

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ KURUPELİT KAMPÜS TOPRAKLARININ BAZI MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİ VE İŞLENEBİLİRLİKLERİ

Coşkun GÜLSER Feride CANDEMİR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 55139-SAMSUN

Geliş Tarihi: 20.02.2006

ÖZET:Bu çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs alanında yer alan toprak serilerinin Atterberg limitleri, hacimsel büzülme, doğrusal büzülme, doğrusal uzama katsayıları (COLE) ve kıvam indeksleri (Ic) gibi mekaniksel özellikleri belirlenmiş, bu özellikler dikkate alınarak toprakların işlenebilirlikleri değerlendirilmiştir. En yüksek likit limit (LL, %88.67) ve plastik limit (PL, %42.28) değerleri Oyumca serisinde, en düşük LL (%57.55) ve PL (%30.11) değerleri ise Aksu serisi topraklarında belirlenmiştir. LL ve plastiklik indeksi (Pİ) değerlerine göre bütün topraklar fazla plastik inorganik killer grubunda sınıflandırılmıştır. İncesu ve Kurupelit serilerindeki topraklar smektit grubu kil mineralince daha zengin olmaları nedeniyle diğer serilerdeki topraklara göre daha yüksek büzülme limiti ve hacimsel büzülme değerleri göstermişlerdir. COLE değerlerine göre İncesu, Oyumca ve Kurupelit Serilerindeki topraklar çok yüksek, Müzmüllü ve Aksu Serilerindeki topraklar ise yüksek şişme-büzülme potansiyeline sahiptirler. Toprakların Pİ değerleri %27.44 ile %47.22 arasında değişmiş ve Aksu < Kurupelit < Müzmüllü < Oyumca < İncesu sıralamasıyla artmıştır. Geniş Pİ değerlerine sahip İncesu ve Oyumca serilerindeki topraklar çok ıslakken işlendiklerinde balçıklaşma tehlikesi daha fazladır. OMÜ Kurupelit kampüsünde yer alan toprak serilerinde en uygun toprak işleme için maksimum nem içeriği, kıvam indeksinin yaklaşık 1.0'e eşit olmasını sağlayan tarla kapasitesindeki nem değerleri veya PL'in %90'ındaki nem değerleri olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atterberg limitleri, COLE, kıvam indeksi, toprak işlenebilirliği

SOME MECHANICAL PROPERTIES AND WORKABILITY OF ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY KURUPELİT CAMPUS SOILS

ABSTRACT: In this study, Atterberg limits and some mechanical properties such as volumetric change, lineal shrinkage, coefficient of lineal extensibility (COLE) and consistency indexes of Soil Series in Ondokuz Mayıs University Kurupelit Campus were determined and according to these properties, workability of soils was evaluated. While the highest liquid limit (LL, 88.67%) and plastic limit (PL, 42.28%) values were determined in Oyumca series soils, the lowest LL (57.55%) and PL (30.11%) values were in Aksu series soils. According to LL and plasticity index values, all soils were classified within high plastic inorganic clays group. Soils in İncesu and Kurupelit series showed higher shrinkage limit and volumetric change compared with the other soil series because of having higher smectit clay minerals. According to COLE values, soils in İncesu, Oyumca and Kurupelit series have very high shrink-swell potential, soils in Müzmüllü and Aksu series have high shrink-swell potential. PI values in the soil series increased as follows: Aksu < Kurupelit < Müzmüllü < Oyumca < İncesu, and varied between 27.44% and 47.22%. Soils in İncesu and Oyumca series, having large PI values, have a risk of being muddy when they were cultivated too wet. Maximum soil water content for optimum tillage of Soil Series in Ondokuz Mayıs University Kurupelit Campus was determined as the moisture content in field capacity which provides a consistency index about 1.0 or 90 % of the water content at the PL.

