

TOPRAĞIN KIVAM LİMİTLERİ ÜZERİNE ETKİ EDEN BAZI FAKTÖRLER VE KIVAM LİMİTLERİNİN TARIMSAL YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Y. CANBOLAT Taşkın ÖZTAŞ
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum

ÖZET: Bu araştırma, toprağın kıvam limitleri ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve araştırma sahası topraklarının strüktürüne en az zararla, toprak işleme için en uygun nem aralığını tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliği topraklarından alınan toplam 104 adet bozulmuş toprak örneği (0-20 cm ve 20-40 cm'den) kullanılmıştır. Toprak örneklerinin likit limit ve plastik limit değerleri ile kil içeriği, organik madde miktarı, kireç içeriği ve katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($P<0.01$) pozitif ve kum içeriği ile önemli negatif ilişkiler ($P<0.01$) belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının yaklaşık %90'ının orta plastiklik durumu göstermesi; toprak işleme faaliyetlerinin, plastik limit nem sınırında (ağırlık esasından yaklaşık % 25 nem düzeyinde) yapılması gerektiğine işaret etmektedir.

FACTORS AFFECTING CONSISTENCY LIMITS OF SOIL AND EVALUATION OF CONSISTENCY LIMITS FOR AGRICULTURAL PURPOSES

SUMMARY: This study was conducted to identify the relationships between soil properties and consistency limits and to determine the optimal soil moisture content range for tillage operations without causing any damage in soil structure. Total of 104 soil samples were collected from the depths of 0-20 and 20-40 cm of soil profiles at the Atatürk University Agricultural Farm. Statistically significant positive correlations ($p<0.01$) were obtained between likit (LL) and plastic limit (PL) and clay content, organic matter content, CaCO₃ and cation exchange capacity of soils. there was a significant negative correlation between LL, PL and sand contents of soils studied. Results indicated that about 90% of soil samples was in the medium plasticity group. therefore, it is suggested that soil tillage operations should be done when soil water content is nearly at plastic limit (approximately 25% on gravimetric water content).

GİRİŞ

Kıvam limitleri olarak tanımlanan; likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastiklik indeksi (PI), toprağın tarımsal veya mühendislik amaçlı kullanımındaki bazı özelliklerinin değerlendirilmesinde önem taşıyan parametrelerdir. Söz konusu parametreler, toprağın hakim kil minerali çeşidine, kil içeriğine, değişebilir katyonların cinsine ve organik madde miktarına bağlı olarak değer kazanır (Odell ve ark., 1960; Farrar ve Coleman, 1967).

Likit limit, toprağın mineral bileşimine, yüzeydeki yüklerin yoğunluğuna, adsorbe edilen suyun kalınlığına, ve tanelerin şekline bağlıdır (Munsuz, 1985). Bundan dolayı, likit limit değerleri toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedirler. Kohezyonsuz topraklarda, likit limit değeri %20'nin altındadır (Head, 1984). Bu, söz konusu topraklarda İnce kum ve silt fraksiyonuna atfedilebilir.

Plastik limit, toprağın plastiklik gösterdiği minimum nem içeriği olduğundan, toprağın işleme ile çamurlaşma tehlikesinde olduğu minimum nem içeriği olarak kabul edilmekte ve bu nedenle en uygun toprak işleme zamanı için bir ölçüt olarak değerlendirilmektedir (Demiralay ve Güresinli, 1979). Buradan, plastik limitin toprağın işlemeye en uygun olduğu nem aralığının üst sınırı olarak kabul edilebileceği ortaya çıkmaktadır. toprak işleme ile plastik limit ve tarla kapasitesindeki toprak nem içeriği arasındaki ilişkileri inceleyen bazı araştırmacılar (Larney ve ark.,1988; Terzaghi ve ark., 1988), toprak işleme için uygun maksimum su içeriği tayin metodlarının çoğunun, plastik limite benzer değerler vermeye eğilimli olduğunu kaydetmişlerdir.

Plastiklik indeksi, plastik bölgenin bir ölçüsü olup, toprağın işlenmeye uygunluk nemini belirlemede kullanılan bir ölçüttür. Kumlu topraklarda olduğu gibi plastiklik indeksi küçükse toprağın çamurlaşmasına sebep olmaksızın toprak işleme mümkündür (Demiralay ve Güresinli, 1979). Diğer bir ifade ile, toprağın işlenme tavında yakalanma gücü yoktur. Killi topraklarda olduğu gibi plastiklik indeksi büyükse toprağın işlenmeye uygun nem koşulunda yakalanabilmesi güçtür. Toprağın ya henüz ıslakken ya da uygun nem koşulu kaçırılmış olarak işlenme ihtimali yüksektir. Birinci durumda, toprak işlenmesi toprağın çamurlaşmasına, İkinci durumda ise, kesek ve toz oluşumuna sebep olabilmektedir. Her iki durumda da toprak strüktürü olumsuz yönde etkilenir. Killi toprakların bu özelliğinden dolayı işlenmeye uygun zaman diliminin oldukça sınırlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bir toprağın plastiklik özelliğinin düşük veya yüksek olması sahip olduğu killerin plastisite özelliğinin bir ölçüsü olmaktadır. Killi toprakların sınıflandırılması ve plastiklik özelliklerinin değerlendirilmesinde, mekanik analiz sonuçları, tek başına yeterli bir ölçüt olmayıp, böyle topraklar için likit limit ve plastiklik indeksi ilave bilgi olarak değerlendirilmektedir (Mithchell,1976; Demirbaş, 1978)

