

ERZURUM YÖRESİNDE FARKLI ANA MATERYALLER ÜZERİNDE OLUŞMUŞ ÜÇ TOPRAK PROFİLİNİN KIVAM LİMİTLERİ VE ŞİŞME-BÜZÜLME KARAKTERİSTİKLERİ

Mustafa Y. CANBOLAT¹ Kenan BARİK¹ Müdahir ÖZGÜL¹

ÖZET: Bu araştırma, farklı ana materyaller üzerinde oluşmuş toprakların pedolojik özellikleri ile kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristiklerinin toprak profil derinliğindeki değişimini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

Çalışma, lakustrin kil, bazalt ve kireçli alüviyal ana materyal üzerinde oluşmuş üç profilin horizonlarından alınan toprak örnekleri üzerinde yürütülmüştür. Toprak örneklerinin pedolojik özelliklerden; tane büyüklük dağılımı, katyon değişim kapasitesi, organik madde ve CaCO₃ içeriği, mekaniksel özelliklerinden ise; kıvam limitleri, şişme ve büzülme karakteristikleri belirlenmiştir.

Sonuçta, ana materyali lakustrin kil olan profilin mekaniksel özellikleri profil derinliğinde bir artış göstermiştir. Ana materyali bazalt ve kireçli alüviyal olan profillerin C horizonunda tespit edilen mekaniksel özellikler diğer horizonların mekaniksel özelliklerinden daha düşük değerlere sahip olmuştur.

Toprak örneklerinin kıvam limitleri, şişme ve büzülme karakteristikleri ile pedolojik özelliklerden, kum, silt ve CaCO₃, içeriği arasında negatif, kil içeriği ve katyon değişim kapasitesi arasında da pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Pedolojik özellikler, kıvam limitleri, şişme-büzülme karakteristikleri

CONSISTENCY LIMITS AND SHRINK-SWELL CHARACTERISTICS OF THREE SOIL PROFILES FORMED FROM DIFFERENT PARENT MATERIALS AROUND ERZURUM

SUMMARY: This study was undertaken to investigate, profile depth, pedological properties, consistency limits and shrink-swell characteristics of soils formed from different parent materials.

Soil samples were taken from horizons of three soil profiles formed on different parent materials such as lacustrin clay, basalt and calcareous alluvial around Erzurum. Pedological properties such as particle size distribution, cation exchange capacity, organic matter and CaCO₃ content and mechanical characteristics such as consistency limits and shrink-swell characteristics of soils were determined.

In conclusion, mechanical properties of lacustrin clay parent material enhanced within profile depth. However, mechanical properties in horizon C of basalt and calcareous alluvial parent materials were lower than in those of other horizons.

Consistency limits and shrink-swell characteristics were positively correlated with clay content, organic matter and cation exchange capacity, but negatively correlated with sand, silt and CaCO₃ content.

Key words: Pedological properties, consistency limits, shrink-swell characteristics

GİRİŞ

¹ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.
Geliş Tarihi : 09.07.1999

Tarım ve mühendislik amaçlı olarak bir toprak profiline ait horizonların değerlendirilmesinde veya profil derinliğinde toprak özelliklerinin değişimini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda, kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristikleri gibi mekaniksel özelliklerden faydalanılabilir.

Toprak fiziksel özelliklerinin değişiminde etkili olan ve ıslanma kuruma süreci içinde ortaya çıkan kabuk oluşumu, çatlama, şişme-büzülme, sıkışma gibi olaylar toprağın mekaniksel özelliklerinin etkisi altındadır.

Toprakta bitki kök ve gövde gelişimini etkileyen mekaniksel davranışların bilinmesi, tarımsal yönetim uygulamalarında gerekli önlemlerin alınması bakımından önemlidir (Canbolat ve Öztaş, 1997). Şişme büzülme süreci içinde profil derinliğinde ortaya çıkan çatlama, bitki köklerinin zarar görmesine ve toprağın su ve hava dengesinin bozulmasına, nem kaybının artmasına, sulama suyunun etkinliğinin azalmasına ve toprağın strüktürel durumunun kötüleşmesine yol açabilir (Sönmez ve Öztaş, 1988). Toprağın şişme-büzülme potansiyelinin değerlendirilmesinde, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme kullanılabilir. Toprak nem içeriğindeki değişimlerin sebep olduğu şişme-büzülme veya toprak kütleindeki hacimsel değişim, toprakta mevcut kil mineralinin tipi ile yakın bir ilişki içerisindedir (Mbagwu ve Abeh, 1998).

Kuruma sonrasında bir çok tarla toprağının yüzeyinde büzülme sonucu ortaya çıkan çatlaklara rastlanılır. Montmorillonit gibi, genişleyebilen kil minerallerini içeren topraklar belli bir büzülme gösterirler. Kurak dönemlerde büzülme sonrası, toprak yüzeyinden başlayarak profil derinliğinde devam eden geniş ve derin çatlaklar toprakta hem nem kaybının artmasına ve hemde toprağın, aşırı derecede sertleşmesine neden olmaktadır (Olsen ve Haugen, 1998).

