

# Balgat ve Etimesgut Bölgesi Kilinin Zemin İndekslerinin ve Parametrelerinin Değerlendirilmesi

M. Haluk ÇELİK, Mehmet ORHAN, Yeliz ONGUN  
Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bölümü  
06500 Teknikokullar, ANKARA

## ÖZET

Bu çalışmada Ankara ili Çiğdem mahallesi, Çukurambar ve Karakusunlar bölgelerinin killeri ile Etimesgut, Eskişehir yolu güzergahı tarafında çıkarılan killerin zemin indeksleri ve parametreleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda kırmızı Balgat kili için ortalama; LL % 67.409, PL %30.507, PI %36.902, büzülme limiti %13.6126, hacimsel büzülme oranı %1.88621 bulunmuştur. Etimesgut kili için ortalama LL % 46.227, PL %25.558, PI % 21.245, büzülme limiti %25.8719, hacimsel büzülme oranı %1.59357 bulunmuştur. Ödometre deneyi sonucunda kırmızı Balgat kilinin ortalama; sıkışma katsayısı ( $a_v$ ) 0.0240, hacimsel sıkışma ( $m_v$ ) 0.0137 kg/cm<sup>2</sup>, ödometre modülü 112.757 kg/cm<sup>2</sup>, elastise modülü 5161.088 kPa olduğu belirlenmiştir. Etimesgut kilinin ortalama; sıkışma katsayısı ( $a_v$ ) 0.04857, hacimsel sıkışma ( $m_v$ ) 0.0157 kg/cm<sup>2</sup>, ödometre modülü 643.500 kg/cm<sup>2</sup>, elastise modülü 3955.5487 kPa olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Kil, Ankara Kili, zemin indeks değerleri, ödometre deneyi

## Evaluation of Soil Index and Parameters of Balgat and Etimesgut District Clay

### ABSTRACT

In this research, the soil index and parameters of the Ankara city in Çukurambar and Karakusunlar regions with Etimesgut– Eskişehir line route are predicted. As a result, for Balgat red clay; following average parameters were determined as LL = 67.409 %, PL = 30.507 %, PI = 36.902 %, shrinkage limit = 13.6126 %, volumetric shrinkage ratio = 1.88621, and for Etimesgut region clay; LL = 46.227 %, PL = 25.558 %, PI = 21.245 %, shrinkage limit = 25.8719 %, volumetric shrinkage ratio = 1.59357. Oedometer tests revealed compression coefficient ( $a_v$ ) 0.0240, coefficient of volume compressibility ( $m_v$ ) 0.0137 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of oedometer 112.757 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of elastic (young's modulus) 5161.088 kPa for red Balgat clay. Oedometer tests revealed compression coefficient ( $a_v$ ) 0.04857, coefficient of volume compressibility ( $m_v$ ) 0.0157 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of oedometer 643.500 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of elastic (young's modulus) 3955.5487 kPa for Etimesgut clay.

**Keywords :** Clay, Ankara Clay, Soil index Parameter, Oedometer test

### 1. GİRİŞ

Ankara kili daha çok göl çökelleri ve taracalarda oluşmuştur. Ankara baseninin genellikle iç kısımlarında yer yer 20-30 metre kalınlığında bir formasyondur (2)

Ankara kent alanı içinde, makroskopik olarak beş ana litolojik birim ayırtlanmıştır. Bunlar; Epimetamorfik Şistler, Karışık Bloklu Seri (Ankara melanji), Volkanikler ve Volkanoklastikler, Akarsu ve Gölçökelleri, Alüvyonlar (1).

Minerolojik ve petrografik açıdan değişik bileşimlerdeki çevre kayaçlarının bozulma ürünlerinin, akarsularla göl ortamına taşınması ve bu göl ortamında, akarsu yataklarında çökelmeleri sonucu oluşmuş olan bu çökeller bu nedenle içerdikleri kayaç parçacıkları, tane boyu dağılımları ve renkleri açısından oldukça heterojen bir görünüm içindedir (1).

Anizotrop, heterojen ve üç fazlı ortama sahip olan zemin, diğer mühendislik malzemelerden farklı bir yapı özelliği göstermektedir. Üzerine yük uygulandığında elastik, plastik, kompresif veya bunların karışımından oluşan deformasyonlar meydana getirmektedir. Zemin böyle bir özelliğe sahip olduğu için, her cins zeminde farklı davranış özelliklerine rastlanmaktadır (3).