Keywords: Atterberg limits, COLE, consistency index, soil workability

1. GİRİŞ

Bir toprağın kıvam düzeyi sahip olduğu nem miktarıyla ilişkilidir ve genelde toprak ıslakken akışkan, nemliyen yapışkan ve kuru olduğunda katı durumdadır. Farklı topraklar değişik nem içeriklerinde farklı kıvam düzeylerine sahiptirler. Toprakların kıvam-nem ilişkileri 1911 yılında toprak fizikçisi Atterberg tarafından geliştirilen ve toprakların gravimetrik nem içeriklerini esas alan bir metotla ifade edilmiştir. Toprakların sahip oldukları nem miktarına göre buldukları kıvam durumunu ifade eden likit limit, plastik limit ve büzülme limitleri, Atterberg limitleri olarak adlandırılmıştır. Kuru bir toprağa su ilave edildiğinde yapışkanlık göstermeye başladığı andaki nem içeriği plastik limit, su içeriğinin daha da artırılmasıyla toprağın akmaya başladığı andaki nem içeriği ise likit limitdir. Likit limit ile plastik limit arasındaki sayısal fark ise plastiklik indeksi olarak adlandırılır (Baumgarti, 2002).

Atterberg limitleri genelde mühendislik amaçlı olarak daha çok yerleşime açılan arazilerde toprakların şişme büzülme gibi mekaniksel özelliklerini

belirlemede kullanılır (Thomas ve ark., 2000). Topraklar değişik nem düzeylerinde işlendiklerinde tarım alet ve makinelerine karşı farklı direnç gösterebilmekte, strüktürlerinde değişimler meydana gelebilmekte veya sıkışmaları sonucu taban taşı oluşturmaktadır. Bu nedenle, tarımsal açıdan Atterberg limitleri toprakların sahip oldukları nem miktarıyla işlenebilirlikleri arasındaki ilişkileri ortaya koyması bakımından önemlidir. Toprakların işlenebilirlik durumlarının plastik limitle ilişkili olması arazi şartlarında toprak kıvamının gözlenebilmesi açısından önemlidir (Smedema, 1993; Dexter ve Bird, 2001). Tarım toprakları çok yüksek nemde işlendiklerinde balçıklaşmaya veya çok düşük nem koşullarında işlendiğinde ise toz veya kesek oluşumuna neden olunabilmektedir (Mueller ve ark., 2003). Toprak işlemenin genelde uygun tohum yatağı hazırlanması veya bitki gelişimi için yapıldığı düşünülürse her iki durumda da istenilmeyen toprak yapısı oluşur. Bir toprağın strüktürünü bozmadan, koruyarak işlenmesine olanak sağlayacak maksimum nem düzeyinin bilinmesi büyük öneme sahiptir.

Toprakların işlenmeye karşı dirençleri sıkışabilirlikleriyle tanımlanabilir. Sıkışabilirlikleri ise Atterberg limitleriyle yakından ilişkilidir (McBride ve Bober, 1989). Toprakların dirençleri büyük ölçüde sahip oldukları kapillar suyun enerji durumuyla ilişkilidir. Atterberg limitleri tekstür ile yakından ilişkili olan nem karakteristik eğrisindeki toprak su potansiyelini yansıtmaktadır (McBride, 1989). Demiralay ve Güresinli (1979) Erzurum ovası topraklarının kıvam limitleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri incelemiş, toprakların işlenmeye uygunluklarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada ise OMÜ Kampüsü alanında bulunan toprak serilerinin Atterberg limitleri, doğrusal uzama katsayıları, kıvam indeksleri, hacimsel büzülme değerleri ve doğrusal büzülme katsayıları gibi mekaniksel özellikleri belirlenerek, toprak işleme açısından değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

OMÜ Kurupelit kampüsünde yer alan İncesu, Müzmüllü, Oyumca, Aksu ve Kurupelit serilerine ait yüzey toprak örnekleri (0-20cm) Kara ve ark. (1993)'nın belirttiği alanlardan 7-15 Mayıs, 2004 tarihleri arasında alınmıştır. Laboratuarda havada kurutulan toprak örnekleri, tahta tokmakla ufalandıktan sonra 2 mm'lik elekten elenmiş ve analize hazır duruma getirilmiştir.

