

# Investigation of Kırıkkale City Drilling Results on Neighborhood Bases and Improvement of Consolidation Values by Fly Ash Contribution

Baran Toprak<sup>a1</sup>, İlker Kalkan<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Kırıkkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, 71451, Türkiye

---

## Abstract

Swelling of soil is known as a volume expansion under various climatic effects. The swelling potential of the clay ground causes significant deformations on the constructions. The city, economically hosting many military factories, refineries, natural gas conversion plants and hydroelectric power plants. It is also a transit point for trips with more than forty cities. When it is added to the population of more than two hundred thousand which is hosted, it is almost necessary for our country to examine the ground character of Kırıkkale in a healthy way. In the study, high plasticity clay grounds (CH) were investigated in Kırıkkale province in 2014-2015-2016-2017 years. Considering the data from the drilling work, the neighborhood list will be prepared and the results of the treatment with fly ash additives will be investigated in order to reduce the swelling potential in the determined locations.

**Keywords:** “Kırıkkale, High Plasticity Clay Grounds, Fly Ash, Swelling Potential”

---

## 1. Giriş

Kırıkkale'nin adının, şehrin 3 km. Kuzeyindeki Kırıkköyü ile kentin merkezindeki Kaletpe'nin kısaltılarak birleştirilmesinden ortaya çıktığı söylenir. Bu ismin halk tarafından yakıştırıldığı kanaatı yaygın olmakla beraber bölgenin ismi Osmanlı arşiv belgelerinde, şimdiki haliyle Kırıkkale'a biçiminde geçmektedir.

Kırıkkale temelleri 1925'lerde atılan bir Cumhuriyet şehrimizdir. 70 Yıllık gelişmesi, büyümesi ve bugüne taşınması MKEK ile olmuştur. Kırıkkale'nin kurulduğu arazi Kırıkköyü arazileriydi. Kırıkköyü 1925'ten önce 12 hanelik küçük bir köy idi. Kaletpe ise 3-4 km ileride, aslında bilinen anlamda bir kale olmayıp boz toprakların oluşturduğu bakımsız ve ağaçsız bir tepeydi.

1970'li yıllardan itibaren hızlı nüfus artışıyla birlikte mahallerini de artırmıştır. 1925'lerde 12 hanelik bir köyden 2001'de 25 mahalleli ve 205.208 nüfuslu bir yerleşim alanı ortaya çıkmıştır.

Kırıkkale il merkezi an itibariyle 31 adet mahalleden oluşmaktadır. Merkeze yakın olan mahallelerde, yapılaşma fazla; merkezden uzak mahallelerde ise yapılaşma az katlı ve seyrek. Kırıkkale ili mahalle yerleşimi Şekil 1'de görülmektedir.

---

<sup>1</sup> Baran TOPRAK. Tel.: +90-5348599301

E-posta adresi: barantoprak@gmail.com, baran@kku.edu.tr



Şekil 1. Kırıkkale İli Mahalle Yerleşimi

## 2. Çalışmanın Ayrıntıları

Çalışmaya öncelikle, Kırıkkale ilinde 2014-2015-2016-2017 yıllarında yapılan tüm sondaj çalışmalarının veri olarak elde edilmesiyle başlanmıştır.

2014-2017 tarihleri arasında yapılan, 2014 yılına ait 340, 2015 yılına ait 536, 2016 yılına ait 612 ve 2017 yılına ait 637 adet olmak üzere toplam 2125 adet sondaj verisi incelenmiştir.

Kırıkkale ili mahalle listesi Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Kırıkkale ili mahalle listesi

Kırıkkale İli Mahalle Listesi			
1	Akşemsettin	13	Güzeltepe
2	Altınova	14	Hacıbey
3	Aşağımahmutlar	15	Hüseyin Kahya
4	Bağlarbaşı	16	Kaletepe
5	Bahçelievler	17	Karşıyaka
6	Çalılıöz	18	Kırıkköyü
7	Çullu	19	Kızılırmak
8	Etiler	20	Kimeski
9	Fabrikalar	21	Kurtuluş
10	Fatih	22	Osmangazi
11	Gündoğdu	23	Ovacık
12	Gürler	24	Sağlık
		25	Sanayi
		26	Selim Özer
		27	Tepebaşı
		28	Yaylacık
		29	Yenidoğan
		30	Yenimahalle
		31	Yuva

Sondaj çalışmalarında yer alan 2125 adet veri derlenip, aralarından 63 adet CH (yüksek plastisiteli kil) zemin sırasıyla incelenerek, mahalle sırasına göre dağıtılmış ve CH zeminlerin bulunduğu mahalleler belirlenmiştir.