Kıvam limitleri, zemin mekaniğinde kilin su muhtevasına tabi olarak fiziki durumda meydana gelen değişiklikleri ifade ederler ve kohezyonlu zeminlerin özelliklerinin belirlenmesinde önemlidirler (4).

Zeminlerin oturması; taşıdıkları yükün artmasıyla meydana gelen gerilme artışı sonucu zemin tabakalarında ortaya çıkan düşey deplansman olarak tanımlanmaktadır. Killi zeminlerde zamana bağlı oturma olarak tanımlanan konsolidasyon, geoteknik mühendisliğinin temel konularından birisidir. Killi

zeminlerinin kon-solidasyon karakteristiklerinin önceden belirlenmesi ve olası oturmaların tespiti, üzerine inşa edilebilecek yapıların temel hesaplarında bilinmesi gereken en önemli özelliklerdendir(5).

### 1.1 Amaç

Bu çalışmada, Ankara kentinin Çiğdem mahallesi, Çukurambar ve Karakusunlar bölgesinde Andezit kayalarının, Etimesgut bölgesinde grovak kayalarının bozulması ile oluşan ‘Ankara Kili’ adı altındaki akarsu ve göl çökellerinin sıvılık sınırı, plastik sınır değeri, büzülme değerleri, hacimsel sıkışma, sıkışma katsayısı, ödometre değerleri karşılaştırılmıştır. ‘Ankara Kili’ adı altındaki farklı kayaçlardan oluşan killerin zemin indeksleri de farklı olur” hipotezi sorgulanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Malzeme

Ankara kentinin Balgat ve Etimesgut Bölgelerinden zemin indeks değerlerini belirlemek amacıyla mev-kilerinden 10’ar adet örselenmiş numune, 8’er adet örselenmemiş numune alınmıştır.

### 2.2 Metot

Ankara’nın Balgat ve Etimesgut Bölgelerinden temin edilen deney numunelerine Likit Limit, Plastik

“özelliğidir. Bu tip zeminler kuruduklarında büzülme maruz kalırlar. Bir zeminin şişme özelliği olup olmadığını plastisite indisi, büzülme (rötre) limiti, aktivite ve kil boyutu yüzdesi gibi indeks özelliklerinden tahmin edilebilir(6).

<u>Şişme Potansiyeli</u>	<u>Plastisite İndisi</u>
Düşük	0-15
Orta	10-35
Yüksek	20-55
Çok Yüksek	>35

Balgat bölgesi ve Etimesgut bölgesinden alınan 10’ar adet örselenmiş deney numuneleri ile yapılan LL, PL deney sonuçları tablo 1’ de, RL deneylerinin sonuçları ve bu deney neticesinde büzülme limiti ve büzülme oranları tablo 2’ de verilmiştir.

Kırmızı Balgat kili için ortalama LL %67.409, PL %30.507, PI %36.902; Etimesgut kili için ortalama LL % 46.227, PL %25.558, PI % 21.245 olduğu belirlenmiştir.

Grafik 1. de Kırmızı Balgat kilinin, grafik 2. de Etimesgut kilinin likit limit ve plastik limit histogramları çizilmiştir.

Tablo 1. Kırmızı Balgat Kili ve Etimesgut Kili Likit Limit, Plastik Limit, Plastisite İndisi Değerleri

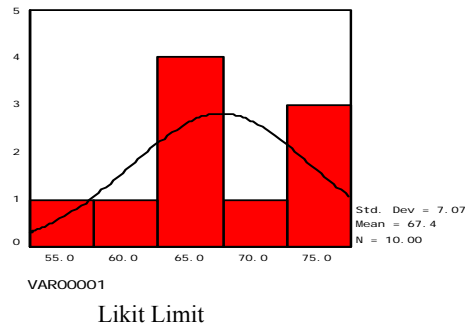
Deney No	Kırmızı Balgat Kili			Etimesgut Kili		
	LL	PL	PI	LL	PL	PI
1.Nolu Böl.	54.61	22.91	31.70	54.15	29.78	25.19
2.Nolu Böl.	61.00	25.67	35.33	36.67	29.78	6.88
3.Nolu Böl.	64.67	32.25	32.42	32.46	25.00	12.46
4.Nolu Böl.	64.44	31.27	33.18	58.67	30.3	28.32
5.Nolu Böl.	73.39	29.94	43.45	57.47	31.43	26.04
6.Nolu Böl.	65.30	32.63	32.66	65.30	37.97	27.33
7.Nolu Böl.	71.28	38.83	32.45	53.80	27.97	25.83
8.Nolu Böl.	66.06	27.23	38.83	0.00	0.00	0.00
9.Nolu Böl.	77.01	35.25	41.76	60.50	23.48	37.02
10.Nolu Böl.	76.33	29.09	47.24	43.25	19.87	23.38