Toprakta büzülme üç aşamada değerlendirilir (Kim ve ark., 1992a; Olsen ve Haugen, 1998). "Normal büzülme" olarak isimlendirilen ilk aşamada, gözenek hacminde azalmaya eşdeğer olarak, doymun durumdaki toprağın su hacminde azalma meydana gelir. Bunu izleyen ve "fazla büzülme" olarak adlandırılan aşamada, su kaybı gözenek hacmindeki azalmayı geçer. "Sıfır büzülme" olarak adlandırılan son aşamada ise, toprak matriksi yoğun bir düzenlenmeye ulaşır ve bu aşamada, su kaybı, toprak hacminde herhangi bir değişime neden olmaz. Doğal strüktüre sahip topraklarda "Strüktürel büzülme" olarak adlandırılan bir aşamadan daha bahsedilebilir (Yule ve Richie, 1980). Bu aşamada, herhangi bir büzülme olmaksızın, su dolu makroporlarda bir su boşalımı söz konusudur. Ancak, çamurlaşmış topraklarda bu aşama meydana gelmez. Strüktürel büzülmenin meydana geldiği topraklarda, normal büzülmenin meydana geldiği topraklara göre daha az bir hacim değişimi söz konusudur. Strüktürel büzülme, su akışı için tercihli yol olabilen, büzülme çatlaklarının meydana gelmesini sağladığından ve bunun bir sonucu olarak su ve çözünebilir madde kaybına yol açmasından dolayı, hidroloji bilimi için çok büyük bir öneme sahiptir (Kim ve ark., 1992 b).

Sönmez (1981), çiftlik gübresinin toprakların yüzde büzülme, büzülme sınırı, büzülme oranı ve doğrusal uzama katsayısı değerleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, yüzde büzülme, büzülme oranı ve COLE-çubuk değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalmanın, büzülme sınırı değerinde ise bir artışın olduğunu saptamıştır.

Sönmez ve Öztaş (1988), Iğdır ovası yüzey topraklarının çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkileri incelemiş, toprakların kil içeriği ve katyon değişim kapasitesi ile likit limit, plastik limit, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme ve doğrusal

büzülme, değerleri arasında önemli pozitif, büzülme sınırı değerleri ile önemli negatif ilişkiler saptamışlardır.

De Jong ve ark.(1990),üç farklı horizontan (A, B ve C) aldıkları toprak örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada, kıvam limitleri üzerine kil içeriği etkisinin B ve C horizonunda (ortalama kil içeriği, %28) A horizonundan (ortalama kil içeriği, %22) daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Canbolat ve Öztaş (1997), toprağın kıvam limitleri ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve toprak strüktürüne en az zararlı, toprak işleme için en uygun nem aralığını saptamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada; kil içeriği, organik madde miktarı, kireç içeriği, katyon değişim kapasitesi ile likit limit ve plastik limit arasında önemli pozitif ve kum içeriği ile önemli negatif ilişkiler tespit etmişlerdir.

Canbolat ve ark. (1998), Erzurum-Daphan ovası topraklarının mekaniksel özellikleri ile pedolojik özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve toprağın mekaniksel özelliklerinin tarımsal yönden önemini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, ova topraklarının yüksek derecede şişme-büzülme zararına sahip olduğu, yüksek plastiklik gösterdiği, mekaniksel kuvvetlere ve suyun gevşetici-dispersleştirici etkisine karşı dirençli olduğunu saptamışlardır.

Bu araştırma, toprağın pedolojik özellikleri ile kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristiklerinin toprak profil derinliğindeki değişimini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Erzurum yöresinde lakustrin kil, bazalt ve kireçli alüvyial ana materyal üzerinde oluşmuş üç profilin horizonlarından alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. Lakustrin kil ana materyali üzerinde oluşmuş toprak profili (1 no'lu profil) Erzurum-Pasinler'de,

bazalt ana materyali üzerinde oluşmuş toprak profili (2 no'lu profil) Erzurum-Hamam Deresi mevkiinde ve kireçli alüvyial ana materyali üzerinde oluşmuş toprak profili (3 no'lu profil) de Erzurum-Daphan ovasında yer almaktadır. Yörede farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, 1 no'lu profilin örneklediği alan Kılıç (1982), tarafından alt grup düzeyinde "Entic Chromustert", 2 no'lu profilin örneklediği alan İnce (1976), tarafından büyük grup düzeyinde "Vermustoll" ve 3 no'lu profilin örneklediği alan ise, Akgül (1992), tarafından alt grup düzeyinde "Paleustolik Chromustert" olarak sınıflandırılmıştır.

