

624.131.434

B 617 Ş

~~MFA 916~~

1996-916

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK

ARAŞTIRMA KURUMU (TÜBİTAK)

MÜHENDİSLİK ARAŞTIRMA GRUBU
(MAG)

MÜHENDİSLİK ARAŞTIRMA GRUBU
MÜDÜRLÜĞÜ

Proje No: MAG - 009

Projenin İsmi : Şişen Kil Minerallerinin Metilen Mavisi
Deneyi ile Tanımlanması ve Sınıflandırılması

Proje Yöneticisi : Prof.Dr.Altay Birand

ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü

Ankara

(Tez Öğrencisi: Dr.Erdal Çokça)

Ankara 1991

18789

Bağcı, Subat 1992

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Ankara zeminlerinin şişme potansiyeli özellikleri değişik araştırmacılar tarafından geliştirilmiş farklı şişme potansiyeli sınıflandırma metodları kullanılarak araştırılmıştır.

Metilen Mavisi deneyi tanımlanmış ve Metilen Mavisi deneyi neticesi ve kil muhtevasına bağlı yeni bir şişme potansiyeli sınıflandırma metodu önerilmiştir.

Prof.Dr.Altay Birand

	<u>Sayfa</u>
İçindekiler	
ÖNSÖZ	i
İçindekiler	ii
Tablo Listesi	iii
Şekil Listesi	iv
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. Giriş ve Literatür Özeti	1
2. Materyal ve Metod	3
2.1. PVC (Potansiyel Hacim Değişikliği) Deneyi	5
2.2. Metilen Mavisi Deneyi	5
2.3. Metilen Mavisinin Kil Tarafından Adsorpsiyonu	9
3. Bulgular	11
4. Tartışma	32
5. Sonuç ve Öneriler	33
6. Literatür Listesi	34

Tablo Listesi

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Ticari Olarak Saf Numunelerin Deney Sonuçları . . .	17
3.2. Ankara Zeminlerine Ait Deney Sonuçları	18
3.3. X-Işını Deneyi Sonuçları	19

Şekil Listesi

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Numune Alınan Yerleri Gösteren Harita	4
2.2. PVC Aleti	6
2.3. Şişme İndisi - PVC İlişkisi	7
2.4. Leke Deneyinin Şematik Gösterimi	8
2.5. Metilen Mavisinin Kil Tarafından Adsorpsiyonu . .	10
3.1a. Alüvyon Zeminler İçin Su Muhtevası- Derinlik İlişkisi	12
3.1b. Teras Depozitler İçin Su Muhtevası- Derinlik İlişkisi	13
3.2a. Alüvyon Zeminlerin Van Der Merve Abağında Gösterimi	14
3.2b. Teras Depozitlerin Van der Merve Abağında Gösterimi	14
3.3a. Alüvyon Zeminler İçin Şişme Potansiyeli- Plastisite İndisi İlişkisi	15
3.3b. Teras Depozitler İçin Şişme Potansiyeli- Plastisite İndisi İlişkisi	15
3.4a. Şişme İndisi-Metilen Mavisi Değeri İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)	20
3.4b. Şişme İndisi-Metilen Mavisi Değeri İlişkisi (Alüvyon Zeminler)	21
3.4c. Şişme İndisi-Metilen Mavisi Değeri İlişkisi (Teras Depozitler)	21

	<u>Sayfa</u>
3.5a. Metilen Mavisi Değeri-Likit Limit İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)	22
3.5b. Metilen Mavisi Değeri-Likit Limit İlişkisi (Alüvyon Zeminler)	23
3.5c. Metilen Mavisi Değeri-Likit Limit İlişkisi (Teras Depozitler)	23
3.6a. Metilen Mavisi Değeri-Plastik Limit İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)	24
3.6b. Metilen Mavisi Değeri-Plastik Limit İlişkisi (Alüvyon Zeminler)	25
3.6c. Metilen Mavisi Değeri-Plastik Limit İlişkisi (Teras Depozitler)	25
3.7a. Metilen Mavisi Değeri-Plastisite İndisi İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)	24
3.7b. Metilen Mavisi Değeri-Plastisite İndisi İlişkisi (Alüvyon Zeminler)	26
3.7c. Metilen Mavisi Değeri-Plastisite İndisi İlişkisi (Teras Depozitler)	26
3.8a. Metilen Mavisi Değeri-Kil Muhtevası İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)	24
3.8b. Metilen Mavisi Değeri-Kil Muhtevası İlişkisi (Alüvyon Zeminler)	27
3.8c. Metilen Mavisi Değeri-Kil Muhtevası İlişkisi (Teras Depozitler)	27
3.9a. Metilen Mavisi Değeri-Aktivite İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)	28

3.9b. Metilen Mavisi Değeri-Aktivite İlişkisi (Alüvyon Zeminler)	29
3.9c. Metilen Mavisi Değeri-Aktivite İlişkisi (Teras Depozitler)	29
3.10a. Kil Muhtevası-Metilen Mavisi Değeri (Alüvyon Zeminler)	30
3.10b. Kil Muhtevası-Metilen Mavisi Değeri (Teras Depozitler)	30
3.11. Şişme Potansiyeli Sınıflandırma Abağı . . .	31

ÖZET:

Ankara zeminlerinin şişme potansiyeli özellikleri değişik araştırmacılar tarafından geliştirilmiş farklı şişme potansiyeli sınıflandırma metodları kullanılarak araştırılmıştır.

Mineral kompozisyonunun şişen killi zeminlerin şişme potansiyeline etkisi ve Metilen Mavisi Deneyinin bunların şişme potansiyelinin tahmininde kullanılması incelenmiştir.

Metilen Mavisi deneyi sonucu ve kil muhtevasına bağlı yeni bir şişme potansiyeli sınıflandırma metodu geliştirilmeye çalışılmıştır.

Ticari olarak saf numuneler (kaolinit, illit, montmorillonit) üzerinde yapılmış olan deneylerin verileri de değerlendirilmiştir.

Ankara'nın çeşitli bölgelerinden, çoğunlukla Pliosen-Pleistosen yaşlı akarsu ve göl çökelleri ile alüvyon çökellerinden alınan örselenmiş numuneler üzerinde kıvam limitleri, hidrometre, x-ışını, PVC metre, ve metilen mavisi deneyleri bu zeminlerin şişme potansiyelini belirlemek için yapılmıştır. Bu zeminlerin şişme potansiyelleri değişik şişme potansiyeli sınıflandırma metodları kullanılarak bulunmuştur.

Kil muhtevası-metilen mavisi değeri abağı kullanılarak, yeni bir şişme potansiyeli sınıflandırması metodu önerilmiştir.

ABSTRACT:

Swelling potential characteristics of Ankara soils by using different swelling potential classification methods developed by different researchers were investigated.

The influence of the mineralogical composition on swelling potential of expansive clayey soils and the use of Methylene Blue Test in order to predict their swelling potential were studied.

A new swelling potential classification method based on the methylene blue test result and clay content was tried to develop.

Data obtained from tests which were performed on commercially pure samples (Kaolinite, illite, montmorillonite) were also evaluated.

Atterberg limits, hydrometer, x-ray, PVC meter, methylene blue tests were performed to determine swelling potential of remolded samples mostly taken from Pliocene-Pleistocene age fluvial lacustrine deposits (terrace deposits) and recent alluvium deposits in various parts of Ankara region. Swelling potential of these soils were evaluated by using different swelling potential classification methods.

A new swelling potential classification method has been proposed by using clay content versus methylene blue value chart.

1. Giriş ve Literatür Özeti:

Suya doygun olmayan killi zeminlerin su muhtevasını arttırdığımızda meydana gelen hacim artışını şişme (swelling) olarak adlandırıyoruz. Herhangibir yapının altında bulunan suya doygun olmayan şişen zeminler, su ile temasa geçtiklerinde hacimlerini arttırmak isteyeceklerdir, zeminin üstündeki yapıdan dolayı hacim artışı önlenmediği için, zemin üstteki yapıya bir basınç uygulayacaktır. Bu basınç çoğu zaman hasarlara neden olmaktadır.

Şişen zeminlerin su ile temasa geçmesi, zemin yüzeyinin bir yapıyla kaplanmasından ötürü buharlaşmanın önlenmesi ve yoğunlaşma olması, yağmur, su borularından olan sızıntılar, drenajların tıkanması, yüzey sularının yeterince drene edilememesi gibi çeşitli faktörlerden ötürü olabilir.

Şişen zeminler özellikle tek katlı binalar, karayolu, havaalanı, park alanları, boru hatları, kanal kaplamaları gibi hafif yapıları etkilerler. Şişen zeminlerin yol açtığı hasarlara yurtdışında (1,2,3,4,5) ve Türkiyede (6,7) rastlanmaktadır.

Şişen zeminler kurak ve yarı kurak (Ankara gibi (8)) bölgelerde daha fazla etkilidirler.

Zeminlerin şişme potansiyeli başlıca iki faktöre bağlıdır, bunlar:

- 1) zeminin içindeki mineraller
- 2) zeminin içindeki kil ebatındaki partiküllerin yüzdesi

Bugüne kadar zeminleri şişme potansiyeline göre sınıflandırmak için değişik araştırmacılar tarafından pek çok metod geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmaktadır:

- a. PVC metre (g)
- b. Louisiana Department of Transportation (2)
- c. Kansas Highway Comission (2)
- d. Raman Metodu (2)
- e. Sowers Metodu (2)
- f. USBR Metodu (2)
- g. Seed, Woodward and Lundgren Metodu (10)
- h. Chen Metodu (2)
- i. Van Der Merve Metodu (2)

Fakat bu metodları aynı zemine uyguladığımızda farklı şişme potansiyeli sınıfları bulabiliriz.

Bu araştırmada Ankara'nın değişik yerlerinden (özellikle teras ve alüvyonlu zeminlerden) alınan zemin numunelerinin şişme potansiyelleri bulunmaya çalışılmış ve zeminin metilen mevsi değeri ve zeminin içindeki kil ebatındaki partikül yüzdesi değeri kullanılarak yeni bir şişme potansiyeli metodu önerilmiştir.

2. Materyal ve Metod

Bugüne kadar Ankara yöresi zeminleri üzerinde pek çok araştırmacı çalışmalar yapmıştır (11, 6, 12, 13). Bu çalışmalardan elde edilen şişme potansiyeli ile ilgili veriler ve yürütmekte olduğumuz çalışmadan elde edilen deney sonuçları bilgisayara yüklenmiştir. Bu verilerin 213 adedi Alüvyon çökellerinden alınan numunelere, 401 adedi ise Pliosen Akarsu ve Göl Çökellerinden (Ankara kili) alınan numunelere aittir. LOTUS adlı bilgisayar programı kullanılarak bu verilerin analizi yapılmıştır.

Kısım 1'de bahsedilen Ankara zeminleri için şişme potansiyeli abağını geliştirebilmek amacıyla öncelikle ticari olarak saf mineraller elde edilmiştir, bunlar:

- a. Kaolinit (Söğüt Seramik Fabrikası)
- b. İllit (Çanak İle Seramik Fabrikası)
- c. Na-Montmorillonit (MTA)

Daha sonra Ankara'nın değişik yerlerinden zemin numuneleri (22 adet numune Ankara kili olarak adlandırılan formasyondan, 16 adet numune Alüvyon kili olarak adlandırılan formasyondan, 2 adet numune Rezidüel zeminlerden) alınmıştır (bkz.Şekil 2.1).

Bu numuneler üzerinde hidrometre, özgül ağırlık, kıyım limitleri, şişme indisi (PVC Metre Deneyi) Metilen Mavisi, X-ışını (hepsinde yapılamadı) deneyleri yapılmıştır.

PVC (Potansiyel Hacim Değişikliği) ve Metilen Mavisi Deneylerinden aşağıda kısaca bahsedilmektedir.

ANKARA

ENGINEERING GEOLOGY MAP

(Mühendislik Jeolojisi Haritası)

LEGEND	FORMASYON	Yas
STRATİJİ	FORMASYON	AGE
	Alluvial Deposits	Quaternary
	Forested Limestone Deposits	Pliocene
	Basaltic	Miocene
	Cretaceous	Upper-Tertiary
	Senonian	Palaeocene
	Alpidic	Miocene
	Tertiary Basaltic	Miocene
	Upper Tertiary Basaltic	Upper-Tertiary
	Neogene Limestone Deposits	Upper-Tertiary
	Limestone	Cretaceous
	Artificial Fill Deposits	

Note: This Map is a combination of Maps of Kasapoğlu (1980) and Kiper (1983) [After Furtun, 1989]



Sekil.21. O Numune alınmış bölgeler O Numune alınmış bölgeler

PVC (Potansiyel, Hacim Değişikliği) Denevi: (9)

Bu alet T.W. Lambe tarafından geliştirilmiştir ve zeminlerin potansiyel hacim değişikliklerini bulmaya yöneliktir. Şekil 2.2 de gösterilen PVC aletinin sıkıştırma halkasının içine zemin numunesi (örselenmiş, havada kurutulmuş, 400 µm elek açıklıklı elekten elenmiş) 3 tabaka halinde ve her tabakaya tokmakla 7 darbe vurularak sıkıştırılmaktadır. (sıkıştırma enerjisi = 55000.ft.-lbs./cu.ft.). Aletin parçalarının montajı yapıldıktan sonra 200 psf'lik bir basınç numunenin üstüne ayarlama vidası yardımıyla verilmekte ve numune suya boğulmaktadır. 2 saat sonunda numunenin gösterdiği şişme kuvveti değeri saatten okunmaktadır. Bu değer basınca çevrilmekte ve şişme indisi olarak adlandırılmaktadır. Şişme indisi değeri şekil 2.3 deki abak kullanılarak Potansiyel Hacim Değişikliği değeri elde edilmektedir.

Metilen Mavisi Denevi (SPOT Test):

Burada konsantrasyonu belli zemin solüsyonu (30 gr.,400 µm elek açıklıklı elekten elenmiş zemin numunesi 200 ml. saf su içine konur, mikser ile dakikada 700 devir hızla karıştırılır) ve Metilen Mavisi solüsyonu (10 gr. metilen mavisi maddesi 1 lt. saf su içine konup karıştırılır) hazırlanır, karıştırıcının hızını 400 devir/dakika ya indirildikten sonra metilen mavisi solusyonundan belli dozlarda (2 cc veya 5 cc) alınarak karışmakta olan zemin numunesinin içine enjekte edilir 1-2 dakika sonra bir cam çubuk yardımıyla bu solüsyondan bir damla alınıp filtre kağıdı üzerine konur. Şayet koyu mavi bir dairenin etrafında temiz bir su bölgesi varsa sonuç negatiftir ve deneye Şekil 2.4 de gösterildiği gibi devam edilir. Şayet koyu mavi bölgenin etrafında açık mavi bir halka daha oluşmuşsa sonuç pozitiftir ve deney bitirilir.