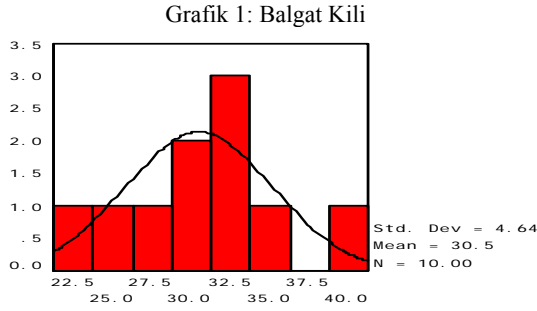
Limit, Büzülme Limit (rötre) deneyi TSE 1900 standartlarına, Ödometre deneyi de TSE 1900 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Deney sonuçları bölüm 3’te verilmiştir.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 3.1 Likit Limit, Plastik Limit, Büzülme Limiti Deneyi

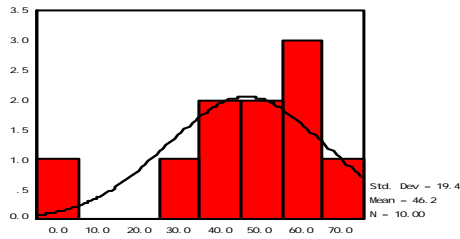
Bazı killi, suya doygun olmayan zeminlerin, su emerek hacminin artması veya hacminin artmasının engellenmesi durumunda aşırı basınç uygulanması “şişme





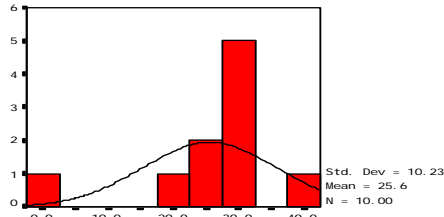
VAR00002

Plastik Limit



VAR00004

Likit Limit



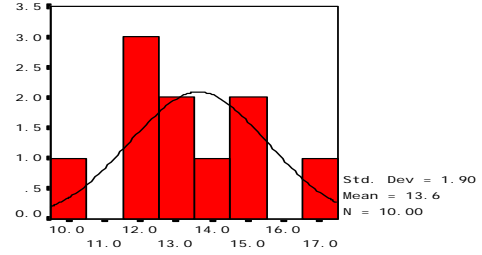
VAR00005

Plastik Limit

Grafik 2: Etimesgut Kili

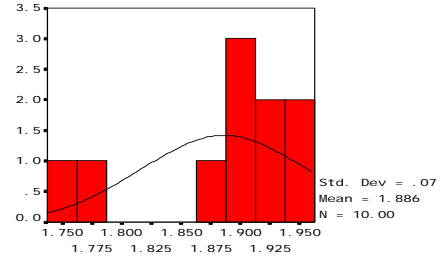
Kırmızı Balgat kili ortalama büzülme limiti 13.6126, hacimsel büzülme oranı 1.88621; Etimesgut kili ortalama büzülme limiti %25.8719, hacimsel büzülme oranı %1.59357 olarak bulunmuştur.

Grafik 3. de kırmızı Balgat kilinin, grafik 4. de Etimesgut kilinin büzülme limiti ve hacimsel büzülme oranının histogramları çizilmiştir.