Bulunan CH zeminler, daha önce yapılan çalışmalarla örtüşüp örtüşmediği kontrol edildikten sonra, adetlerine göre mahalle listesinde dağıtılmıştır.

### 3. Materyal ve Method

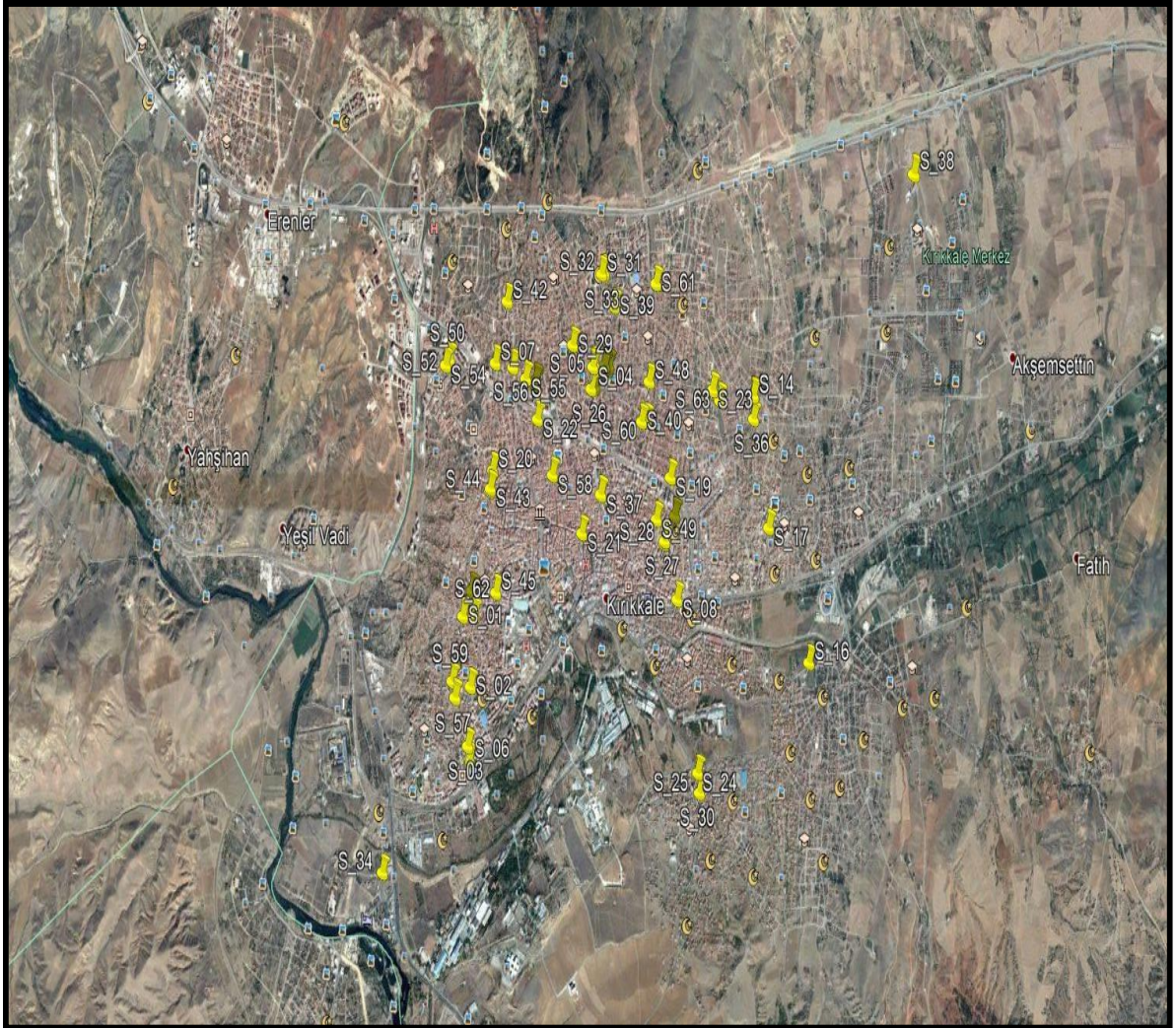
Tablo 2’de, tarih sırasına göre, yapılan sondajlarda fazla oranda CH (yüksek plastisiteli kil) içeren zeminlerin listesi görülmektedir.

Ayrıca, her bir sondaj için, CH zeminin elde edildiği derinlik ve Sondaj yapılan lokasyonun ada ve parsel numarası gösterilmektedir.