Bu çalışma, toprağın kıvam limitleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve araştırma sahası topraklarının, toprak işleme için en uygun nem aralığını tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEMLER

Materyal

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisinin toprak işlemeli tarım yapılan yaklaşık 9000 dekarlık kesiminde, kuzeydoğu-güneybatı istikametinde 600 m, ve güneydoğu-kuzeybatı istikametinde 300 m aralıklarla oluşturulan grid sistemindeki hatların kesişim noktalarından, 0-20 (D1) ve 20-40 (D2) cm derinlikten, alınan toplam 104 adet toprak örneği kullanılmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri usulüne uygun olarak analize hazırlandıktan sonra, toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri 2 mm'den küçük toprak örneklerinde, kıvam limitleri testleri ise 0.42 mm'den küçük toprak örnekleri üzerinde yürütülmüştür.

Araştırma sahası toprakları, Halosen genç alüvyonlardan oluşmuştur. Alüviyal materyalin bileşimi; aglomera, bazalt volkanik tüf, konglomera ve kireç taşının parçalanma-ayırışma ürünlerini içermektedir (Atalay, 1978).

YÖNTEMLER

Toprak örneklerinin; tane büyüklük dağılımı, elek ve hidrometre analizleri ile (Demiralay, 1993), organik madde miktarı, yaş yakma yöntemi ile; kireç içeriği, kalsimetre metodu ile; katyon değişim kapasitesi, adsorbe edilen sodyumun ölçülmesi yolu ile (Sağlam, 1994) ve kıvam limitleri standart yöntemler kullanılarak (Head, 1984) belirlenmiştir. sonuçların İstatistiksel değerlendirilmesinde korelasyon ve regresyon analizleri (Dowdy ve Wearden, 1983) kullanılmıştır.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Toprak Örneklerinin Analiz sonuçları

Araştırma sahası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kıvam limitlerine ait değişim aralığı (min.- mak.) ve ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'den görüleceği gibi, araştırma alanında D₁ ve D₂ katmanlarına ait toprak örneklerinin tekstürleri genelde orta bünyeye sahiptir. Örnekler ortalama değerlere göre, organik madde miktarı ve kireç içerikleri bakımından orta ve az sınıfına girmektedir (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Tablo 1. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Kıvam Limit Değerlerine Ait İstatistikler.
Table 1. Statistics for Physical and Chemical Properties and Consistency Limits of Soil Studied.

	0-20 cm (D ₁)			20-40 cm (D ₂)		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
Likit limit %	39	30	56	40	29	63
Plastik limit, %	24	20	34	24	19	33
Plastiklik indeksi %	15	6	25	16	6	31
Kum %	36	15	60	37	15	63
Silt %	35	21	45	34	23	45
Kil %	29	15	47	30	15	52
Organik madde %	2.4	1.3	5.2	2.1	1.2	2
Katyon değişim kapasitesi, me/100 g	31.6	15.1	48.1	31.6	15.2	50.5
Kireç %	4.13	0.15	26.3	4.76	0.21	28.4

Kıvam Limitleri İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprakların incelenen özellikleri ile kıvam limitleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacı ile yapılan regresyon analizlerinde, likit limit ve plastik limit bağımlı değişken ve toprağın kil içeriği, organik madde miktarı, kireç içeriği ve katyon değişim kapasitesi bağımsız değişken olarak alınmıştır. söz konusu özellikler arasındaki ilişkilere ait regresyon katsayıları ve r² değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Kil