VAR00001

Büzülme Limiti



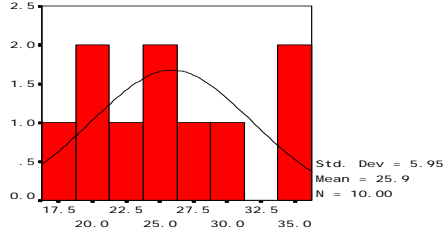
VAR00002

Hacimsel Büzülme Oranı

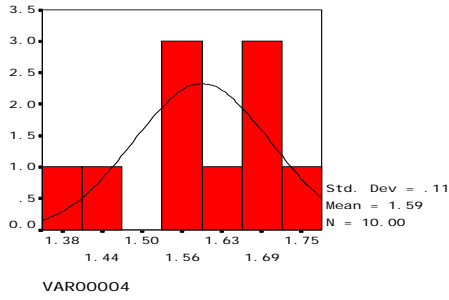
Grafik 3: Balgat Kili

Tablo 2. Kırmızı Balgat Kili ve Etimesgut Kili Hacimsel Büzülme Limiti Değerleri

Deney No	Kırmızı Balgat Kili		Etimesgut Kili	
	Büzülme Limiti	BüzülmeOranı	Büzülme Limiti	BüzülmeOranı
1.Nolu Böl.	13.94126	1.931556	34.8862	1.403736
2.Nolu Böl.	10.48363	1.952841	28.69188	1.439532
3.Nolu Böl.	12.49607	1.943728	25.57336	1.558154
4.Nolu Böl.	12.49341	1.923817	18.74613	1.725311
5.Nolu Böl.	14.7076	1.885425	19.42981	1.689177
6.Nolu Böl.	13.44323	1.906546	19.53499	1.659863
7.Nolu Böl.	17.34938	1.74546	24.5869	1.576173
8.Nolu Böl.	13.38778	1.905688	22.88353	1.681969
9.Nolu Böl.	12.36729	1.892475	30.4602	1.639302
10.Nolu Böl.	15.4563	1.77454	33.92604	1.56251



Büzülme Limiti



Hacimsel Buzülme Oranı

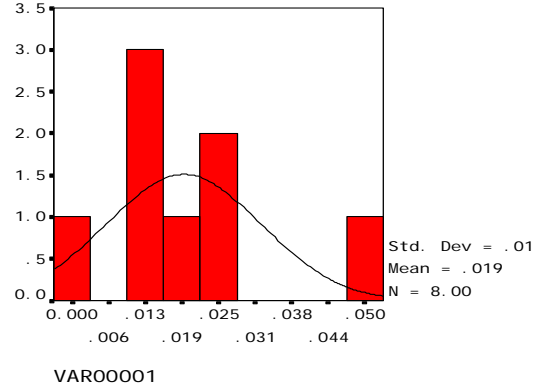
Grafik 4: Etimesgut Kili

### 3.2 Ödometre Deneyi

Killer, oluşumunda ve yüklenmesinde konsolidasyon oturmasına maruz kalırlar. Bu olay, laboratuvar şartlarında ödometre (bir boyutlu konsolidasyon aleti) kullanılarak killerin bir boyutlu konsolidasyon davranışları incelenir(5).

Bu çalışmada Balgat ve Etimesgut bölgelerinden alınan 8' er adet örselenmemiş numuneye ödometre testi uygulanmıştır. Deney sonucunda elde edilen konsolidasyon parametrelerinin ortalama değerleri aşağıda tablo 3. ve tablo 4. de verilmiştir.

Ödometre deneyi sonucunda elde edilen konsolidasyon parametrelerinden sıkışma katsayısının ve elastisite modülünün histogramları Balgat ve Etimesgut bölgeleri için grafik 5. ve 6' da verilmiştir.



Sıkışma Katsayısı Histogramı

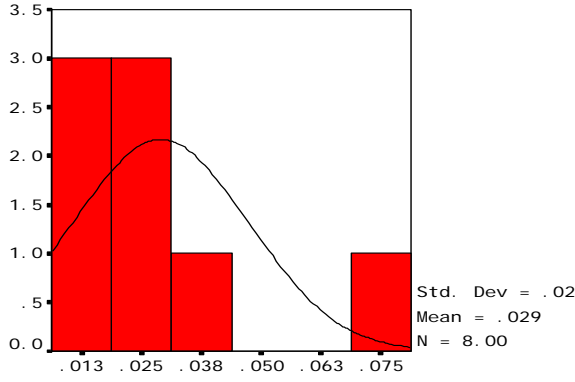
Grafik 5.