Toprak örneklerinde kum, silt, kil fraksiyonları hidrometre metoduyla (Day, 1965), pH ve EC_{25°C} değerleri 1:1 toprak:su oranında pH metre ve elektriksel kondaktivite aletiyle (Bayraklı, 1987), organik madde (OM) içerikleri organik karbonun oksidasyonuyla Walkley-Black metoduna göre (Kacar, 1994), kireç içerikleri Scheibler kalsimetresiyle CaCO₃'ün hidroklorik asitle nötralizasyonundan açığa çıkan CO₂ gazının hacminin ölçülmesiyle belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1966). Toprakların hacim ağırlıkları silindir metoduyla, tarla kapasiteleri (TK) doygun duruma getirilmiş toprak örneklerinin 1/3 atm de basınçlı tabla aletinde sabit nem içeriğine gelinceye kadar bekletilmeleriyle bulunmuştur (Demiralay, 1993). Toprak serilerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprak örneklerinin likit limit (LL) Casagrande aletiyle, plastik limit (PL) toprakların 3mm çapında bir çubuk şeklinde yuvarlandığında ufalanmaya başladığı andaki nem miktarı olarak, plastiklik indeksi (PI) likit limit ile plastik limit arasındaki farktan, büzülme limitleri (BL) Demiralay (1993)'a göre belirlenmiştir. Büzülme indeksi (Bİ), PL ile BL arasındaki farktan, kıvam indeksi (Ic) likit limit ile

tarla kapasitesi arasındaki farkın plastiklik indeksine oranlanmasıyla aşağıdaki eşitlikten bulunmuştur (Baumgarti, 2002);

$$Ic = \frac{LL - TK}{PI} \quad (1)$$

Toprak örneklerinde hacimsel büzülme (HB), doğrusal büzülme (DB) değerleri AASHTO (2001)'a göre ve doğrusal uzama katsayıları (COLE) ise Soil Survey Staff (1996)'a göre belirlenmiştir. Toprakların doğrusal büzülme (DB) ve doğrusal uzama (COLE) katsayıları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır;

$$DB = \left(1 - \sqrt[3]{\frac{100}{HD + 100}} \right) \quad (2)$$

$$COLE = \sqrt[3]{\frac{HA(k)}{HA(w)}} - 1 \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te HA(k) ve HA(w) toprak kütlesinin sırasıyla kuru ve ıslak hacim ağırlıklarını ifade etmektedir.

Toprakların kil içerikleri ile Atterberg limitleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak Steel ve Torrie (1980)'e göre değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Toprak Serilerinin Atterberg Limitleri ve Diğer Bazı Mekaniksel Özellikleri

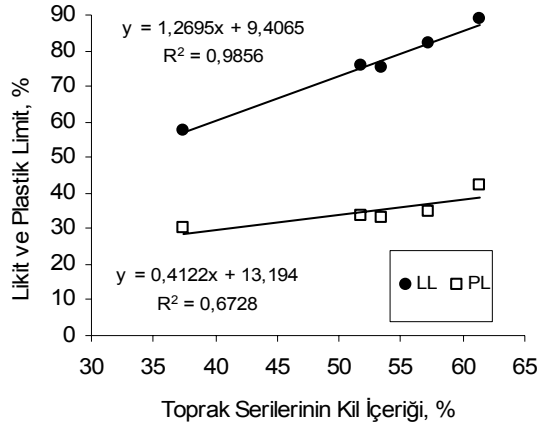
OMÜ Kurupelit Kampüsünde bulunan toprak serilerinde belirlenen Atterberg limitleri ve bazı mekaniksel özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. En yüksek LL (%88.67) ve PL (%42.28) değeri en yüksek kil içeriğine sahip olan Oyumca serisinde belirlenirken, en düşük LL (%57.55) ve PL (%30.11) değeri en düşük kil içeriğine sahip Aksu serisinde belirlenmiştir. Demiralay ve Güresinli (1979) yaptıkları çalışmada, bir toprağı LL değerlerine göre % 30'dan düşük olduğunda "az" % 30-50 arasında olduğunda "orta" ve %50'den fazla olduğunda ise yüksek derecede plastikliğe sahip olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada LL değerlerinin tamamı % 50'den fazla olduğundan bütün serilerde yer alan topraklar yüksek plastikliğe sahip bulunmuştur. LL ve PL limit değerleri toprakların kil içeriği, kil tipi, organik madde içeriği ve değişebilir katyonların cinsiyle değişim göstermekte, genellikle organik madde ve kil içeriğinin artmasıyla LL ve PL limit değerlerinin de arttığı bilinmektedir (Smith et al., 1985; Demiralay ve Güresinli, 1979; Baumgarti, 2002; Gülser ve Candemir, 2004).