Toprak örneklerinin pedolojik özelliklerinden tane büyüklük dağılımı, Bouyoucos hidrometre yöntemi ile (Demiralay, 1993); organik madde, Smith-Weldon yöntemi ile; kireç, CaCO₃ eşdeğeri olarak Scheibler kalsimetresi ile; katyon değişim kapasitesi, amonyum asetat yöntemi ile (Sağlam, 1994) tespit edilmiştir. Örneklerin likit limit, plastik limit ve büzülme limiti standart yöntemler kullanılarak (Head, 1984) ölçümlenmiştir. Plastiklik indeksi, likit limit ve plastik limit arasındaki farktan; hacimsel büzülme, başlangıç nem içeriğindeki toprak hacmi ile kuru toprak hacmi arasındaki farkın, kuru toprak hacmine oranlanması ile; doğrusal büzülme, hacimsel büzülmeden; kil minerallerinin aktivite sayısı, plastiklik indeksin kil yüzdesine oranlanması ile (Munsuz, 1985) hesaplanmıştır. Şişme potansiyeli (ŞP) Mbagwu ve Abeh (1998) tarafından verilen aşağıdaki eşitlik kullanılarak tahmin edilmiştir.

$$\text{ŞP (\%)} = (3.6 \times 10^{-5}) A^{2.44} C^{3.44}$$

Burada, A, aktivite sayısı ve C, kil yüzdesidir.

Toprak örneklerinin pedolojik ve mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde, korelasyon ve regresyon analizleri uygulanmıştır (Dowdy ve Weardin, 1983).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Toprakların Pedolojik Özellikleri

Araştırma konusu toprakların değerlendirmeye alınan pedolojik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toprak Örneklerinin Bazı Pedolojik Özellikleri

Tablo 1. Some Pedological Properties of Soil Studied.

Profil Profile No	Derinlik Depth cm	Horizon	S %	Si %	C %	OM %	KDK cmol/kg	CaCO ₃ %
1	0-20	A _p	10	21	69	1.21	54.34	8.77
	20-30	A ₁₂	8	20	72	1.07	58.00	9.37
	30-70	A ₁₃	6	18	76	0.82	60.83	9.78
	70-100	Ck	4	18	78	0.51	63.07	11.11
	100+	C	1	18	81	0.12	67.91	3.21
2	0-20	A _p	16	27	57	1.14	48.25	1.03
	20-40	A ₁₂	15	27	58	1.11	50.55	0.62
	40-80	B	15	25	60	0.84	51.33	1.74
	80-110	Bk	17	27	56	0.49	45.10	15.90
	110+	C	43	39	18	0.01	14.65	2.77
3	0-50	A _p	12	24	64	2.16	55.00	0.28
	50-95	A ₁₂	12	23	65	1.27	51.46	0.14
	95+	Ck	42	21	36	0.53	20.00	56.71

S: Kum (Sand), Si: Silt, C:Kil (Clay), OM: organik madde (organic matter), KDK: katyon değişim kapasitesi (cation exchange capacity)

Tablo 1'den görüleceği gibi, toprak örneklerinin büyük bir kısmı ince tekstürlüdür. Açılan profillerden 1 no'lu profil hariç 2 ve 3 no'lu profillerin C horizonunda tespit edilen kum içeriği diğer horizonların kum içeriğinden daha yüksek bulunmuştur. Kum içeriğinin profil derinliğinde artış göstermesinin nedeni, üst horizonlarda ayrışma ve parçalanmanın daha uzun süreli ve daha hızlı olmasına bağlanabilir.

Araştırma konusu toprakların, en yüksek kil içeriği, 1 no'lu profilin C horizonunda (%81) en düşük kil içeriği de 2 no'lu profilin C horizonunda (%18) tespit edilmiştir. Kil içeriği 1 no'lu profilde ana materyale doğru bir artış, 2 ve 3 no'lu profillerde ise bir azalma göstermiştir.

Toprak örneklerinin organik madde içeriği profil derinliğinde bir azalma göstermiştir (Tablo 1). Toprak örneklerinde, en yüksek organik madde içeriği, 3 no'lu profilin A_p horizonunda (%2.16), en düşük organik madde içeriği de 2 no'lu profilin C horizonunda (%0.01) tespit edilmiştir.

Araştırma konusu toprakların kireç içeriği değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Topraklara ilişkin en yüksek kireç içeriği değeri, 3 no'lu profilin C horizonunda (%56.71) en düşük kireç içeriği değeri de aynı profilin A₁₂ horizonunda (%0.14) tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin kireç içeriği, 1 ve 2 no'lu profillerin ilk üç horizonu için yaklaşık eşit değerlerde olup, 1 no'lu profilin Ck ve 2 no'lu profilin de Bk

horizonunda bir artış, C horizonlarında ise bir azalma göstermiştir. Üç no'lu profilde ise, ilk iki horizontdaki kireç içeriğinin, C horizonundan oldukça düşük olduğu saptanmıştır.

Araştırma konusu toprak örneklerinin katyon değişim kapasitesi değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den görüleceği gibi en yüksek katyon değişim kapasitesi 1 no'lu profilin C horizonunda en düşük katyon değişim kapasitesi ise 2 no'lu profilin C horizonunda tespit edilmiştir.