Tablo 3. Balgat bölgesinin konsolidasyon parametrelerinin ortalama değerleri

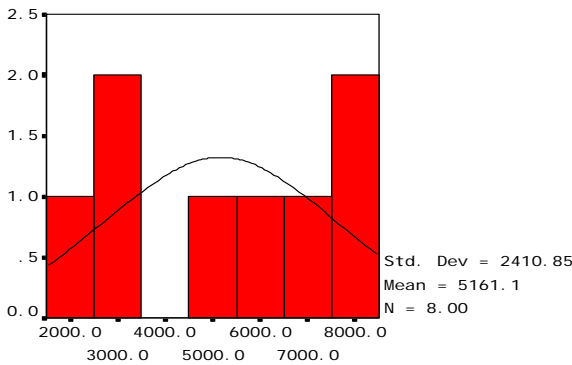
Sıkışma Katsayısı( $a_v$ )	Hacimsel Sıkışma Katsayısı( $m_v$ )	Ödometre Modülü (Ö.M)	Elastisite Modülü (EM)
0.02475	0.014975	67.70397126	3099.487805
0.011625	0.008	167.108649	7650.233951
0.011625	0.0072	173.8669429	7959.628646
0.046975	0.030125	36.42307959	1667.723263
0.017325	0.009375	112.7419184	5161.297559
0.022575	0.0111	148.0384987	6777.20248
0.024225	0.0112	138.093508	6314.420797
0.032725	0.017425	58.07576573	2658.70855

Tablo 4. Etimesgut bölgesinin konsolidasyon parametrelerinin ortalama değerleri

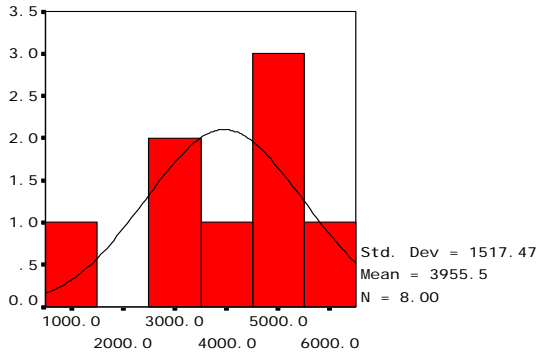
Sıkışma Katsayısı( $a_v$ )	Hacimsel Sıkışma Katsayısı( $m_v$ )	Ödometre Modülü (Ö.M)	Elastisite Modülü (EM)
0.0174	0.0095	109.3631235	5000.643795
0.02405	0.01055	117.0831251	5360.065467
0.02165	0.01375	76.48267246	3501.376745
0.01765	0.00875	124.8898699	5717.45331
0.02675	0.015125	74.76097817	3422.557579
0.071075	0.039275	29.9042857	1369.0182
0.015925	0.009925	104.1792526	4769.326184
0.03745	0.019025	54.6951702	2503.948094



VAR00005  
Sıkışma Katsayısı Histogramı



VAR00004  
Elastisite Modülü Histogramı



VAR00008  
Elastisite Modülü Histogramı

Grafik 6.

### 3.3. Deneysel Sonuçlarının Sorgulanması

Tablo 1' de Gösterilen Her Bir Numuneden Elde Edilen Pl, Ll, P<sub>1</sub>, Tablo 2'de Bo, Bl, Tablo 3'te A<sub>v</sub> Ve Em Sayısal Sonuçları Sorgulanmıştır.

#### Aritmetik Ortalama Hesabı

Kırımlı Balgat kili için;

$$M_{LL} = \sum_{i=1}^n xi / n = 67.409$$

$$M_{PL} = \sum_{i=1}^n xi / n = 30.507$$

$$M_{BL} = \sum_{i=1}^n xi / n = 13.612595$$

$$M_{BO} = \sum_{i=1}^n xi / n = 1.8862076$$

$$M_{av} = \sum_{i=1}^n xi / n = 0.05182$$

$$M_{EM} = \sum_{i=1}^n xi / n = 5161.087881$$

Etimesgut kili için;