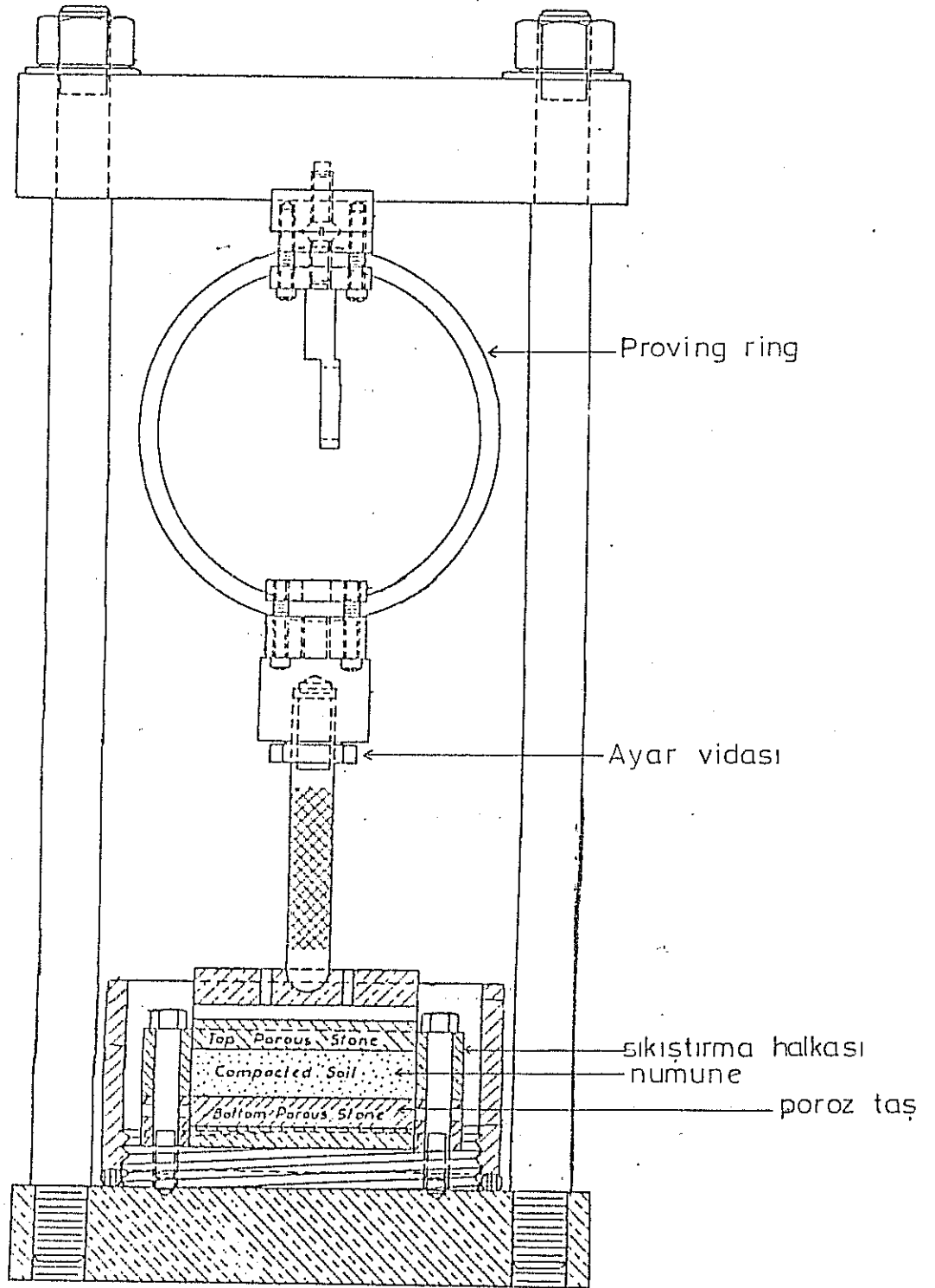


Fig.22. PVC Meter Apparatus

Şekil.22. PVC Aleti

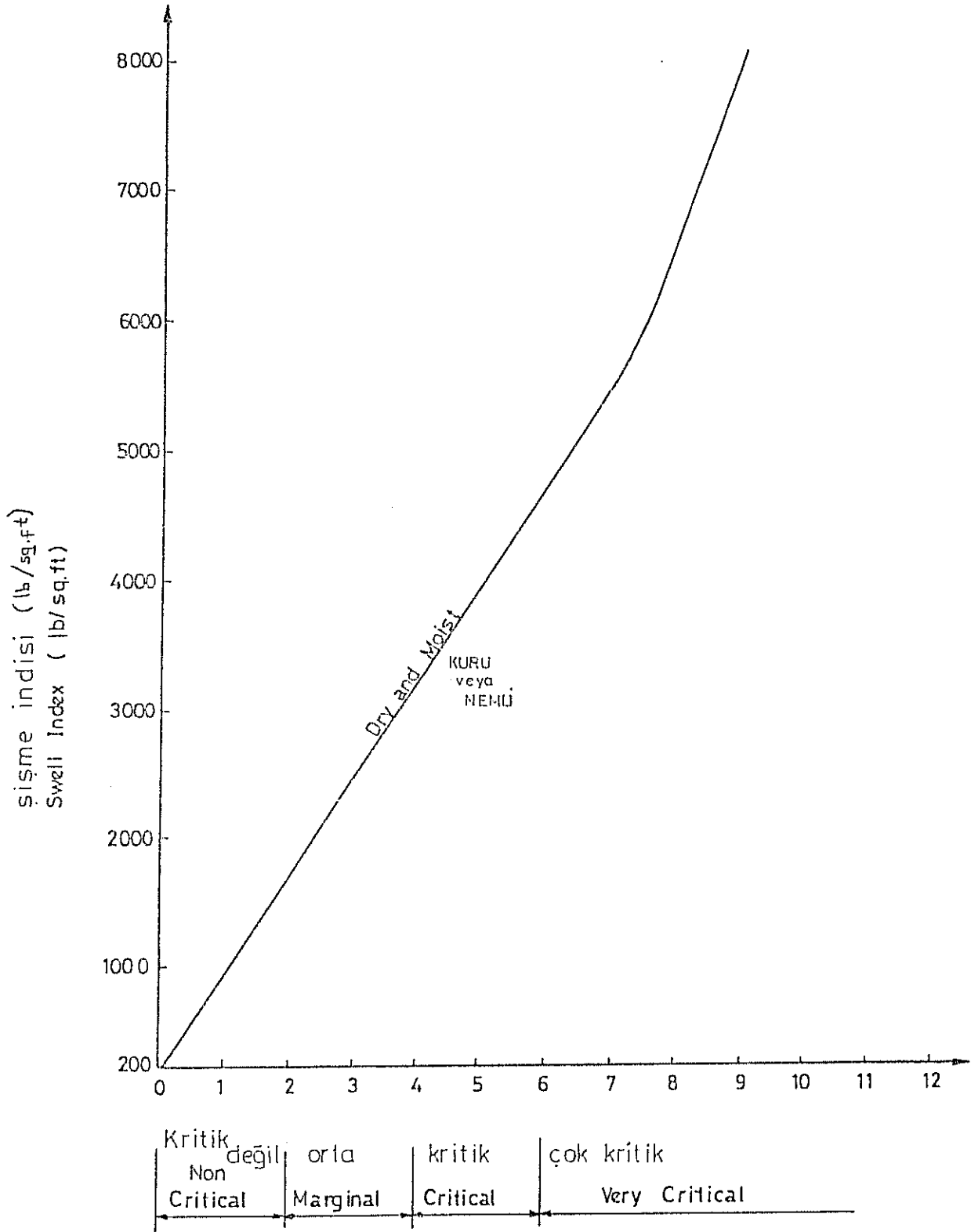
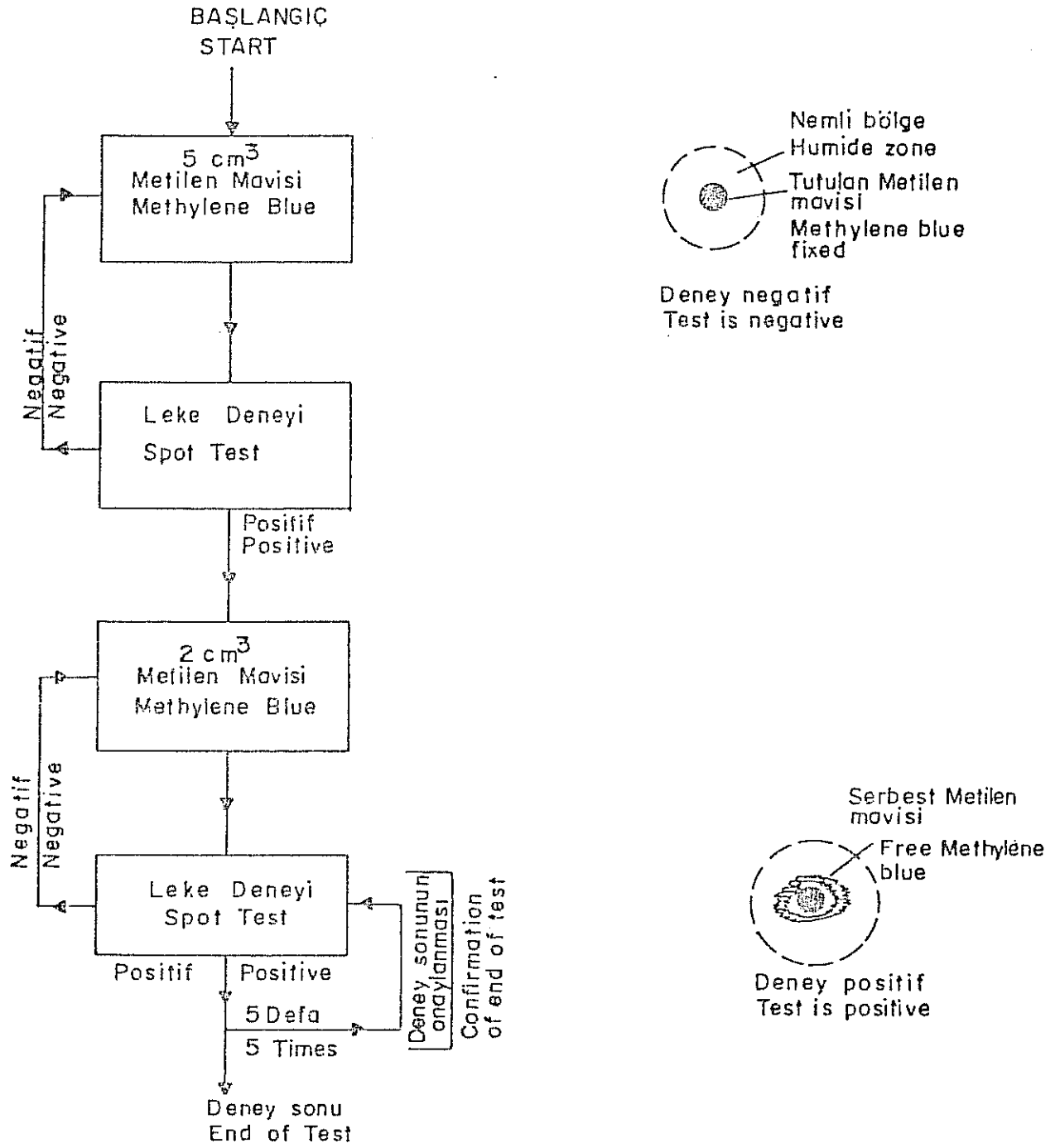


Fig.2.3.Swell Index vs Potential Volume Change

Şekil 23. şişme indisi -potansiyel hacim değişimi



Şekil 2.4. Leke Deneyinin Şematik Gösterimi
Figure 2.4. Schematic Representation of Spot Test

100 gr. zemin numunesi için Metilen Mavisi Değeri (VB: Valeur de Bleu) aşağıdaki formülle verilmektedir.

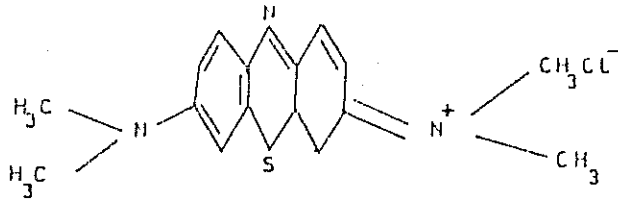
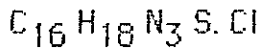
$$VB = \frac{V}{f'}$$

V = zemin solüsyonuna enjekte edilen metilen mavisi hacmi (cc)

f' = kullanılan zemin numunesi ağırlığı

Metilen Mavisinin Kil Tarafından Adsorpsiyonu

Metilen Mavisinin (susuz) formülü



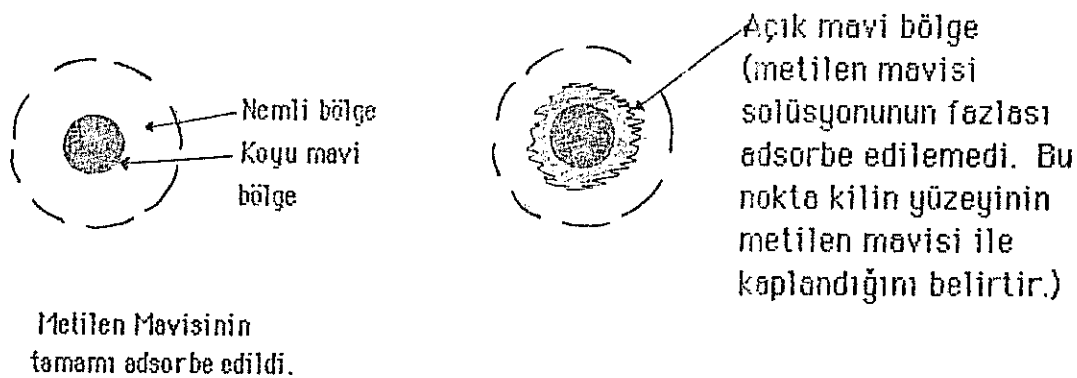
şeklindedir.