Çizelge 1. OMÜ Kampüsünde bulunan toprak serilerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Serileri	Kil %	Silt %	Kum %	Tekstür sınıfı	Hacim ağırl. g/cm ³	TK %	CaCO ₃ %	OM %	pH (1:1)	EC dS/m
İncesu	57.30	24.30	18.40	C	1.18	36.89	0.75	4.10	6.69	0.505
Müzmüllü	53.47	26.10	20.43	C	1.06	30.40	0.16	3.65	7.16	0.630
Oyumca	61.40	23.10	15.50	C	1.15	37.71	3.10	3.80	5.74	0.380
Aksu	37.49	26.80	35.71	CL	1.30	26.69	0.34	3.32	6.13	0.340
Kurupelit	51.74	22.62	25.64	C	1.12	34.75	0.51	2.83	7.00	0.589

Çizelge 2. Toprak Serilerinin Atterberg limitleri, Hacimsel Büzülme (HB), Doğrusal Büzülme (DB), Doğrusal Uzama Katsayısı (COLE) ve Kıvam İndeksi (Ic) değerleri

Seriler	LL	PL	BL	Pİ	Bİ	HB	DB	COLE	Ic
İncesu	81.99	34.77	14.02	47.22	20.75	12.19	3.76	0.95	0.96
Müzmüllü	74.98	32.77	5.62	42.21	27.15	10.94	3.35	0.65	1.06
Oyumca	88.67	42.28	7.38	46.39	34.90	11.46	3.55	0.96	1.09
Aksu	57.55	30.11	11.95	27.44	18.16	6.88	2.19	0.71	1.12
Kurupelit	75.68	33.80	12.41	41.88	21.39	12.07	3.62	0.91	0.98



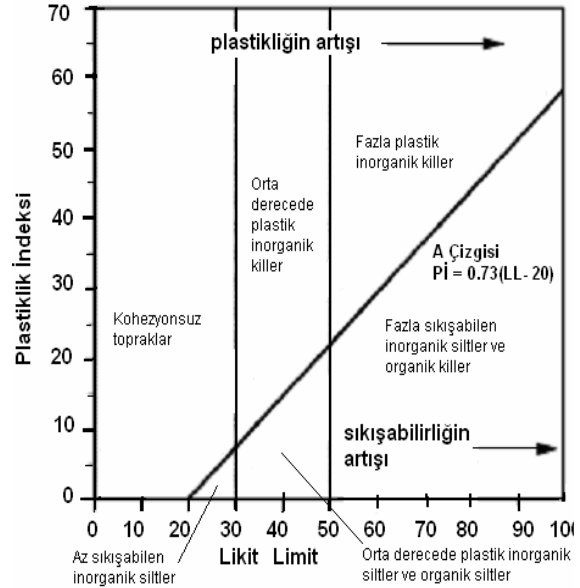
Şekil 1. Toprak serilerinin kil içerikleri ile likit ve plastik limit değerleri arasındaki ilişkiler