$$M_{LL} = \sum_{i=1}^n xi / n = 51.8633$$

$$M_{PL} = \sum_{i=1}^n xi / n = 28.3978$$

$$M_{BL} = \sum_{i=1}^n xi / n = 25.872596$$

$$M_{BO} = \sum_{i=1}^n xi / n = 1.5935727$$

$$M_{av} = \sum_{i=1}^n xi / n = 0.02899375$$

$$M_{EM} = \sum_{i=1}^n xi / n = 3955.548672$$

$$M_{ort} = 60.0453$$

$$M_{ort} = 29.5079$$

$$M_{ort} = 19.7425955$$

$$M_{ort} = 1.73989015$$

$$M_{ort} = 0.04041$$

$$M_{ort} = 4558.318277$$

#### Aritmetik Ortalamadaki Sapma Değerleri

Aritmetik ortalamasının hesabı sonucunda elde edilen değerlerden her bir numunenin LL, PL, PI ve BL, BO, a<sub>v</sub>, EM değerleri çıkarılarak aşağıda sapma değerleri verilmiştir.

$$\text{Likit limit} \quad Ty_{ij1} = 73.637 \quad Ty_{ij2} = -133.683$$

$$\text{Plastik limit} \quad Ty_{ij1} = 9.991 \quad Ty_{ij2} = -39.5$$

$$\text{Büzülme limiti} \quad Ty_{ij1} = -61.310021 \quad Ty_{ij2} = 61.283085$$

$$\text{Büzülme oranı} \quad Ty_{ij1} = 1.4631745 \quad Ty_{ij2} = -1.4631745$$

$$\text{Sıkışma Katsayısı} \quad Ty_{ij1} = 0.091295 \quad Ty_{ij2} = -0.09133$$

$$\text{Elastisite Modülü} \quad Ty_{ij1} = 4822.157 \quad Ty_{ij2} = -4822.16$$

**Aritmetik Ortalamada Sapma Değerleri Kareler Toplamı**

Likit limit, plastik limit aritmetik ortalama sapma değerleri kareleri toplamı;

$$\sum \tau y_{ij_1}^2 = 5422.41$$

$$\sum \tau y_{ij_2}^2 = 17871.144$$

$$\sum \tau y_{ij_1}^2 = 99.82$$

$$\sum \tau y_{ij_2}^2 = 1560.25$$

Hacimsel büzülme limiti ve oranları aritmetik ortalama sapma değerleri kareleri toplamı;

$$\sum \tau y_{ij_1}^2 = 3758.917$$

$$\sum \tau y_{ij_2}^2 = 3755.606$$

$$\sum \tau y_{ij_1}^2 = 2.14088$$

$$\sum \tau y_{ij_2}^2 = 2.14088$$

Sıkışma katsayısı elastisite modülü aritmetik ortalama sapma değerleri kareleri toplamı;

**Aritmetik Ortalama Sapma Değerlerinin Toplamı**

LL, PL,BL, BO,a, EM için sırası ile aritmetik ortalama sapma değerleri toplamı;