Metilen mavisi kil ile reaksiyona girdiğinde:

$[c]^+ \text{ Kili}^- + \text{Metilen Mavisi}^+ \text{ Hidroklorit} \rightarrow \text{Metilen Mavisi Kil} + [c]^+ \text{ klorit}$
burada $[c]^+$ değişebilen kalyondur.

Metilen Mavisi suda çözündüğünde metilen mavisi kalyonları ve klorit anyonları oluşur ve yukarıdaki reaksiyon gerçekleşir.

Metilen mavisi solüsyonunu, zemin solüsyonuna enjekte ettiğimizde, kilin kalyon değişim kapasitesine ulaşana kadar enjekte edilen miktar adsorbe edilen miktara eşittir. Kalyon değişim kapasitesini geçtikten sonra ise, enjekte edilen metilen mavisi solüsyonu kil tarafından adsorbe edilemez (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Metilen Mavisinin Kil Tarafından Adsorpsiyonu

3. Bulgular:

Lambe (1960) plastik killerin büyük bir hacim değiştirme potansiyeline sahip olduğunu öne sürmektedir. Şekil 3.1 a-b'de Alüvyon (Alluvial) zeminler ve Pliosen Akarsu ve Göl Çökelleri (Terrace Deposits) için ayrı ayrı rötre limit (SL)%, likit limit (LL) %, plastik limit (PL)% ve doğal su muhtevasının (w/C) ortalama değerlerinin derinlikle değişimi verilmektedir. Őekilden görülebileceği üzere zeminlerin doğal su muhtevası değerleri PL değerlerine yakındır. Buradan, Ankara zeminlerinde Şişme problemlerinin beklenmesi gerektiği sonucu çıkmaktadır.

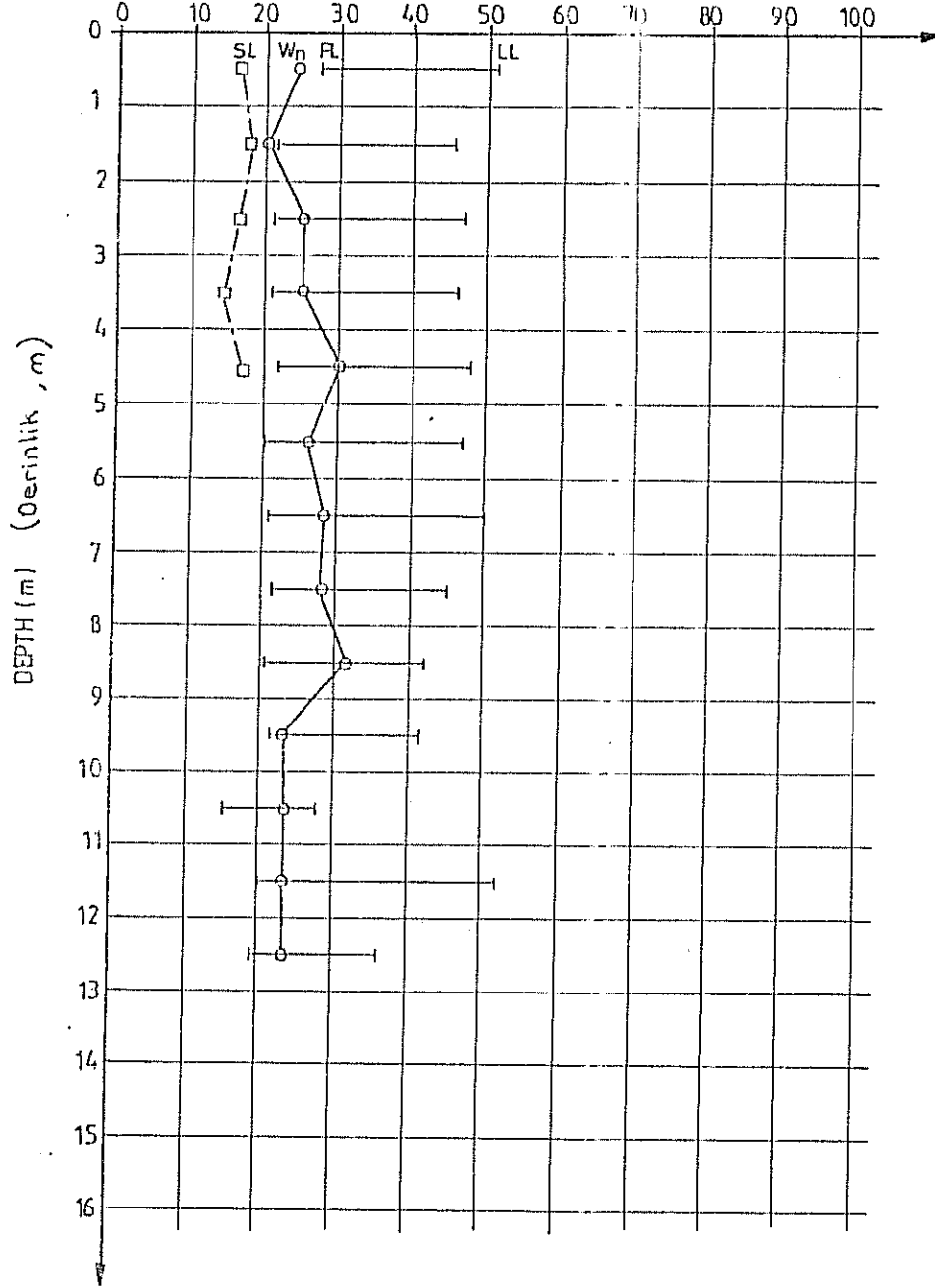
Şekil 3.2 a, b'de Alüvyon ve Pliosen Akarsu ve Göl Çökellerine ait plastisite indisi ve kil muhtevası değerleri Van Der Merve (2) abağına işlenmiştir. Buna göre Alüvyon zeminlerin %10'u çok yüksek Şişme, 33% 'ü yüksek Şişme, 38%'i orta Şişme, 19 %'u düşük Şişme göstermektedir. Pliosen Akarsu ve Göl Çökellerinin ise 53%'ü çok yüksek Şişme, 24%'ü yüksek Şişme, 14%'ü orta Şişme, 9%'u ise düşük Şişme göstermektedir.

Şekil 3.3. a,b'de Seed ve diğerleri (1962) 'ye göre bulunan Şişme potansiyelleri*, plastisite indisi değerine karşı çizilmiştir ve Ankara zeminlerine ait verilerin büyük bir çoğunluğunun Seed ve diğerleri (1962)'de verilen sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

$$* \text{ Şişme Potansiyeli } (\%) = (3.6 \cdot 10^{-5}) \cdot (\text{Aktivite})^{2.44} \cdot (\text{kil muhtevası})^{3.44}$$

ALLUVIAL SOILS (Alüvyon zeminler)

WATER CONTENT, (%) (Su Muhtevası, %)