Tabloda, elde edilen numunelerin derinliklerinin genellikle 3-4,5m aralığında olduğu dikkat çekmektedir.

Tablodan anlaşılacağı üzere, CH zeminlerin genellikle bazı mahallelerde sıklıkla bulunduğu, diğer mahallelerde ise 1 ya da 2 adet olmak üzere düşük miktarda bulunduğu belirlenmektedir.

Çoklu sondaj yapılan lokasyonlarda, genellikle yakın sondaj kuyularında (SK-1, SK-2, vb.) benzer şekilde CH zemin bulunduğu buna bağlı olarak ada ve parsel numaralarının aynı veya yakın olduğu tespit edilenler arasındadır.



Şekil 2. CH zeminlerin NetCAD programıyla haritaya aktarılması

**Tablo 2. CH zeminlerin tarih sırasına göre dökümü**

Sondaj No	Tarih	Mahalle	Derinlik (m)	Zemin Tipi	Ada Parsel
1	5.03.2014	Fabrikalar	4,5	CH	350/10
2	3.04.2014	Yenimahalle	4,5	CH	655/12-13
3	13.05.2014	Fabrikalar	4,5	CH	107/18-19
4	29.05.2014	Hüseyin Kahya	3	CH	1087/10-11
5	30.05.2014	Hüseyin Kahya	3	CH	1087/8-9
6	25.07.2014	Fabrikalar	3	CH	106/6-7
7	1.10.2014	Yaylacık	9	CH	883/34
8	20.10.2014	Bahçelievler	4,5	CH	2155/22
9	21.10.2014	Bahçelievler	4,5	CH	1228/19-20
10	21.10.2014	Bahçelievler	6	CH	1228/21-22
11	22.10.2014	Bahçelievler	6	CH	1228/23-24
12	22.10.2014	Bahçelievler	6	CH	1228/25
13	23.10.2014	Bahçelievler	4,5	CH	1228/26
14	8.12.2014	Sanayi	3	CH	3765/1
15	9.12.2014	Sanayi	3	CH	3765/1
16	23.12.2014	Bahçelievler	4,5	CH	2063-2064
17	30.01.2015	Kurtuluş	4,5	CH	1600/4
18	17.03.2015	Gürler	4,5	CH	563/3
19	26.05.2015	Gürler	4,5	CH	549/27
20	23.06.2015	Yaylacık	4,5	CH	219/30
21	29.06.2015	Ovacık	3	CH	105/37
22	14.07.2015	Ovacık	3	CH	271/3
23	15.07.2015	Bahçelievler	3	CH	1497/2
24	20.07.2015	Karşıyaka	4,5	CH	4329/17
25	20.07.2015	Karşıyaka	4,5	CH	4329/18
26	27.07.2015	Hüseyin Kahya	3	CH	1077/9
27	7.09.2015	Gürler	3	CH	566/7
28	7.09.2015	Gürler	3	CH	566/8
29	9.10.2015	Hüseyin Kahya	6	CH	1092/6
30	28.12.2015	Karşıyaka	4,5	CH	4352/1
31	9.02.2016	Kaletepe	4,5	CH	5274/10
32	10.02.2016	Kaletepe	4,5	CH	5274/11
33	10.02.2016	Kaletepe	4,5	CH	5274/12
34	25.02.2016	Kızılırmak	4,5	CH	5202/14
35	28.04.2016	Fabrikalar	4,5	CH	731/1
36	18.05.2016	Sanayi	3	CH	3772/6
37	31.05.2016	Akşemsettin	4,5	CH	4513/1
38	31.05.2016	Akşemsettin	4,5	CH	4513/2
39	20.07.2016	Kurtuluş	4,5	CH	5550/9
40	26.07.2016	Bahçelievler	4,5	CH	1320/1
41	3.08.2016	Hüseyin Kahya	4,5	CH	1077/5
42	23.11.2016	Bağlarbaşı	3	CH	2493/20
43	1.02.2017	Yaylacık	4,5	CH	216/25
44	1.02.2017	Yaylacık	4,5	CH	216/36
45	7.03.2017	Yenimahalle	4,5	CH	150/14
46	8.03.2017	Bağlarbaşı	4,5	CH	940/10
47	9.03.2017	Bağlarbaşı	6	CH	940/11
48	14.03.2017	Kurtuluş	4,5	CH	1312/4
49	3.05.2017	Kurtuluş	4,5	CH	540/15
50	9.05.2017	Yaylacık	6	CH	3204/8
51	9.05.2017	Yaylacık	4,5	CH	3204/9
52	9.05.2017	Yaylacık	4,5	CH	3204/10
53	10.05.2017	Yaylacık	4,5	CH	3204/11
54	10.05.2017	Yaylacık	7,5	CH	3204/11
55	6.06.2017	Yaylacık	6	CH	940/8
56	8.06.2017	Yaylacık	6	CH	887/43
57	14.06.2017	Yenimahalle	4,5	CH	675/49
58	22.06.2017	Ovacık	3	CH	325/27
59	22.06.2017	Yenimahalle	3	CH	687/36
60	21.09.2017	Kurtuluş	4,5	CH	1321/6
61	11.10.2017	Fabrikalar	4,5	CH	140/5
62	25.10.2017	Fabrikalar	4,5	CH	4189/2
63	26.10.2017	Kurtuluş	4,5	CH	1500/4

