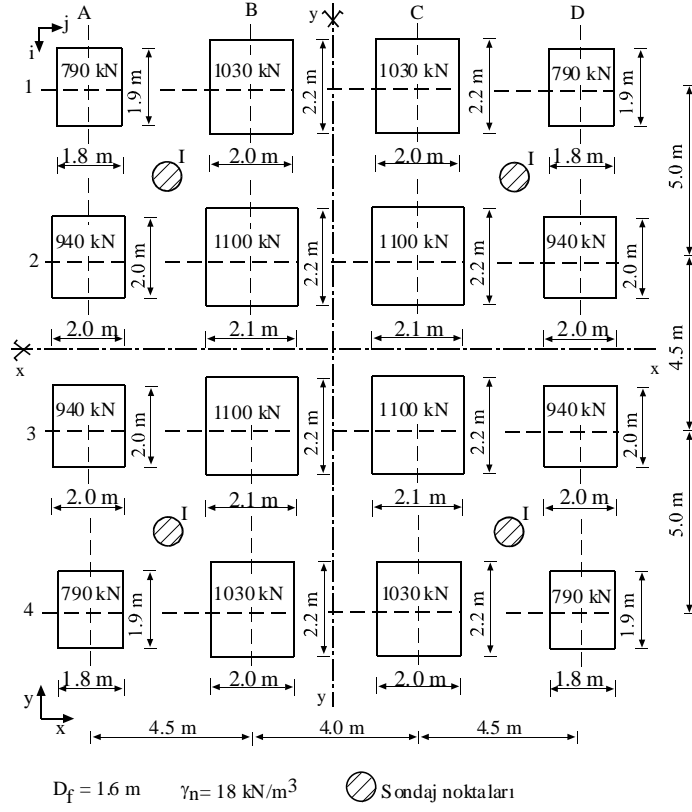


Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 87. 2. Örnekte D1234 eksenini boyunca (Bkz. Şekil 75 ve Tablo 11) toplam oturma profili

3. Örnek: x-x ve y-y eksenlerine göre temel boyutları, temel yükleri, kolon açıklıkları, SPT N-derinlik ilişkileri, vb. açılarından simetrik olan tekil temel sistemi

3. örnek ile ilgili bilgiler Şekil 88 ve Tablo 12'de verilmektedir. Yer altı suyunun olmadığı düşünülmüştür.



Şekil 88. 3. Örneğe ait bilgiler

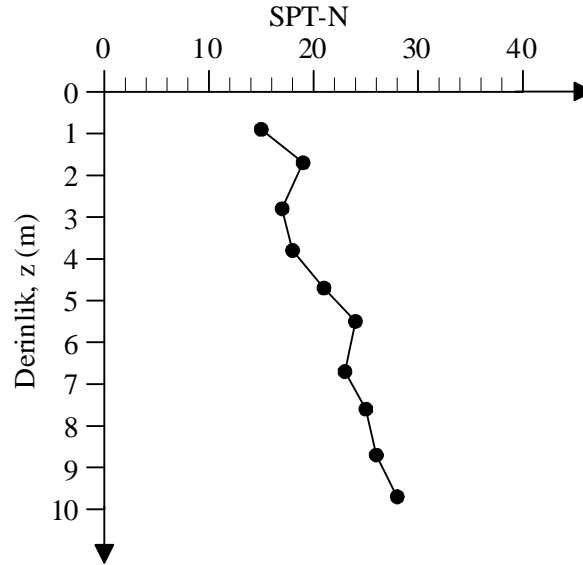
Tablo 12. 3. Örneğe ait bilgiler (Bkz. Şekil 88)

Temel No	B_x (m)	B_y (m)	ΣN (kN)	Brüt Taban Basıncı, q_t (kN/m ²)	Net Taban Basıncı, q_{net} (kN/m ²)
1A	1.80	1.90	790	230.8	202
1B	2.00	2.20	1030	233.8	205
1C	2.00	2.20	1030	233.8	205
1D	1.80	1.90	790	230.8	202
2A	2.00	2.00	940	234.8	206
2B	2.10	2.20	1100	236.8	208
2C	2.10	2.20	1100	236.8	208
2D	2.00	2.00	940	234.8	206
3A	2.00	2.00	940	234.8	206
3B	2.10	2.20	1100	236.8	208
3C	2.10	2.20	1100	236.8	208
3D	2.00	2.00	940	234.8	206
4A	1.80	1.90	790	230.8	202
4B	2.00	2.20	1030	233.8	205
4C	2.00	2.20	1030	233.8	205
4D	1.80	1.90	790	230.8	202

3. örnekte 4 adet sondaj-SPT N noktası bulunup, her bir noktaya ait bilgilerin, noktaya komşu olan 4 tekil temel için geçerli olduğu kabul edilmiştir. Bu noktalara ait düzeltilmiş SPT N değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 13 ve Şekil 89’da verilmektedir. Bağıntı 4’e göre SPT N değerlerinden elde edilen q_c değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 14 ve Şekil 90’da verilmektedir.

Tablo 13. 3. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkileri (Bkz. Şekil 88)

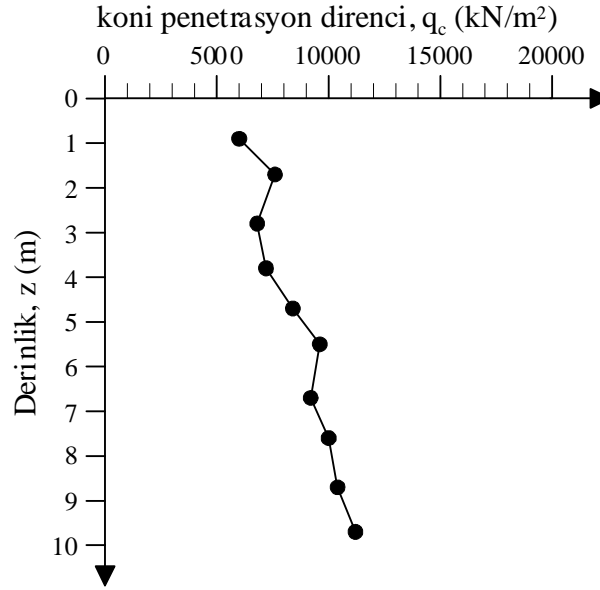
I noktası	
Derinlik (m)	SPT N
0.90	15
1.70	19
2.80	17
3.80	18
4.70	21
5.50	24
6.70	23
7.60	25
8.70	26
9.70	28



Şekil 89. 3. Örnekte I noktasında SPT N- derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 13)

Tablo 14. 3. Örnekte I ve II noktalarında q_c -derinlik ilişkileri (Bkz. Şekil 88)

I noktası	
Derinlik (m)	q_{cort} (kN/m ²)
0.90	6000
1.70	7600
2.80	6800
3.80	7200
4.70	8400
5.50	9600
6.70	9200
7.60	10000
8.70	10400
9.70	11200



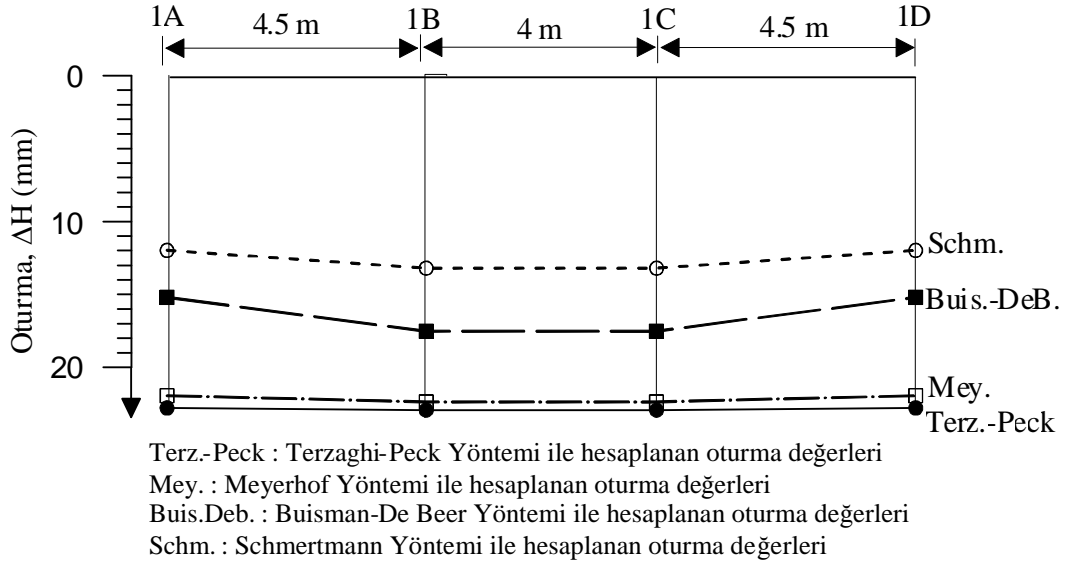
Şekil 90. 3. Örnekte I noktasında q_c - derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 14)

3. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları Tablo 15'de toplu olarak verilmektedir.

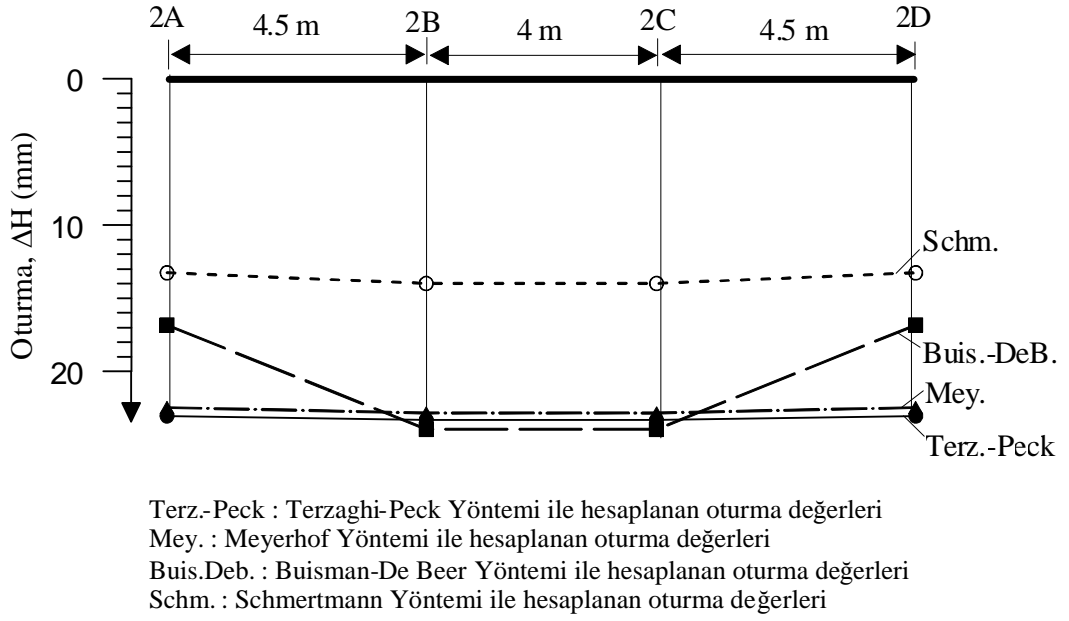
Tablo 15. 3. Örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları

Temel No	Toplam Oturmalar (mm)			
	SPT		CPT	
	Terzaghi-Peck	Meyerhof	Buisman-De Beer	Schmertmann
1A	22.780	21.939	15.20	11.98
1B	22.931	22.368	17.52	13.20
1C	22.931	22.368	17.52	13.20
1D	22.780	21.939	15.20	11.98
2A	23.032	22.467	16.83	13.26
2B	23.316	22.837	23.95	13.99
2C	23.316	22.837	23.95	13.99
2D	23.032	22.467	16.83	13.26
3A	23.032	22.467	16.83	13.26
3B	23.316	22.837	23.95	13.99
3C	23.316	22.837	23.95	13.99
3D	23.032	22.467	16.83	13.26
4A	22.780	21.939	15.20	11.98
4B	22.931	22.368	17.52	13.20
4C	22.931	22.368	17.52	13.20
4D	22.780	21.939	15.20	11.98

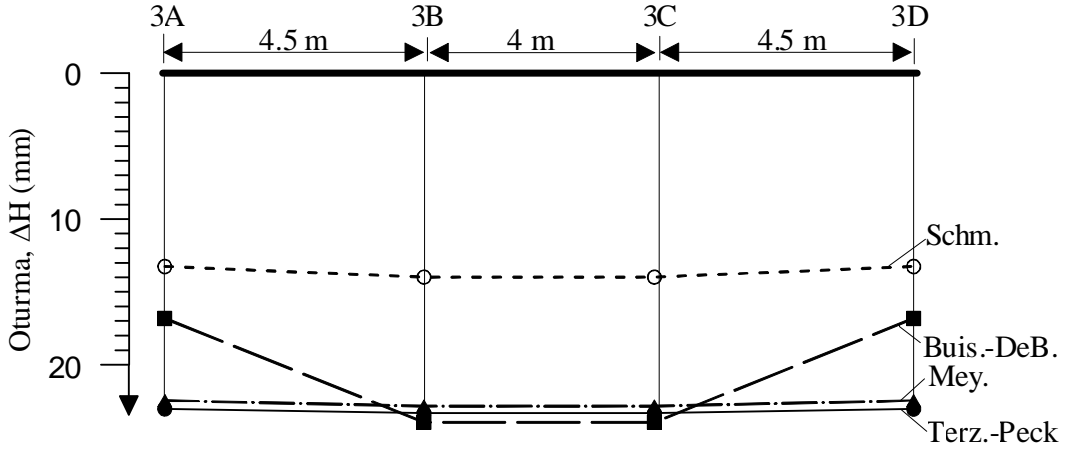
3. örnekte toplam oturma sonuçları, kullanılan her yöntem aynı şekil üzerinde gösterilmek üzere farklı eksen takımları kullanılarak Şekil 91-Şekil 98'de görülmektedir.



Şekil 91. 3. Örnekte 1ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili

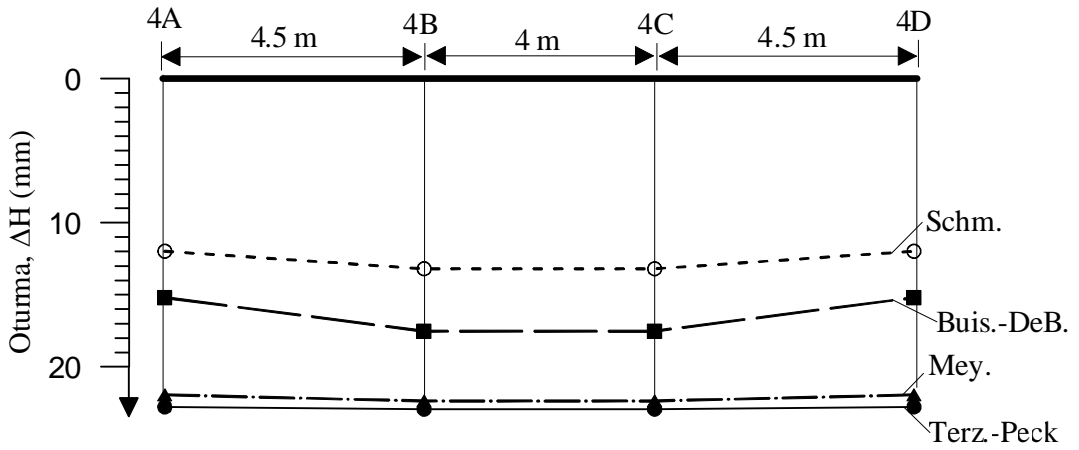


Şekil 92. 3. Örnekte 2ABCD eksenini boyunca (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili