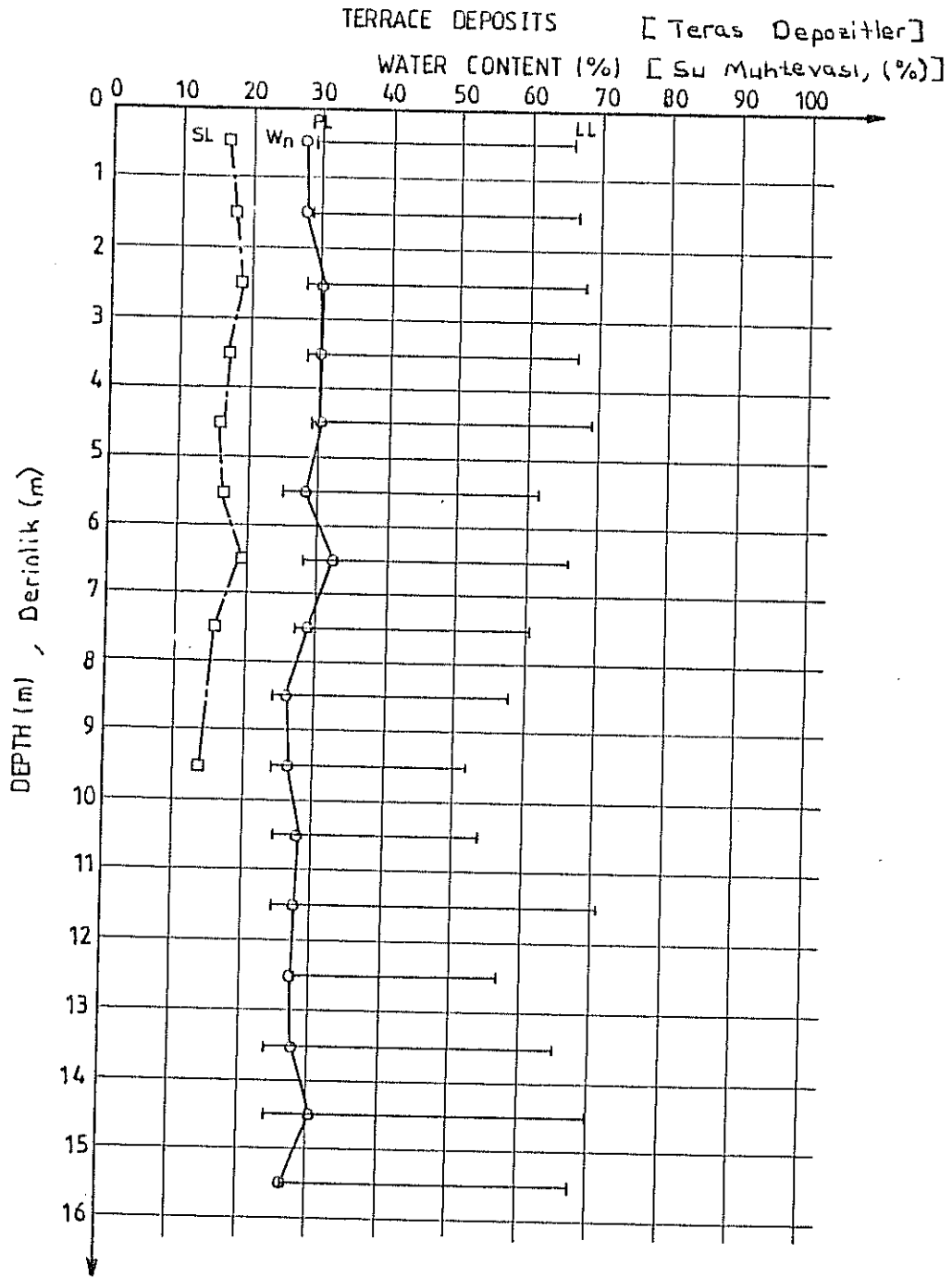


* Average values are used

* Ortalama Değerler Kullanıldı

Fig. 3.1.a. Typical In-situ Water Content Profiles in Alluvial Soils

Şekil 3.1.a. Alüvyon zeminler için Su Muhtevası - Derinlik İlişkisi

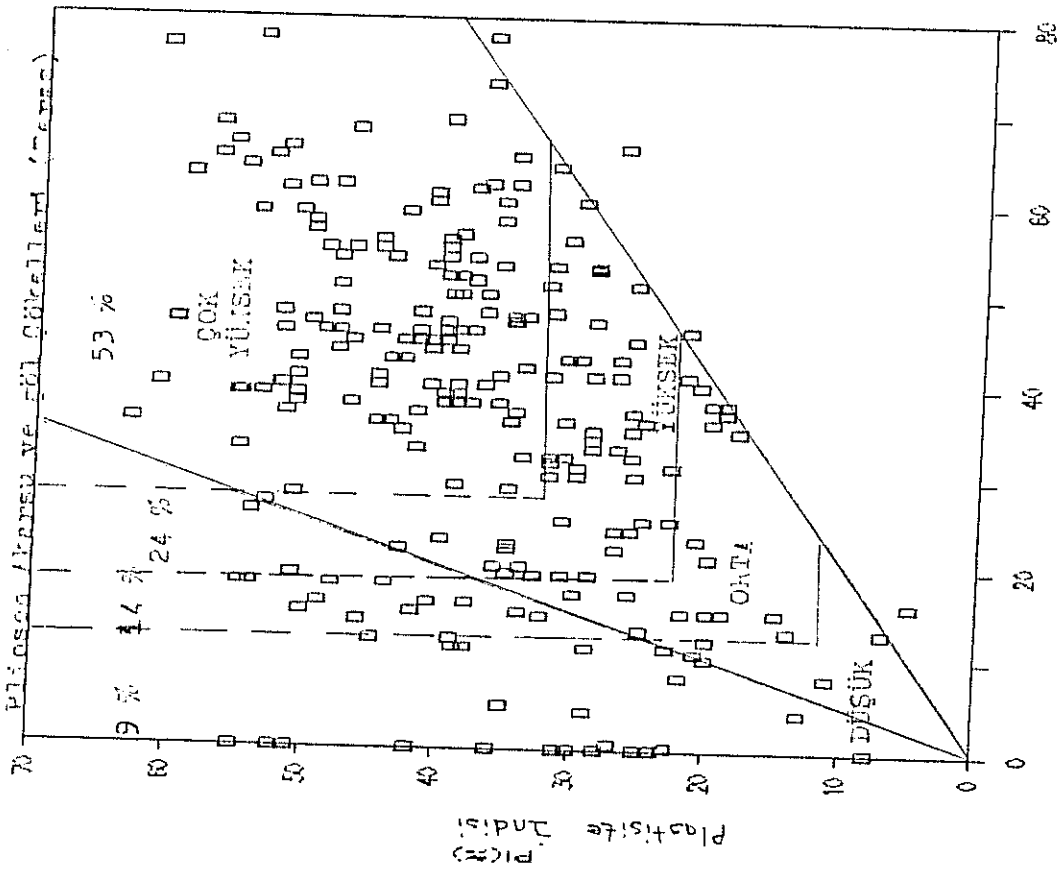


* Average values are used

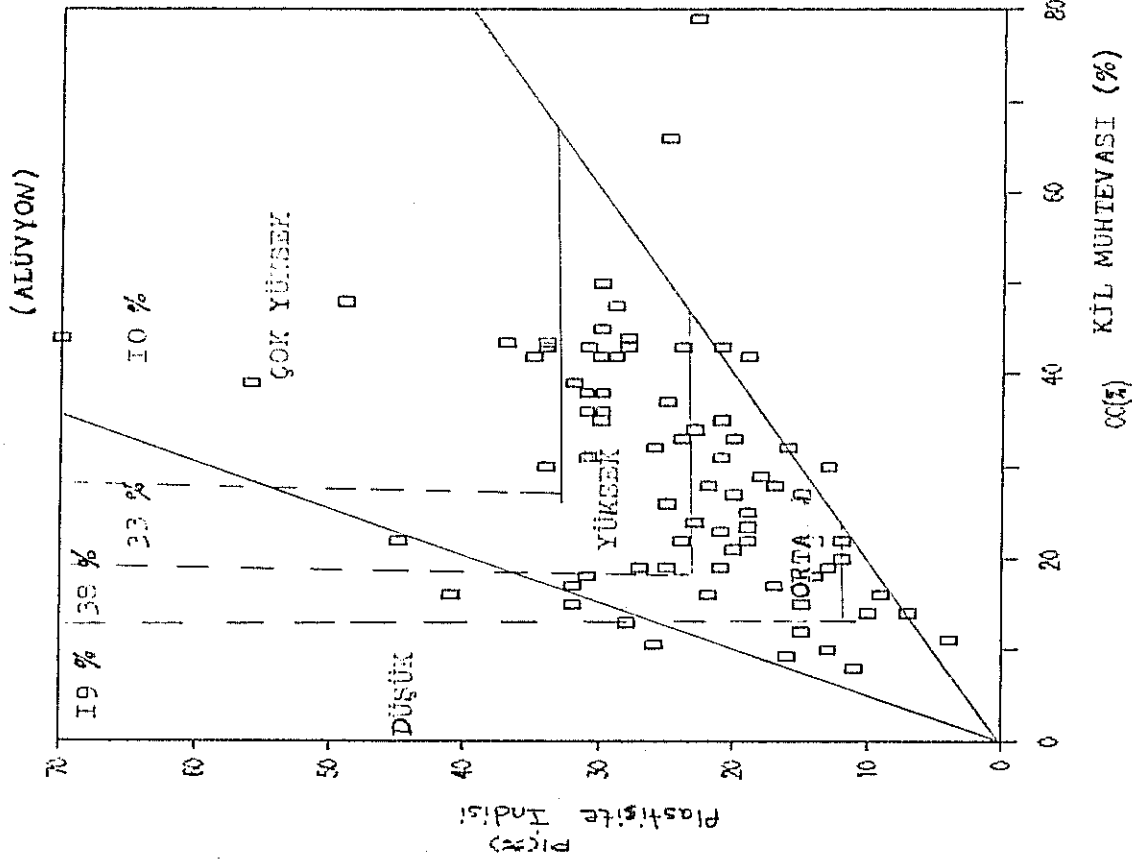
* Ortalama değerler kullanıldı

Fig. 3.1.b. Typical In-situ Water Content Profiles in Terrace Deposits

Şekil 3.1.b. Teras Depozitler İçin Su Muhtevası - Derinlik İlişkisi



ŞEKİL 3.2.b. Teras Depozitlerin Van der Merve
Abağında Gösterimi



ŞEKİL 3.2.a. Alüvyon Zeminlerin Van der Merve
Abağında Gösterimi

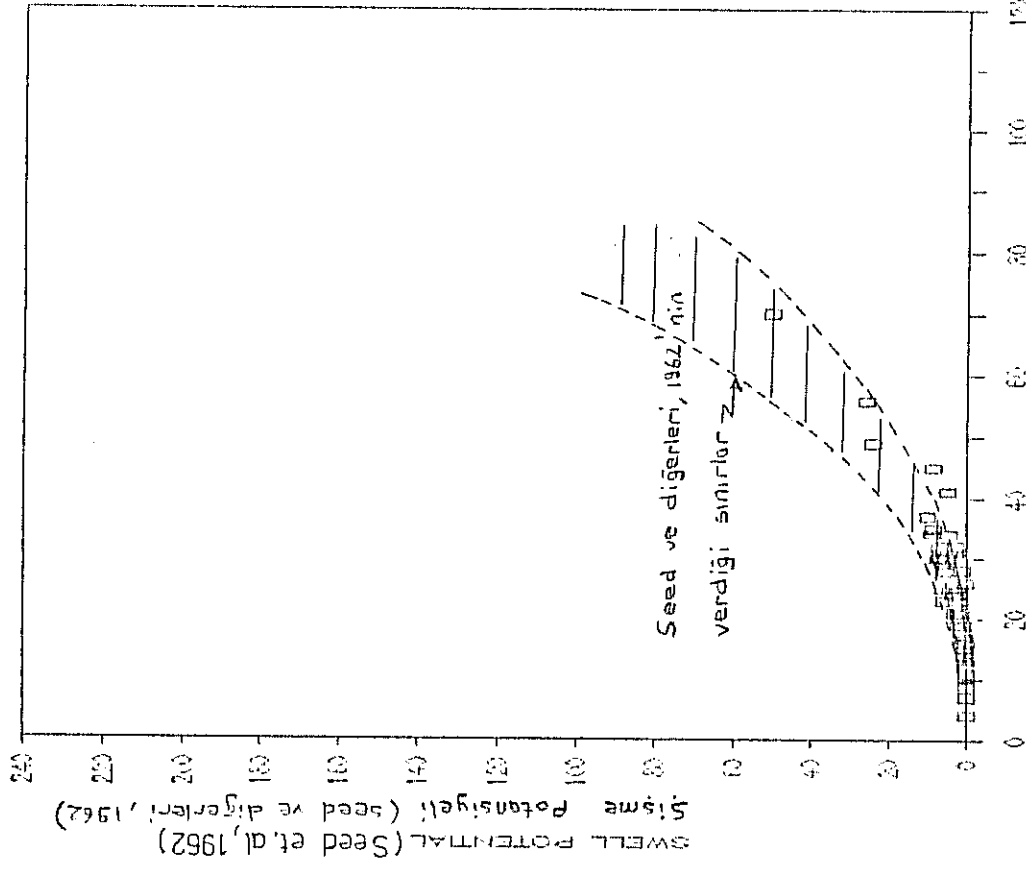
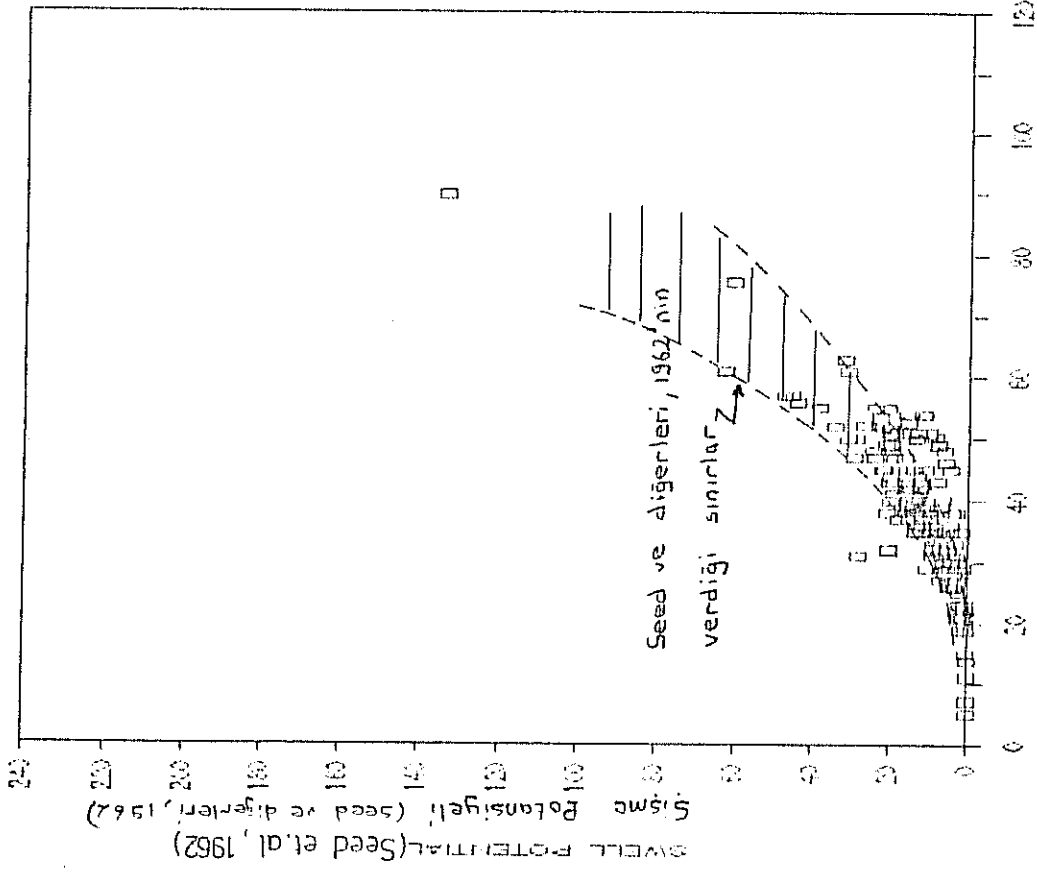


Fig 3.3.b. Swell Potential vs PI Relationship (Terrace Deposits) Fig 3.3.a. Swell Potential vs PI Relationship (Alluvial Soils)

Şekil 3.3.b. Teras Deposizyonları İçin Şişme Potansiyeli - Plastisite İndisi İlişkisi Şekil 3.3.a. Alüvyon Zeminleri İçin Şişme Potansiyeli - Plastisite İndisi İlişkisi

Ticari olarak saf numunelere ait deney sonuçları Tablo 3.1'de. Ankara zeminlerine ait deney sonuçları ise Tablo 3.2'de verilmektedir. X-ışını deneyi sonuçları alınabilen numunelerin mineral yüzdeleri Tablo 3.3'de gösterilmektedir.

Ticari olarak saf ve Ankara zeminlerine ait Şişme Indisi - Metilen Mavisi Değeri ilişkisi Şekil 3.4a, 3.4b ve 3.4c'de

Metilen Mavisi Değeri - Likit Limit ilişkisi Şekil 3.5a, 3.5b, ve 3.5c de

Metilen Mavisi Değeri - Plastik Limit ilişkisi Şekil 3.6a, 3.6b, 3.6c'de

Metilen Mavisi Değeri - Plastisite Indisi ilişkisi Şekil 3.7a, 3.7b, 3.7c'de

Metilen Mavisi Değeri - Kil Muhtevası " 3.8a, 3.8b, 3.8c'de

Metilen Mavisi Değeri - Aktivite " 3.9a, 3.9b., 3.9c'de

gösterilmektedir.

Bu şekillerden de görülebileceği üzere ticari olarak saf olan numunelere ait ilişkilerin korelasyon katsayıları oldukça yüksektir. Buna karşın, Ankara'nın değişik yerlerinden alınan numunelere ait ilişkilerin korelasyon katsayıları daha düşüktür.

Ankara'nın değişik yerlerinden alınan numunelerin şişme potansiyelleri önce Seed ve diğerleri (10)'nin verdiği metoda göre bulunmuş ve bu noktalar daha sonra Magnan ve Youssefian (15)'in verdiği Kil-Muhtevası-Metilen Mavisi Değeri abağına işlenmiştir. Genellikle, çok yüksek, yüksek, orta ve düşük şişme potansiyeli gösteren numuneler Magnan ve Youssefian (15) in abağında değişik bölgelere düşmüşlerdir (Şekiller 3.10a ve 3.10b). Son olarak, zeminin kil muhtevası ve metilen mavisi değerine bağlı Şekil 3.11'de gösterilen şişme potansiyeli sınıflandırma abağı önerilmektedir.