CH zeminlerin mahallelere göre olan dağılımı Tablo 3'de görülmektedir.

Mahallelerden, Yaylacık ve Bahçelievler Mahallesi CH zemin bulundurma yönünden başı çekmektedir.

Bu mahallelerin konumunun yakın ve şehri ikiye ayıran tren yolunun arkasında kalması verilerin doğruluğunu destekler pozisyonudur.

Bu iki mahalle, diğerlerine göre daha düşük kotta olup, yeraltı suyu seviyesi diğer mahallelere göre yer seviyesine daha yakındır.

Önceden yapılan çalışmalarda, Yaylacık Mahallesinde YASS (Yer altı su seviyesi) 0,5m-2m aralığında; Bahçelievler Mahallesinde ise 1,0m-3m aralığında olduğu görülmüştür.

CH zeminlerin şişme ve büzülme etkisi göz önüne alındığında, Yaylacık Mahallesi ve Bahçelievler Mahallesi'nde şişme ve büzülme etkisine karşı, yapının katsayısı ve önem sırasına göre birtakım önlemler alınması elzemdir.

**Tablo 3. CH zemin içeren zeminlerin mahalle bazında dağıtılması**

CH Zemin İçeren Zeminlerin Mahalle Bazında Dağıtılması		
Sıra No	Mahalle Adı	CH zemin Sayısı
1	Yaylacık	11
2	Bahçelievler	9
3	Fabrikalar	6
4	Kurtuluş	6
5	Hüseyin Kahya	5
6	Gürler	4
7	Yenimahalle	4
8	Sanayi	3
9	Ovacık	3
10	Karşıyaka	3
11	Kaletepe	3
12	Bağlarbaşı	3
13	Akşemsettin	2
14	Kızılırmak	1

#### 4. Lokasyonun Belirlenmesi ve Zemin Deneylerinin Yapılması

Yapılan çalışmalar neticesinde, Kırıkkale il sınırlarına dahil olan ancak Yahşihan ilçe sınırları içerisinde Erenler Mahallesinde belli bir noktadan yeteri kadar numune alınmıştır.

Erenler mahallesi; il merkezine yakın, yüksek katlı yapılaşmanın yeni yapıldığı, yer yer 12-15 katlı konut alanlarını barındıran, yüksek oranda CH zemin içeren noktaların bulunduğu ve arazi gözlemlerinde saf koyu kırmızı renkli kil içeren bir bölgedir. Alanda eski yapılaşmanın olmaması ve arazinin bakir durumda olması numune alınımını ve incelemeyi kolaylaştıran sebeplerdir. Kontrol numunesinin alındığı nokta Şekil 3'de görülmektedir.



**Şekil 3. Kontrol numunesinin alındığı nokta**

Kontrol numunesi alınmasından hemen sonra, indeks deneyleri yapılmıştır. Elde edilen doğal su içeriği, tane boyu analizi, tane özgül ağırlığı ve kıvam limitleri sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir.

**Tablo 4. Deney sonuçlarını gösteren tablo**

Örnek No	Doğal Su İçeriği (%)	Tane Boyu (%)		Tane Özgül Ağırlığı	Kıvam Limitleri (%)			
		Çakıl+Kum	Silt+Kil		LL	PL	PI	BL
1	29,2	43,80	56,20	2,70	75,20	48,62	26,58	24,5

#### 4.1. Kilin Aktivitesinin İncelenmesi

Kilin Aktivitesinin incelenmesi:

Herhangi bir kil numunenin aktifliğinin bulunması için Skempton, 1953’de önerilen aktivite çizelgelerinden yararlanılmaktadır.