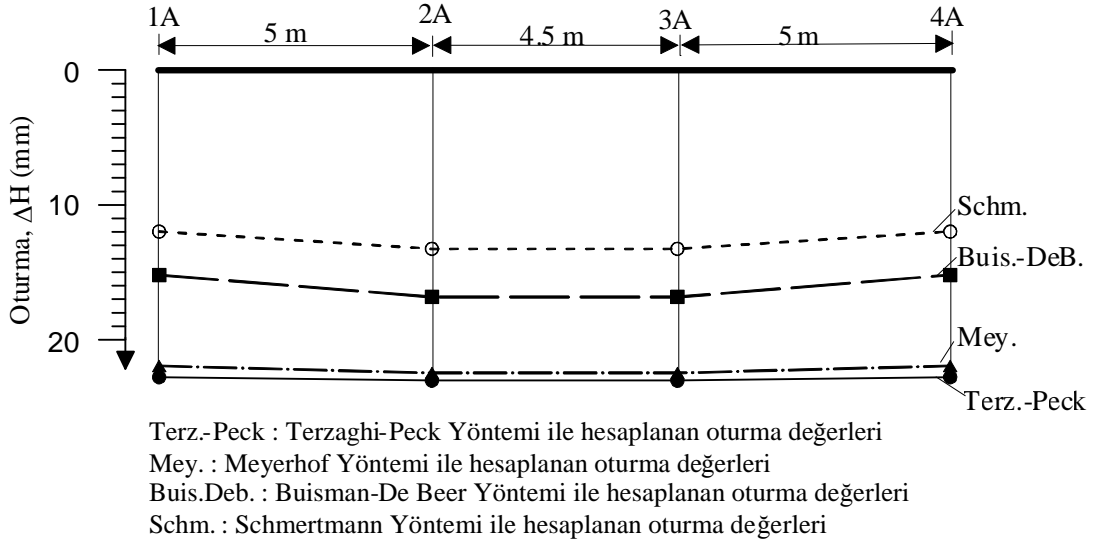
Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 93. 3. Örnekte 3ABCD eksenini boyunda (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili

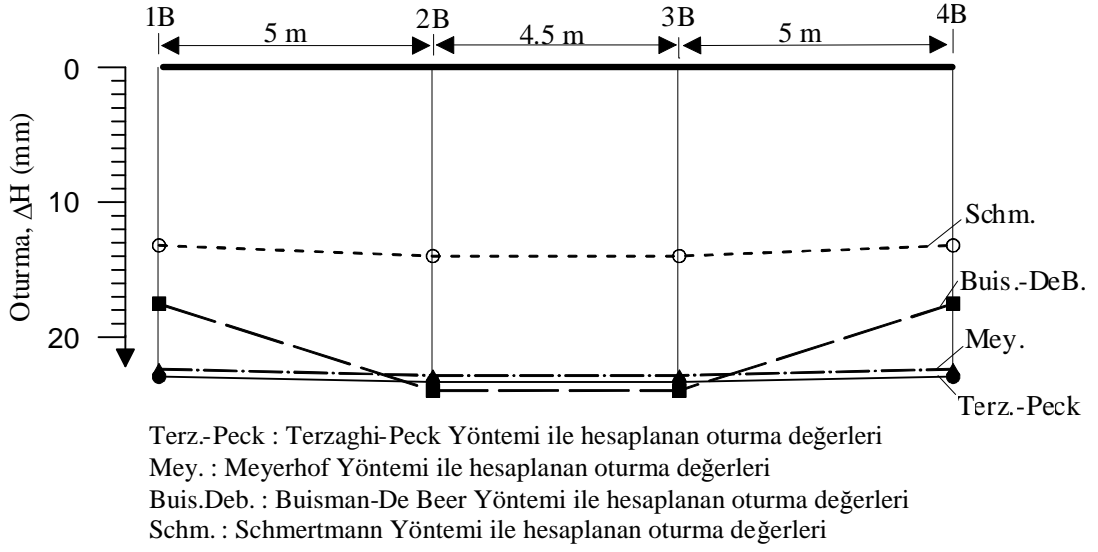


Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
 Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

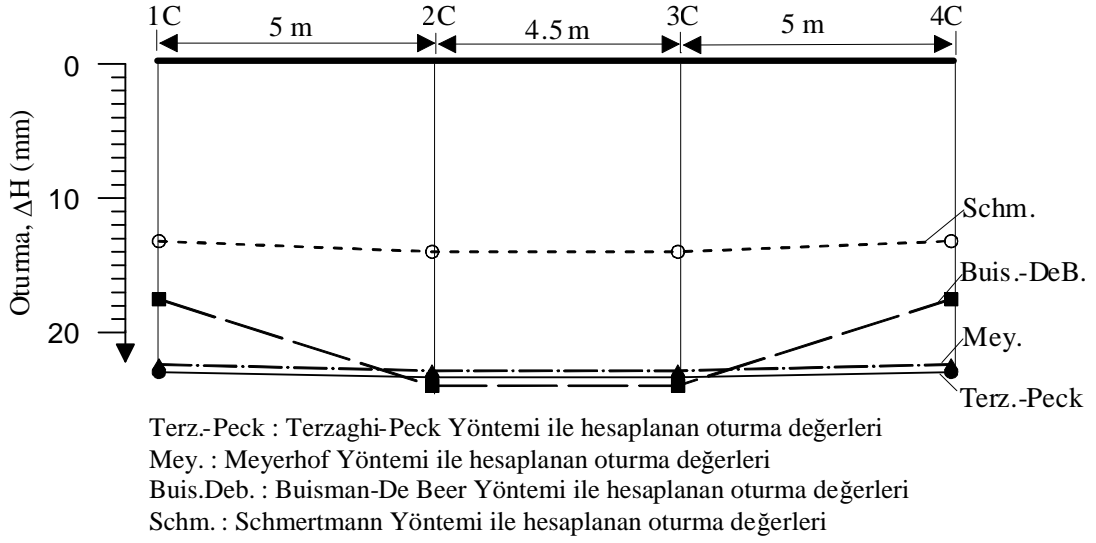
Şekil 94. 3. Örnekte 4ABCD eksenini boyunda (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili



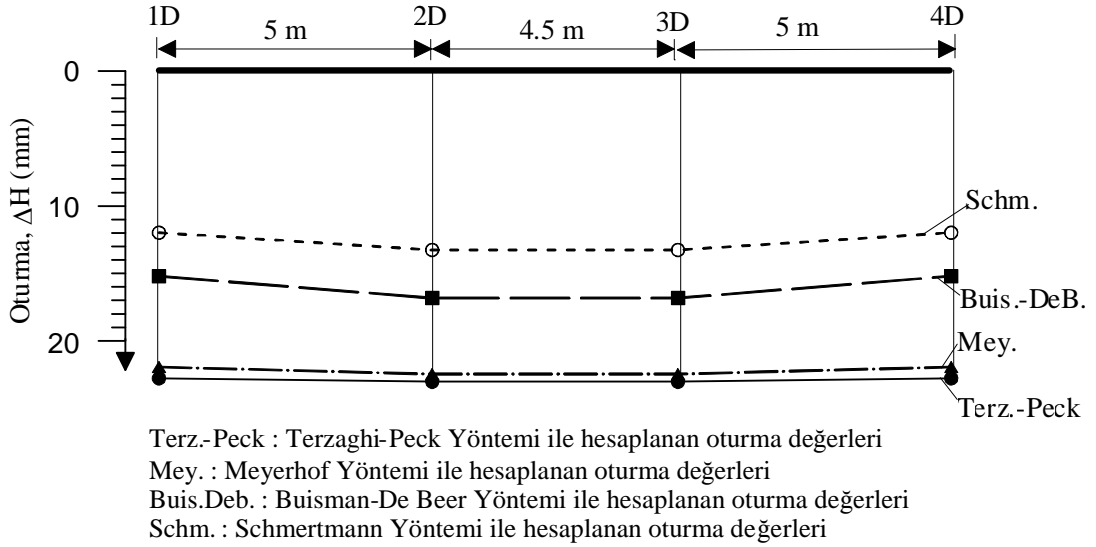
Şekil 95. 3. Örnekte A1234 eksenini boyunda (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili



Şekil 96. 3. Örnekte B1234 eksenini boyunda (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili



Şekil 97. 3. Örnekte C1234 eksenı boyunca (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili



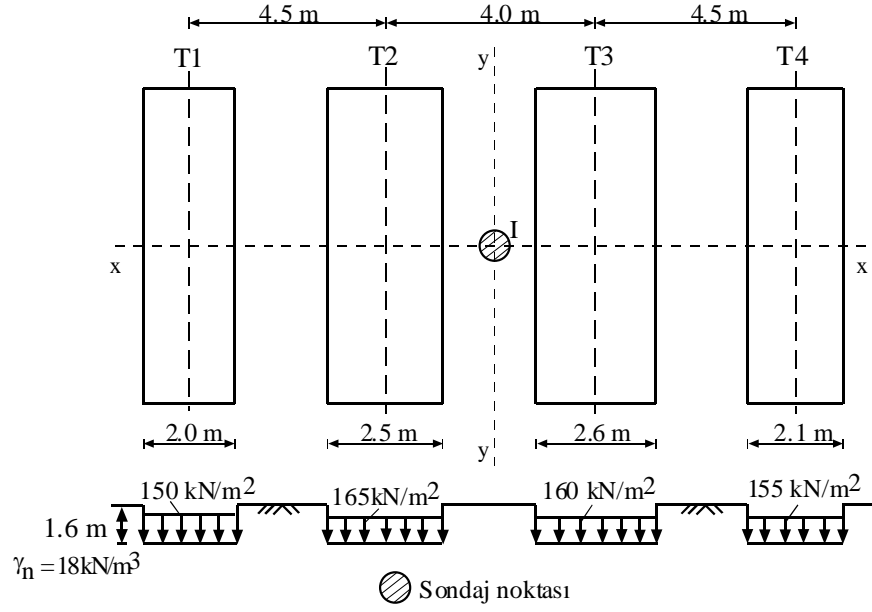
Şekil 98. 3. Örnekte D1234 eksenı boyunca (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 15) toplam oturma profili

3.2. Şerit Temel Sistemi Oturmalarının Hesaplanması

Burada oturmaları hesaplanan bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemleri, temel özellikleri ve y-y eksenine göre simetrik olmayan (1. Örnek) ve olan (2. Örnek) olmak üzere iki tiptir.

1. Örnek: y-y eksenine göre temel genişlikleri, taban basınçları, vb. açılarından simetrik olmayan bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi

1. örnek ile ilgili bilgiler Şekil 99 ve Tablo 16'da verilmektedir. Yer altı suyunun olmadığı düşünülmüştür.



Şekil 99. 1. Örneğe ait bilgiler

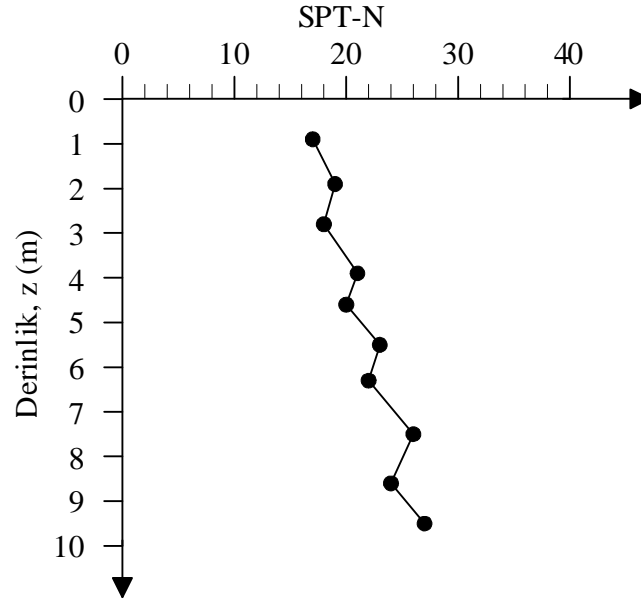
Tablo 16. 1. Örneğe ait bilgiler (Bkz. Şekil 99)

Temel No	B_x (m)	SPT N_{ort}	Taban Basıncı (kN/m^2)	Net taban basıncı (kN/m^2)
T1	2.0	21.7	150	121.2
T2	2.5	21.7	165	136.2
T3	2.6	21.7	160	131.2
T4	2.1	21.7	155	126.2

1. örnek için tek sondaj-SPT noktası olup, bu noktada derinlik düzeltmesi yapılmış SPT N değerleri-derinlik ilişkisi Tablo 17 ve Şekil 100'de verilmektedir. Bağlantı 4'e göre SPT N değerlerinden elde edilen q_c değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 18 ve Şekil 101'de verilmektedir.

Tablo 17. 1. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi(Bkz. Şekil 88)

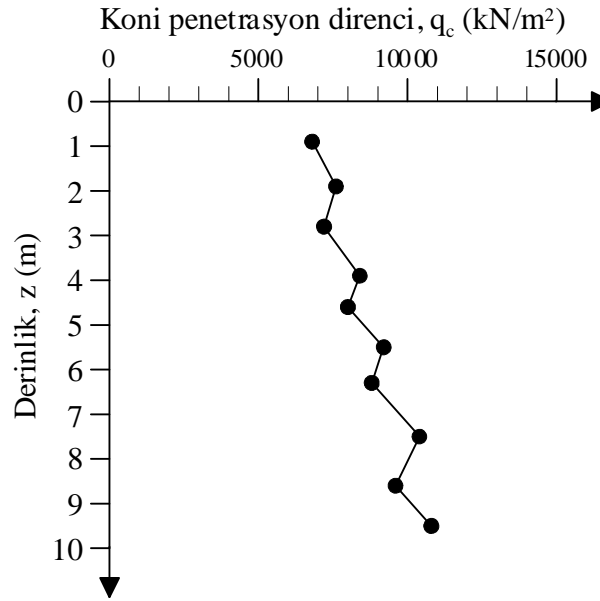
I noktası	
Derinlik (m)	SPT N
0.90	17
1.90	19
2.80	18
3.90	21
4.60	20
5.50	23
6.30	22
7.50	26
8.60	24
9.50	27



Şekil 100. 1. Örnekte I noktasına ait SPT N-derinlik ilişkisi(Bkz. Şekil 88 ve Tablo 17)

Tablo 18. 1. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 88)

I noktası	
Derinlik (m)	q_{cort} (kN/m ²)
0.90	6800
1.90	7600
2.80	7200
3.90	8400
4.60	8000
5.50	9200
6.30	8800
7.50	10400
8.60	9600
9.50	10800

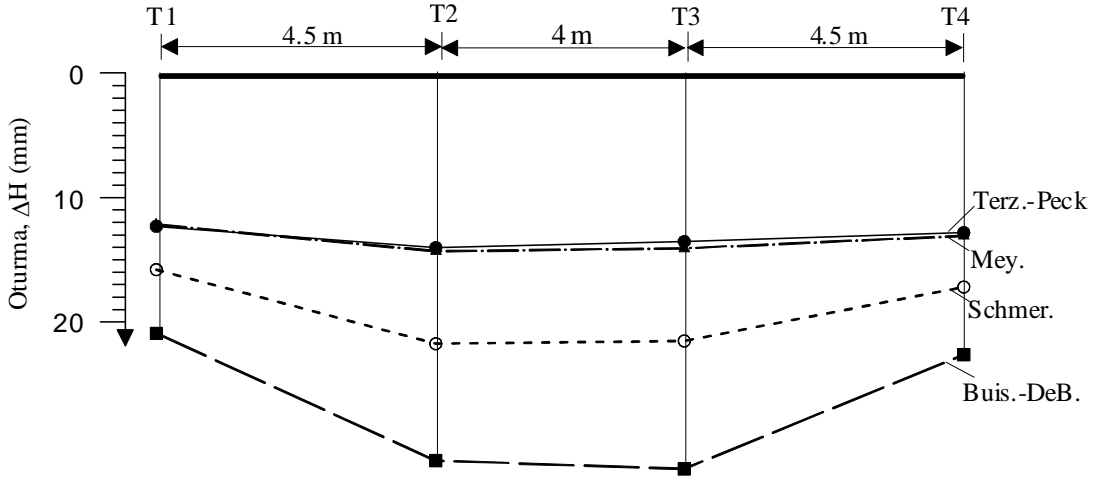
Şekil 101. 1. Örnekte I noktasına ait q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 101 ve Tablo 18)

1. örnekte temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları, Tablo 19'da toplu olarak verilmektedir.

Tablo 19. 1. örnekte temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları

Temel No	Toplam Oturmalar (mm)			
	SPT		CPT	
	Terzaghi-Peck	Meyerhof	Buisman-De Beer	Schmertmann
T1	12.313	12.172	20.904	15.792
T2	14.030	14.318	31.146	21.741
T3	13.537	14.086	31.800	21.521
T4	12.823	13.085	22.635	17.188

1. Örnekte toplam oturma sonuçları, kullanılan her yöntem aynı şekil üzerinde gösterilmek üzere Şekil 102’de görülmektedir.