Tablo 3.2. Ankara Zeminlerine Ait Deneysel Sonuçları

A & T	NO	İNİTIAL W/C %	İNİTIAL DEPTH (cm)	CC	CLAY	CS	LL %	PL %	PI %	CLASSIF.	AKTİVİTE P _t /P _c	SHEEN & BASHAN	DEĞİŞİK ŞİŞME SINIFLANDIRMALARI	S _d (g/100g)	MBV (100g)	MBV (100g)	SİŞME PALSU (g)	YÜZEY ALANI (cm ²)	SPECIFIC SURFACE	
																				VAL. D.B.L. (C-9)
A	21	5.36	7.5	37	2.751	39	14	25	CL	0.675	HIGH	LOW	MEDIUM	63.22	15.92	4.92	0.691965	3.435471	1.681621	102.9756
A	11	4.68	2	31	2.745	52	31	21	HI	0.687	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	230.39	13.26	7.4	0.869231	1.944290	7.431935	154.8612
A	30	6.52	4.5	23.5	2.628	43	24	19	CL	0.775	HIGH	LOW	MEDIUM	111.5	14.86	4.26	0.629409	1.006171	4.744680	89.1818
A	12	4.77	2	37	2.772	58	21	37	CH	0.836	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	299.75	14.98	9.78	0.990338	10.06674	6.898004	204.6954
A	39	7.56	4.4	44	2.693	53	25	28	CH	0.631	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	142.18	13.81	5.73	0.758154	5.270494	3.231363	119.9289
A	34	5.95	2.5	45	2.665	50	30	34	CH	0.807	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	128.24	14.91	4.94	0.693726	5.519594	2.849777	103.3942
A	37	5.81	0.5	43	2.586	60	26	34	CH	0.818	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	122.62	13.32	7.05	0.848189	8.87557	2.852790	147.5585
A	33	11.63	1.5	42	2.654	60	25	35	CH	0.796	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	192.36	14.61	6.7	0.806074	8.460540	4.58	140.211
A	35	5	2.5	38	2.642	51	20	31	CH	0.668	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	111.51	13.99	6.42	0.807535	5.619789	2.934473	134.3706
A	10	5.25	2	34	2.662	44	21	23	CL	0.974	HIGH	LOW	MEDIUM	94.79	14.62	4.9	0.690196	2.494650	2.787941	102.557
A	15	2.87	3	43.5	2.676	57	23	34	CH	0.782	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	333.08	13.56	7.02	0.846337	2.488253	12.81076	146.9286
A	31	13.12	1.5	39	2.632	57	25	32	CH	0.836	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	194.18	15.34	6.96	0.836324	8.553227	4.463908	143.5799
A	3	2.47	4.5	47.5	2.767	50	21	29	CH	0.61	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	189.57	14.02	9.05	0.956648	6.914297	4.880769	189.4165
A	17	12.56	2.5	22	2.575	42	28	14	HL	0.636	HIGH	LOW	MEDIUM	55.5	13.79	4.78	0.679427	6.314417	1.168421	100.0454
A	16	2.96	2	29	2.668	34	16	18	CL	0.621	HIGH	LOW	MEDIUM	67.37	13.53	2.75	0.720159	0.495076	3.062272	109.8825
I	1	9.66	0.5	59	2.76	69	26	43	CH	0.73	HIGH	LOW	MEDIUM	239.7	14.27	10.97	1.040206	20.63199	4.062711	229.6021
I	19	10.32	3	39	2.668	57	18	39	CH	1	MEDIUM	HIGH	MARGINAL HIGH	189.86	14.64	7.11	0.851069	15.85956	1.674308	148.8123
I	18	6.59	0.8	61.5	2.693	62	24	30	CH	0.618	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	102.97	14.16	7.8	0.892094	10.70445	2.791282	163.254
I	2	6.21	2.5	56.5	2.768	64	25	39	CH	0.69	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	205.4	14.16	6.37	0.804139	15.49319	3.635398	131.3241
I	32	9.26	2.5	35	2.655	49	23	26	CL	0.746	HIGH	LOW	MEDIUM	195.14	15.23	5.83	0.765668	3.608937	5.575428	122.0219
I	23	2.82	1.5	44	2.7	61	22	39	CH	0.806	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	107.49	13.44	6.44	0.800885	12.06474	2.462954	134.7892
I	14	14.03	3	61.5	2.787	78	26	52	CH	0.846	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	201.46	15.08	8.36	0.922206	34.10488	3.246666	174.9746
I	25	7.15	2	62	2.733	77	27	59	CH	0.605	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	247.05	14.8	8.57	0.932900	31.15928	4.539677	179.3701
I	13	5.87	3	47.5	2.641	55	20	35	CH	0.726	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	199.67	14.05	6.44	0.800885	12.06474	2.462954	134.7892
I	27	3.14	3	31.5	2.667	52	20	32	CH	0.737	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	69.14	12.44	9.18	0.965842	12.79277	4.797087	192.1374
I	9	5	12	72.5	2.741	146	30	32	CH	1.02	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	66.6	14	3.44	0.536558	10.01726	1.455578	71.9992
I	29	6.43	5	45	2.753	67	22	47	CH	1.6	HIGH	HIGH	EXTRA H.	353.1	14.06	14.9	1.173186	284.3924	4.870344	311.857
I	7	5.95	6	52	2.736	59	20	47	CH	1.04	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	266.5	13.83	7.77	0.890421	19.27147	5.912222	162.6261
I	22	5.18	2	55	2.605	60	20	39	CH	0.75	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	206.5	14.14	9.1	0.959041	14.27261	1.693653	190.463
I	6	7.92	4	44	2.672	59	20	40	CH	0.727	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	88.07	14.14	9.1	0.959041	14.27261	1.693653	190.463
I	26	4.09	2.5	46	2.667	83	41	42	HI-GH	0.886	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	166.5	13.84	8.63	0.936010	16.04333	3.027272	180.6259
I	30	13.99	2.03	53	2.691	72	31	41	CH	0.916	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	69.14	12.9	6.07	0.783188	15.24805	3.636304	127.0451
I	20	3.94	1.5	66.5	2.753	81	25	56	CH	0.774	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	31.11	10.98	2.72	0.434568	16.45557	0.586981	56.9296
I	24	1.11	4.5	47.5	2.627	60	26	34	CH	0.842	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	71.59	12.7	5.55	0.744292	12.06474	1.571363	116.1615
I	2	4	6.81	68.5	2.754	83	26	57	CH	0.716	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	344.2	14.34	4.72	0.673941	9.335042	1.507157	98.7896
I	40	5.08	3.5	31	2.602	38	15	23	CL	0.832	HIGH	HIGH	MARGINAL HIGH	17.59	12.36	8.31	0.919601	44.11339	3.366015	173.9283
R	8	4.18	3.5	31	2.733	39	16	21	CL	0.728	MEDIUM	LOW	MEDIUM	138.18	15.92	4.2	0.623249	2.315497	5.024817	178.9515
R	5	7.21	3	62.5	2.743	78	27	51	CH	0.677	MEDIUM	HIGH	MEDIUM	111	14.51	3.47	0.540329	1.875957	3.580645	72.6271
										0.816	HIGH	HIGH	MEDIUM	166.5	12.13	6.72	0.827369	33.01062	2.654	

Low : Düşük
 Medium: Orta
 High : Yüksek
 V. High : Çok Yüksek
 Marginal: Orta
 Extra H.: Çok Çok Yüksek
 Non-Cri.: Kritik Değil
 V. Cri.: Çok Kritik

Tablo 3.3. Bazı Numunelerin İçindeki Mineral Yüzdeleri
(X-Işını Deneyi Sonuçları)

Table 3.3 . Mineral Percentages of Some Samples

Sample No. Örnek No.	Tested By Deneyin Yapıldığı Yer	Sample Location Numunenin Alındığı Bölge	MINERAL %				MBV (g/100g)
			Montm. %	Illite %	Kaolin. %	Chlorite %	
TERRACE DEPOSITS: (Teras Depozitleri)							
1	METU	ODTU(A)	69	27		3	10.9
2	"	BILK>KAV	63	35	2	-	6.3
4	"	EYMIR(G)	75	23		1.8	8.5
6	"	UMITKOY	82	18	-	-	8.6
7	"	DIKMEN(D)	69	29	0.85	1	7.7
9	"	BESTEPE	91	9	(smectite-illite mixed layers) (smektit - illit karışık tabakalar)		3.
18	TPAO	BATIKE(B)	40	40	10	10	7.
22	"	DEMET(C)	50	40	10	-	9.
ALLUVIAL SOILS: (Alüvyon zeminler)							
3	METU	EYMIR(Y)	44	48	3	4	4.
16	TPAO	ODTU(D)	25	25	25	25	2.
17	"	BATIKE(B)	50	50	-	-	5.
21	"	DEMET(B)	55	35	10	-	4.
RESIDUAL SOILS: (Residual zeminler)							
5	METU	TARHAN C.	82	16	2	-	6.
8	"	TUNALI	76	23	-	-	3.

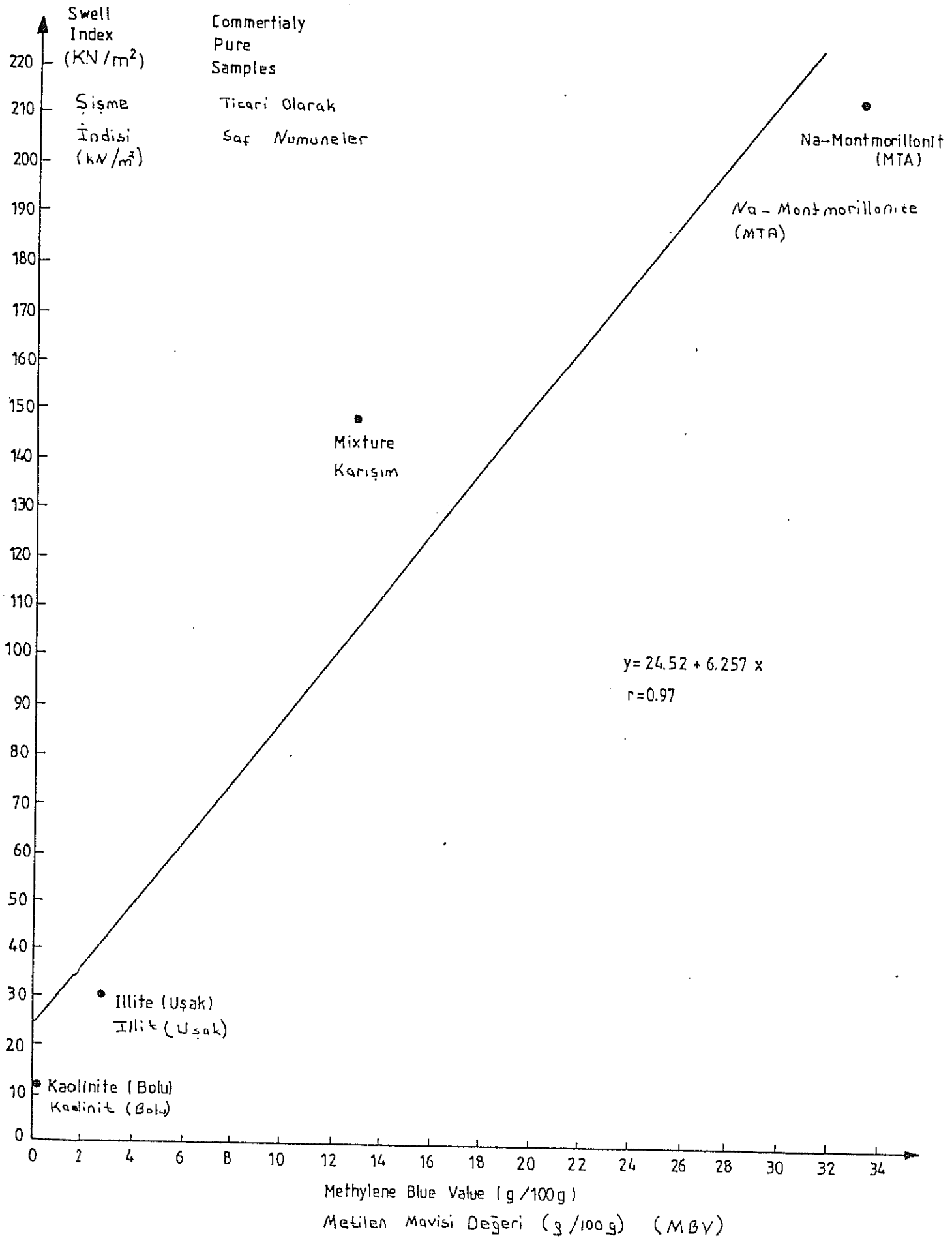


Fig. 3.4.a. SI vs MBV Relationship

Şekil 3.4.a. Şişme İndisi - Metilen Mavisi Değeri İlişkisi

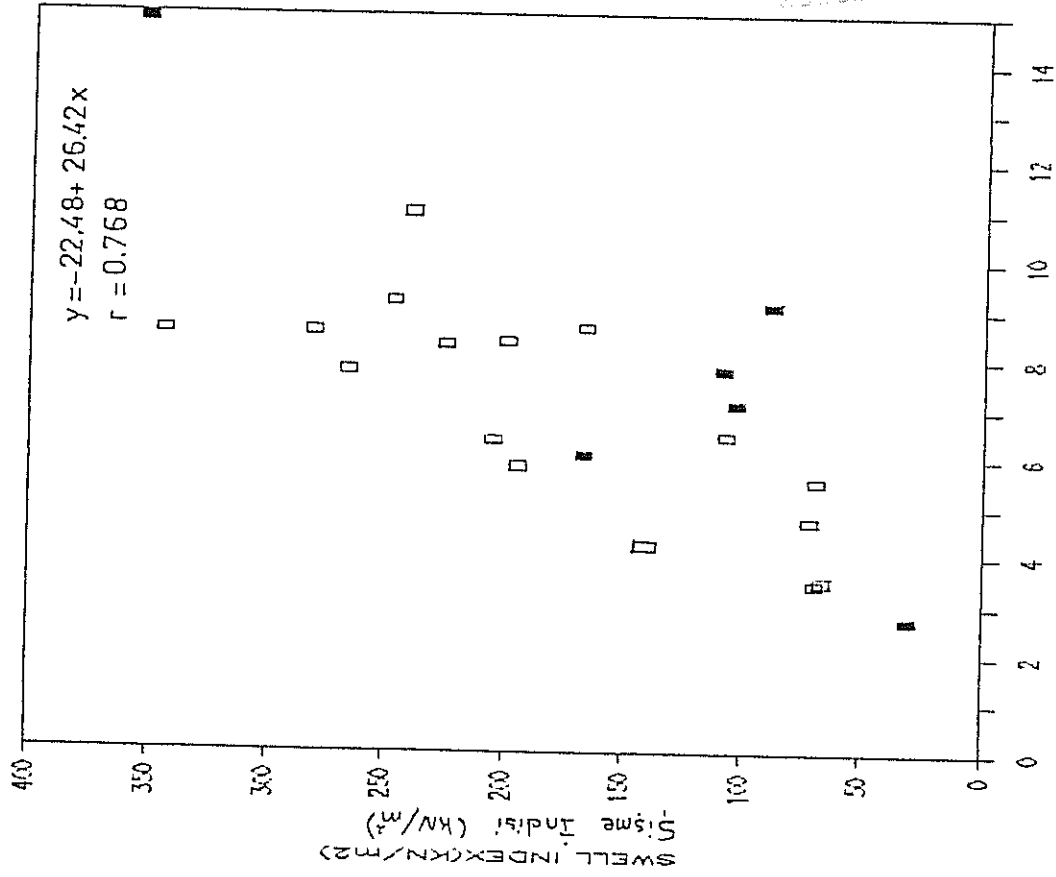


Fig. 3.4. c . SI vs MBV Relationship for Terrace Deposits

Şekil 3.4. c. Şişme İndisi - Metilen Mavisi Değeri İlişkisi (Teras Depozitler)