$A = PI / \%P$  ( $<0.002\text{mm}$ ) formülü kullanılmaktadır. Burada:

A: Kilin Aktifliği

PI: Plastisite İndeksi (İndeks deneylerinden)

%P: 0,002 mm’den geçen yüzde olarak belirlenmiştir.

Hesaplamalar sonucunda:

$A > 1.25$  ise Aktif kil

$0.75 < A < 1.25$  ise Normal Aktif kil

$A < 0.75$  Aktif olmayan kil (Skempton, 1953) olarak belirlenmiştir.

Mortmorillonit grubu killer genelde aktif, illit grubu ise normal aktif killerdir. Killerin şişme potansiyeli, kıvam limitlerine ve aktiviteye bağlı olarak belirlenebilir (Özüdoğru ve diğ., 1988).

Numune 1 için hesaplama:

PI= 26,58 (yapılan indeks deneyi sonuçlarından)

%P(<0.002mm)=19,5 (0.002 mm den geçen yüzde)

A = PI/%P=26,58/19,5=1,363 (sonuç>1.25 AKTİF KİL)

#### **4.2. Konsolidasyon Deneylerinin Yapılması**

Kil Aktivite hesaplamalarının ve İndeks Deneylerinin bitirilmesinden sonra kil numuneye konsolidasyon deneyleri yapılmıştır.

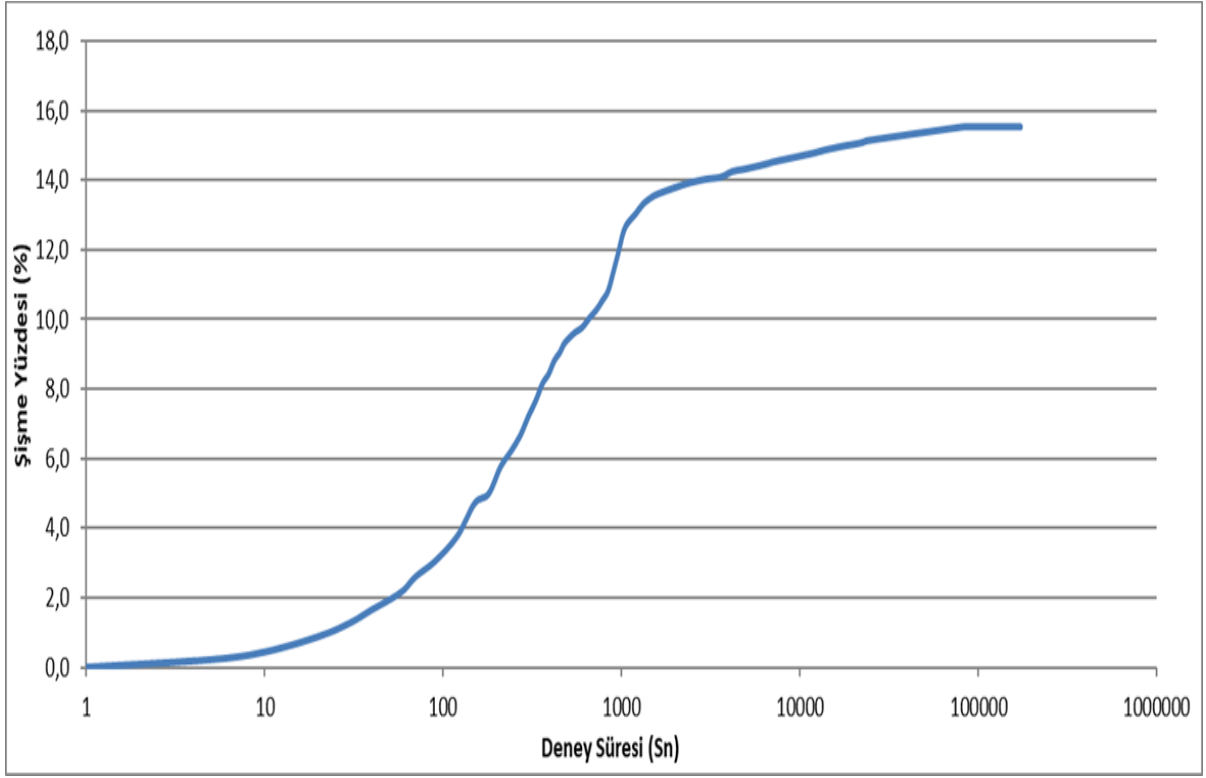
Kil numuneden, konsolidasyon değeri için 3 farklı deney numunesi alınmış ve deneyde hata olmaması için 3 kere aynı noktaya konsolidasyon deneyi yapılmıştır. Kontrol numunesinin şişme yüzdesinin sağlıklı tespiti açısından 3 kere tekrarlanan konsolidasyon deneyleri sonrasında çok benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5. Konsolidasyon deney sonuçları