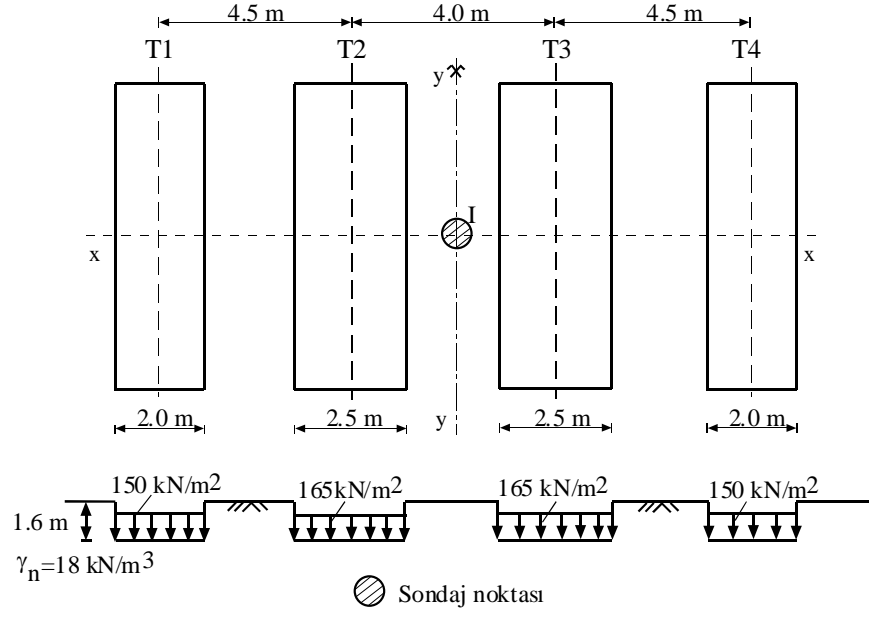


Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 102. 1. Örnekte T1234 ekseninde boyunca (Bkz. Şekil 88 ve Tablo 19) toplam oturma profili

2. Örnek: y-y eksenine göre temel genişlikleri, taban basınçları, vb. açılarından simetrik olan bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi

2. örnek ile ilgili bilgiler Şekil 103 ve Tablo 20’de verilmektedir. Yer altı suyunun olmadığı düşünülmüştür.



Şekil 103. 2. Örneğe ait bilgiler

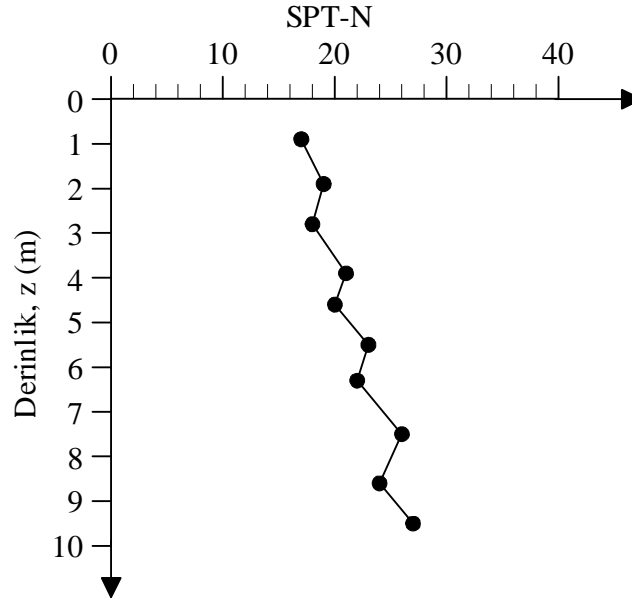
Tablo 20. 2. Örneğe ait bilgiler (Bkz. Şekil 103)

Temel No	B_x (m)	SPT N_{ort}	Taban Basıncı (kN/m^2)	Net taban basıncı (kN/m^2)
T1	2.0	21.7	150	121.2
T2	2.5	21.7	165	136.2
T3	2.5	21.7	165	136.2
T4	2.0	21.7	150	121.2

2. Örneğe ait tek sondaj-SPT noktası olup, bu noktada derinlik düzeltmesi yapılmış SPT N değerleri-derinlik ilişkisi Tablo 21 ve Şekil 104'de verilmektedir. Bağıntı 4'e göre SPT N değerlerinden elde edilen q_c değerleri-derinlik ilişkileri Tablo 22 ve Şekil 105'de verilmektedir.

Tablo 21. 2. Örnekte I noktasında SPT N-derinlik ilişkisi(Bkz. Şekil 103)

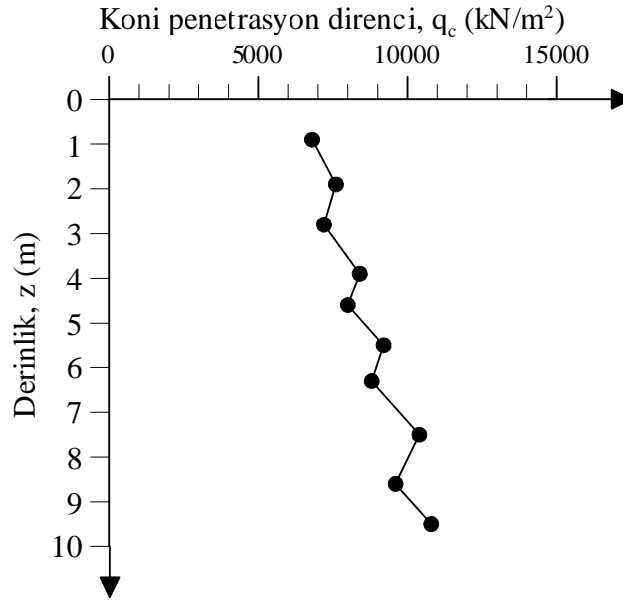
I noktası	
Derinlik (m)	SPT N
0.90	17
1.90	19
2.80	18
3.90	21
4.60	20
5.50	23
6.30	22
7.50	26
8.60	24
9.50	27



Şekil 104. 2. Örnekte I noktasına ait SPT N-derinlik ilişkisi(Bkz. Şekil 103 ve Tablo 21)

Tablo 22. 2. Örnekte I noktasında q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 103)

I noktası	
Derinlik (m)	q_{cort} (kN/m ²)
0.90	6800
1.90	7600
2.80	7200
3.90	8400
4.60	8000
5.50	9200
6.30	8800
7.50	10400
8.60	9600
9.50	10800



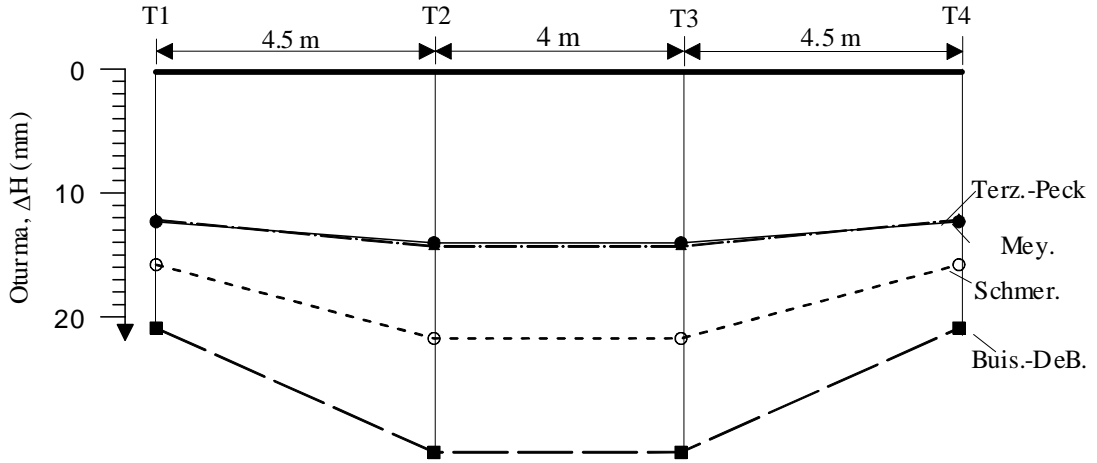
Şekil 105. 2. Örnekte I noktasına ait q_c -derinlik ilişkisi (Bkz. Şekil 103 ve Tablo 22)

2. örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları, Tablo 19'da toplu olarak verilmektedir.

Tablo 23. 2. örnekteki temellerin çeşitli yöntemlere göre hesaplanan toplam oturmaları

Temel No	Toplam Oturmalar (mm)			
	SPT		CPT	
	Terzaghi-Peck	Meyerhof	Buisman-De Beer	Schmertmann
T1	12.313	12.172	20.904	15.792
T2	14.030	14.318	30.935	21.741
T3	14.030	14.318	30.935	21.741
T4	12.31	12.172	20.904	15.792

2. Örnekte toplam oturma sonuçları, kullanılan her yöntem aynı şekil üzerinde gösterilmek üzere Şekil 106'da görülmektedir.



Terz.-Peck : Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Mey. : Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Buis.DeB. : Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri
Schm. : Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerleri

Şekil 106. 2. Örnekte T1234 ekseninde (Bkz. Şekil 103 ve Tablo 23) toplam oturma profili

4. İRDELEME

3. Kısımda tekil temel ve bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemlerine ait tipik sayısal örnekler verilmiş, sistemlerin düşey doğrultudaki toplam oturma değerleri Standart Penetrasyon Deney sonuçları ile Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemleri, Koni Penetrasyon Deney sonuçları ile Buisman-De Beer ve Schmertmann Yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam oturmalar incelenmiş ve incelemelerde tekil temellerde;

a) Sistem x-x ve y-y eksenlerine göre temel boyutları, temel yükleri ve SPT N-derinlik ilişkileri açısından asimetrik olduğunda (Şekil 67-Şekil 74), Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemleri ile hesaplanan oturma değerlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği, Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin SPT yöntemlerinden küçük sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin bazı eksenlerde SPT yöntemlerinden büyük, bazı eksenlerde ise SPT Yöntemlerinden küçük sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin SPT Yöntemlerine daha yakın sonuçlar verdiği,

b) Sistem temel boyutları, temel yükleri ve SPT N-derinlik ilişkileri açısından y-y eksenine göre simetrik olduğunda (Şekil 80-Şekil 87), Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden küçük sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin SPT Yöntemlerinden küçük sonuçlar verdiği, Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin CPT Yöntemlerinden büyük, Terzaghi-Peck Yönteminden küçük sonuçlar verdiği, Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden daha büyük sonuçlar verdiği, Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yönteminin SPT Yöntemlerine daha yakın sonuçlar verdiği,

c) Sistem temel boyutları, temel yükleri ve SPT N-derinlik ilişkileri açısından x-x ve y-y eksenlerine göre simetrik olduğunda (Şekil 91-Şekil 98), Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden küçük sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin Schmertmann Yönteminden büyük, SPT Yöntemlerinden küçük sonuçlar verdiği ve SPT Yöntemlerine daha yakın sonuçlar verdiği, Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin CPT Yöntemlerinden büyük, Terzaghi-Peck Yönteminden küçük sonuçlar verdiği, Terzaghi-Peck Yöntemi ile

hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden daha büyük sonuçlar verdiği, Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

SPT ve CPT Yöntemleri arasındaki farklar sayısal olarak da ifade edilebilir. Sayısal ifadede kullanılmak üzere izafi hata Bağntı (57)'de tanımlanmıştır.

$$\% \Delta \Delta H = \frac{|\Delta H_{SPT} - \Delta H_{CPT}|}{\Delta H_{SPT}} 100 \quad (57)$$

Burada, ΔH_{SPT} : SPT Yöntemlerinde ortalama düşey oturma değeri, ΔH_{CPT} : CPT yöntemlerinden seçilen yöntem (kıyaslama yapılacak yöntem) için düşey doğrultuda oturma değeri, $\Delta \Delta H$: izafi hata yüzdesini göstermektedir.

Bağntı (57)'ye göre tekil temel sistemlerinde (1. Örnek, 2. Örnek, 3. Örnek) ortalama izafi hata (SPT Yöntemleri ve Schmertmann Yöntemi için) %65'dir.

Bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemlerinde;

a) Sistem temel genişliği ve taban basınçları açısından y-y eksenine göre asimetric olduğunda (Şekil 102), Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemleri ile hesaplanan oturma değerlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği, Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden küçük sonuçlar verdiği, Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin Terzaghi-Peck Yönteminden büyük, CPT yöntemlerinden küçük sonuçlar verdiği, Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin SPT Yöntemlerinden büyük, Buisman-De Beer Yönteminden küçük sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden büyük sonuçlar verdiği,

b) Sistem temel genişliği ve taban basınçları açısından y-y eksenine göre simetric olduğunda (Şekil 106), Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemleri ile hesaplanan oturma değerlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği, Terzaghi-Peck Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden küçük sonuçlar verdiği, Meyerhof Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin Terzaghi-Peck Yönteminden büyük, CPT yöntemlerinden küçük sonuçlar verdiği, Schmertmann Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin SPT Yöntemlerinden büyük, Buisman-De Beer Yönteminden küçük sonuçlar verdiği, Buisman-De Beer Yöntemi ile hesaplanan oturma değerlerinin diğer yöntemlerden büyük sonuçlar verdiği görülmektedir.

Şerit temel sistemlerinde (1. Örnek, 2. Örnek) ortalama izafi hata (SPT Yöntemleri ve Buisman-De Beer Yöntemi için) %53'dür.

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada; İnşaat Mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan arazi deneylerinden olan Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) sonuçları arasında verilen Ampirik Bağıntının ($q_c=400N$ (SI)) oturmalar açısından ne derece uyumlu sonuçlar verdiği, sığ temel sistemlerinin oturmaları hesaplanarak incelenmeye çalışılmıştır.

SPT ile başlıca Terzaghi-Peck ve Meyerhof Yöntemleri kullanılarak, sığ temel sistemleri (tekil temel sistemi, bir doğrultuda uzanan şerit temel sistemi) bazı temel sistemlerinin oturmaları hesaplanmıştır. Sonra SPT sonuçlarından $q_c=400N$ (SI) geçiş ilişkisi kullanılarak elde edilen CPT sonuçlarından da başlıca Buisman-De Beer ve Schmertmann Yöntemleri ile aynı sığ temel sistemlerinin oturmaları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu iki grup oturmalar birbiri ile karşılaştırılmış, tekil temel sisteminde CPT grubunun genellikle SPT grubundan daha küçük oturmalar verdiği (ortalama izafi hata %65), şerit temel sisteminde ise bunun tersi, yani SPT grubundan daha büyük değerler verdiği (ortalama izafi hata %53) anlaşılmıştır.

Böylece SPT grubu ve CPT grubu arasındaki $q_c=400N$ (SI) geçiş ilişkisinin, sığ temel sistemlerinin oturmaları açısından çok uyumlu sonuçlar vermediği söylenebilir. Bu farklılıklar, yöntemlerin kendilerinden kaynaklanabildiği gibi $q_c=400N$ geçiş ilişkisinden de kaynaklanabilir ve bu geçiş ilişkisinin düzeltilmesi gerektiği anlaşılır.

6. ÖNERİLER

Yapılan çalışmalarla görülmüştür ki Standart Penetrasyon Deney sonuçları kullanılarak Ampirik Bağlıtından ($q_c=400N$ (SI)) elde edilen Koni Penetrasyon Deney sonuçları ile hesaplanan oturma değerleri ile, SPT sonuçları kullanılarak hesaplanan oturma değerleri arasında farklar bulunmaktadır. Bu iki arazi deneyi ile hesaplanan oturmalar arasındaki farklar, kullanılan Ampirik Bağlıntının uygunluğunu sorgulamaktadır. Pratikte bu Bağlıntı kullanılırken oturmalar açısından farklı sonuçlar vereceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu Bağlıntıda yapılacak değişikliğin, ideal olarak, çok sayıda alanda hem SPT, hem de CPT'nin yapılması, bu alanlara inşa edilecek binaların temellerinin oturmalarının gözlenmesi ve bunların birlikte değerlendirilmesiyle yapılması gerekir.