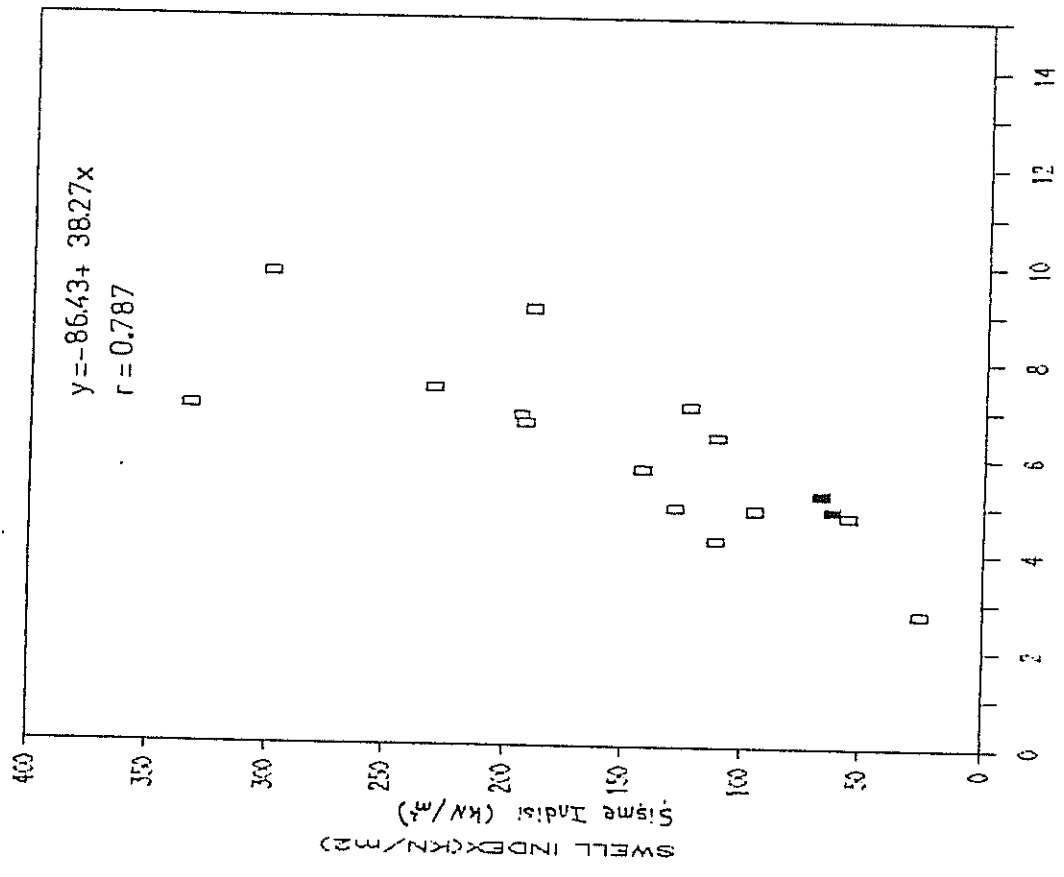


Fig. 3.4. b . SI vs MBV Relationship for Alluvial Soils

-21-Şekil 3.4. b. Şişme İndisi - Metilen Mavisi Değeri İlişkisi

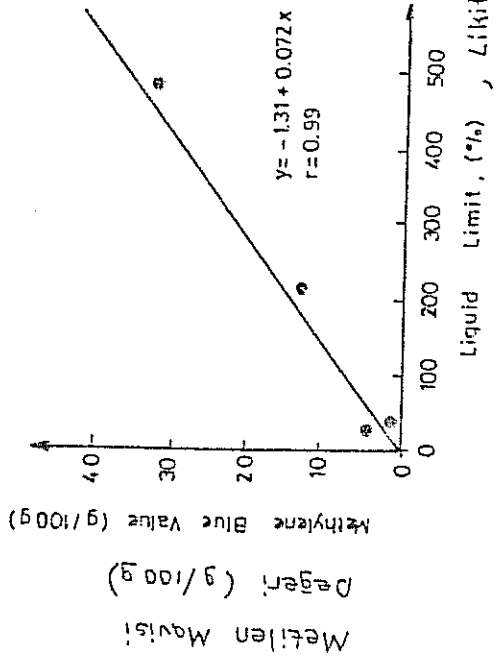
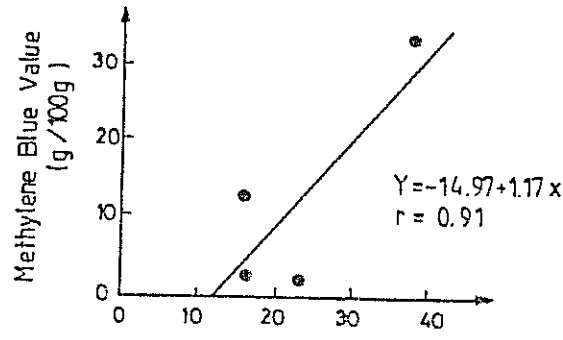


Fig. 3.5.a. 110v vs LL Relationship

Şekil 3.5.a. Metilen Mavisi Değeri - Likit Limit İlişkisi (Ticari Olarak Saf Numuneler)

Metilen Mavisi Değeri

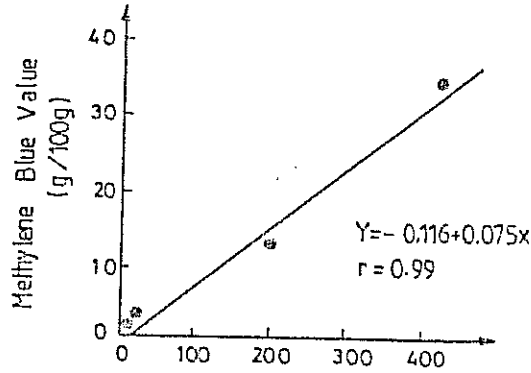


Plastic Limit, % , Plastik Limit

Fig. 3.6.a. MBV vs PL Relationship

Şekil 3.6.a. MBV vs PL İlişkisi (Ticari olarak saf numuneler)

Metilen Mavisi Değeri

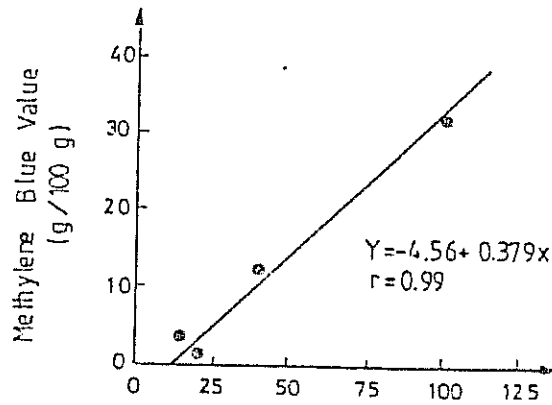


Plasticity Index, % , Plastisity Index

Fig. 3.7.a. MBV vs PI Relationship

Şekil 3.7.a. MBV - PI İlişkisi (Ticari olarak saf numuneler)

Metilen Mavisi Değeri



Clay Content, % , kil muhtevası

Fig. 3.8.a. MBV vs CC Relationship

Şekil 3.8.a. MBV - CC İlişkisi (Ticari olarak saf numuneler)

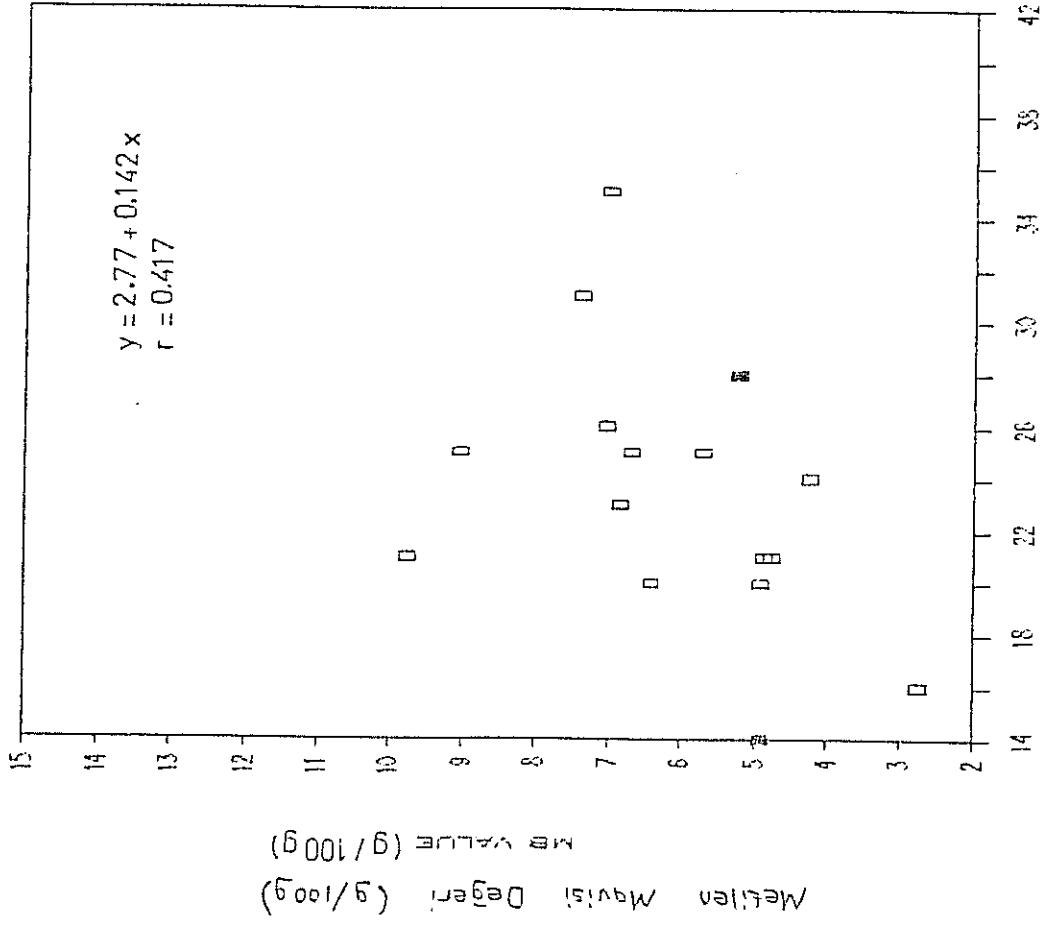
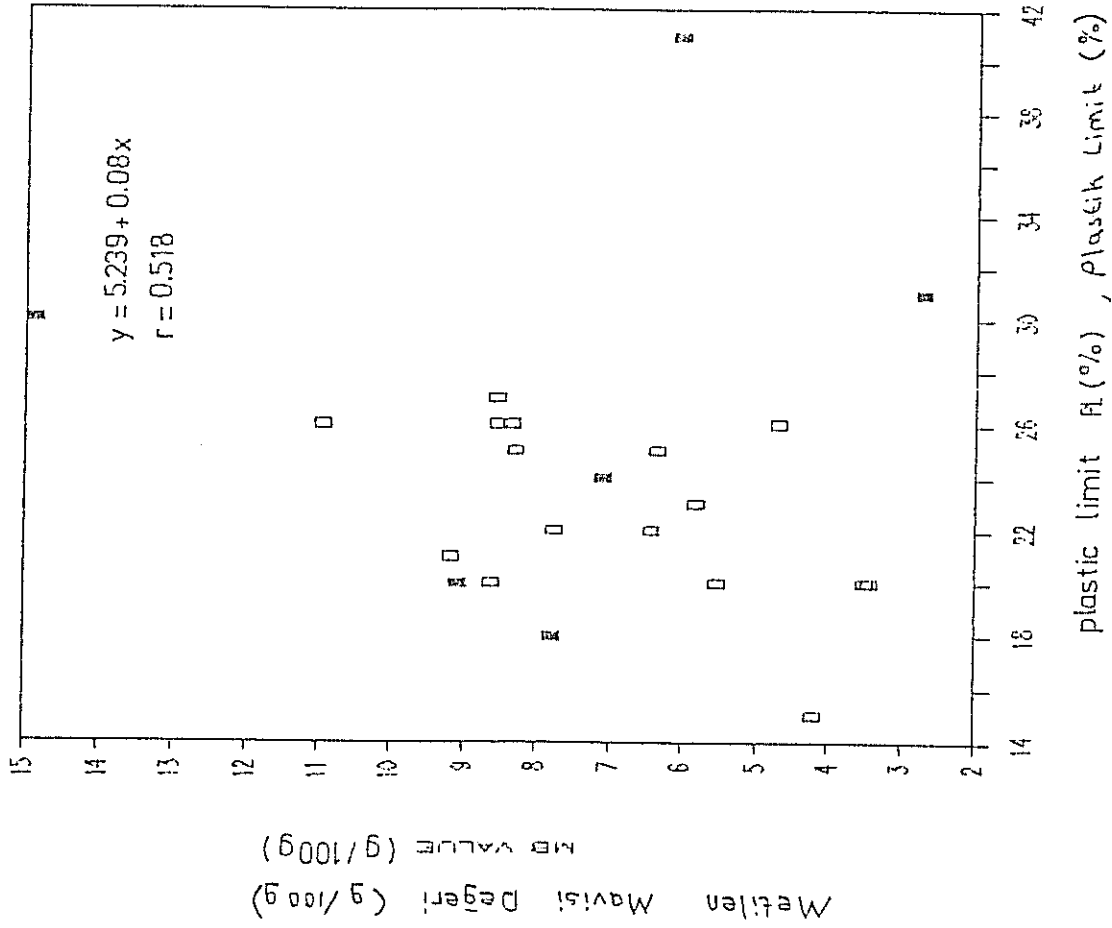
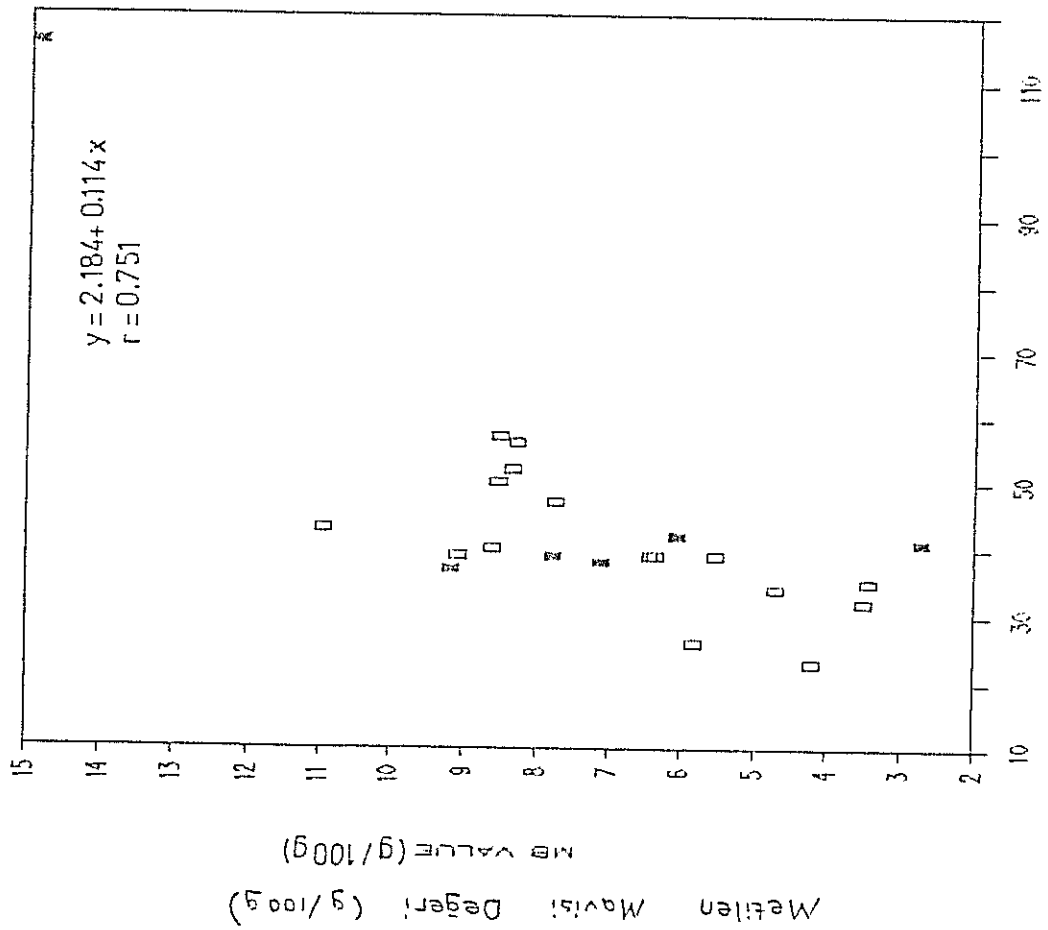