Deney Süresi (sn)	Okumalar	Sıfırlama Değeri	Şişme Yüzdesi (%)
1	300	0	0,0
5	304	0,04	0,2
10	308	0,08	0,4
20	316	0,16	0,9
30	323	0,23	1,3
40	330	0,3	1,7
50	335	0,35	1,9
60	340	0,4	2,2
70	347	0,47	2,6
90	355	0,55	3,1
120	368	0,68	3,8
150	385	0,85	4,7
180	390	0,9	5,0
210	404	1,04	5,8
240	412	1,12	6,2
270	420	1,2	6,7
300	430	1,3	7,2
330	438	1,38	7,7
360	447	1,47	8,2
390	452	1,52	8,4
420	459	1,59	8,8
450	463	1,63	9,1
480	468	1,68	9,3
540	473	1,73	9,6
600	476	1,76	9,8
660	481	1,81	10,1
720	485	1,85	10,3
780	490	1,9	10,6
840	495	1,95	10,8
900	505	2,05	11,4
960	515	2,15	11,9
1020	525	2,25	12,5
1080	530	2,3	12,8
1200	535	2,35	13,1
1320	540	2,4	13,3
1500	544	2,44	13,6
1680	546	2,46	13,7
1920	548	2,48	13,8
2400	551	2,51	13,9
3000	553	2,53	14,1
3600	554	2,54	14,1
4200	557	2,57	14,3
4800	558	2,58	14,3
5400	559	2,59	14,4
6000	560	2,6	14,4
6600	561	2,61	14,5
7200	562	2,62	14,6
11400	566	2,66	14,8
13800	568	2,68	14,9
17400	570	2,7	15,0
20100	571	2,71	15,1
22500	572	2,72	15,1
24300	573	2,73	15,2
81900	580	2,8	<b>15,6</b>
86400	580	2,8	<b>15,6</b>
172800	580	2,8	<b>15,6</b>

Konsolidasyon deneyi için, doğal zemindeki sıklığın sağlanması açısından, konsolidasyon halkası içerisine girmesi gereken numune miktarı hesaplanmış, bulunan zemin miktarı tartılarak ayrılmış ve konsolidasyon halkasının içerisine tüm zemin miktarı girecek şekilde sıkıştırılarak konulmuştur. Dolayısıyla numune alınan noktadaki sıklık, halka içerisinde de birebir sağlanmıştır. Konsolidasyon deneyi, numune sıfır su içeriğine gelecek şekilde 24 saat (halka ile beraber) etüvde bekletilmiş zeminin tüm şişme yüzdesi değeri sıfır su içeriğinden itibaren saptanmıştır.





Şekil 4. Kontrol numunesinin şişme eğrisi

Tablo 5’de görülen konsolidasyon deneyi sonuçları Excel programı yardımıyla bir eğri oluşturacak şekilde düzenlenmiş ve Şekil 4’de görülmektedir. Aktif kil olarak hesaplanan numune beklendiği şekilde belli bir süre ani şişme eğilimi göstermiş süre ilerledikçe yatay bir seyir izlemiştir. Numune bozulmadan deney 2 gün boyunca devam ettirilmiş ve ilk günün sonundaki değer sabit kaldığı gözlenmiştir.

Yapılan konsolidasyon deneyleri sonucunda, kontrol numunesi şişme yüzdesi değeri 15,60 olarak bulunmuştur. Bu değer, Tablo 5’de görülmektedir. Konsolidasyon deney düzeneği, 24 saatin sonunda bozulmamış ve 48 saatlik şişme yüzdesine bakıldığında numunenin 15,60 şişme yüzdesi değerini koruduğu saptanmıştır.

## 5. Öneriler

Kırıkkale iline ait CH içeren zeminlere ait öneriler Tablo 6 ve Tablo 7’de görülmektedir.

Mahallelerin CH zemin bulundurma sayılarına göre birtakım zemin iyileştirme ve drenaj önerileri bu tablolarda sunulmuştur.