Toprakların Mekaniksel Özellikleri Likit Limit, Plastik Limit ve Plastiklik İndeksi

Toprak örneklerinin likit limit değerlerinin, %30.56-%94,00 plastik limit değerleri, %19.50-%40.70 ve plastiklik indeksi değerleri de, %11.06-%56.04 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2.).

Tablo 2. Toprak Örneklerinin Bazı Mekaniksel Özellikleri
Table 2. Some Mechanical Properties of Soil Studied

Profil Profile no	Derinlik Depth cm	Horizon	LL %	PL %	Pİ %	HB %	DB %	A	ŞP %
1	0-20	A _p	77.40	39.77	37.62	85,37	0,19	0.54	17,36
	20-30	A ₁₂	87.95	40.26	47.69	122,53	0,23	0.66	32,28
	30-70	A ₁₃	88.17	38.25	49.92	134,15	0,25	0.66	38,10
	70-100	C _k	92.49	40.70	51.78	146,53	0,26	0.66	42,77
	100+	C	94.00	37.96	56.03	169,45	0,28	0.69	53,84
2	0-20	A _p	65.57	37.69	27.88	56,07	0,14	0.49	6,90
	20-40	A ₁₂	72.30	36.15	36.15	73,49	0,17	0.62	13,23
	40-80	B	71.57	36.98	34.59	71,10	0,16	0.58	12,29
	80-110	B _k	65.58	34.54	31.04	59,84	0,14	0.55	8,81
	110+	C	30.56	19.50	11.06	17,20	0,05	0.61	0,23
3	0-50	A _p	74.27	31.79	42.47	91,51	0,19	0.66	21,64
	50-95	A ₁₂	77.63	38.48	39.15	86,82	0,19	0.60	18,01
	95+	C _k	38.00	24.60	13.40	23,66	0,07	0.37	0,73

LL: Likit limit; PL: Plastik limit; Pİ: Plastiklik indeksi; HB: Hacimsel büzülme; DB: Doğrusal büzülme; A: Aktivite; ŞP: Şişme potansiyeli.

En yüksek likit limit ve plastiklik indeksi değerleri, en fazla kil içeren (%81) 1 no'lu profilin C horizonunda, en düşük likit limit ve plastiklik indeksi değerleri ise en az kil içeren 2 no'lu profilin C horizonunda saptanmıştır. En yüksek plastik limit değeri % 78 kil içeren 1 no'lu profilin C_k horizonunda, en düşük likit

limit değeri ise en az kil içeren 2 no'lu profilin C horizonunda tespit edilmiştir. Kil içeriğinin düşük olduğu 2 ve 3 no'lu profillerin C horizonunda likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi değerleri diğer horizonlarda tespit edilmiş olan değerlerden daha düşük bulunmuştur. Likit limit değerleri esas alınarak

yapılan plastiklik derecesi sınıflamasına göre (Mitchell, 1976), 1, 2 ve 3 no'lu profillerin örneklenen horizonlarından, 2. ve 3. no'lu profillerin C horizonu hariç, tümü "yüksek derecede plastik", 2. ve 3. no'lu profillerin C horizonlarının ise "orta derecede plastik" olduğu belirlenmiştir. Sönmez ve Öztaş (1988), likit limit değerlerinin, kil mineralojisinden daha çok, kil içeriğine bağlı olduğunu kaydetmişlerdir. Farklı araştırmacılar tarafından ifade edildiği gibi, kil, toprakların plastikliğine en büyük katkıyı yapan bir fraksiyon olup, kil minerali tipine göre bu etkinin derecesi değişebilmektedir (Mitchell, 1976, De Jong ve ark.,1990; Mbagwu ve Abeh, 1998). Plastiklik indeksi değerleri esas alınarak yapılan şişme derecesi sınıflamasına göre (Mbagwu ve Abeh, 1998), 1 no'lu profilin tüm horizonları, "yüksek" şişme derecesi sınıfında olduğu, 2 no'lu profilin Ap horizonunun "orta", A₁₂, B ve Bk horizonlarının "yüksek" ve C horizonunun ise

"düşük" şişme derecesine sahip olduğu, 3 no'lu profilin Ap ve A₁₂ horizonlarının şişme derecesinin "yüksek", C horizonunun şişme derecesinin ise "düşük" olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi değeri ile ölçümlenen pedolojik özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Tablo 3'de verilmiştir.