Serilere ait toprakların organik madde içeriklerinin orta ve yüksek düzeyde olması da LL ve PL değerlerinin artmasına neden olmuş olabilir. İncelenen toprak serilerinin kil içerikleri, LL ($r=0.993^{**}$) ve PL ($r=0.820^{**}$) değerleri ile çok önemli pozitif ilişkiler vermiştir (Şekil 1). Munsuz (1985)'ün bildirdiğine göre toprakların LL değeri %50 ve daha yukarı ise genellikle montmorillonit, % 50'den daha az ise kaolinit ve benzeri mineralleri içermektedirler. Kara ve ark. (1993), OMÜ Kampus alanında yer alan toprak serilerine ait yüzey horizonlarının tamamında smektit grubu kil mineralinin bulunduğunu bildirmişlerdir (Çizelge 3). Seri topraklarında LL ve PL limit değerlerinin yüksek olması muhtemelen smektit grubu kil tipi ve toplam kil miktarının fazla olması ile ilişkilidir. Yapışkanlık özelliğine sahip topraklar Şekil 2'de gösterildiği gibi Atterberg limitleri ve plastiklik diyagramına göre altı ayrı bölgede gruplandırılır (Munsuz, 1985).

Çizelge 3. Toprak serilerinin yüzey horizonlarına ait kil mineralojileri (Kara ve ark., 1993)

Seriler		Smektit	İllit	Kaolinit
İncesu	Bolluk Krist.	++++ ***	+ ***	+ ***
Müzmüllü	Bolluk Krist.	++ ***	+ ****	- -
Oyumca	Bolluk Krist.	+ ***	- -	- -
Aksu	Bolluk Krist.	+ ***	- -	- -
Kurupelit	Bolluk Krist.	+++ **	- -	- -

Bolluk: ++++ = Çok, +++ = Orta, ++ = Az, + = Çok Az, Kristalizasyon Derecesi: *** = Kötü, ** = Orta, * = İyi.



Şekil 2. Toprakların plastiklik diyagramına göre sınıflandırılması

LL ve Pİ değerleri dikkate alındığında OMÜ Kampüsünde bulunan serilere ait toprakların tamamının fazla plastik inorganik killer grubuna girdiği görülmektedir.

Büzülme limiti (BL) toprak kütlelerinin hacminde daha fazla bir azalma oluşturmayacak şekilde su içeriğindeki maksimum azalma olarak tanımlanmaktadır (AASHTO, 2001). Islak toprak kütlelerinden su buharlaştıkça hacim azalır. Belirli bir noktadan sonra hacimle ağırlık arasındaki ilişki yatay duruma gelir. Kütledeki azalmaya karşılık toprak hacminin aynı kaldığı nokta büzülme limitidir. Toprak serileri içerisinde en yüksek büzülme limitleri sırasıyla İncesu (%14.02) ve Kurupelit (%12.41) serilerinde, en düşük büzülme limiti ise Müzmüllü serisinde (%5.62) belirlenmiştir.

İncesu ve Kurupelit serilerinde yer alan toprakların smektit grubu kil minerallerinin bolluk açısından sırasıyla çok ve orta şeklinde diğer serilere göre daha fazla olması (Çizelge 4), bu toprakların BL değerlerinin de artışına neden olmuştur. LL ile PL ($r=0.868^{**}$) kendi aralarında çok önemli pozitif ilişki göstermelerine rağmen, bu limit değerleri BL ile ilişki vermemişlerdir. Munsuz (1985), büzülme limitinin tek başına önemli olmadığını, diğer plastik limitler ile olan ilişkisinin her zaman aynı düzeyde bulunmadığını bildirmiştir.

LL ile PL arasındaki fark olarak tanımlanan plastiklik indeksi, toprağın plastiklik gösterdiği nem aralığının bir ölçüsü olması bakımından önemlidir. En

Çizelge 4. Atterberg limitleri, mekaniksel özellikler ve toprak işleme arasındaki ilişkiler (Baumgarti, 2002)

Kıv.İnd.(Ic)	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.30	
Limit Değer	LL		PL			BL	
İndeks	PI		BI				
Kıvam Durumu	Çamur	Çok Yumuşak	Yumuşak	Deforme olabilir	Katı	Orta Sert	Sert
Sıkışma Direnci (kPa)	<25	25-50	50-100	100-200	200-400	>400	
İşlenebilirlik (pozitif,+; negatif,-)	-	-	-	-	+	-	