**Tablo 6: Yaylacık ve Bahçelievler mahalleleri için öneriler**

Sıra No	Mahalle Adı	CH Zemin Sayısı	Açıklamalar	Alınacak Önlemler
1	Bahçelievler	7	<p>1. Mahalle yüksek miktarda ve yüksek oranda CH zemin içermektedir.</p> <p>2. Bölgede YASS oldukça yeryüzeyine yakındır.</p> <p>3. Yeraltı su seviyesinin yeryüzüne yakınlığı sel ve heyelan riskini (Eğimli bölgelerde) arttırmaktadır.</p> <p>4. CH zeminlerin şişme ve büzülme etkisinden dolayı yapılaşma deformasyona uğrama riski altındadır.</p>	<p>1. Yapıların inşaatı öncesinde arazide (yapının kat adedi, zati ağırlığı ve önemine göre) derin veya yüzeysel iyileştirme çalışması yapılmalıdır.</p> <p>2. Yüzeysel çalışmalar; kireç ve çimento esaslı bağlayıcı maddeler yardımıyla zeminin daha rijit hale getirilmesi şeklinde yapılabilir.</p> <p>3. Mutlak surette drenaj çalışması yapılmalı ve yapı yağmur, yeraltı suyundan korunmalıdır.</p> <p>4. Derin çalışmalar, kaya blokajı, enjeksiyon vb. gibi önlemler olmalı ve yapının şişme ve büzülme etkisinden etkilenmemesi sağlanmalıdır.</p>
2	Fabrikalar	3	<p>1. Mahalle genellikle yüksek miktarda ve yüksek oranda CH zemin içermektedir.</p> <p>2. Bölgede YASS topoğrafyaya bağlı olarak yeryüzeyine yakındır.</p> <p>3. Yeraltı su seviyesinin yeryüzüne genelde yakınlığı sel ve heyelan riskini (Eğimli bölgelerde) arttırmaktadır.</p> <p>4. CH zeminlerin şişme ve büzülme etkisinden dolayı bazı bölgelerde yapılaşma deformasyona uğrama riski altındadır.</p>	<p>1. Yapıların inşaatı öncesinde arazide (yapının kat adedi, zati ağırlığı ve önemine göre) derin veya yüzeysel iyileştirme çalışması yapılmalıdır.</p> <p>2. Yüzeysel çalışmalar; kireç ve çimento esaslı bağlayıcı maddeler yardımıyla zeminin daha rijit hale getirilmesi şeklinde yapılabilir.</p> <p>3. Mutlak surette drenaj çalışması yapılmalı ve yapı yağmur, yeraltı suyundan korunmalıdır.</p> <p>4. Derin çalışmalar, kaya blokajı, enjeksiyon vb. gibi önlemler olmalı ve yapının şişme ve büzülme etkisinden etkilenmemesi sağlanmalıdır.</p>

**Tablo 7: Diğer mahalleler için öneriler**

Sıra No	Mahalle Adı	CH Zemin Sayısı	Açıklamalar	Alınacak Önlemler
3	Hüseyin Kahya	2	<p>1. Mahalle nadiren CH zemin içermektedir.</p> <p>2. Sondaj raporlarından hareketle CH zemin içeren lokasyonlar belirlenmeli ve önlem alınmalıdır.</p>	<p>1. CH zemin içeren lokasyonlarda yüzeysel drenaj yapılarak zemindeki su miktarı istenen düzeye getirilmelidir.</p> <p>2. Kat adedi arttıkça iyileştirme şekli derin iyileştirmeye çevrilmeli ve kaya blokajı, enjeksiyon tercih edilmelidir.</p>
4	Sanayi	2	<p>1. Mahalle nadiren CH zemin içermektedir.</p> <p>2. Sondaj raporlarından hareketle CH zemin içeren lokasyonlar belirlenmeli ve önlem alınmalıdır.</p> <p>3. Mahallede genellikle dolgu zemin gözlenmektedir.</p>	<p>1. CH zemin içeren lokasyonlarda yüzeysel drenaj yapılarak zemindeki su miktarı istenen düzeye getirilmelidir.</p> <p>2. Kat adedi arttıkça iyileştirme şekli derin iyileştirmeye çevrilmeli ve kaya blokajı, enjeksiyon tercih edilmelidir.</p>
5	Gürler	1		
6	Kurtuluş	1	1. Mahallelerde önemsiz sayıda nadiren	1. CH zemin gözlenen lokasyonlarda yüzersel drenaj ve kat adedine göre yüzeysel iyileştirmenin yeterli olacağı düşünülmektedir.
7	Yaylacık	1	CH zemin gözlenmektedir.	
8	Yenimahalle	1		

## 6. Sonuçlar

Kırıkkale ili, barındırdığı nüfus, kırktan fazla ile geçiş noktası, bünyesindeki ağır sanayi, Orta Anadolu'da ki tek rafineri ve demiryolu ağı düşünöldüğünde öлке ekonomisine katkısı oldukça fazladır. İlerdeki yapılaşma son yıllarda, kat adedi bakımından, gelişme göstermekte ve çok katlı yapılaşma artmaktadır. Mevcut yapılar, stratejik açıdan önem arz etmektedir.