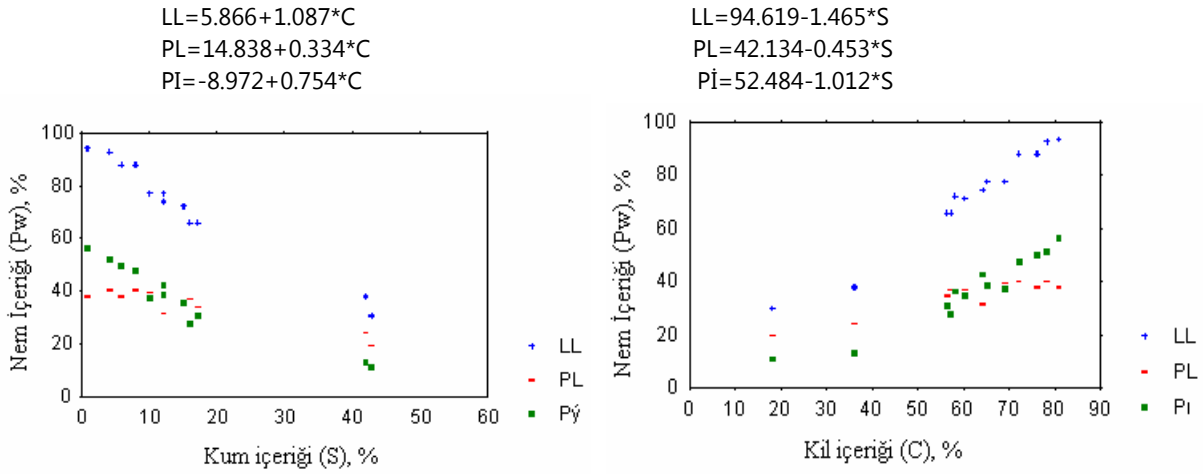
Toprak örneklerinin likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi değerleri toprağın pedolojik özelliklerinden kum, silt ve kireç içeriği ile önemli negatif (P<0.01), kil içeriği ve katyon değişim kapasitesi ile önemli pozitif (P<0.01) ilişkiler ortaya koymuştur. Likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi ile en yüksek pozitif ilişkiyi kil içeriği, en yüksek negatif ilişkiyi ise kum içeriği göstermiştir (Şekil 1.).

Tablo 3. Toprak Örneklerinin Mekaniksel ve Pedolojik Özellikleri Arasındaki İlişkilere ait Korelasyon Katsayıları

Table 3. Correlation Coefficients for Relationships Between Mechanical and Pedologic Properties of Soil Studied

Bağımsız değişkenler Independent variables	Bağımlı değişkenler Dependent variables						
	LL	PL	Pİ	HB	DB	A	ŞP
S	-0,985**	-0,921**	-0,955**	-0,989**	-0,946**	-0,640**	-0,982**
Sİ	-0,752**	-0,683*	-0,739**	-0,753**	-0,763**	-0,150	-0,721**
C	0,986**	0,915**	0,959**	0,988**	0,960**	0,536*	0,841**
OM	0,258	0,314	0,216	0,024	0,161	0,068	-0,078
KDK	0,963**	0,876**	0,945**	0,886**	0,938**	0,616*	0,816**
CaCO ₃	-0,428	-0,393	-0,418	-0,320	-0,382	-0,704**	-0,260

** : P<0.01 * : P<0.05



Şekil 1. Likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi değerlerine karşılık gelen nem içeriği değerleri ile kil ve kum içeriği arasındaki ilişkiler.

Figure 1. Relationships between consistency limits and clay content of soils.

Aktivite Sayısı

Toprak örneklerinin aktivite sayısı değeri, 0.37-0.69 arasında olup, en yüksek aktivite sayısı değeri, en fazla kil içeren 1 no'lu profilin C horizonunda, en düşük aktivite sayısı değeri ise en fazla kireç (%56.71) içeren 3 no'lu profilin C horizonunda saptanmıştır (Tablo 2.). Örneklenen 1 no'lu profilin, Ap horizonundan C horizonuna doğru aktivite sayısı değerinde bir artış belirlenmiştir. Profil 2'nin yüzeyinden ana materyale kadar olan horizonlarında, aktivite sayısı yüzey horizonunda en düşük değere sahip olurken, diğer horizonlarda belirgin bir değişim göstermemiştir. Profil 3'ün, yüzey horizonundan ana materyale doğru aktivite sayısı değerinde bir azalma saptanmıştır.

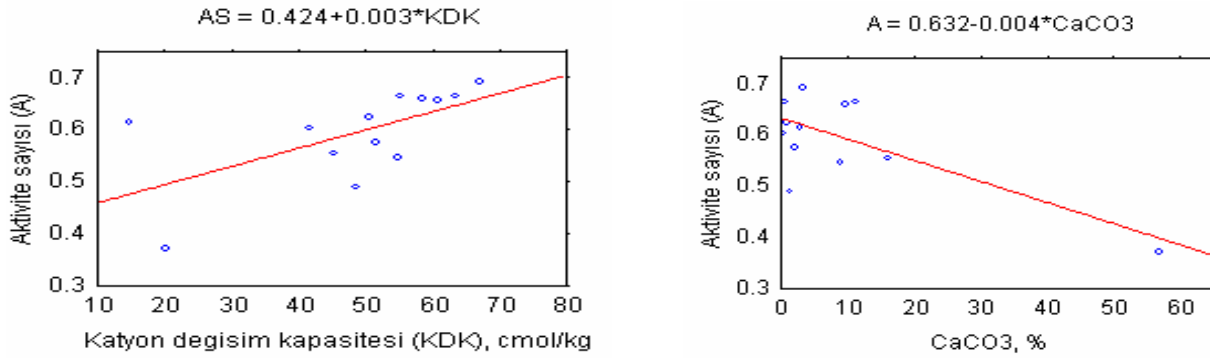
Aktivite sayısı değeri esas alınarak, topraktaki hakim kil minerali hakkında genel bir değerlendirme yapılabilir. Munsuz (1985), tarafından verilen sınıflandırmaya göre, aktivite sayısı değeri, montmorillonit için 1-7.5, illit için 0.90 ve kaolinit için de 0.46 olarak