yüksek Pİ değeri İncesu serisinde (%47.22), en düşük Pİ değeri (%27.44) ise Aksu serisinde bulunmuştur. Atanur (1973), kireç miktarının artmasıyla az plastik veya plastik olmayan topraklarda LL ve PL değerlerinin arttığı ve Pİ'nin azaldığını, çok plastik topraklarda ise LL azalıp PL artarak Pİ'sinin azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmada da en yüksek kil (%61.4) ve CaCO₃ (%3.10) içeriğine sahip Oyumca serisinin PL değeri (%42.28) diğer serilere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum Pİ değerinde de azalmaya neden olmuştur. Büzülme indeksi, plastik limit ve büzülme limitleri arasındaki farkı ifade etmekte ve toprağın bu nem aralıklarında işlenebilirliğini göstermektedir (Baumgarti, 2002). En yüksek Bİ (%34.90) Oyumca serisinde, en düşük Bİ (%18.16) ise Aksu serisinde belirlenmiştir.

Hacimsel büzülme (HB), bir toprağın tarla kapasitesi veya herhangi bir nem değerinin büzülme limitindeki nem değerine azalması durumunda toprak hacminde meydana gelen değişimi ifade etmektedir (AASHTO, 2001). Doğrusal büzülme (DB) değerleri ise büzülme limiti değerine kadar nem azalmasındaki hacimsel büzülmenin tek boyutlu olarak ifade edilmesidir. Eşitlik (2)'den hesaplanan DB değerlerinin seri topraklarındaki gösterdiği değişimler HB değerleri ile benzerdir. Toprak serilerinin tarla kapasitesindeki nem içeriklerinin büzülme limitindeki nem değerlerine azalması durumunda, en yüksek HB (%12.19) ve DB (%3.76) değerleri İncesu serisinde, en düşük HB (%6.88) ve DB (%2.19) değerleri ise Aksu serisinde belirlenmiştir. Toprak serilerinin kil içerikleri ile hacimsel büzülme ve DB değerleri arasında da çok önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur (sırasıyla r=0.884** ve r=0.909**). Özellikle yüksek oranda şişme ve büzülme özelliği gösteren smektit grubu kil minerallerince zengin olan İncesu ve Kurupelit serisine ait topraklar diğerlerine göre daha yüksek hacimsel değişim oranları göstermişlerdir. Bu serilerdeki toprakların yüzeylerinde ıslanmayı takip eden kuruma anlarında özellikle Aksu serisindeki topraklarla karşılaştırıldığında daha geniş ve derin çatlaklar oluşabileceği anlaşılmaktadır.

Doğrusal uzama katsayıları (COLE) toprakların şişme büzülme potansiyellerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Thomas ve ark.(2000)'nın bildirdiğine göre COLE değerleri dikkate alındığında toprakların şişme-büzülmeleri; düşük (COLE < 0.03), orta (COLE 0.03-0.06), yüksek (COLE 0.06-0.09) ve çok yüksek (COLE > 0.09) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu

sınıflandırmaya göre İncesu, Oyumca ve Kurupelit Serilerindeki topraklar çok yüksek, Müzmüllü ve Aksu Serilerindeki topraklar ise yüksek şişme ve büzülme özelliğine sahiptirler (Çizelge 2).

Kıvam indeksi (Ic) toprağın herhangi bir nem değerindeki kıvam durumunu ifade etmekte olup 1.0 değerine yaklaştıkça toprağın plastik (Ic=1.0'de PL) ve 0 değerine yaklaştıkça ise toprağın akışkan (Ic=0'da LL) özelliğe sahip olduğunu göstermektedir (Baumgarti, 2002). Bu çalışmada, TK'ndeki nem değerleri dikkate alınarak Eşitlik (1) den hesaplanan kıvam indeksleri 0.96 ile 1.12 arasında değişim göstermiştir. Bu durum bütün serilerdeki toprakların tarla kapasitesi nem değerlerinde plastik özellik gösterdiğini açıklamaktadır.