İl, bünyesinde bulundurduğu 31 mahalle düşünöldüğünde, zemin açısından incelenmesi, sonradan karşılaşılabilecek sorunlar açısından oldukça önemlidir.

2014-2017 tarihleri arasında yapılan, 2014 yılına ait 340, 2015 yılına ait 536, 2016 yılına ait 612 ve 2017 yılına ait 637 adet olmak üzere toplam 2125 adet sondaj verisi incelenmiştir.

2125 adet sondaj verisinden 63 adet CH zemin verisi elde edilmiştir. Bu CH zeminler önce tarihe göre sıralanmış ardından mahalle bazında dağıtılmış ve hangi mahallelerde daha çok CH zemin ile karşılaşıldığı tablolaştırılmıştır.

63 adet verinin tümü NetCad programı yardımıyla Kırıkkale İli koordinat sistemine atılmış ve haritada gösterilmiştir. Bu verileri Google Earth programı yardımıyla tek tek veya tümünden görmek mümkündür. Numunelerde belirtilen ada ve parsel numaraları koordinat sistemine çevrilerek haritaya işlenmiştir.

Kırıkkale il sınırları dahilinde, Yahşihan ilçesine bağlı Erenler mahallesinden belirlenen bir noktadan yaklaşık 40-50 kg numune alınmıştır. Bu noktanın belirlenmesinde, o bölgede yapılan sondaj verileri gözden geçirilmiş ve karar verilmiştir.

Numune üzerinde indeks deneyleri yapılmış ve tablo halinde sunulmuştur. Ayrıca kilin aktiflik değeri hesaplanmış ve Aktif Kil olduğu tespit edilmiştir.

Konsolidasyon deneyi, aynı noktadan alınan numune ile aynı şekilde tekrarlanarak sağlıklı bir kontrol numunesi verisi elde edilmiştir.

Kontrol numunesi konsolidasyon deney sonuçları tablo halinde sunulmuş ve şişme yüzdesi değeri saptanmıştır. Ayrıca, deneyden elde edilen değerler yardımıyla şişme eğrisi oluşturulmuştur.

CH (yüksek plastisiteli kil) zeminler, suyu bünyesine aldığı anda hacimce büyüme gösteren, su bünyesinden uzaklaşınca hacimce daralma gösteren zemin türüdür. Meydana gelen hacimce genişleme ve büzölme yapılarında farklı deformasyonlar ortaya çıkarmakta ve saha betonlarında, tretuvar çalışmalarını deforme ederek ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Çalışmada, bu tip kayıpların yaşanmaması için 63 adet CH (yüksek plastisiteli kil) zemin için iyileştirme önerileri yapılmış ve bu zeminler buldukları mahallelere göre dağıtılarak sonraki yapılaşma için önemler sıralanmıştır.

## Referanslar

[1] Çokça, E. and Birand, A. A., (1993). Prediction of swelling potential of Ankara soils by methylene blue test. Doga Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, Vol. 17, pp. 57-63.

[2] Das, B. M., (2007). Theoretical Foundation Engineering, Elsevier Science Publishers B.V., U.S.A.

[3] Erguler, Z.A., (2001). An investigation on the swelling behavior of Ankara clay and effect of disturbance on swelling, determination of swelling potential by empirical equations. MSc Thesis, Department of Geological Engineering, Hacettepe University, Ankara, Turkey.

[4] Erguler, Z.A., Ulusay, R., (2003a). Engineering characteristics and environmental impacts of the expansive Ankara clay, and swelling maps for SW and central parts of the Ankara (Turkey) metropolitan area. Environmental Geology, Vol. 44 (8), pp. 979-992.

[5] Erguler, Z.A., Ulusay, R., (2003b). A simple test and predictive models for assessing swell potential of Ankara (Turkey). Engineering Geology, Vol. 67, pp. 331-352.

[6] Gunaratne, M. (2006). The Foundation Engineering Handbook, CRC Taylor & Francis Group, Boca Raton FL U.S.A.

[7] Kırıkkale Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, Sondaj Verileri, 2014-2017, Kırıkkale, Turkey