kaydedilmiştir. Buna göre, genel olarak, toprak örneklerinde belirlenen aktivite sayısı değerleri esas alındığında örneklenen profillerde başat kil tipinin illit olduğu ifade edilebilir. Ancak aktivite sayısı değerleri esas alınarak yapılan kil tipi teşhislerinin doğruluğunun güvenilir teşhis yöntemleri ile kontrol edilmesi gerekir. Şimşek (1972), Erzurum civarında, normal rölyef üzerinde oluşan topraklarda, tabakalı silikat minerali olarak, montmorillonitin başat olduğunu ifade etmiştir. Aynı araştırmacı, toprakların orijinal veya tüm kil fraksiyonlarının mineralojik bileşimi söz konusu edildiğinde, mineralojik bileşimin, bölge içinde oldukça değişken olduğunu, farklı ana materyallerden oluşmuş toprakların kil fraksiyonlarında, mevcut minerallerin, çeşit ve miktarlarının geniş ölçüde toprağın yaşına ve ana materyalin çeşidine bağlı olduğunu kaydetmiştir. Erzurum yöresinde yapılan başka bir çalışmada da, toprakların montmorillonit ve illit karışımı kil minerallerine sahip olduğu ve bu karışım içinde

montmorillonitin başat kil minerali olarak yer aldığı ifade edilmiştir (Sağlam, 1974).

Araştırmada aktivite sayısı değeri ile ölçümlenen pedolojik özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Tablo 3.'de verilmiştir. Kum ve kireç içeriği ile aktivite sayısı değeri arasında önemli negatif ($P < 0.01$) ilişkiler

tespit edilmiştir. Aktivite sayısı değeri ile kil içeriği arasında %5 ve aktivite sayısı değeri ile kation değişim kapasitesi arasında da %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. En yüksek negatif ilişki ($r = -0.704$), kireç içeriği ile, en yüksek pozitif ilişki ($r = 0.616$) ise kation değişim kapasitesi ile saptanmıştır (Şekil 2.).



Şekil 2. Aktivite sayısı ile kation değişim kapasitesi ve CaCO₃ içeriği arasındaki ilişkiler

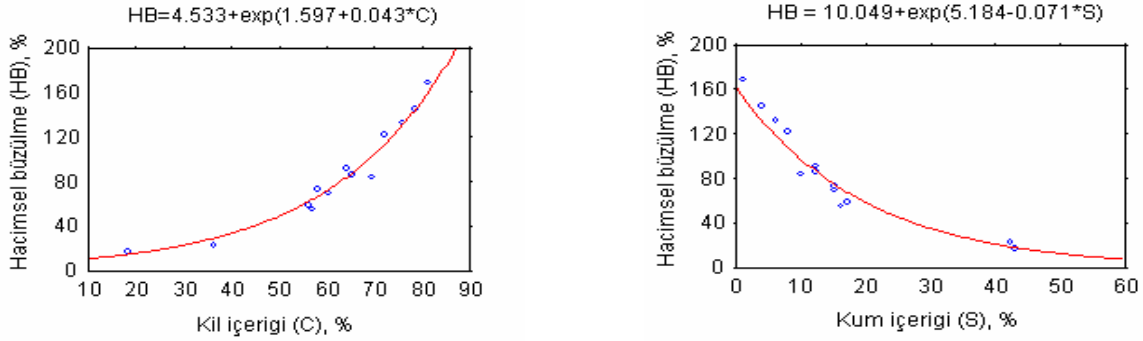
Figure 2. Relationships between activite number and cation exchange capacity and CaCO₃ content of Soils.

Hacimsel ve Doğrusal Büzülme

Toprak örneklerinin hacimsel büzülme değerlerinin %17.20-%169.45, doğrusal büzülme değerlerinin de %0.05-%0.28 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2.). En yüksek hacimsel ve doğrusal büzülme değeri en fazla kil içeren 1 no'lu profilin C horizonunda, en düşük hacimsel ve doğrusal büzülme değeri ise, en az kil içeren 3 no'lu profilin C horizonunda saptanmıştır. Hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme değerleri dikkate alındığında, Schafer ve Singer (1976), tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, genel olarak toprak örnekleri potansiyel olarak çok yüksek şişme ve büzülme zararına sahip bulunmaktadır. Ancak aynı sınıflamaya göre, 2 no'lu profilin C horizonunun "orta", 3 no'lu profilin C horizonunun ise "yüksek" şişme

büzülme zararı gösterebilecekleri ifade edilebilir.