Fig. 3.6.c. MBV vs PL Relationship for Terrace Deposite Fig. 3.6.b . MBV vs PL Relationship for Alluvial Soile
 Şekil 3.6.c. MBV - PL İlişkisi (Teras Depozitler) Şekil 3.6.b. MBV - PL İlişkisi (Alüvyon zeminler)



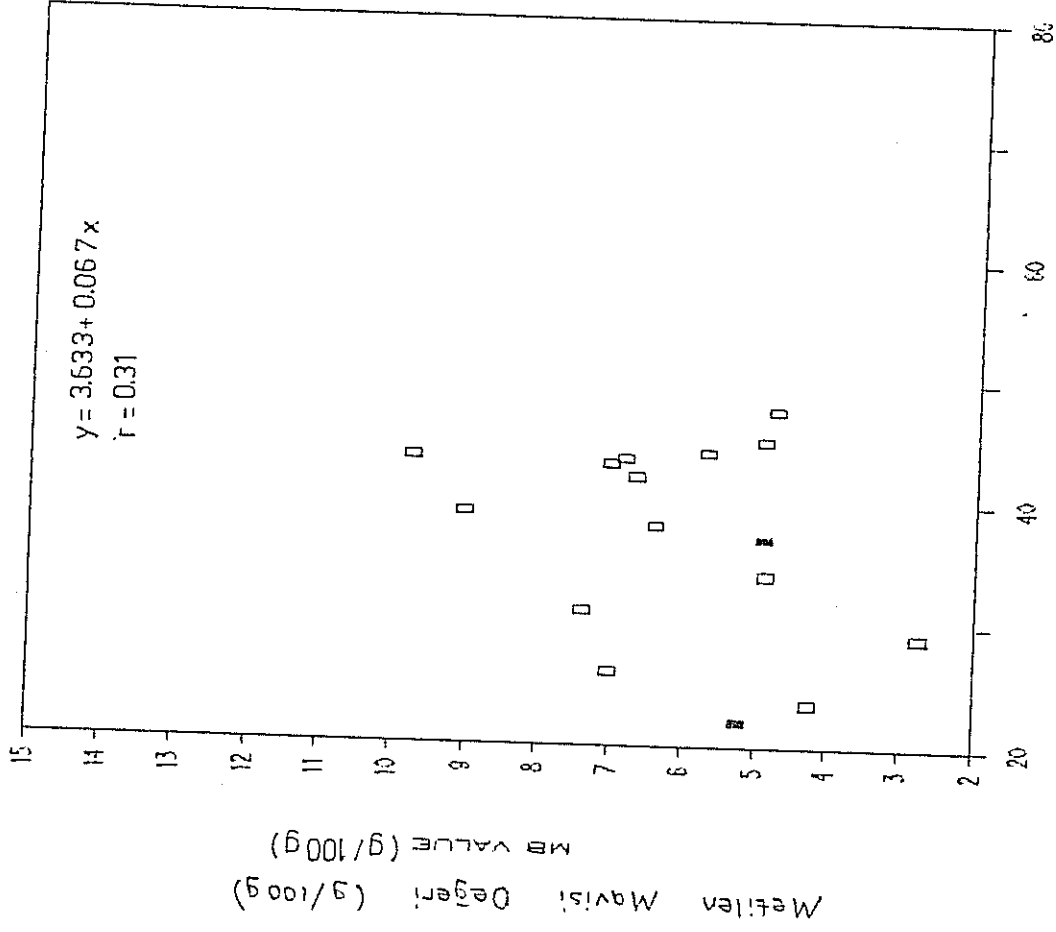
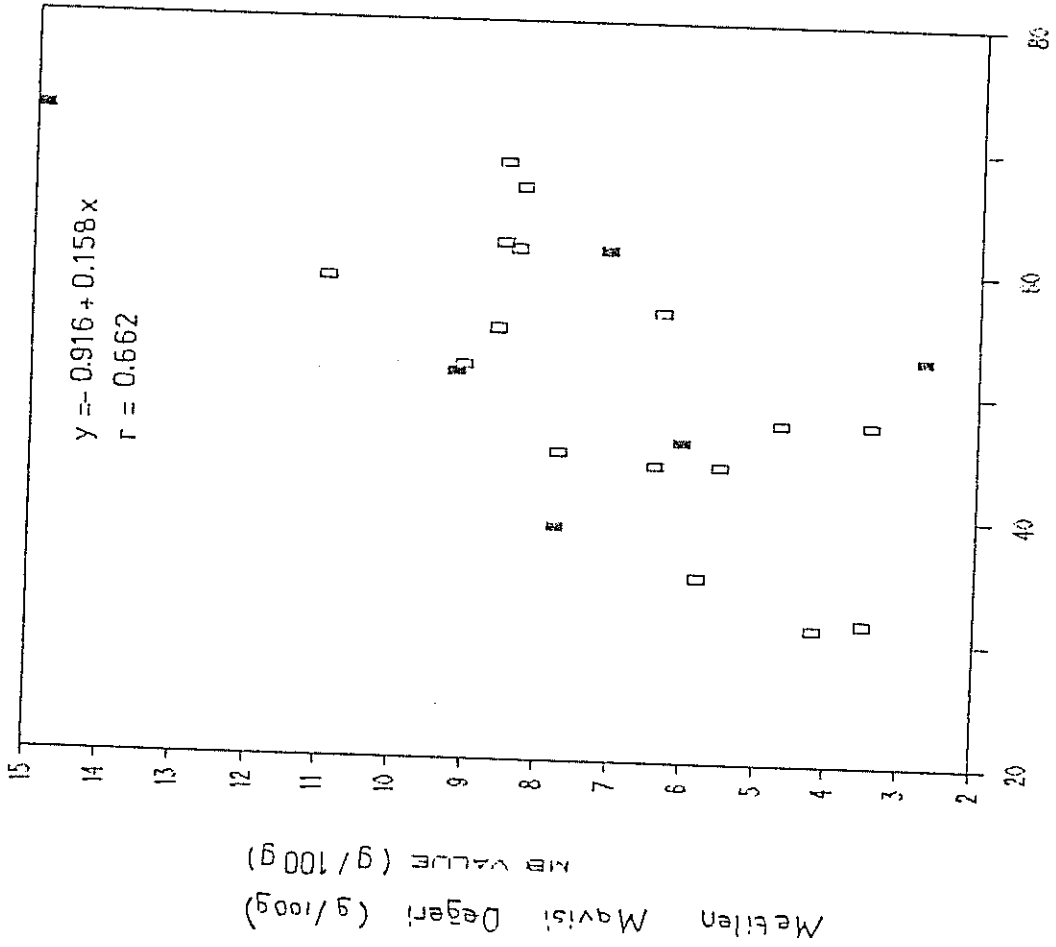


Fig. 3.8.c. MBV vs CC Relationship for Terrace Deposits
 Şekil 3.8.c. MBV - CC İlişkisi (Teras Depozitleri)

Fig. 3.8.b. MBV vs CC Relationship for Alluvial Soils
 Şekil 3.8.b. MBV - CC İlişkisi (Alüvyon Zeminler)