7. KAYNAKLAR

1. Uzuner, B.A., Temel Mühendisliğine Giriş, 3. Baskı, Derya Kitabevi, Trabzon, 2006.
2. Golder, H.Q., The Allowable Settlements of Structures, Proc. 4th Panamerican Conf. on Soil Mechanics Foundation Engineering, June 1971, Puerto Rico, Declarations Papers 1: 171-187
3. Simons, N.E. ve Menzies, B.K., A Short Course in Foundation Engineering, IPC Science and Tech Press, London, 1975.
4. Lambe, T.W. ve Whitman, R.V., Soil Mechanics, John Wiley and Sons, 1969.
5. Meyerhof, G.G., Some Recent Foundation Research and Its Application to Design, Structural Engineering, 31 (1953) 151-167.
6. Terzaghi, K ve Peck, R.B., Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 1967.
7. De Beer, E.E., Bearing Capacity and Settlements of Shallow Foundations on Sand, Proc. Symp. on Bearing Capacity and Settlements of Foundations, 1965, Duke University, North Carolina, U.S.A., 15-33.
8. Burland, J.B. ve Worth, C.D., Settlements of Buildings and Associated Damage, Proc. Conf. on Settlements of Structures, 1974, Cambridge, London, 611-654.
9. Burland, J.B., Brams, B.B. ve De Mello, V.F.B., The Behaviour of Foundations and Structures, Proc. 9th. Int. Conf. on SMFE, July 1977, Japan, Declarations Papers 2: 495-646.
10. Skempton, A.W. ve Mac Donald, D.H., Allowable Settlements of Buildings, Proceedings of institution of Civil Engineer, May 1956, London, England, Declarations Papers 6: 727-768.
11. Osterberg, J.O., Settlements of Structures Due to External Causes, Seminar on Settlements of Structures, ASCE, 1973, 1-17.
12. Poulos, H.G. ve Davies, E.H., Elastic Solutions for Soils Mechanics and Rock Mechanics, John Wiley and Son's, New York, 1974.
13. Terzaghi, K., Theoretical Soil Mechanics, John Wiley and Son's, New York, 1943.
14. Uzuner, B.A., Taneli Zeminlere Oturan Sığ Temellerin Oturmaları, Doçentlik Tezi, K.T.Ü., Trabzon, 1980.

15. Terzaghi, K. ve Peck, R.D., Soil Mechanics in Foundation Engineering Practice, 2nd Edition, John Wiley and Son's, New York, 1948.
16. Janbu, N. ve Senneset, K., Field Compressometer-Principals and Applications, Proc. 8th. Inf. Conf. On SMFE, August 1973, Moscow, Declarations Papers 1: 1191-1198.
17. Peck, R.B., Hanson, W.E. ve Thornburn, T.H., Foundation Engineering, 2 nd Edition, John Wiley and Son's, New York, 1974.
18. Fletcher, G.F.A., Standart Penetration Test: Its Uses and Abuses, Journal of SMFE Division, ASCE, 91(1965) 67-75.
19. Bowles, J.E., Foundation Analysis and Design, 4th Edition, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1988.
20. Meyerhof, G.G., Shallow Foundations, Journal of SMFE Division, ASCE, 91 (1965) 21-31.
21. Sanglerat, G., The Penetrometer and Soil Exploration, 1st Edition, Elsevier PUBLISHING Company, Amsderdam, London, 1972.
22. De Ruiter, J., Electric Penetrometer for Site Investigation, Journal of SMFE Division, ASCE, 97(1971) 457-472.
23. Alperstein, R. ve Leifer, S.A., Site Investigation with Static Cone Penetrometer, Journal of Geotechnical Eng. Division, ASCE, 102 (1976) 539-555.
24. Begemann, H.K.S., The Friction Jacket Cone an Aid in Determining the Soil Profile, Proc. 6th. Int. Conf. on SMFE, September 1965, Montreal, Canada, Declarations Papers 2: 17-20.
25. Thomas, D., Deepsounding Tests Results and the Settlement of Spread Footing on Normally Consolidated Sands, Geotechnique, 18(1968) 472-488.
26. Meyerhof, G.G., Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils, Journal of SMFE Division, ASCE, 82 (1956) 1-19.
27. Buisman, A.S.K., Groundmechania, Waltman, Netherlands, 1940.
28. De Beer, E. ve Mortens, A., Method of Computation of an Upper Limit for the Influence of Heterogeneity of Sand Layers in the Settlement of Bridges, Proc. 4th Int. Conf. on SMFE, London, 1(1965) 275-281.
29. Schmertmann, J.H., Static Cone to Compute Static Settlement Over Sand, Journal of SMFE Division, ASCE, 96 (1970) 1011-1043.
30. Kögler, F., Baugrundprüfung im Bohrloch, der Bauingenieur, 8(1933)266-270.

31. Menard, L., An Apparatus for Measuring the Strength of Soils in Place, M.Sc. Thesis, University of Illinois, Urbana, U.S.A., 1956.
32. Mori, H. ve Tajima, S., the Application of Pressuremeter Method to the Design of Deep Foundations, Soil and Foundations, 4(1964) 34-44.
33. Timoshenko, S. ve Goodier, J., Theory of Elasticity, McGraw-Hill Company, New York, 1951.
34. Gibson, R.E. ve Anderson, W.F., In Situ Measurement of Soil Properties with the Pressuremeter, Civil Eng. and Public Works Review, London, 56 (1961) 615-618.
35. Moroğlu, B., Sığ Temel Sistemlerinin Oturmalarının Standart Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
36. Orhan, N., Sığ Temel Sistemlerinin Oturmalarının Koni Penetrasyon Deney Sonuçları ile Hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
37. Tomlinson, M. J., Foundation Design and Construction, 6th Edition, Longman, London, 1995.
38. Boussinesq, M.J., Application des Potentials a' L' Etude de l'Equilibre et du Movement des Solides Elastiques, Gauthier-Villars, Paris, 1885.
39. Uzuner, B.A., Temel Zemin Mekaniđi, 7. Baskı, Derya Kitabevi, Trabzon, 2007.
40. Anonim, Design Manual, Soil Mechanics Foundation and Earth Structures, NAVFAC DM-7, Department of the Navy, U.S.A., 1971.
41. Özmen, F., Esnek Bir Radyenin Oturmalarının Presiyometre Deneyinden Hesaplanan Yatak Katsayıları Kullanılarak Sonlu Farklar Yöntemi ile Hesaplanması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.

8. EKLER

EK-1: Tekil Temel Sistemi Oturmalarının Terzaghi-Peck Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

C *****TEKIL TEMEL SİSTEMLERİNİN OTURMALARININ TERZAGHI-
C PECK YÖNTEMİ İLE HESAPLANMASI*****

C

C *****PROGRAMDA GECEN TERİMLERİN ACIKLAMASI*****

C N:DUSEY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,

C M:YATAY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,

C NM:TEKIL TEMEL SISTEMİNDE TOPLAM TEMEL SAYISI,

C NK:SPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA KAC KEZ

C TEKRARLANDIGINI BELIRTEEN DEGİSKEN,

C BX:TEKIL TEMELİN YATAY BOYUTU,

C BY:TEKIL TEMELİN DUSEY BOYUTU,

C DF:TEMEL DERİNLİĞİ(m),

C GN:DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m³),

C GD:DOYGUN BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m³),

C GS:SUYUN BİRİM HACİM AĞIRLIĞI(kN/m³),

C SPTN:STANDART PENETRASYON DENEYİ VURUS SAYILARI,

C SPTNO:SPTN DEĞERLERİNİN TEMEL TABANINDAN İTİBAREN

C 2B DERİNLİĞİNDEKİ ORTALAMA DEĞERİ,

C DZ:SPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA DEĞİŞİM ARALIKLARI,

C QT:TEKIL TEMELLERİN YUKLERİ(kN)

C H:TEMEL TABANINDAN İTİBAREN 2B DERİNLİĞİ(m),

C QZ:EFEKTİF BASINCI(kN/m²),

C QA:İZİN VERİLEBİLİR TABAN BASINCI(kN/m²),

C QTNET:NET TABAN BASINCI(kN/m²),

C DW:ZEMİN YÜZEYİNDEN İTİBAREN YERALTI SUYU DERİNLİĞİ(m),

C TO:TEMELLERİN OTURMALARI(mm),

C DİĞER KULLANILAN TERİMLER SPTN ORTALAMA HESABINDA

C YARDIMCI DEĞİŞKENLER OLARAK KULLANILMIŞTIR.

PARAMETER (N=4, M=4, NK=10, NM=16)

C ****KULLANILAN TERİMLERİN BOYUTLARI****

DIMENSION BX (4,4), BY (4,4), DZ (50,50), QT (4,4), SPTN (50,50)

DIMENSION SPT (16), H (16), D (16), SPTNO (16)

DIMENSION SPTC (16), GT (16), DT (16), GTS (16)

DIMENSION SP (16), SPL (16), SPTL (16), GGT (16)

DIMENSION DTH (16), QA (16), DL (16), HA (16)

DIMENSION QZ (50,50), B (16), BR (16)

DIMENSION QTNET (16), TO (16)

C ***GİRİŞ VE ÇIKIŞ DOSYALARI***

OPEN (1,FILE='BN.DAT', STATUS='OLD')

OPEN (2,FILE='TT.DAT', STATUS='NEW')

C *****TEMEL SİSTEMİ HAKKINDA VERİLENLER*****

READ (1,*) ((BX(I,J), J=1,M), I=1,N)

```

READ (1,*) ((BY(I,J), J=1,M), I=1,N)
READ (1,*) ((DZ(IB,J), J=1,NK), IB=1,NM)
READ (1,*) ((QT(I,J), J=1,M), I=1,N)
READ (1,*) ((SPTN(IB,J), J=1,NK), IB=1,NM)
READ (1,*) DF
READ (1,*) GN
C *****SPTN-ORT. HESABI*****
DO 100 I=1,N
DO 100 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
IF(BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
H(IB)=2*BY(I,J)
ELSE
H(IB)=2*BX(I,J)
ENDIF
100 CONTINUE
DO 150 IB=1,NM
HA(IB)=0
DO 110 I=1,NK-1
P=I-1
DL(IB)=DL(IB)+DZ(IB,I)
HA(IB)=DL(IB)-DF
IF(DL(IB).GT.DF.AND.HA(IB).LT.1.5) THEN
SP(IB)=SPTN (IB,I)+(SPTN (IB,P)-SPTN (IB,I))*HA(IB)/DZ(IB,I)
SPL(IB)=(SP(IB)+SPTN (IB,I))*0.5*HA(IB)
ELSEIF(HA(IB).EQ.0) THEN
SPL(IB)=0
ENDIF
IF(DL(IB).LT.DF) GOTO 110
DO 120 K=I,NK-1
J=K+1
DL(IB)=DL(IB)+DZ(IB,J)
HA(IB)=DL(IB)-DF
D(IB)=H(IB)-HA(IB)
IF(D(IB).LT.0) GOTO 130
SPT(IB)=(SPTN (IB,K)+SPTN (IB,J))*0.5*DZ(IB,J)
SPTL(IB)=SPTL(IB)+SPT(IB)
IF(D(IB).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(IB)=ABS(D(IB))
GT(IB)=(SPTN (IB,K)-SPTN (IB,J))*DT(IB)/DZ(IB,J)
GGT(IB)=SPTN (IB,J)+GT(IB)
DTH(IB)=DZ(IB,J)-DT(IB)
GTS(IB)=(GGT(IB)+SPTN (IB,K))*0.5*DTH(IB)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(IB)=SPL(IB)+GTS(IB)+SPTL(IB)
SPTNO(IB)=SPTC(IB)/H(IB)

```

```

150 CONTINUE
C *****IZIN VERILEBILIR TABAN BASINCI(QA,kN/m^2) HESABI*****
DO 160 IB=1,NM
B(IB)=H(IB)/2
IF(SPTNO(IB).EQ.5.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=(-1.44708*B(IB)**2+11.718669*B(IB)**1.5+44.938957*
*B(IB)**0.8-50.92078*B(IB))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.5.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=42
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.10.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=(-2.738087*B(IB)**2+24.490228*B(IB)**1.5+105.445716
**B(IB)**0.8-115.899566*B(IB))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.10.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=112.25
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.20.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=(-5.855553*B(IB)**2+50.640236*B(IB)**1.5+218.716536
**B(IB)**0.8-238.642105*B(IB))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.20.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=250
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.30.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=(-9.399228*B(IB)**2+78.926988*B(IB)**1.5+328.968333
**B(IB)**0.8-361.912328*B(IB))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.30.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=368
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.40.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=(-13.019804*B(IB)**2+108.196546*B(IB)**1.5
*+448.083722*B(IB)**0.8-493.478442*B(IB))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.40.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=502.09
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.50.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=(-17.269927*B(IB)**2+141.974983*B(IB)**1.5
*+576.600071*B(IB)**0.8-638.789937*B(IB))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).EQ.50.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=630
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.5.AND.SPTNO(IB).LT.10.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=[(-1.44708*B(IB)**2+11.718669*B(IB)**1.5+44.938957*
*B(IB)**0.8-50.92078*B(IB))+(-2.738087*B(IB)**2
*+24.490228*B(IB)**1.5+105.445716*B(IB)**0.8-115.899566*
*B(IB))-(-1.44708*B(IB)**2+11.718669*B(IB)**1.5+44.938957*
*B(IB)**0.8-50.92078*B(IB))]*((SPTNO(IB)-5)/5))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.5.AND.SPTNO(IB).LT.10.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=(4.2+(7.025*(SPTNO(IB)-5)/5))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.10.AND.SPTNO(IB).LT.20.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=[(-2.738087*B(IB)**2+24.490228*B(IB)**1.5+105.445716*
*B(IB)**0.8-115.899566*B(IB))+(-5.855553*B(IB)**2+50.640236
**B(IB)**1.5+218.716536*B(IB)**0.8-238.642105*B(IB))-
*(-2.738087*B(IB)**2+24.490228*B(IB)**1.5+105.445716*B(IB)**
*0.8-115.899566*B(IB))]*((SPTNO(IB)-10)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.10.AND.SPTNO(IB).LT.20.AND.B(IB).LE.1.3) THEN

```

```

QA(IB)=(11.225+(13.775*(SPTNO(IB)-10)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.20.AND.SPTNO(IB).LT.30.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=((-5.855553*B(IB)**2+50.640236*B(IB)**1.5+218.716536*
*B(IB)**0.8-238.642105*B(IB))+((-9.399228*B(IB)**2+
*78.926988*B(IB)**1.5+328.968333*B(IB)**0.8-361.912328*B(IB))
*(-5.855553*B(IB)**2+50.640236*B(IB)**1.5+218.716536*B(IB)**
*0.8-238.642105*B(IB)))*((SPTNO(IB)-20)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.20.AND.SPTNO(IB).LT.30.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=(25+(11.8*(SPTNO(IB)-20)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.30.AND.SPTNO(IB).LT.40.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=((-9.399228*B(IB)**2+78.926988*B(IB)**1.5+328.968333*
*B(IB)**0.8-361.912328*B(IB))+((-13.019804*B(IB)**2+108.196546
**B(IB)**1.5+448.083722*B(IB)**0.8-493.478442*B(IB))-
*(-9.399228*B(IB)**2+78.926988*B(IB)**1.5+328.968333*B(IB)**0.8
*-361.912328*B(IB)))*((SPTNO(IB)-30)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.30.AND.SPTNO(IB).LT.40.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=(36.8+(13.409*(SPTNO(IB)-30)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.40.AND.SPTNO(IB).LT.50.AND.B(IB).GT.1.3) THEN
QA(IB)=((-13.019804*B(IB)**2+108.196546*B(IB)**1.5+448.083722*
*B(IB)**0.8-493.478442*B(IB))+((-17.269927*B(IB)**2+141.974983
**B(IB)**1.5+576.600071*B(IB)**0.8-638.789937*B(IB))-
*(-13.019804*B(IB)**2+108.196546*B(IB)**1.5+448.083722*B(IB)**
*0.8-493.478442*B(IB)))*((SPTNO(IB)-40)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(IB).GT.40.AND.SPTNO(IB).LT.50.AND.B(IB).LE.1.3) THEN
QA(IB)=(50.209+(12.791*(SPTNO(IB)-40)/10))*10
ENDIF
160 CONTINUE
C *****NET TABAN BASINCI HESABI(QTNET,kN/m^2)*****
DO 170 I=1,N
DO 170 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
QTNET(IB)=(QT(I,J)/(BX(I,J)*BY(I,J)))-DF*GN
170 CONTINUE
C *****TEMELLERIN OTURMALARININ HESABI(TO,MM)*****
WRITE (*,*) 'YERALTI SUYU VAR ISE 1 YOKSA 0 YAZINIZ'
READ (*,*) YASD
IF(YASD.EQ.1) GOTO 190
DO 180 IB=1,NM
TO(IB)=(QTNET(IB)*25)/QA(IB)
180 CONTINUE
GOTO 200
190 DO 195 IB=1,NM
TO(IB)=(QTNET(IB)/(QA(IB)/2))*25
195 CONTINUE
200 WRITE (2,*) '*****TEMELLERIN OTURMALARI(TO,mm)*****'
DO 205 IB=1, NM
WRITE (2,5) TO(IB)
5 FORMAT (5X,F8.3)
205 CONTINUE