Araştırmada hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme değerleri ile ölçümlenen pedolojik özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Tablo 3.'de verilmiştir. Hacimsel ve doğrusal büzülme değerleri ile kum, silt ve kireç içeriği arasında önemli negatif ($P < 0.01$), kil, ve kation değişim kapasitesi arasında da önemli pozitif ilişkiler ($P < 0.01$) tespit edilmiştir. Hacimsel büzülmenin, kum ve kil içeriğine bağlı olarak değişimi eksponansiyel bir fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Hacimsel ve doğrusal büzülme değerleri için en yüksek negatif ilişki (sırası ile $r = -0.989$ ve $r = -0.946$) kum içeriği ile, en yüksek pozitif ilişki ($r = 0.988$ ve $r = 0.960$) ise kil içeriği ile saptanmıştır. (Şekil 3.)



Şekil 3. Hacimsel büzülme ile kil ve kum içeriği arasındaki ilişkiler

Figure 3. Relationships between volumetric shrinkage and clay and sand contents of soils.

Şişme Potansiyeli

Toprak örneklerinin şişme potansiyeli değerlerinin %0.23-%53.84 arasında olduğu, en yüksek şişme potansiyeli değerinin en fazla kil içeren 1 no'lu profilin C horizonunda, en düşük şişme potansiyeli değeri ise en az kil içeren 3 no'lu profilin C horizonunda mevcut olduğu saptanmıştır (Tablo 2.).

Şişme potansiyeli değerleri, Mbagwu ve. Abeh (1998) tarafından verilen sınıflandırma esas alındığında, 1 no'lu profilin Ap horizonu "yüksek" A₁₂, A₁₃, Ck ve C horizonları "çok yüksek", 2 no'lu profilin Ap, A₁₂, B ve Bk horizonları "yüksek" ve C horizonu "düşük", 3 no'lu profilin Ap ve A₁₂ horizonları "yüksek", Ck horizonu ise "düşük" sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

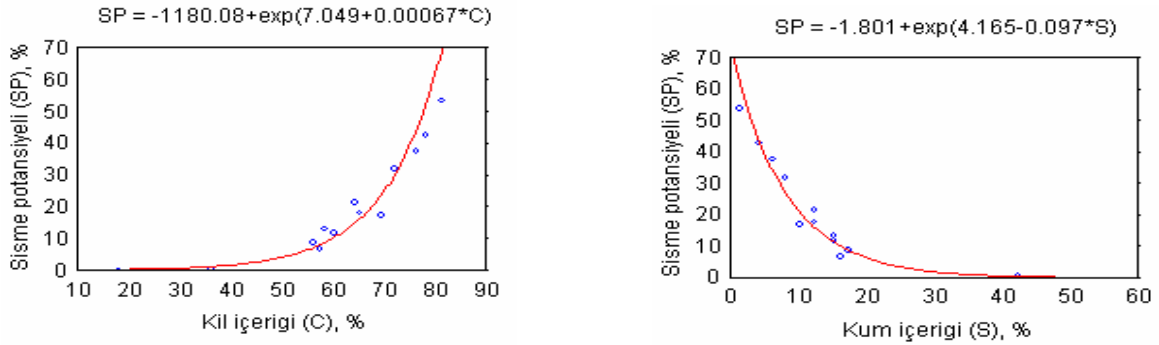
Araştırmada, şişme potansiyeli ile ölçümlenen pedolojik özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Tablo 3'de verilmiştir. Şişme potansiyeli ile kum ve silt içeriği arasında önemli (P<0.01) negatif ilişkiler saptanmıştır. Şişme potansiyeli ile kil ve katyon değişim kapasitesi arasında da önemli (P<0.01) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Şişme potansiyelinin, kum ve kil içeriğine bağlı olarak

değişimi eksponansiyel bir fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Buna göre, şişme potansiyeli için en yüksek negatif ilişki kum içeriği ile (r=-0.982), en yüksek pozitif ilişki ise kil içeriği ile (r=0.841) saptanmıştır. (Şekil 4.).

Sonuçta, ana materyali lakustrin kil olan profilin mekaniksel özellikleri profil derinliğinde bir artış göstermiştir. Ana materyali bazalt ve kireçli aluviyal olan profillerin C horizonunda tespit edilen mekaniksel özellikler diğer horizonların mekaniksel özelliklerinden daha düşük değerlere sahip olmuştur.

Genel olarak, lakustrin kil ana materyali üzerinde oluşan profilin tespit edilen mekaniksel özelliklerinin, bazalt ana materyal üzerinde oluşan profilin mekaniksel özelliklerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu, kireçli aluviyal ana materyal üzerinde oluşan profilin tespit edilen mekaniksel özelliklerinin ise, söz konusu iki profil değerleri arasında yer aldığı tespit edilmiştir.