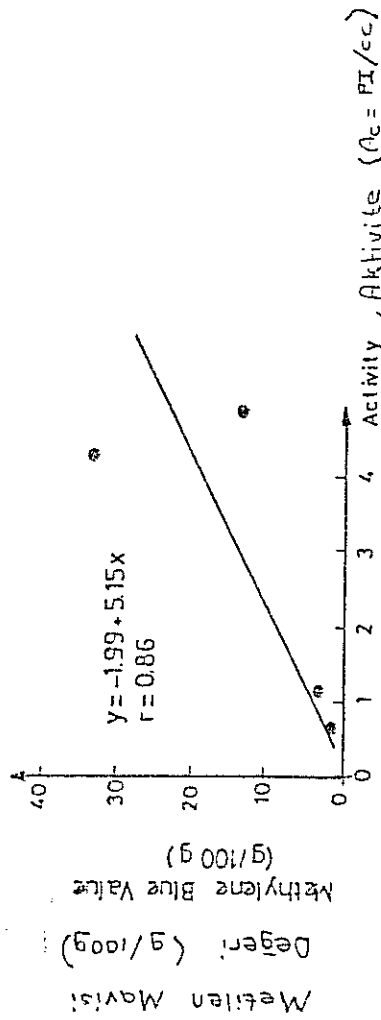
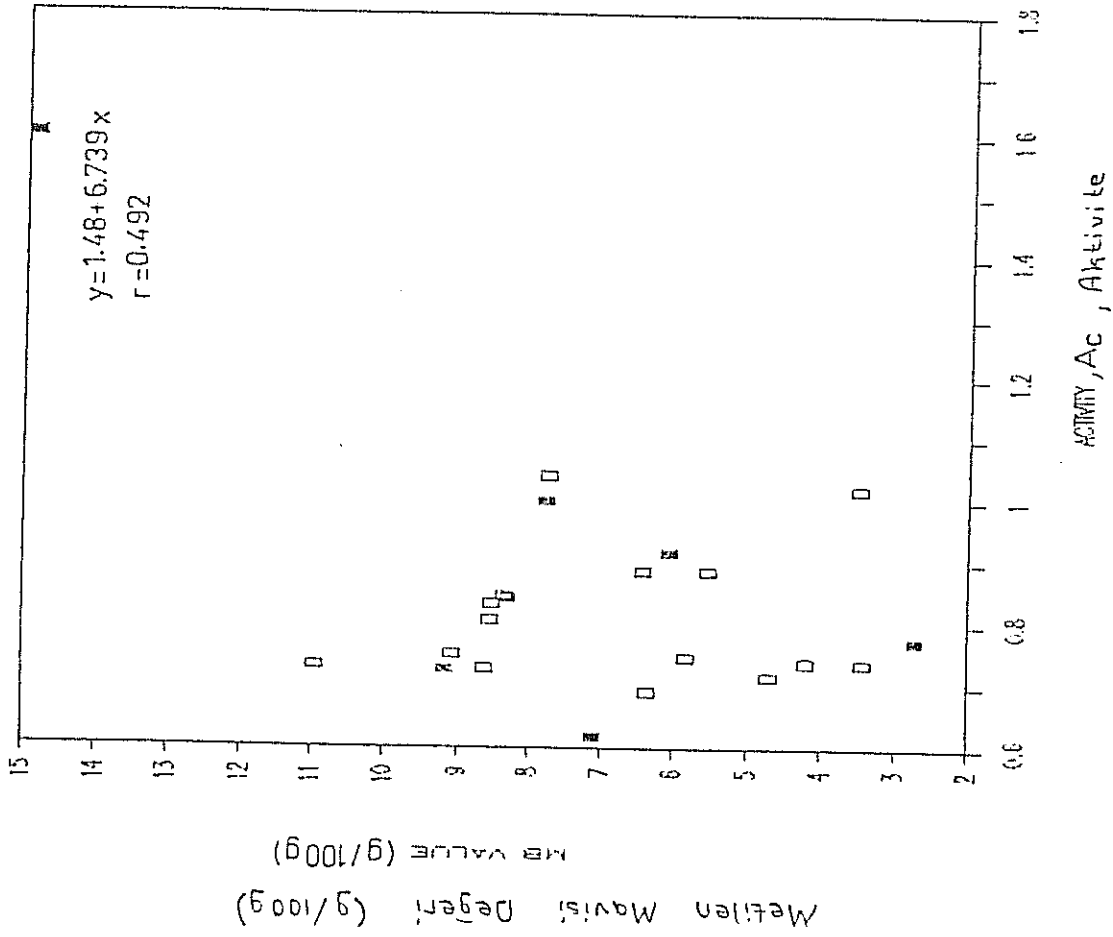
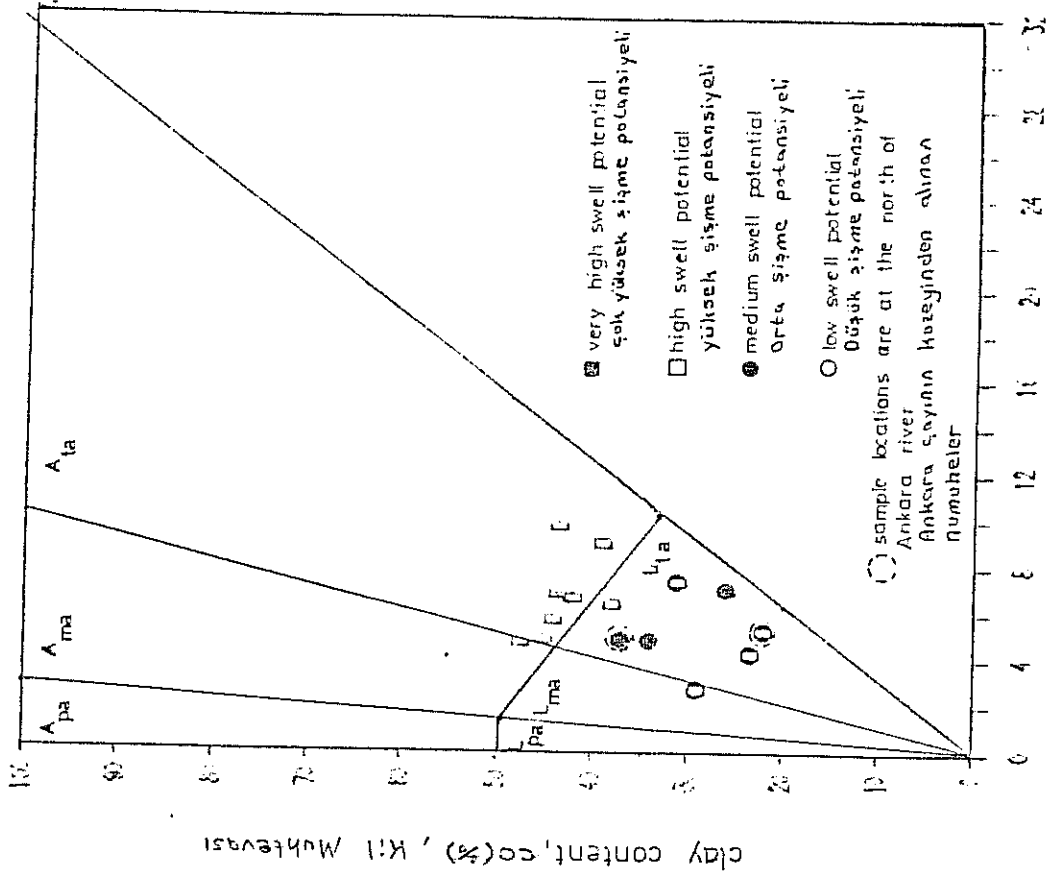
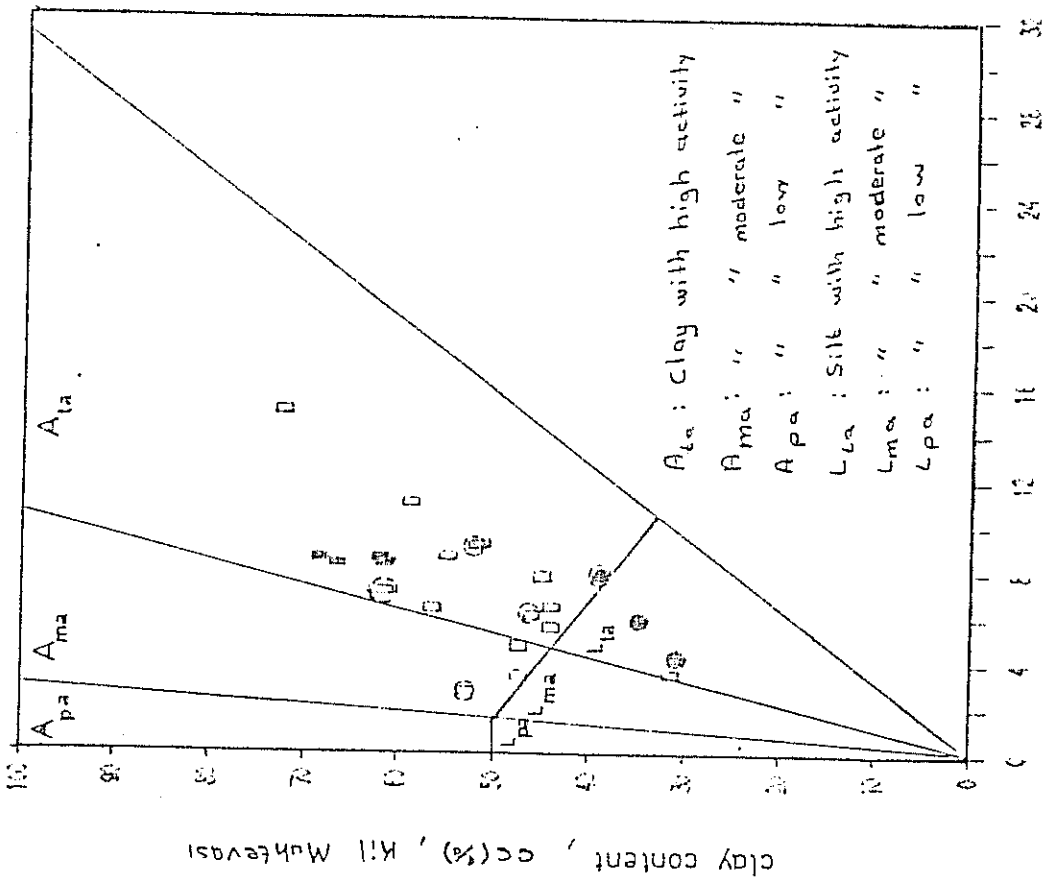
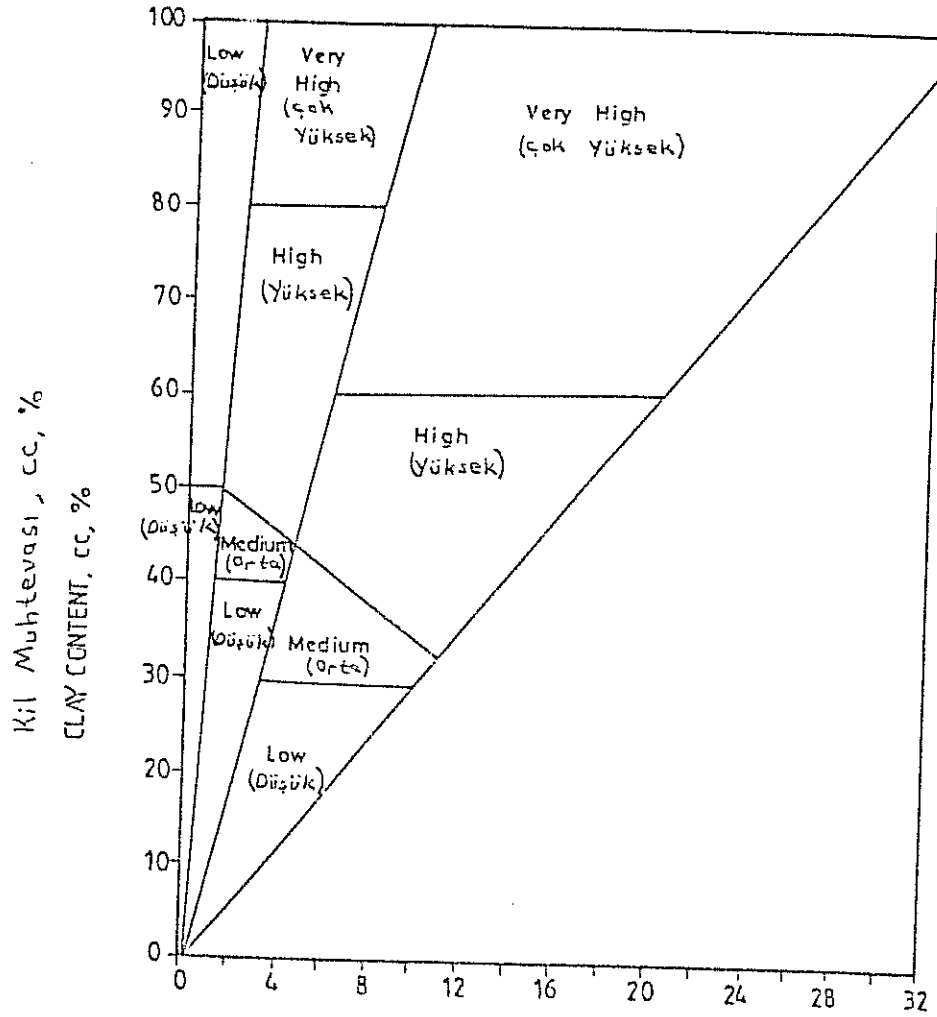


Fig. 3.9a. MBV vs AC Relationship
 Sekil 3.9.a. MBV - Ac İlişkisi







Methylene Blue Value (g/100g)

Melilen Mavisi Değeri (g/100g)

Fig. 3.11 - Swelling Potential Classification Chart
(Proposed by the Author)

Şekil 3.11. Şişme Potansiyeli Sınıflandırma Abağı

4. Tartışma

Seed ve diğerleri (10)'un verdiği şişme potansiyeli sınıflandırma metodu ile bu çalışmanın sonunda önerilen şişme potansiyeli sınıflandırma abağı arasındaki farklı sonuçlar aşağıda belirtilen nedenlerden ötürü olabilir.

a) Brindley and Thomson (16)'da da belirtildiği gibi Na-montmorillonit kilinde metilen mavisi maddesi kilin bütün yüzeyini (iç ve dış kaplayabilmekte, fakat Ca-montmorillonit kilinde ise tabakaların arası tam olarak açılmadığından metilen mavisi maddesi tabakaların arasına girememekte ve zeminin metilen mavisi değeri düşük çıkmaktadır.

b) Metilen Mavisi deneyi yapılmadan önce kil numunesinin saf su içinde bırakılması da deney sonuçlarını etkilemektedir (Beaulieu (17)). Bu çalışmadaki numuneler deneyden önce saf su içinde bırakılmadı (Deneyler AFNOR (14)'e göre yapıldı)

c) Hills ve Pettifer (18)'in belirttiğine göre zemin numunesinin en büyük parçacık çapı da Metilen Mavisi deneyi neticesini etkilemektedir. Bu çalışmadaki numuneler No.40 elekten elendikten sonra Metilen Mavisi deneyine tabi tutulmuşlardır.

d) Bu çalışmada Seed ve diğerleri (10)'nin şişme potansiyeli metodu temel olarak alınmıştır. Bilindiği üzere farklı şişme potansiyeli metodları aynı zemin numunesi için farklı şişme potansiyeli değerleri verebilmektedirler.

5. Sonuç ve Öneriler

Ankara kili numunelerinin şişme potansiyeli Alüvyon kiline nazaran daha fazladır.

Aynı zemin numunesi için farklı şişme potansiyeli sınıflandırma metodları farklı neticeler verebilir. Bunun için şişme potansiyeli sınıflandırma metodlarını bölgesel olarak yapmakta fayda vardır.

Metilen mavisi deneyini yapabilmek için zeminin numunesinin içindeki kil ebatındaki parçacıkları zeminin içindeki daha büyük parçacık boyundaki kısmından ayırmaya gerek yoktur.

Zeminin kil ebatındaki parçacık yüzdesini ve Metilen mavisi değerini bildiğimizde Şekil 3.11 'deki abağı kullanarak zeminin şişme potansiyelini tahmin edebiliriz.

Öneriler:

Şekil 3.11'de önerilen abak Alüvyon kili ve Ankara kili üzerinde yapılacak daha çok sayıda deneyler neticesinde daha da geliştirilebilir.

Bu tür bir çalışma rezidüel zeminlere de uygulanabilir.

6. Literatür Listesi

1. Schreiner, H.D., "State of the Art Review on Expansive Soils", Imperial College of Science and Technology, London, 113 pages, 1987.
2. Dhowian, A.W., Ruwaih, I.E., Youssef, A.F. and Erol, O., "Evaluation of Expansive Soils and Foundation Methodology in the Kingdom of Saudi Arabia", First Progress Report, Saudi Arabian National Center for Science and Technology, Contract No. AT-5-88, 253 pages, 1984.
3. Means, R.E., "Buildings on Expansive Clay", Quarterly of the Colorado School of Mines, Vol.54, No.4, Oct., pp.1-31, 1959.
4. Jones, D.E. and Holtz, W.G., "Expansive Soils-The Hidden Disaster", Civil Engineering, Vol.43, No.8, pp.49-51, 1973.
5. Holtz, W.G., "Expansive Clays-Properties and Problems", Quarterly of the Colorado School of Mines, Vol.54, No.4, Oct, pp.89-125, 1959.
6. Ordemir, İ., Soydemir, Ç., Birand, A., "Swelling Problems of Ankara Clays", 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Tokyo, Vol.1, pp.243-247, 1977.
7. Birand, A.A., "Presentation of a Case of Damage to an Airfield Pavement", METU Journal of Pure and Applied Sciences, Vol.9, No.1, pp.99-111, 1976.
8. Özmelek, A.İ., "An Investigation of the Concept of Equilibrium Moisture Distribution and the Effect of Climatic Factors on Subgrade Moisture Conditions", M.S. Thesis, METU Civil Engng. Dept., 197 pages, 1984.

9. Lambe, T.W., "The Character and Identification of Expansive Soils (Soil PVC Meter)", A Report Completed for the Technical Studies Program of the Federal Housing Administration, MIT, 46 pages, 1960.
10. Seed, H.B., Woodward, R.J. and Lundgren, R., "Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays", Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, Proc. of the ASCE, pp.53-87, 1962.
11. Birand, A., "Ankara Yöresi Zeminleri ve Jeoteknik Sorunlar", Yerbilimleri Açısından Ankara'nın Sorunları Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu, ss.55-60, 1978.
12. Kasapoğlu, K.E., "Ankara Kenti Zeminlerinin Jeomühendislik Özellikleri", Doçentlik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara, 1980.
13. Kiper, O.B., "Etimesgut-Batıkent Yöresindeki Üst Pliosen çökellerinin Jeomühendislik Özellikleri ve Konsolidasyonu", Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1983.
14. L'Association Française De Normalisation (AFNOR), Juillet 1980, "Essai Au Bleu De Methylene", p 18-592, Afnor 80181, Paris La Defence.
15. Magnan, J.P. and Yousseflan, G., "Essai au Bleu de Methylene et Classification Geotechnique des Sols", Bull. Liaison Labo., p. et. ch., 159, Janv.-Fevr., pp. 93-103, 1989.

16. Brindley, G.W. and Thompson, T.D., "Methylene Blue Adsorption by Montmorillonites. Determination of Surface Areas and Exchange Capacities with Different Initial Cation Saturations (Clay-Organic Studies XIX), Israel Journal of Chemistry, Vol.8, pp.409-415, 1970.
17. Beaulieu, J., "Identification Geotechnique de Materiaux Argileux Naturels Par La Mesure de Leur Surface au Moyen du Bleu de Methylene", These Pour Obtenir le Titre de Docteur 3e Cycle, L' Universite de Paris-Sud, Centre d' Orsay, 132 papiers, 1979.
18. Hills, J.F. and Pettifer, G.S., "The Clay Mineral Content of Various Rock Types Compared with the Methylene Blue Value", J. of Chemical Technology Biotechnol. Chem.-Tech., 35 A, pp. 168-180, 1985.