```

STOP
END

**EK-2: Tekil Temel Sistemi Oturmalarının Meyerhof Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait
Bilgisayar Programının Listesi**

C *****TEKIL TEMEL SİSTEMLERİNİN OTURMALARININ MEYERHOF
C YONTEMI ILE HESAPLANMASI*****

C

C *****PROGRAMDA GECEN TERİMLERİN ACIKLAMASI*****

C N:DUSEY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,

C M:YATAY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,

C NM:TEKIL TEMEL SISTEMİNDE TOPLAM TEMEL SAYISI,

C NK:SPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA KAC KEZ

C TEKRARLANDIGINI BELIRTEN DEGİSKEN,

C BX:TEKIL TEMELİN YATAY BOYUTU,

C BY:TEKIL TEMELİN DUSEY BOYUTU,

C DF:TEMEL DERİNLİĞİ(m),

C GN:DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m³),

C GD:DOYGUN BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m³),

C GS:SUYUN BİRİM HACİM AĞIRLIĞI(kN/m³),

C SPTN:STANDART PENETRASYON DENEYİ VURUS SAYILARI,

C SPTNO:SPTND DEĞERLERİNİN TEMEL TABANINDAN İTİBAREN

C 2B DERİNLİĞİNDEKİ ORTALAMA DEĞERİ,

C DZ:SPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA DEĞİŞİM ARALIKLARI,

C QT:TEKIL TEMELLERİN YUKLERİ(kN)

C H:TEMEL TABANINDAN İTİBAREN 2B DERİNLİĞİ(m),

C QZ:EFEKTİF BASINCI(kN/m²),

C QA:İZİN VERİLEBİLİR TABAN BASINCI(kN/m²),

C QAD:İZİN VERİLEBİLİR TABAN BASINCI(kN/m²),

C QTNET:NET TABAN BASINCI(kN/m²),

C DW:ZEMİN YÜZEYİNDEN İTİBAREN YERALTI SUYU DERİNLİĞİ(m),

C TO:TEMELLERİN OTURMALARI(mm),

C DİĞER KULLANILAN TERİMLER SPTN ORTALAMA HESABINDA

C YARDIMCI DEĞİSKENLER OLARAK KULLANILMISTIR.

PARAMETER (N=4, M=4, NK=10, NM=16)

C *****KULLANILAN TERİMLERİN BOYUTLARI*****

DIMENSION BX (4, 4), BY (4, 4), DZ (50, 50), QT (4, 4)

DIMENSION SPT (16), H (16), D (16), SPTNO (16), SPTN (50, 50)

DIMENSION SPTC (16), GT (16), DT (16), GTS (16)

DIMENSION SP (16), SPL (16), SPTL (16), GGT (16), QAT (16)

DIMENSION DTH (16), QA (16), DL (16), HA (16), Y (16)

DIMENSION QZ (50, 50), B (16), BR (16)

DIMENSION QTNET (16), TO (16)

C *****GİRİŞ VE ÇIKIŞ DOSYALARI*****

OPEN (1,FILE='BN.DAT', STATUS='OLD')

OPEN (2,FILE='TM.DAT', STATUS='NEW')

C *****TEMEL SİSTEMİ HAKKINDA VERİLENLER*****

READ (1,*) ((BX(I,J), J=1, M), I=1, N)

```

READ (1,*) ((BY(I,J), J=1, M), I=1, N)
READ (1,*) ((DZ(IB,J), J=1, NK), IB=1, NM)
READ (1,*) ((QT(I,J), J=1, M), I=1, N)
READ (1,*) ((SPTN(IB,J), J=1, NK), IB=1, NM)
READ (1,*) DF
READ (1,*) GN
C *****SPTN-ORT. HESABI*****
DO 100 I=1,N
DO 100 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
IF(BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
H(IB)=2*BY(I,J)
ELSE
H(IB)=2*BX(I,J)
ENDIF
100 CONTINUE
DO 150 IB=1,NM
HA(IB)=0
DO 110 I=1,NK-1
IIP=I-1
DL(IB)=DL(IB)+DZ(IB,I)
HA(IB)=DL(IB)-DF
IF(DL(IB).GT.DF.AND.HA(IB).LT.1.5) THEN
SP(IB)=SPTND(IB,I)+(SPTND(IB,IIP)-SPTND(IB,I))*HA(IB)/DZ(IB,I)
SPL(IB)=(SP(IB)+SPTND(IB,I))*0.5*HA(IB)
ELSEIF(HA(IB).EQ.0) THEN
SPL(IB)=0
ENDIF
IF(DL(IB).LT.DF) GOTO 110
DO 120 K=I,NK-1
J=K+1
DL(IB)=DL(IB)+DZ(IB,J)
HA(IB)=DL(IB)-DF
D(IB)=H(IB)-HA(IB)
IF(D(IB).LT.0) GOTO 130
SPT(IB)=(SPTND(IB,K)+SPTND(IB,J))*0.5*DZ(IB,J)
SPTL(IB)=SPTL(IB)+SPT(IB)
IF(D(IB).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(IB)=ABS(D(IB))
GT(IB)=(SPTND(IB,K)-SPTND(IB,J))*DT(IB)/DZ(IB,J)
GGT(IB)=SPTND(IB,J)+GT(IB)
DTH(IB)=DZ(IB,J)-DT(IB)
GTS(IB)=(GGT(IB)+SPTND(IB,K))*0.5*DTH(IB)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(IB)=SPL(IB)+GTS(IB)+SPTL(IB)
SPTNO(IB)=SPTC(IB)/H(IB)

```



```

150 CONTINUE
C *****IZIN VERILEBILIR TABAN BASINCI(QA,kN/m^2) HESABI*****
DO 160 IB=1, NM
B(IB)=H(IB)/2
Y(IB)=3.28*B(IB)
IF(Y(IB).LE.4) THEN
QAT(IB)= SPTNO(IB)/8
ELSEIF(Y(IB).GT.4) THEN
QAT(IB)=(SPTNO(IB)/12)*((Y(IB)+1)/Y(IB))**2
ENDIF
QA(IB)= (QAT(IB)/0.093)*10
160 CONTINUE
C *****NET TABAN BASINCI HESABI(QTNET,kN/M^2)*****
DO 170 I=1,N
DO 170 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
QTNET(IB)=(QT(I,J)/(BX(I,J)*BY(I,J)))-DF*GN
170 CONTINUE
C *****TEMELLERIN OTURMALARININ HESABI(TO,mm)*****
DO 180 IB=1,NM
TO(IB)=(QTNET(IB)*25)/QA(IB)
180 CONTINUE
WRITE (2,*) '*****TEMELLERIN OTURMALARI(TO,mm)*****'
DO 205 IB=1,NM
WRITE (2,5) TO(IB)
5 FORMAT(5X,F8.3)
205 CONTINUE
STOP
END

```

EK-3: Tekil Temel Sistemi Oturmalarının Buisman-De Beer Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****TEKIL TEMEL SISTEMININ OTURMALARININ
C BUISMAN-DE BEER FORMULU ILE BULUNMASI*****
C *****PROGRAMDA GECEN TERİMLERİN ACIKLAMASI*****
C N:DUSEY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,
C M:YATAY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,
C NM:TEKIL TEMEL SISTEMİNDE TOPLAM TEMEL SAYISI,
C NK:CPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA KAC KEZ
C TEKRARLANDIGINI BELİRTEN DEĞİSKEN,
C BX:TEKIL TEMELİN YATAY BOYUTU,
C BY:TEKIL TEMELİN DUSEY BOYUTU,
C DF:TEMEL DERİNLİĞİ(m),
C GN:DOGAL BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m3),
C QC:KONİ PENETRASYON DİRENCİ,
C QCORT:QC DEĞERLERİNİN TEMEL TABANINDAN İTİBAREN
C 2B DERİNLİĞİNDEKİ ORTALAMA DEĞERİ,
C DZ:CPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA DEĞİŞİM ARALIKLARI,
C QK:TEKIL TEMELLERİN YUKLERİ(kN)
C HX:TEMEL TABANINDAN İTİBAREN 2B DERİNLİĞİ(m),
C TOPDH:TEMELLERİN OTURMALARI(mm),
PARAMETER (N=4, M=4, NK=10, NO=1, NM=16)
C ****KULLANILAN TERİMLERİN TANIMLANMASI****
REAL BX(50,50),BY(50,50),QK(50,50),LX(50),LY(50)
REAL DF(50,50),GN(50,50),QC(50,50),ZC(50,50)
REAL QCORT(50,50),QTNET(50,50),KK (50,50),KR1(50,50)
REAL R1(50,50),R2(50,50),L1(50,150),L2 (50,50),A1(50,50)
REAL U1(50,50),U2(50,50),X(50,50),Y(50,50),P(50,50)
REAL DSIGR1(50,50),DSIGR2 (50,50), DSIGL1(50,50)
REAL DSIGL2(50,50),DSIGA1 (50,50), DSIGA2(50,50)
REAL DSIGU1(50,50), DSIGU2 (50,50),A2(10,10)
REAL DSIGX(50,50), ZD(50,50),DSIGK(50,50), DTH(50)
REAL H(NM),C(50,50),SIGMAU(50,50),DSIG(50,50)
REAL DH(50,50),TOPDH(50), SPTC(50), GTS(50)
REAL HX(50),HA(50),DL(50),DZ(50,50),SP(50),SPL(50)
REAL D(50),SPT(50),SPTL(50),DT(50),GT(50),GGT(50)
C ****GİRİŞ VE ÇIKIŞ DOSYALARI****
OPEN (UNIT=1,FILE='BN.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (UNIT=2,FILE='TB.DAT',STATUS='NEW')
C *****TEMEL SİSTEMİ HAKKINDA VERİLENLER*****
READ (1,*) ((BX(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((BY(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((QK(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) (LX(J),J=1,M-1)
READ (1,*) (LY(I),I=1,N-1)
READ (1,*) ((DF(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((GN(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((DZ(IB,JB),JB=1,NK),IB=1,NM)

```

```

READ (1,*) ((QC(IB,JB),JB=1,NK),IB=1,NM)
C *****ANLAMLI DERİNLİĞİN BELİRLENMESİ*****
DO 10 I=1,N
DO 10 J=1,M
    IB=(I-1)*M+J
    IF (BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
        H(IB)=2*BY(I,J)/NO
    ELSE
        H(IB)=2*BX(I,J)/NO
    ENDIF
10 CONTINUE
    DO 100 I=1,N
DO 100 J=1,M
    IB=(I-1)*M+J
    IF(BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
        HX(IB)=2*BY(I,J)
    ELSE
        HX(IB)=2*BX(I,J)
    ENDIF
100 CONTINUE
C ****QCORT UN HESAPLANMASI*****
DO 150 IB=1,NM
    HA(IB)=0
    DO 110 JB=1,NK-1
        IP=JB-1
        DL(IB)=DL(IB)+DZ(IB,JB)
        HA(IB)=DL(IB)-DF(I,J)
        IF(DL(IB).GT.DF(I,J).AND.HA(IB).LT.1.5) THEN
            SP(IB)=QC(IB,I)+(QC(IB,IP)-QC(IB,I))*HA(IB)/DZ(IB,JB)
            SPL(IB)=(SP(IB)+QC(IB,I))*0.5*HA(IB)
        ELSEIF(HA(IB).EQ.0) THEN
            SPL(IB)=0
        ENDIF
        IF(DL(IB).LT.DF(I,J)) GOTO 110
    DO 120 K=JB,NK-1
        J=K+1
        DL(IB)=DL(IB)+DZ(IB,J)
        HA(IB)=DL(IB)-DF(I,J)
        D(IB)=HX(IB)-HA(IB)
        IF(D(IB).LT.0) GOTO 130
        SPT(IB)=(QC(IB,K)+QC(IB,J))*0.5*DZ(IB,J)
        SPTL(IB)=SPTL(IB)+SPT(IB)
        IF(D(IB).EQ.0) GOTO 140
    120 CONTINUE
    GOTO 140
    130 DT(IB)=ABS(D(IB))
        GT(IB)=(QC(IB,K)-QC(IB,J))*DT(IB)/DZ(IB,J)
        GGT(IB)=QC(IB,J)+GT(IB)
        DTH(IB)=DZ(IB,J)-DT(IB)

```

```

GTS(IB)=(GGT(IB)+QC(IB,K))*0.5*DTH(IB)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(IB)=SPL(IB)+GTS(IB)+SPTL(IB)
150 CONTINUE
C ****TABAKA ORTASINDA GERİLME HESABI****
DO 14 I=1, N
DO 14 J=1, M
IB=(I-1)*M+J
DO 15 IC=1,NO
ZC(IB,IC)=DF(I,J)+(IC-1)*H(IB)+H(IB)/2
SIGMAU(IB,IC)=ZC(IB,IC)*GN(I,J)
15 CONTINUE
14 CONTINUE
C ****C SABİTİNİN HESAPLANMASI****
DO 16 I=1,N
DO 16 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DO 17 IC=1, NO
C(IB,IC)=1.5*QCORT(IB,IC)/SIGMAU(IB,IC)
17 CONTINUE
16 CONTINUE
C ****TEMEL TABANINDA NET TABAN BASINCI HESABI****
DO 18 I=1,N
DO 18 J=1,M
P(I,J)=QK(I,J)/(BX(I,J)*BY(I,J))
QTNET(I,J)=P(I,J)-(DF(I,J)*GN(I,J))
18 CONTINUE
C ****GERİLME ARTIŞI HESABI İÇİN YARDIMCI BİLGİLER****
DO 19 I=1,N
DO 19 J=1,M
X(I,J)=BX(I,J)/2
Y(I,J)=BY(I,J)/2
IF(J.EQ.1) THEN
R1(I,J)=0
R2(I,J)=0
L1(I,J)=LX(J)+BX(I,J)/2
L2(I,J)=LX(J)-BX(I,J)/2
ELSEIF (J.EQ.M) THEN
L=J-1
R1(I,J)=LX(L)+BX(I,J)/2
R2(I,J)=LX(L)-BX(I,J)/2
L1(I,J)=0
L2(I,J)=0
ELSE
K=J-1
R1(I,J)=LX(K)+BX(I,J)/2
R2(I,J)=LX(K)-BX(I,J)/2
L1(I,J)=LX(J)+BX(I,J)/2

```

```

L2(I,J)=LX(J)-BX(I,J)/2
ENDIF
19 CONTINUE
DO 20 I=1,N
DO 20 J=1,M
IF(I.EQ.1) THEN
A1(I,J)=0.
A2(I,J)=0.
U1(I,J)=LY(I)+BY(I,J)/2
U2(I,J)=LY(I)-BY(I,J)/2
ELSEIF (I.EQ.N) THEN
L=I-1
A1(I,J)=LY(L)+BY(I,J)/2
A2(I,J)=LY(L)-BY(I,J)/2
U1(I,J)=0.
U2(I,J)=0.
ELSE
K=I-1
A1(I,J)=LY(K)+BY(I,J)/2
A2(I,J)=LY(K)-BY(I,J)/2
U1(I,J)=LY(I)+BY(I,J)/2
U2(I,J)=LY(I)-BY(I,J)/2
ENDIF
20 CONTINUE
DO 21 I=1,N
DO 21 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DO 22 IC=1,NO
ZD(IB,IC)=(IC-1)*H(IB)+H(IB)/2
22 CONTINUE
21 CONTINUE
CALL SIGMA (X,Y,QTNET,KK,DSIGK,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (Y,R1,QTNET,KR1,DSIGR1,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (Y,R2,QTNET,KR2,DSIGR2,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (Y,L1,QTNET,KL1,DSIGL1,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (Y,L2,QTNET,KL2,DSIGL2,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (X,A1,QTNET,KA1,DSIGA1,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (X,A2,QTNET,KA2,DSIGA2,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (X,U1,QTNET,KU1,DSIGU1,ZD,N,M,NM,NO)
CALL SIGMA (X,U2,QTNET,KU2,DSIGU2,ZD,N,M,NM,NO)
C ****TOPLAM GERİLME ARTIŞI HESABI****
DO 23 I=1,N
DO 23 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DO 24 IC=1,NO
IF(J.EQ.1) THEN
IK=IB+1
DSIGX(IB,IC)=4*DSIGK(IB,IC)+2*(DSIGR1(IK,IC)
*-DSIGR2(IK,IC))

```