$$\begin{aligned} \tau_{00} &= \tau y_{ij_1} + \tau y_{ij_2} & \mu &= 56.818 & & \text{(Aritmetik ortalama sonucu)} \\ \tau_{00} &= -60.046 & N &= 20 & & \text{(Toplam numune sayısı)} \\ & & j &= 1-2 & & \text{(Düzy)} \\ & & i &= 1,2,3,\dots,10 & & \text{(Her düzeydeki numune sayısı)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \tau y_{ij}^2 &= 23293.554, & \mu &= 28.0325 & & \text{(Aritmetik ortalama sonucu)} \\ \tau_{00} &= \tau y_{ij_1} + \tau y_{ij_2} & N &= 20 & & \text{(Toplam numune sayısı)} \\ \tau_{00} &= -29.509 & j &= 1-2 & & \text{(Düzy)} \\ & & i &= 1,2,3,\dots,10 & & \text{(Her düzeydeki numune sayısı)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \tau y_{ij}^2 &= 1660.07, & \mu &= 19.7425955 & & \text{(Aritmetik ortalama sonucu)} \\ \tau_{00} &= \tau y_{ij_1} + \tau y_{ij_2} & N &= 20 & & \text{(Toplam numune sayısı)} \\ \tau_{00} &= -0.026936 & j &= 1-2 & & \text{(Düzy)} \\ & & i &= 1,2,3,\dots,10 & & \text{(Her düzeydeki numune sayısı)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \tau y_{ij}^2 &= 7514.53322, & \mu &= 1.73989015 & & \text{(Aritmetik ortalama sonucu)} \\ \tau_{00} &= \tau y_{ij_1} + \tau y_{ij_2} & N &= 20 & & \text{(Toplam numune sayısı)} \\ \tau_{00} &= 0 & j &= 1-2 & & \text{(Düzy)} \\ & & i &= 1,2,3,\dots,10 & & \text{(Her düzeydeki numune sayısı)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \tau y_{ij}^2 &= 4.28176, & \mu &= 0.026485875 & & \text{(Aritmetik ortalama sonucu)} \\ \tau_{00} &= \tau y_{ij_1} + \tau y_{ij_2} & N &= 16 & & \text{(Toplam numune sayısı)} \\ \tau_{00} &= 0 & j &= 1-2 & & \text{(Düzy)} \\ & & i &= 1,2,3,\dots,8 & & \text{(Her düzeydeki numune sayısı)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \tau y_{ij}^2 &= 0.008738, & \mu &= 4558.318277 & & \text{(Aritmetik ortalama sonucu)} \\ \tau_{00} &= \tau y_{ij_1} + \tau y_{ij_2} & N &= 16 & & \text{(Toplam numune sayısı)} \\ \tau_{00} &= -0.000007 & j &= 1-2 & & \text{(Düzy)} \\ & & i &= 1,2,3,\dots,8 & & \text{(Her düzeydeki numune sayısı)} \end{aligned}$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 46506393.26, \text{ olarak bulunmuştur.}$$

$$\sum \tau y_{ij_1}^2 = 0.008335$$

$$\sum \tau y_{ij_2}^2 = 0.000403$$

$$\sum \tau y_{ij_1}^2 = 23253198.13$$

$$\sum \tau y_{ij_2}^2 = 23253198.13$$

**Genel Kareler Toplamı**

LL, PL, BL, BO için sırası ile;

$$\sum \tau y_{ij}^2 = \tau y_{ij_1}^2 + \tau y_{ij_2}^2$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 23293.554$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 1660.07$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 7514.53322$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 4.28176$$

Sıkışma katsayısı ve elastisite modülü için ;

$$\sum \tau y_{ij}^2 = \tau y_{ij_1}^2 + \tau y_{ij_2}^2$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 0.008738$$

$$\sum \tau y_{ij}^2 = 46506393.26$$

### 3.3.1. Kısıtlayıcı, Rasgele, Tek Eksenli Varyans Çözümlemesi

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilere F testi uygulanmıştır. LL, PL, BL, BO,  $a_v$  ve EM verilerinin F testinden elde edilen anlamlılık düzeyi, F değeri, kareler ortalaması ve kareler toplamı Anova

elastisite modülü için bir farklılık göstermediği neticesine varılmıştır. Bu durumda hipotezimiz likit limit, büzülme limiti ve büzülme oranı için kabul edilmiş olup, plastik limit, sıkışma katsayısı ve elastisite modülü için reddedilmiştir.

Tablo 5. Anova Tablosu

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Anlamlılık Düzeyi
LL	Gruplar Arası	1144,742	1	1144,742	12,384	,003
	Grup İçi	1571,372	17	92,434		
	Toplam	2716,114	18			
PL	Gruplar Arası	21,073	1	21,073	,872	,364
	Grup İçi	410,972	17	24,175		
	Toplam	432,045	18			
BL	Gruplar Arası	751,453	1	751,453	38,555	,000
	Grup İçi	350,825	18	19,490		
	Toplam	1102,279	19			
BO	Gruplar Arası	,428	1	,428	52,282	,000
	Grup İçi	,147	18	8,190E-03		
	Toplam	,576	19			
AV	Gruplar Arası	2,084E-03	1	2,084E-03	,620	,444
	Grup İçi	4,708E-02	14	3,363E-03		
	Toplam	4,916E-02	15			
EM	Gruplar Arası	5813299.144	1	5813299,144	1,433	,251
	Grup İçi	56804444.172	14	4057460,298		
	Toplam	62617743.316	15			

tablosu adı altında tablo 5' de toplu olarak verilmiştir.