3.2. OMÜ Kurupelit Kampüsü Topraklarının İşlenebilirlikleri

Atterberg limitleri tarımsal açıdan değerlendirildiğinde, Pİ küçükse balçıklaşmaya yol açmadan toprak işleme mümkün, Pİ büyükse önemli derecede balçıklaşma tehlikesi bulunmaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979; Mueller ve ark. 2003). OMÜ Kampusunda yer alan toprak serilerinin Pİ değerleri Aksu < Kurupelit < Müzmüllü < Oyumca < İncesu sıralamasıyla artmıştır. Bu değerler dikkate alındığında İncesu ve Oyumca serilerinde toprak işleme esnasında balçıklaşma tehlikesinin diğer serilere göre daha fazla olduğu ve bu nedenle uygun nem düzeylerinde işlenmelerinin önemi anlaşılmaktadır.

Atterberg limitleri ve mekaniksel özellikler dikkate alınarak bir toprak üzerindeki trafiğin etkisi, toprağın kıvam fazı ve işlenebilirlik durumunu gösteren değerlendirmeler Çizelge 4'te verilmiştir. Bu değerlendirmeye göre tarımsal açıdan en uygun toprak işleme, sıkışma direnci 100 kPa'dan fazla olan katı fazdaki toprağın kıvam indeksini (Ic) 0.75 ile 1.0 arasında sağlayabilecek nem aralığıdır. Özellikle kil içeriği yüksek olan toprağın fazla kuru olması işlemeyi güçleştirecek, enerji girdisini artıracaktır. Kıvam indeksinin 0.75'den daha az olduğu anda işleme yapılması durumunda toprak strüktüründe bozulmalara neden olunacaktır. Bu durum hidrolik iletkenlik, havalanma, bitki besin elementlerinin alınımını azaltacak, bitki gelişimi ve mikrobiyal aktiviteyi olumsuz etkileyecektir (Baumgarti, 2002).

Çizelge 5. Seri topraklarının işlenebilirlikleri için uygun nem aralıkları

Seriler	Ic = 0.75	Ic = 1.0	%90 PL
İncesu	46.6	34.8	31.3
Müzmüllü	43.3	32.8	29.5
Oyumca	53.9	42.3	38.1
Aksu	37.0	30.1	27.1
Kurupelit	44.3	33.8	30.4

Dexter ve Bird (2001) ise toprak işlenebilirliği için optimum nemin, toprak işleme sonucunda en fazla sayıda küçük agregatların elde edilebildiği nem içeriği olduğunu ve bu değerinde plastik limitteki nem düzeyinin yaklaşık %90'ına eşit olduğunu belirtmişlerdir. Mueller ve ark. (2003) ise yapışkan özellik gösteren topraklarda en uygun işleme için maksimum nem içeriğinin kıvam indeksin 1.15'indeki nem ve PL'deki nemin %90'ı olduğunu bildirmişlerdir.

OMÜ Kurupelit kampüsündeki serilere ait toprakların işlenmesi için uygun kabul edilen 0.75 ve 1.0 kıvam indekslerini sağlayabilecek Eşitlik (1)'den hesaplanan nem değerleri ve plastik limitin %90'ındaki nem değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Petelkau (1984) en uygun toprak işlemenin -5 kPa matrik potansiyelde tutulan nemde gerçekleştiğini ve bu değerde tutulan nemin killi topraklarda %50-65, tınlı topraklarda %40-75 ve tınlı kum bünyeli topraklarda %20-85 aralıklarında değiştiğini belirtmiştir. Serilerdeki toprakların optimum işlenmeleri için en uygun nem düzeyinin üst sınırı kıvam indeksinin $I_c=0.75$ değerini sağladığı %37.0 ile %53.9 arasında ve alt sınır ise PL'in %90'ını oluşturan %27.1 ile %38.1 arasında değişmektedir. İncesu ve Kurupelit serilerinin kıvam indekslerinin 0.75 ile 1.0 arasında olup tarla kapasitesindeki nem düzeylerinde işlenmeleri uygun olacaktır (Çizelge 2). Müzmüllü, Oyumca ve Aksu serilerindeki toprakların kıvam indekslerinin 1.0'ın hafif üstünde olmasına rağmen TK'ndeki nem değerlerinin (Çizelge 2) PL değerlerinin yaklaşık %90'ına eşit olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