```

ELSEIF (J.EQ.M) THEN
IL=IB-1
DSIGX(IB,IC)=4*DSIGK(IB,IC)+2*(DSIGL1(IL,IC)
*-DSIGL2(IL,IC))
ELSE
IK=IB+1
IL=IB-1
DSIGX(IB,IC)=4*DSIGK(IB,IC)+2*(DSIGR1(IK,IC)
*-DSIGR2(IK,IC)+DSIGL1(IL,IC)-DSIGL2(IL,IC))
ENDIF
24 CONTINUE
23 CONTINUE
DO 25 I=1,N
DO 25 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DO 26 IC=1,NO
IF(I.EQ.1) THEN
IK=IB+3
DSIG(IB,IC)=DSIGX(IB,IC)+2*(DSIGA1(IK,IC)
*-DSIGA2(IK,IC))
ELSEIF (I.EQ.N) THEN
IL=IB-3
DSIG(IB,IC)=DSIGX(IB,IC)+2*(DSIGU1(IL,IC)
*-DSIGU2(IL,IC))
ELSE
IK=IB+3
IL=IB-3
DSIG(IB,IC)=DSIGX(IB,IC)+2*(DSIGA1(IK,IC)
*-DSIGA2(IK,IC)+DSIGU1(IL,IC)-DSIGU2(IL,IC))
ENDIF
26 CONTINUE
25 CONTINUE
CALL DELTA (H,C,SIGMAU,DSIG,DH,NM,NO)
CALL TOPDELTA (DH, TOPDH, NM, NO)
WRITE (2,*) '*****TOPDH*****'
WRITE (2,6) (TOPDH(IB), IB=1, NM)
6 FORMAT (F10.7)
7 FORMAT (2F8.3)
8 FORMAT (2F10.7)
CLOSE (UNIT=1)
CLOSE (UNIT=2)
STOP
END
C *****
C ***** GERİLME ARTIŞI HESABI(ALT PROGRAM)*****
SUBROUTINE SIGMA (B,H,QTNET,NK,SIG,ZD,N,M,NM,NO)
REAL B(50,50),H(50,50),QTNET(50,50),SIG (50,50),N1(50,50)
REAL M1(50,50),S(50,50),R(50,50),ACI(50,50),ZD(50,50),NK(50,50)
DO 27 I=1,N

```

```

DO 27 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DO 28 IC=1,NO
IF (H(I,J).EQ.0) THEN
SIG(IB,IC)=0.
ELSE
M1(IB,IC)=B(I,J)/ZD(IB,IC)
N1(IB,IC)=H(I,J)/ZD(IB,IC)
S(IB,IC)=M1(IB,IC)*N1(IB,IC)
R(IB,IC)=M1(IB,IC)**2+N1(IB,IC)**2+1
ACI(IB,IC)=ATAN(2*S(IB,IC)*R(IB,IC)**0.5/(R(IB,IC)-
*S(IB,IC)**2))
NK(IB,IC)=(2*S(IB,IC)*R(IB,IC)**0.5*(R(IB,IC)+1)
*/((R(IB,IC)+S(IB,IC)**2)*R(IB,IC))+ACI(IB,IC))/(4*3.14)
IF (NK(IB,IC).LT.0) THEN
NK(IB,IC)=(2*S(IB,IC)*R(IB,IC)**0.5*(R(IB,IC)+1)
*/((R(IB,IC)+S(IB,IC)**2)*R(IB,IC))+(ACI(IB,IC)+3.14)
*/(4*3.14)
ELSE
NK(IB,IC)=NK(IB,IC)
ENDIF
SIG(IB,IC)=QTNET(I,J)*NK(IB,IC)
ENDIF
28 CONTINUE
27 CONTINUE
RETURN
END
C *****
C ***** ALT TABAKALAR İÇİN OTURMA HESABI*****
SUBROUTINE DELTA (H,C,SIGMAU,DSIG,DH,NM,NO)
REAL H(50), C(50,50), SIGMAU(50,50), DSIG (50,50)
REAL DH(50,50)
READ(1,*) (H(IB),IB=1,NM)
DO 29 IB=1,NM
DO 30 IC=1,NO
DH(IB,IC)=(H(IB)/C(IB,IC))*ALOG((SIGMAU(IB,IC)
*+DSIG(IB,IC))/SIGMAU(IB,IC))
30 CONTINUE
29 CONTINUE
RETURN
END
C *****
C ***** OTURMA HESABI*****
SUBROUTINE TOPDELTA (DH,TOPDH,NM,NO)
REAL DH(50,50), TOPDH(50)
DO 31 IB=1,NM
TOPDH(IB)=0.
DO 32 IC=1,NO
TOPDH(IB)=TOPDH(IB)+DH(IB,IC)

```

32 CONTINUE
31 CONTINUE
RETURN
END

EK-4: Tekil Temel Sistemi Oturmalarının Schmertmann Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****TEKIL TEMEL SİSTEMİNİN OTURMALARININ
C SCHMERTMANN FORMULU İLE BULUNMASI*****
C *****PROGRAMDA GECEN TERİMLERİN ACIKLAMASI*****
C N:DUSEY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,
C M:YATAY DOGRULTUDA TEKIL TEMEL SAYISI,
C NM:TEKIL TEMEL SİSTEMİNDE TOPLAM TEMEL SAYISI,
C NK:CPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA KAC KEZ
C TEKRARLANDIGINI BELİRTEN DEĞİSKEN,
C BX:TEKIL TEMELİN YATAY BOYUTU,
C BY:TEKIL TEMELİN DUSEY BOYUTU,
C DF:TEMEL DERİNLİĞİ(m),
C GN:DOGAL BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m3),
C QC:KONİ PENETRASYON DİRENCİ,
C QCORT:QC DEĞERLERİNİN TEMEL TABANINDAN İTİBAREN
C 2B DERİNLİĞİNDEKİ ORTALAMA DEĞERİ,
C DZ:CPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA DEĞİŞİM ARALIKLARI,
C QK:TEKIL TEMELLERİN YUKLERİ(kN)
C HX:TEMEL TABANINDAN İTİBAREN 2B DERİNLİĞİ(m),
C TOPDH:TEMELLERİN OTURMALARI(mm),
PARAMETER (N=4, M=4, NK=10, NO=1, NM=16)
C *****KULLANILAN TERİMLERİN TANIMLANMASI*****
REAL BX (50,50), BY (50,50), QK (50,50), DF (50,50), GN (50,50)
REAL QC (50,50), DZ (50), QTNET (50,50), QT (50,50)
REAL QCORT (50,50), E (50,50), SIGMAU (50,50)
REAL C1 (50,50), C2 (50,50), DH (50), Z (50,50)
REAL IZ (50,50), DS (50,50), TOPDS (50), B (50,50)
REAL HX(50),HA(50),DL(50),DX(50,50),SP(50),SPL(50)
REAL D(50),SPT(50),SPTL(50),DT(50),GT(50),GGT(50)
REAL DTH(50),GTS(50),SPTC(50)
C *****GİRİŞ VE ÇIKIŞ DOSYASI*****
OPEN (UNIT=1,FILE='BN.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (UNIT=2,FILE='TS.DAT',STATUS='NEW')
C *****TEMEL SİSTEMİNE AİT VERİLER*****
READ (1,*) ((BX(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((BY(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((QK(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((DF(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((GN(I,J),J=1,M),I=1,N)
READ (1,*) ((DX(IB,JB),JB=1,NK),IB=1,NM)
READ (1,*) ((QC(IB,JB),JB=1,NK),IB=1,NM)
C *****CS KATSAYISININ BELİRLENMESİ*****
DO 4 I=1,N
DO 4 J=1,M
C2(I,J)=1
4 CONTINUE
C *****TABAKA KALINLIKLARININ BELİRLENMESİ*****

```

```

DO 10 I=1,N
DO 10 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
IF(BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
DZ(IB)=2*BY(I,J)/NO
ELSE
DZ(IB)=2*BX(I,J)/NO
ENDIF
10 CONTINUE
C ****TEMEL TABANINDA TABAN BASINCININ BELIRLENMESI***
DO 11 I=1,N
DO 11 J=1,M
QT(I,J)=QK(I,J)/(BX(I,J)*BY(I,J))
11 CONTINUE
C *TEMEL TABANINDA TEMELDEN ÖNCEKI DUŞEY EFEKTIF GERILME*
DO 12 I=1,N
DO 12 J=1,M
SIGMAU(I,J)=DF(I,J)*GN(I,J)
12 CONTINUE
C **NET TABAN BASINCININ HESAPLANMASI**
DO 13 I=1,N
DO 13 J=1,M
QTNET(I,J)=QT(I,J)-(DF(I,J)*GN(I,J))
13 CONTINUE
C ***C SABİTİNİN BELİRLENMESİ***
DO 14 I=1,N
DO 14 J=1,M
C1(I,J)=1-(0.5*SIGMAU(I,J)/QTNET(I,J))
14 CONTINUE
C ***ANLAMLI DERINLIGIN BELIRLENMESI***
DO 100 I=1,N
DO 100 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
IF(BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
HX(IB)=2*BY(I,J)
ELSE
HX(IB)=2*BX(I,J)
ENDIF
100 CONTINUE
C ***QCORT VE E DEGERININ HESAPLANMASI***
DO 150 IB=1,NM
HA(IB)=0
DO 110 JB=1,NK-1
IP=JB-1
DL(IB)=DL(IB)+DX(IB,JB)
HA(IB)=DL(IB)-DF(I,J)
IF(DL(IB).GT.DF(I,J).AND.HA(IB).LT.1.5) THEN
SP(IB)=QC(IB,I)+(QC(IB,IP)-QC(IB,I))*HA(IB)/DX(IB,JB)
SPL(IB)=(SP(IB)+QC(IB,I))*0.5*HA(IB)

```

```

ELSEIF(HA(IB).EQ.0) THEN
SPL(IB)=0
ENDIF
IF(DL(IB).LT.DF(I,J)) GOTO 110
DO 120 K=JB,NK-1
J=K+1
DL(IB)=DL(IB)+DX(IB,J)
HA(IB)=DL(IB)-DF(I,J)
D(IB)=HX(IB)-HA(IB)
IF(D(IB).LT.0) GOTO 130
SPT(IB)=(QC(IB,K)+QC(IB,J))*0.5*DX(IB,J)
SPTL(IB)=SPTL(IB)+SPT(IB)
IF(D(IB).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(IB)=ABS(D(IB))
GT(IB)=(QC(IB,K)-QC(IB,J))*DT(IB)/DX(IB,J)
GGT(IB)=QC(IB,J)+GT(IB)
DTH(IB)=DX(IB,J)-DT(IB)
GTS(IB)=(GGT(IB)+QC(IB,K))*0.5*DTH(IB)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(IB)=SPL(IB)+GTS(IB)+SPTL(IB)
150 CONTINUE
DO 300 IB=1,NM
DO 300 IC=1,NO
QCORT(IB,IC)=SPTC(IB)/HX(IB)
E(IB,IC)=2.5*QCORT(IB,IC)
300 CONTINUE
DO 18 I=1,N
DO 18 J=1,M
IF(BX(I,J).GT.BY(I,J)) THEN
B(I,J)=BY(I,J)
ELSE
B(I,J)=BX(I,J)
ENDIF
18 CONTINUE
C **HER BIR TABAKANIN ORTA NOKTASI HESABI**
DO 19 I=1,N
DO 19 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DO 20 IC=1,NO
Z(IB,IC)=(IC-1)*DZ(IB)+DZ(IB)/2
20 CONTINUE
19 CONTINUE
C **SCHMERTMAN ETKI FAKTORU HESABI**
DO 21 I=1,N
DO 21 J=1,M
IB=(I-1)*M+J

```

```

DO 22 IC=1,NO
IF(Z(IB,IC).LE.B(I,J)/2) THEN
IZ(IB,IC)=0.1+(0.4*Z(IB,IC)/(B(I,J)/2))
ELSE
IZ(IB,IC)=0.5-(0.5*(Z(IB,IC)-(B(I,J)/2))/(3*B(I,J)/2))
ENDIF
22 CONTINUE
21 CONTINUE
C *****OTURMA HESABI*****
DO 23 IB=1,NM
DO 24 IC=1,NO
DS(IB,IC)=(IZ(IB,IC)/(E(IB,IC)))*DZ(IB)
24 CONTINUE
23 CONTINUE
DO 25 IB=1,NM
DO 26 IC=1,NO
TOPDS(IB)=TOPDS(IB)+DS(IB,IC)
26 CONTINUE
25 CONTINUE
DO 27 I=1,N
DO 27 J=1,M
IB=(I-1)*M+J
DH(IB)=C1(I,J)*C2(I,J)*QTNET(I,J)*TOPDS(IB)
27 CONTINUE
WRITE (2,*) '*****DH(M)*****'
DO 205 IB=1,NM
WRITE (2,*) DH(IB)
205 CONTINUE
CLOSE (UNIT=1)
CLOSE (UNIT=2)
STOP
END

```

EK-5: Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sistemi Oturmalarının Terzaghi-Peck Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****SERIT TEMEL SISTEMLERININ OTURMALARININ TERZAGHI-
C PECK'E GORE HESAPLANMASI*****
C *****PROGRAMDA GECEN TERIMLERIN ACIKLAMASI*****
C M:SERIT TEMEL SAYISI,
C NK:SPT DENEYININ DERINLIK BOYUNCA KAC KEZ
C TEKRARLANDIGINI BELIRTEEN DEGISKEN,
C BX:SERIT TEMELIN YATAY BOYUTU,
C DF:TEMEL DERINLIGI(m),
C GN:DOGAL BIRIM HACIM AGIRLIK(kN/m3),
C GD:DOYGUN BIRIM HACIM AGIRLIK(kN/m3),
C GS:SUYUN BIRIM HCIM AGIRLIGI(kN/m3),
C SPTN:STANDART PENETRASYON DENEYİ VURUS SAYILARI,
C SPTNO:SPTND DEGERLERININ TEMEL TABANINDAN ITIBAREN
C 3B DERINLIGINDEKI ORTALAMA DEGERI,
C DZ:SPT DENEYININ DERINLIK BOYUNCA DEGISIM ARALIKLARI,
C QT:TEKIL TEMELLERIN YUKLERI(kN)
C H:TEMEL TABANINDAN ITIBAREN 3B DERINLIGI(m),
C QZ:EFEKTIF BASINC|(kN/m2),
C QA:IZIN VERILEBILIR TABAN BASINCI(kN/m2),
C QTNET:NET TABAN BASINCI(kN/m2),
C DW:ZEMIN YUZEYINDEN ITIBAREN YERALTI SUYU DERINLIGI(m),
C TO:TEMELLERIN OTURMALARI(mm),
C DIGER KULLANILAN TERIMLER SPTN ORTALAMA HESABINDA
C YARDIMCI DEGISKENLER OLARAK KULLANILMISTIR.
PARAMETER (M=4, NK=10)
C ***KULLANILAN TERIMLERIN BOYUTLARI****
DIMENSION BX(4),DZ(50,50),QT(4),SPTN(50,50)
DIMENSION SPT(4),H(4),D(4),SPTNO(4)
DIMENSION SPTC(4),G(4),GT(4),DT(4),GTS(4)
DIMENSION SP(4),SPL(4),SPTL(4),GGT(4)
DIMENSION DTH(4),QA(4),DL (4),HA(4)
DIMENSION QZ(50,50),B(4)
DIMENSION QTNET(4),TO(4),BR(4)
C ****GIRIS VE CIKIS DOSYASI*****
OPEN (1,FILE='SG.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (2,FILE='ST1.DAT',STATUS='NEW')
C *****TEMEL SISTEMI HAKKINDA VERILENLER*****
READ (1,*) (BX(J),J=1,M)
READ (1,*) ((DZ(J,JB),JB=1,NK),J=1,M)
READ (1,*) (QT(J),J=1,M)
READ (1,*) ((SPTN(J,JB), JB=1,NK),J=1,M)
READ (1,*) DF
READ (1,*) GN
C *****SPTN-ORT. HESABI*****
DO 100 J=1,M
H(J)=3*BX(J)

```