## 4. SONUÇLAR

Bu çalışmaya da iki farklı plot bölgeden örselenmiş ve örselenmemiş zemin numuneleri alınarak, zemin indeks ve parametrelerini belirlemek amacıyla yapılan deneylerin sonuçlarına F testi uygulanmıştır.

Ortalama zemin indeks değerleri kırmızı Balgat kili için LL%67.409, PL%30.5070, BL%13.6126, BO%25.8719; Etimesgut kili için LL%51.8633, PL%28.3978, BL%25.8719, BO%1.5936 olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışma göstermiştir ki; farklı kayalardan oluşan Ankara Kilinin zemin indeks değerleri farklılık göstermektedir. Etimesgut kilinin Balgat kiline oranla şişmeye karşı daha elverişli olduğu görülmektedir.

Ortalama zemin parametreleri değerleri kırmızı Balgat kili için;  $a_v$  0.005182 cm<sup>2</sup>/kg, EM<sub>5161.0879</sub>; Etimesgut kili için  $a_v$  0.002899 cm<sup>2</sup>/kg, EM<sub>3955.5487</sub> olarak bulunmuştur. Balgat ve Etimesgut kilinin zemin parametreleri açısından farklılık göstermemektedir.

Zemin indeks ve parametrelerini belirlemek amacıyla yapılan deneylerin sonuçları dikkate alınarak uygulanan F testi neticesinde likit limit, büzülme limiti ve büzülme oranı değerlerinin iki bölge arasında farklılık gösterdiği, fakat plastik limit, sıkışma katsayısı ve

## 5. KAYNAKLAR

1. Kasapoğlu, K.E., "Ankara Kenti Zeminlerinin Jeoteknik Özellikleri ve Depremsellik" TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın: 54, Ankara 2000
2. Örkmez, A., "Ankara Kili İçerisinde Bulunan Doğal Kireç Yumrularının (Kalker Konkresyonlarının) Kilin Dayanım ve Deformasyon Özelliklerine Olan Etkisi" Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1995
3. Şenol, A., Sağlamer, A., "Düşük Plastisiteli Bir Kilde Ön Konsolidasyon Basıncının Belirlenmesinde Yeni Bir Yöntem", İMO Teknik Dergi, 2002, yazı 172, s. 2555-2572
4. Keskin, S.N., "Killerin Kıvam Limitlerini Etkileyen Faktörler", V. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1991, s. 259-269
5. Keskin, S.N., Çimen, Ö., Uzundurukan, S., "Killerin Sıkışma Karakteristiklerinin Belirlenmesinde Konsolidasyon ve Arazi Penetrasyon Deneyleri", 10. Ulusal Kil Sempozyumu, 19-22 Eylül 2001, Konya, s.356-362
9. Aras, İ.A., Türkmenoğlu, A.G. ve Hakyemez H.Y., "Ankara Kilinin Minerolojisi ve Çökeltme Ortamı" Ankara Kili Sempozyumu Bildiri Özleri 1990, Ankara, s. 3
10. Erol, O., "Gerçek Kabarmanın Şişme-Ödometre Metodu ile Karşılaştırılması" Zemin mekaniği ve Temel Müh-

- disliđi Üçüncü Ulusal Kongresi, Cilt 1, 25-26 Ekim 1990,İstanbul, s. 1-8
11. Kasapoğlu, K.E., Kiper, O.B., “Ankara Kilinin Jeo-Mühendislik Özellikleri” Ankara Kili Sempozyumu Bildiri Özleri 1990, Ankara, s. 1.
  12. Çokça, E., Çora, Ö., “Sıkıştırılmış-Doygun Olmayan ODTÜ kampus Kilinin Hacim Değiştirme Özellikleri” 10.Ulusal Kil Sempozyumu 19-22 Eylül 2001, Konya, s. 371-378
  13. Brand, A., “Killi Zeminlerin Şişme Potansiyellerinin Teorik ve Pratik Yönlerden İncelenmesi” Ankara, 1985
  14. Azak, S., “Ankara Yerleşim Alanı, Alüvyal Killeri Zemin Parametrelerine Ait Karelatif İlişkilerinin Tespiti Üzerine Bir Çalışma” Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1996
  15. “Zemin İndeks Özelliklerinin Mühendislik Özelliklerine Işık Tutması”, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliđi Semineri, 17-21 Nisan 1989, s. 17-21