Toprak örneklerinin kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristikleri ile pedolojik özelliklerden, kum, silt ve kireç içeriği arasında negatif, kil içeriği ve katyon değişim kapasitesi arasında da pozitif ilişkiler saptanmıştır.



Şekil 4. Şişme potansiyeli ile kil ve kum içeriği arasındaki ilişkiler

Figure 4. Relationships between swell potential and clay and sand contents of Soils.

KAYNAKLAR

- Akgül, M., 1992. Daphan Ovası Topraklarının Sınıflandırılması ve Haritalanması. Atatürk Üni. Fen Bilim. Enst. (Doktora Tezi), Erzurum.
- Canbolat, M.Y., T. Öztaş, M. Akgül, K. Barik, 1998. Erzurum Daphan Ovası Topraklarının Mekaniksel Özellikleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Erzurum.
- Canbolat, M.Y., T. Öztaş, 1997. Toprağın Kıvam Limitleri Üzerine Etki Eden Bazı Faktörler ve Kıvam Limitlerinin Tarımsal Yönden Değerlendirilmesi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi. 28 (1): 120-129.
- De Jong, E., D.F. Acton, H. B. Ststonehouse, 1990. Estimating the Atterberg Limits of Southern Saskatchewan Soils From Texture and Carbon Contents. Can. J. Soil Sci., 70: 543- 554.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yayınları No, 143.
- Dowdy, S., Weardin, S., 1983, Statistics for Research. John Wiley and Sons Inc. New York, USA.
- Head, K.H.,1984. Manual of Soil Laboratory Testing. Volum1: Soil Classification and Compaction Tests. ISBN, 0-7273-1302-9.
- İnce, F. 1976. Urfa, Diyarbakır, Erzurum ve Rize Bölgelerinde Kireç Taşı ve Bazalt Ana Kayalardan oluşan Toprakların Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üni. Yayınları No: 436, Ziraat Fak. Yayınları No: 203, Araştırma Serisi No: 129. Erzurum.
- Kılıç, M. 1982. Erzurum-Hasankale Yöresinde Bazı Genç Alluvial ve Bazaltik Materyaller ile Volkan Tüfleri Üzerinde Gelişen Toprakların Oluşumu ve Sınıflandırılması. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü (Doçentlik Tezi). Erzurum.
- Kim, D.J., H. Vereecken, J. Feyen, D. Boelss, J.J.B. Bronswijk, 1992a. On the Characterization of the Unripe Marine Clay Soil in Relation to Physical Ripening. Soil Sci. 153: 471-481.
- Kim, D.J., H. Vereecken, J. Feyen. 1992b. Comparison of Multidisciplinary Approaches and Unification of Concepts on the Movement of Water and Soil in Deformable Porous Media. Soil Sci. 156: 141-149.
- Mbagwu, J.S.C., O.G. Abek, 1998. Prediction of Engineering Properties of Tropical Soils Using Intrinsic Pedological Parameters. Soil Sci., 163(2): 93-102.
- Mithcell, J.K.,1976. Fundamentals of Soil Behavior. ISBN, 0-471-61168-9 John Willey and Sons Inc.,New York.
- Munsuz, N., 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayınları, 922. Ders Kitabı, 260,s, 248.
- Olsen, P.A., L.E. Haugen, 1998. A New Model of the Shrinkage Characteristic Applied to Some Norwegian Soils. Geoderma, 83: 67-81.
- Sağlam, M.T., 1974. Erzurum, Hasankale ve Erzincan Ovası Topraklarında Amonyum Fiksasyonu, Amonyum Fiksasyonu İle Potasyum Arasındaki Bazı İlişkiler, Mineralize Olan Nitrojen ve Nitrojen Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Toprak B. (Doçentlik Tezi), Erzurum.
- Sağlam, M.T., 1994, Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üni. Ziraat Fak. Yayınları No: 189, s. 167. Tekirdağ.
- Schafer ,W.M.and Singer,M.J., 1976,A New Method of Measuring Shrinkswell Potential Using Soil Pastes. Soil Sci. Soc. Amer. J.,40:805-806.

Sönmez, K., 1981. Ahır Gübresinin Killi Toprağın Büzülme Özelliği Üzerine Etkisi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 12(2-3): 31-37.

Sönmez, K., T. Öztaş, 1988. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Mekaniksel Özellikleri Mekaniksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 19 (1-4): 145-153.

Şimşek, G., 1972. Erzurum ve Elazığ Civarında, Benzer Topografik Şartlar Altında, Farklı Ana Materyallerden Oluşmuş Bazı Toprakların Kil Mineralleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü (Doçentlik Tezi). Erzurum.

Yule, D.F., J.T. Richie, 1980. Soil Shrinkage Relationships of Texas Vertisols: I. Small Cores. Soil Sci. Soc. Amer. J. 44 : 1285-1291.