```

100 CONTINUE
DO 150 J=1,M
HA(J)=0
DO 110 I=1,NK-1
P=I-1
DL(J)=DL(J)+DZ(J,I)
HA(J)=DL(J)-DF
IF(DL(J).GT.DF.AND.HA(J).LT.1) THEN
SP(J)=SPTND(J,I)+(SPTND(J,P)-SPTND(J,I))*HA(J)/DZ(J,I)
SPL(J)=(SP(J)+SPTND(J,I))*0.5*HA(J)
ELSEIF(HA(J).EQ.0) THEN
SPL(J)=0
ENDIF
IF(DL(J).LT.DF) GOTO 110
DO 120 K=I,NK-1
R=K+1
DL(J)=DL(J)+DZ(J,R)
HA(J)=DL(J)-DF
D(J)=H(J)-HA(J)
IF(D(J).LT.0) GOTO 130
SPT(J)=(SPTND(J,K)+SPTND(J,R))*0.5*DZ(J,R)
SPTL(J)=SPTL(J)+SPT(J)
IF(D(J).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(J)=ABS(D(J))
GT(J)=(SPTND(J,K)-SPTND(J,R))*DT(J)/DZ(J,R)
GGT(J)=SPTND(J,R)+GT(J)
DTH(J)=DZ(J,R)-DT(J)
GTS(J)=(GGT(J)+SPTND(J,K))*0.5*DTH(J)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(J)=SPL(J)+GTS(J)+SPTL(J)
SPTNO(J)=SPTC(J)/H(J)
150 CONTINUE
C *****IZIN VERILEBILIR TABAN BASINCI(QA) HESABI*****
DO 160 J=1,M
B(J)=BX(J)
IF(SPTNO(J).EQ.5.AND.B(J).GT.1.3) THEN
QA(J)=(-1.44708*B(J)**2+11.718669*B(J)**1.5+44.938957*
*B(J)**0.8-50.92078*B(J))*10
ELSEIF(SPTNO(J).EQ.5.AND.B(J).LE.1.3) THEN
QA(J)=42
ELSEIF(SPTNO(J).EQ.10.AND.B(J).GT.1.3) THEN
QA(J)=(-2.738087*B(J)**2+24.490228*B(J)**1.5+105.445716
**B(J)**0.8-115.899566*B(J))*10
ELSEIF(SPTNO(J).EQ.10.AND.B(J).LE.1.3) THEN
QA(J)=112.25
ELSEIF(SPTNO(J).EQ.20.AND.B(J).GT.1.3) THEN

```

$QA(J) = (-5.855553 * B(J)**2 + 50.640236 * B(J)**1.5 + 218.716536 * B(J)**0.8 - 238.642105 * B(J)) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.20.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 250$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.30.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = (-9.399228 * B(J)**2 + 78.926988 * B(J)**1.5 + 328.968333 * B(J)**0.8 - 361.912328 * B(J)) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.30.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 368$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.40.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = (-13.019804 * B(J)**2 + 108.196546 * B(J)**1.5 + 448.083722 * B(J)**0.8 - 493.478442 * B(J)) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.40.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 502.09$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.50.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = (-17.269927 * B(J)**2 + 141.974983 * B(J)**1.5 + 576.600071 * B(J)**0.8 - 638.789937 * B(J)) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).EQ.50.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 630$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.5.AND.SPTNO(J).LT.10.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = ((-1.44708 * B(J)**2 + 11.718669 * B(J)**1.5 + 44.938957 * B(J)**0.8 - 50.92078 * B(J)) + ((-2.738087 * B(J)**2 + 24.490228 * B(J)**1.5 + 105.445716 * B(J)**0.8 - 115.899566 * B(J)) - (-1.44708 * B(J)**2 + 11.718669 * B(J)**1.5 + 44.938957 * B(J)**0.8 - 50.92078 * B(J))) * ((SPTNO(J) - 5) / 5) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.5.AND.SPTNO(J).LT.10.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 4.2 + (7.025 * (SPTNO(J) - 5) / 5) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.10.AND.SPTNO(J).LT.20.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = ((-2.738087 * B(J)**2 + 24.490228 * B(J)**1.5 + 105.445716 * B(J)**0.8 - 115.899566 * B(J)) + ((-5.855553 * B(J)**2 + 50.640236 * B(J)**1.5 + 218.716536 * B(J)**0.8 - 238.642105 * B(J)) - (-2.738087 * B(J)**2 + 24.490228 * B(J)**1.5 + 105.445716 * B(J)**0.8 - 115.899566 * B(J))) * ((SPTNO(J) - 10) / 10) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.10.AND.SPTNO(J).LT.20.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 11.225 + (13.775 * (SPTNO(J) - 10) / 10) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.20.AND.SPTNO(J).LT.30.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = ((-5.855553 * B(J)**2 + 50.640236 * B(J)**1.5 + 218.716536 * B(J)**0.8 - 238.642105 * B(J)) + ((-9.399228 * B(J)**2 + 78.926988 * B(J)**1.5 + 328.968333 * B(J)**0.8 - 361.912328 * B(J)) - (-5.855553 * B(J)**2 + 50.640236 * B(J)**1.5 + 218.716536 * B(J)**0.8 - 238.642105 * B(J))) * ((SPTNO(J) - 20) / 10) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.20.AND.SPTNO(J).LT.30.AND.B(J).LE.1.3) THEN
 $QA(J) = 25 + (11.8 * (SPTNO(J) - 20) / 10) * 10$
 ELSEIF(SPTNO(J).GT.30.AND.SPTNO(J).LT.40.AND.B(J).GT.1.3) THEN
 $QA(J) = ((-9.399228 * B(J)**2 + 78.926988 * B(J)**1.5 + 328.968333 * B(J)**0.8 - 361.912328 * B(J)) + ((-13.019804 * B(J)**2 + 108.196546 * B(J)**1.5 + 448.083722 * B(J)**0.8 - 493.478442 * B(J)) - (-9.399228 * B(J)**2 + 78.926988 * B(J)**1.5 + 328.968333 * B(J)**0.8 - 361.912328 * B(J))) * ((SPTNO(J) - 30) / 10) * 10$

```

ELSEIF(SPTNO(J).GT.30.AND.SPTNO(J).LT.40.AND.B(J).LE.1.3) THEN
QA(J)=(36.8+(13.409*(SPTNO(J)-30)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(J).GT.40.AND.SPTNO(J).LT.50.AND.B(J).GT.1.3) THEN
QA(J)=((-13.019804*B(J)**2+108.196546*B(J)**1.5+448.083722*
*B(J)**0.8-493.478442*B(J))+((-17.269927*B(J)**2+141.974983
**B(J)**1.5+576.600071*B(J)**0.8-638.789937*B(J))-
*(-13.019804*B(J)**2+108.196546*B(J)**1.5+448.083722*B(J)**
*0.8-493.478442*B(J)))*((SPTNO(J)-40)/10))*10
ELSEIF(SPTNO(J).GT.40.AND.SPTNO(J).LT.50.AND.B(J).LE.1.3) THEN
QA(J)=(50.209+(12.791*(SPTNO(J)-40)/10))*10
ENDIF
160 CONTINUE
C *****TEMELLERIN OTURMALARININ HESABI(TO,mm)*****
WRITE (*,*) 'YERALTI SUYU VAR ISE 1 YOKSA 0 YAZINIZ'
READ (*,*) YASD
IF(YASD.EQ.1) GOTO 180
DO 170 J=1,M
QTNET(J)=QT(J)-DF*GN
TO(J)=(QTNET(J)*25)/QA(J)
170 CONTINUE
GOTO 200
180 DO 190 J=1,M
QTNET(J)=QT(J)-DF*GN
TO(J)=(QTNET(J)/(QA(J)/2))*25
190 CONTINUE
WRITE (2,*) '*****TEMELLERIN OTURMALARI(TO,mm)*****'
WRITE (2,5) (TO(J),J=1,M)
5 FORMAT (5X,F8.3)
STOP
END

```


EK-6: Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sistemi Oturmalarının Meyerhof Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****SERIT TEMEL SİSTEMLERİNİN OTURMALARININ MEYEROF A
C GORE HESAPLANMASI*****
C *****PROGRAMDA GECEN TERİMLERİN AÇIKLAMASI*****
C M:SERIT TEMEL SAYISI,
C NK:SPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA KAC KEZ
C TEKRARLANDIĞINI BELİRTEN DEĞİSKEN,
C BX:SERIT TEMELİN YATAY BOYUTU,
C DF:TEMEL DERİNLİĞİ(m),
C GN:DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m3),
C GD:DOYGUN BİRİM HACİM AĞIRLIK(kN/m3),
C GS:SUYUN BİRİM HCİM AĞIRLIĞI(kN/m3),
C SPTN:STANDART PENETRASYON DENEYİ VURUS SAYILARI,
C SPTNO:SPTND DEĞERLERİNİN TEMEL TABANINDAN İTİBAREN
C 3B DERİNLİĞİNDEKİ ORTALAMA DEĞERİ,
C DZ:SPT DENEYİNİN DERİNLİK BOYUNCA DEĞİSİM ARALIKLARI,
C QT:TEKİL TEMELLERİN YUKLERİ(kN)
C H:TEMEL TABANINDAN İTİBAREN 3B DERİNLİĞİ(m),
C QZ:EFEKTİF BASINCI(kN/m2),
C QA:İZİN VERİLEBİLİR TABAN BASINCI(kN/m2),
C QAD:İZİN VERİLEBİLİR TASIMA BASINCI(kN/m2),
C QTNET:NET TABAN BASINCI(kN/m2),
C DW:ZEMİN YÜZEYİNDEN İTİBAREN YERALTI SUYU DERİNLİĞİ(m),
C TO:TEMELLERİN OTURMALARI(mm),
C DİĞER KULLANILAN TERİMLER SPTN ORTALAMA HESABINDA
C YARDIMCI DEĞİSKENLER OLARAK KULLANILMIŞTIR.
PARAMETER (M=4, NK=10)
C *****KULLANILAN TERİMLERİN BOYUTLARI*****
DIMENSION BX(4),DZ(50,50),QT(4),SPTN(50,50)
DIMENSION SPT(4),H(4),D(4),SPTNO(4),HA(4)
DIMENSION SPTC(4),G(4),GT(4),DT(4),GTS(4)
DIMENSION SP(4),SPL(4),SPTL(4),GGT(4),DL(4)
DIMENSION DTH(4),QA(4),QAT(4),Y(4),BR(4)
DIMENSION QZ(50,50),CN(50,50),B(4),SPTNA(50,50)
DIMENSION SPTND(50,50),QTNET(4),TO(4)
C *****GİRİŞ VE ÇIKIŞ DOSYASI*****
OPEN (1,FILE='ST.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (2,FILE='SM1.DAT',STATUS='NEW')
C *****TEMEL SİSTEMİ HAKKINDA VERİLENLER*****
READ (1,*) (BX(J), J=1,M)
READ (1,*) ((DZ(J,JB),JB=1,NK),J=1,M)
READ (1,*) (QT(J), J=1,M)
READ (1,*) ((SPTN(J,JB), JB=1,NK), J=1,M)
READ (1,*) DF
READ (1,*) GN
C *****SPTN-ORT. HESABI*****
DO 100 J=1,M

```

```

H(J)=3*BX(J)
100 CONTINUE
DO 150 J=1,M
HA(J)=0
DO 110 I=1,NK-1
P=I-1
DL(J)=DL(J)+DZ(J,I)
HA(J)=DL(J)-DF
IF(DL(J).GT.DF.AND.HA(J).LT.1) THEN
SP(J)=SPTND(J,I)+(SPTND(J,P)-SPTND(J,I))*HA(J)/DZ(J,I)
SPL(J)=(SP(J)+SPTND(J,I))*0.5*HA(J)
ELSEIF(HA(J).EQ.0) THEN
SPL(J)=0
ENDIF
IF(DL(J).LT.DF) GOTO 110
DO 120 K=I,NK-1
R=K+1
DL(J)=DL(J)+DZ(J,R)
HA(J)=DL(J)-DF
D(J)=H(J)-HA(J)
IF(D(J).LT.0) GOTO 130
SPT(J)=(SPTND(J,K)+SPTND(J,R))*0.5*DZ(J,R)
SPTL(J)=SPTL(J)+SPT(J)
IF(D(J).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(J)=ABS(D(J))
GT(J)=(SPTND(J,K)-SPTND(J,R))*DT(J)/DZ(J,R)
GGT(J)=SPTND(J,R)+GT(J)
DTH(J)=DZ(J,R)-DT(J)
GTS(J)=(GGT(J)+SPTND(J,K))*0.5*DTH(J)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(J)=SPL(J)+GTS(J)+SPTL(J)
SPTNO(J)=SPTC(J)/H(J)
150 CONTINUE
C *****IZIN VERILEBILIR TABAN BASINCI(QA) HESABI*****
DO 160 J=1,M
B(J)=BX(J)
Y(J)=3.28*B(J)
IF(Y(J).LE.4) THEN
QAT(J)=SPTNO(J)/8
ELSEIF(Y(J).GT.4) THEN
QAT(J)=(SPTNO(J)/12)*((Y(J)+1)/Y(J))**2
ENDIF
QA(J)=(QAT(J)/0.093)*10
160 CONTINUE
C *****NET TABAN BASINCI VE TEMELLERIN OTURMALARI HESABI***
DO 170 J=1,M

```

```
QTNET(J)=QT(J)-DF*GN
TO(J)=(QTNET(J)*25)/QA(J)
170 CONTINUE
WRITE (2,*) '****TEMELLERIN OTURMALARI(TO,mm)****'
DO 220 J=1,M
WRITE (2,5) TO(J)
5 FORMAT(5X,F8.3)
220 CONTINUE
STOP
END
```

EK-7: Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sistemi Oturmalarının Buisman-De Beer Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****BIR DOGRULTUDA UZANAN BIR SERIT TEMEL SISTEMININ
C OTURMELERININ BUISMAN-DE BEER FORMULU ILE BULUNMASI*****
C *****PROGRAMDA GECEN TERIMLERIN ACIKLAMASI*****
C M:SERIT TEMEL SAYISI,
C NK:CPT DENEYININ DERINLIK BOYUNCA KAC KEZ
C TEKRARLANDIGINI BELIRTEYEN DEGISKEN,
C BX:SERIT TEMELIN YATAY BOYUTU,
C DF:TEMEL DERINLIGI(m),
C GN:DOGAL BIRIM HACIM AGIRLIK(kN/m3),
C QC:KONİ PENETRASYON DİRENCİ,
C QCORT:QC DEGERLERININ TEMEL TABANINDAN ITIBAREN
C 3B DERINLIGINDEKI ORTALAMA DEGERI,
C DZ:CPT DENEYININ DERINLIK BOYUNCA DEGISIM ARALIKLARI,
C Q:ŞERİT TEMELLERIN YUKLERI(kN/m2)
C HX:TEMEL TABANINDAN ITIBAREN 3B DERINLIGI(m),
C TOPDH:TEMELLERIN OTURMALARI(mm),
PARAMETER (M=4, N=1, NK=10)
C ****KULLANILAN TERIMLERIN TANIMLANMASI***
REAL BX(50),Q(50),LX(50),DF(50),GN(50),QC(50,50),H(50)
REAL QCORT(50,50),ZC(50,50),SIGMAU(50,50),C(50,50),QTNET(50)
REAL Z(50,50),DETA(50,50),XL(50),XR(50),DSIGK(50,50),B(50)
REAL DSIGL(50,50),DSIGR(50,50),DSIG(50,50),DH(50,50),TOPDH(50)
REAL HX(50),HA(50),DL(50),D(50),DZ(50,50),SP(50)
REAL SPL(50),SPT(50),SPTL(50),DT(50),GT(50),GGT(50)
REAL DTH(50),GTS(50),SPTC(50)
C ***GIRIS VE CIKIS DOSYASI*****
OPEN (UNIT=1,FILE='ST.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (UNIT=2,FILE='SB.DAT',STATUS='NEW')
C **TEMELLERE AIT VERILENLER**
READ (1,*) (BX(J),J=1,M)
READ (1,*) (Q(J),J=1,M)
READ (1,*) (LX(J),J=1,M-1)
READ (1,*) (DF(J),J=1,M)
READ (1,*) (GN(J),J=1,M)
READ (1,*) ((DZ(J,JB),JB=1,NK),J=1,M)
READ (1,*) ((QC(J,JB),JB=1,NK),J=1,M)
C **ANLAMLI DERİNLİK HESABI**
DO 10 J=1,M
H(J)=3*BX(J)/N
10 CONTINUE
DO 100 J=1,M
HX(J)=3*BX(J)
100 CONTINUE
C **QCORT DEĞERİ HESABI**
DO 150 J=1,M
HA(J)=0

```