OMÜ Kurupelit kampüsündeki serilere ait topraklar yüksek kil içeriklerine sahip olmaları ve smektit grubu kil minerali içermeleri nedeniyle yüksek LL ve PL değerlerine sahip olup plastik özelliği göstermektedirler. Serilere ait topraklarda en uygun işlemenin tarla kapasiteleri civarındaki nem düzeylerinde olacağı belirlenmiştir. TK değerlerinin üstündeki işlemler özellikle İncesu ve Kurupelit topraklarında balçıklaşmaya neden olabileceği, TK altındaki nem değerinde yapılacak işlemlerde ise daha fazla enerji gerektireceği anlaşılmaktadır.

5. KAYNAKLAR

AASHTO, 2001. Standard method of test for determining the shrinkage factors of soils. Am. Ass. State Highway and Transport. Officials, T-92-97. Washington, D.C.
Atanur, A., 1973. Kireç stabilizasyonu ve yol yapımındaki tatbikatı. Bayın. Bak. Karayolları G.M. Yayın No:208.

Baumgarti, T., 2002. Atterberg limits. Encyc.of Soil Sci. Marcel Dekker Inc. pp:89-93.
Bayraklı, F., 1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi yayınları, Yayın no:17, s:77.
Day, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. p. 545-567 in C.A. Black, ed. Methods of soil analysis. Agronomy No:9, Part I ASA., Madison WI.
Demiralay, İ. ve Y.Z. Güresinli, 1979. Erzurum Ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerinde bir araştırma. Atatürk Ün. Zir. Fak.,Der. 10(1-2):77-93.
Demiralay, İ., 1993. Toprak fiziksel analiz yöntemleri. Atatürk Üniv. Zir. Fak. yayınları. Erzurum, 111-120.
Dexter, A.R., Bird, N.R.A.2001.Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve. Soil Till.Res. 57:203-212.
Gülser, C., Candemir, F. 2004. Changes in Atterberg limits with different organic waste applications. Natural Resource Management for Sustainable Development, Int. Soil Con., SSST, Atatürk Univ., Erzurum, Turkey.
Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Toprakta önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları 278,5-7.
Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri.Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Gel.Vakfı Yay., No:3 Ankara.
Kara, E.E., M. Apan, A. Korkmaz, C. Gülser, Kara, T., 1993. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Etüt ve Haritalanması, Sulama Yönünden Özelliklerinin Belirlenmesi. O.M.Ü. Proje Sonuç Raporu (Z-073), Samsun.
McBride, R.A., Bober, M.L., 1989. A Re-examination of alternative test procedures for soil consistency limit determination: I. A compression-based procedure. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:178-183.
McBride, R.A., 1989. A Re-examination of alternative test procedures for soil consistency limit determination: II. A simulated desorption procedure. SSSAJ, 53:184-191.
Mueller, L., Schindler, U., Fausey, N.R., Lal, R., 2003. Comparison of methods for estimating maximum soil water content for optimum workability. Soil Till. Res. 72:9-20.
Munsuz, N., 1985. Toprak mekaniği ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları: 922, Ders Kitabı:260, Ankara.
Petelkau, H., 1984. Auswirkungen von Schadverdichtungen auf Bodenigenschaften und Pflanzenenertrag sowie Massnahmen zu ihrer Minderung. Grundlagen und Verfahren der rationellen Bodenbearbeitung und Erschliessung des Unterbodens fuer Pflanzen. Akademia der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Tagungsbericht Nr. 227:25-34.
Smedema, L.K., 1993. Drainage performance and soil management. Soil Technol. 6:183-189.
Smith, C.V., A. Hadas, J. Dan, H. Koyumdjisky, 1985. Shrinkage and Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. Geoderma, 35(1):47-65.
Soil Survey Staff, 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manuel. Soil Surv. Investigations Rep. 42. Ver. 3. National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1980. Principle and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill Company, New York.
Thomas, P.J., J.C. Baker, L.W. Zelazny, 2000. An expensive soil index for predicting Shrink-swell potential. Soil Sci. Soc. Am. J., 64:268-274.