```

DO 110 JB=1,NK-1
P=JB-1
DL(J)=DL(J)+DZ(J,JB)
HA(J)=DL(J)-DF(J)
IF(DL(J).GT.DF(J).AND.HA(J).LT.1) THEN
SP(J)=QC(J,JB)+(QC(J,P)-QC(J,JB))*HA(J)/DZ(J,JB)
SPL(J)=(SP(J)+QC(J,JB))*0.5*HA(J)
ELSEIF(HA(J).EQ.0) THEN
SPL(J)=0
ENDIF
IF(DL(J).LT.DF(J)) GOTO 110
DO 120 K=JB,NK-1
R=K+1
DL(J)=DL(J)+DZ(J,R)
HA(J)=DL(J)-DF(J)
D(J)=HX(J)-HA(J)
IF(D(J).LT.0) GOTO 130
SPT(J)=(QC(J,K)+QC(J,R))*0.5*DZ(J,R)
SPTL(J)=SPTL(J)+SPT(J)
IF(D(J).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(J)=ABS(D(J))
GT(J)=(QC(J,K)-QC(J,R))*DT(J)/DZ(J,R)
GGT(J)=QC(J,R)+GT(J)
DTH(J)=DZ(J,R)-DT(J)
GTS(J)=(GGT(J)+QC(J,K))*0.5*DTH(J)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(J)=SPL(J)+GTS(J)+SPTL(J)
150 CONTINUE
DO 160 J=1,M
DO 160 I=1,N
QCORT(J,I)=SPTC(J)/HX(J)
160 CONTINUE
C ***TABAKA ORTASINDAKİ GERİLME HESABI***
DO 14 J=1, M
DO 15 I=1, N
ZC(J,I)=DF(J)+(I-1)*H(J)+H(J)/2
SIGMAU(J,I)=ZC(J,I)*GN(J)
15 CONTINUE
14 CONTINUE
C **C SABİTİNİN HESAPLANMASI**
DO 16 J=1,M
DO 17 I=1,N
C(J,I)=1.5*QCORT(J,I)/SIGMAU(J,I)
17 CONTINUE
16 CONTINUE
DO 18 J=1,M

```

```

B(J)=BX(J)/2
18 CONTINUE
DO 19 J=1,M
DO 20 I=1,N
Z(J,I)=(I-1)*H(J)+H(J)/2
DETA(J,I)=2*ATAN(B(J)/Z(J,I))
20 CONTINUE
19 CONTINUE
C ****NET TABAN BASINCI HESABI****
DO 35 J=1,M
QTNET(J)=Q(J)-(DF(J)*GN(J))
35 CONTINUE
C **TABAKA ORTASINDA GERILME ARTISI HESABI ICIN
YARDIMCI BILGILERIN HESABI**
DO 21 J=1,M
IF(J.EQ.1) THEN
XL(J)=LX(J)
XR(J)=0
ELSEIF (J.EQ.M) THEN
K=J-1
XR(J)=LX(K)
XL(J)=0
ELSE
L=J-1
XR(J)=LX(L)
XL(J)=LX(J)
ENDIF
21 CONTINUE
CALL SIGMA1 (DETA,QTNET,DSIGK,M,N)
CALL SIGMA2 (XR,B,QTNET,Z,DSIGR,M,N)
CALL SIGMA2 (XL,B,QTNET,Z,DSIGL,M,N)
C **TOPLAM GERILME ARTIŞI HESABI**
DO 22 J=1,M
DO 23 I=1,N
IF(J.EQ.1) THEN
K=J+1
DSIG(J,I)=DSIGK(J,I)+DSIGR(K,I)
ELSEIF (J.EQ.M) THEN
L=J-1
DSIG(J,I)=DSIGK(J,I)+DSIGL(L,I)
ELSE
K=J+1
L=J-1
DSIG(J,I)=DSIGK(J,I)+DSIGL(L,I)+DSIGR(K,I)
ENDIF
23 CONTINUE
22 CONTINUE
CALL SET (H,C,SIGMAU,DSIG,DH,M,N)
CALL TOPSET (DH,TOPDH,M,N)

```

```

WRITE (2,*) '*****TOPDH*****'
WRITE (2,3) (TOPDH(J), J=1, M)
7 FORMAT (2F10.4)
3 FORMAT (F10.6)
CLOSE (UNIT=1)
CLOSE (UNIT=2)
STOP
END
C *****
C ***KOMSU TEMELLERDEN GERILME ARTISI***
SUBROUTINE SIGMA2 (X,B,QTNET,Z,SIG,M,N)
REAL X(4),B(4),QTNET(4),Z(4,2),SIG(4,2)
DO 24 J=1,M
DO 25 I=1,N
IF (X(J).EQ.0) THEN
SIG(J,I)=0
ELSE
SIG(J,I)=QTNET(J)*(ATAN(Z(J,I)/(X(J)-B(J)))
*-ATAN(Z(J,I)/(X(J)+B(J)))-(2*B(J)*Z(J,I)
**((X(J)**2-Z(J,I)**2-B(J)**2)/
*((X(J)**2+Z(J,I)**2-B(J)**2)**2+
*(4*B(J)**2+Z(J,I)**2)))/3.14
ENDIF
25 CONTINUE
24 CONTINUE
RETURN
END
C *****
C *****KENDINDEN GERILME ARTISI*****
SUBROUTINE SIGMA1 (DETA,QTNET,SIG,M,N)
REAL DETA(4,2), QTNET(4), SIG(4,2)
DO 26 J=1,M
DO 27 I=1,N
SIG(J,I)=QTNET(J)*(DETA(J,I)+SIN(DETA(J,I)))/3.14
27 CONTINUE
26 CONTINUE
RETURN
END
C *****
C ***ALT TABAKALARDA OTURMA HESABI*****
SUBROUTINE SET (H,C,SIGMAU,DSIG,DH,M,N)
REAL H(4), C(4,2), SIGMAU(4,2),DSIG(4,2), DH(4,2)
DO 28 J=1,M
DO 29 I=1,N
DH(J,I)=(H(J)/C(J,I))*ALOG((SIGMAU(J,I)+DSIG(J,I)
*/SIGMAU(J,I))
29 CONTINUE
28 CONTINUE
RETURN

```

END

C *****

C *****TOPLAM OTURMA HESABI*****

SUBROUTINE TOPSET (DH, TOPDH, M, N)

REAL TOPDH(4), DH(4,2)

DO 30 J=1,M

DO 31 I=1,N

TOPDH(J)=TOPDH(J)+DH(J,I)

31 CONTINUE

30 CONTINUE

RETURN

END

EK-8: Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sistemi Oturmalarının Schmertmann Yöntemi ile Hesaplanmasına Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****SERIT TEMEL SISTEMININ OTURMALARININ
C SCHMERTMANN FORMULU ILE BULUNMASI*****
C *****PROGRAMDA GECEN TERIMLERIN ACIKLAMASI*****
C M:SERIT TEMEL SAYISI,
C NK:CPT DENEYININ DERINLIK BOYUNCA KAC KEZ
C TEKRARLANDIGINI BELIRTEEN DEGISKEN,
C BX:SERIT TEMELIN YATAY BOYUTU,
C DF:TEMEL DERINLIGI(m),
C GN:DOGAL BIRIM HACIM AGIRLIK(kN/m3),
C QC:KONİ PENETRASYON DİRENCİ,
C QCORT:QC DEGERLERININ TEMEL TABANINDAN ITIBAREN
C 3B DERINLIGINDEKI ORTALAMA DEGERI,
C DX:CPT DENEYININ DERINLIK BOYUNCA DEGISIM ARALIKLARI,
C QT:ŞERİT TEMELLERIN YUKLERI(kN/m2)
C HX:TEMEL TABANINDAN ITIBAREN 3B DERINLIGI(m),
C DH:TEMELLERIN OTURMALARI(mm),
PARAMETER (M=4, N=1, NK=10)
C *****KULLANILAN TERIMLERIN TANIMLANMASI*****
REAL BX(50),QT(50),DF(50),GN(50),QC(50,50)
REAL DZ(50),C2(50),SIGMAU(50),QTNET(50),C1(50)
REAL QCORT(50,50),E(50,50),B(50),Z(50,50),IZ(50,50)
REAL DS(50,50),TOPDS(50),DH(50)
REAL HX(50),HA(50), DL(50),D(50),DX(50,50),SP(50)
REAL SPL(50),SPT(50),SPTL(50),DT(50),GT(50),GGT(50)
REAL DTH(50),GTS(50),SPTC(50)
OPEN (1,FILE='ST.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (2,FILE='SS.DAT',STATUS='NEW')
C **TEMELLERE AIT VERILENLER**
READ (1,*) (BX(J),J=1,M)
READ (1,*) (QT(J),J=1,M)
READ (1,*) (DF(J),J=1,M)
READ (1,*) (GN(J),J=1,M)
READ (1,*) ((DX(J,JB),JB=1,NK),J=1,M)
READ (1,*) ((QC(J,JB),JB=1,NK),J=1,M)
DO 9 J=1,M
C2(J)=1
9 CONTINUE
C ****ALT TABAKA KALINLIGI HESABI****
DO 10 J=1,M
DZ(J)=3*BX(J)/N
10 CONTINUE
C *****TEMEL TABANINDA TEMELDEN ONCE DUSEY GERILME*****
DO 11 J=1,M
SIGMAU(J)=DF(J)*GN(J)
11 CONTINUE
C ****NET TABAN BASINCI****

```

```

DO 12 J=1,M
QTNET(J)=QT(J)-SIGMAU(J)
12 CONTINUE
C **C SABITININ HESABI**
DO 13 J=1,M
C1(J)=1-(0.5*SIGMAU(J)/QTNET(J))
13 CONTINUE
C **ANLAMLI DERINLIK HESABI**
DO 100 J=1,M
HX(J)=3*BX(J)
100 CONTINUE
C **QCORT VE E DEGERININ HESABI**
DO 150 J=1,M
HA(J)=0
DO 110 JB=1,NK-1
P=JB-1
DL(J)=DL(J)+DX(J,JB)
HA(J)=DL(J)-DF(J)
IF(DL(J).GT.DF(J).AND.HA(J).LT.1) THEN
SP(J)=QC(J,JB)+(QC(J,P)-QC(J,JB))*HA(J)/DX(J,JB)
SPL(J)=(SP(J)+QC(J,JB))*0.5*HA(J)
ELSEIF(HA(J).EQ.0) THEN
SPL(J)=0
ENDIF
IF(DL(J).LT.DF(J)) GOTO 110
DO 120 K=JB,NK-1
R=K+1
DL(J)=DL(J)+DX(J,R)
HA(J)=DL(J)-DF(J)
D(J)=HX(J)-HA(J)
IF(D(J).LT.0) GOTO 130
SPT(J)=(QC(J,K)+QC(J,R))*0.5*DX(J,R)
SPTL(J)=SPTL(J)+SPT(J)
IF(D(J).EQ.0) GOTO 140
120 CONTINUE
GOTO 140
130 DT(J)=ABS(D(J))
GT(J)=(QC(J,K)-QC(J,R))*DT(J)/DX(J,R)
GGT(J)=QC(J,R)+GT(J)
DTH(J)=DX(J,R)-DT(J)
GTS(J)=(GGT(J)+QC(J,K))*0.5*DTH(J)
GOTO 140
110 CONTINUE
140 SPTC(J)=SPL(J)+GTS(J)+SPTL(J)
150 CONTINUE
DO 160 J=1,M
DO 160 I=1,N
QCORT(J,I)=SPTC(J)/HX(J)
E(J,I)=3.5*QCORT(J,I)

```

```

160 CONTINUE
      DO 17 J=1,M
B(J)=BX(J)
17 CONTINUE
DO 18 J=1,M
DO 19 I=1,N
Z(J,I)=(I-1)*DZ(J)+DZ(J)/2
19 CONTINUE
18 CONTINUE
C **SCHMERTMANN ETKİİ FAKTORUNUN HESAPLANMASI**
DO 20 J=1,M
DO 21 I=1,N
IF(Z(J,I).LE.B(J)/2) THEN
IZ(J,I)=0.2+(0.3*Z(J,I)/B(J))
ELSE
IZ(J,I)=0.5-((0.5*(Z(J,I)-B(J)))/(3*B(J)))
ENDIF
21 CONTINUE
20 CONTINUE
DO 22 J=1,M
DO 23 I=1,N
DS(J,I)=(IZ(J,I)/E(J,I))*DZ(J)
23 CONTINUE
22 CONTINUE
DO 24 J=1,M
DO 25 I=1,N
TOPDS(J)=TOPDS(J)+DS(J,I)
25 CONTINUE
24 CONTINUE
C **OTURMA HESABI**
DO 26 J=1,M
DH(J)=C1(J)*C2(J)*QTNET(J)*TOPDS(J)
26 CONTINUE
WRITE (2,*) '*****DH(M)*****'
WRITE (2,*) (DH(J), J=1, M)
205 CONTINUE
CLOSE (UNIT=1)
CLOSE (UNIT=2)
STOP
END

```

EK-9: Tekil Temel Sistemi için Standart Penetrasyon Deney Sonuçlarının Koni Penetrasyon Deney Sonuçlarına Dönüştürülmesine Ait Bilgisayar Programının Listesi

```
C *****SPT VERILERININ CPT VERILERINE CEVRILMESI*****  
PARAMETER (N=4, M=4, NK=10, NM=16)  
C ***KULLANILAN TERIMLERIN BOYUTLARI***  
DIMENSION BX (50,50), BY (50,50), QC (500,500), SPTN (500,500)  
C **GIRIS VE CIKIS DOSYASI**  
OPEN (UNIT=3,FILE='SPTD.DAT',STATUS='OLD')  
OPEN (UNIT=4,FILE='QCD.DAT',STATUS='NEW')  
C ****SPTN DEGERLERININ OKUNMASI****  
READ (3,*) ((SPTN(IB,JB),JB=1,NK),IB=1,NM)  
C ****QC DEGERLERININ HESAPLANMASI***  
DO 400 IB=1,NM  
DO 400 JB=1,NK  
QC(JB,IB)=(400*SPTN(IB,JB))  
400 CONTINUE  
DO 405 IB=1,NM  
WRITE (4,*) 'QC (JB,IB)'  
WRITE (4,*) (QC(JB,IB), JB=1,NK)  
405 CONTINUE  
STOP  
END
```

EK-10: Bir Doğrultuda Uzanan Şerit Temel Sistemi için Standart Penetrasyon Deney Sonuçlarının Koni Penetrasyon Deney Sonuçlarına Dönüştürülmesine Ait Bilgisayar Programının Listesi

```

C *****SPT VERILERININ CPT VERILERINE CEVRILMESI
C (SERIT TEMEL)*****
PARAMETER (M=4, NK=10, NM=4)
C ***KULLANILAN TERIMLERIN BOYUTLARI****
DIMENSION BX (50,50), QC (500,500), SPTN (500,500)
C ***GIRIS VE CIKIS DOSYASI*****
OPEN (UNIT=1,FILE='SPT.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (UNIT=2,FILE='QC.DAT',STATUS='NEW')
C ***SPTN DEGERLERININ OKUNMASI*****
READ (1,*) ((SPTN(IB,JB),JB=1,NK),IB=1,NM)
C **QC DEGERLERININ HESAPLANMASI****
DO 400 IB=1,NM
DO 400 JB=1,NK
QC(JB,IB)=(400*SPTN(IB,JB))
400 CONTINUE
DO 405 IB=1,NM
WRITE (2,*) 'QC (JB,IB)'
WRITE (2,*) (QC(JB,IB), JB=1,NK)
405 CONTINUE
STOP
END

```

ÖZGEÇMİŞ

Hande GÜNDOĞDU, 1985 yılında Trabzon'da doğdu. 1991-1996 yılları arasında Merkez Karadeniz İlkokulu/Artvin'de ilköğretimini, 1996-2003 yılları arasında Artvin Anadolu Lisesi/Artvin'de ortaöğretimini tamamladı. 2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2007 yılında bölümünü bitirdikten sonra, aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans yapmaya başlamış olup, iyi derece İngilizce bilmektedir. Evlidir.