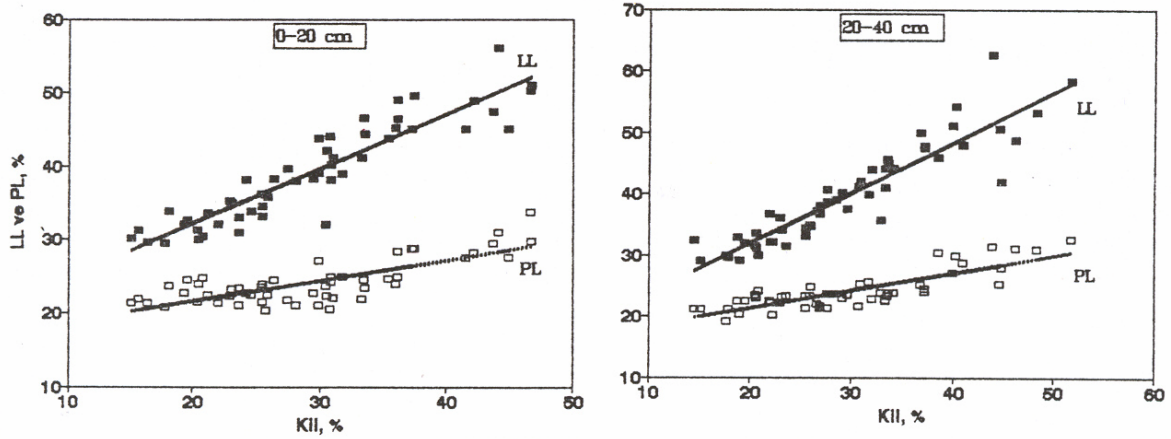
Çalışma alanında D₁ ve D₂ katmanlarının kil içeriği ile LL ve PL değerleri arasında Önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 1)). Her iki toprak katmanında kil içeriği değerleri arasındaki değişim derecesinin birbirine çok yakın olması, kil içeriği ile LL ve PL değerleri arasında benzer ilişkilerin kaydedilmesine neden olmuştur.

Ancak kil içeriği ile PL değerleri arasındaki r^2 değeri D₁ katmanına göre D₂ katmanında daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, her iki katmanda kilin değişim aralığının farklı olmasına atfedilmiştir.

Her iki katmanda da, plastik limite nazaran likit limit değerlerine ait r^2 değerlerinin yüksek bulunması, likit limit değerinin kil miktarından daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979). Farklı araştırmacılar tarafından ifade edildiği gibi kil, toprakların plastikliğine en büyük katkıyı yapan bir fraksiyondur (Mitchell, 1976). De Jong ve ark.(1990), üç farklı horizondan (A,B-C horizonları) aldıkları toprak örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada, kıvam limitleri üzerine kil içeriği etkisinin B ve C horizonunda (ortalama kil içeriği, %28 kil) A horizonundan (ortalama kil içeriği, %22) daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Tablo 2. Kıvam Limitleri İle toprak Özellikleri Arasında Belirlenen Regresyon Katsayıları ve r^2 değerleri.
Table 2. Regression Coefficients and r^2 Values Determined For Relationships Between Consistency Limits and soil Properties.

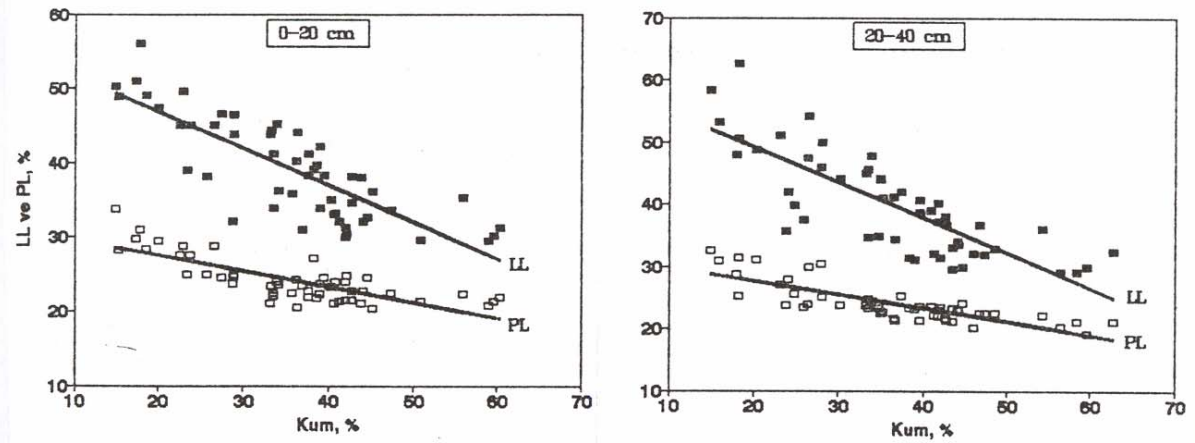
Bağımsız değişken	a	b (eğim)	r^2	n
0-20 cm				
Bağımlı değişken : Likit limit				
Kil	17.38	0.74	0.85	52
Kum	56.67	-0.49	0.66	52
Organik Madde	20.00	4.15	0.27	52
Kireç	36.43	0.62	0.41	52
Katyon değişim kapasitesi	22.90	0.50	0.45	52
Bağımlı değişken : Plastik limit				
Kil	16.07	0.28	0.59	52
Kum	31.69	-0.21	0.60	52
Organik Madde	17.64	2.70	0.58	52
Kireç	22.68	0.35	0.66	52
Katyon değişim kapasitesi	17.28	0.22	0.42	52
20 - 40 cm				
Bağımlı değişken : Likit limit				
Kil	15.50	0.82	0.85	52
Kum	60.40	-0.57	0.64	52
Organik Madde	28.70	5.24	0.24	52
Kireç	36.48	0.69	0.48	52
Katyon değişim kapasitesi	20.40	0.61	0.47	52
Bağımlı değişken : Plastik limit				
Kil	15.60	0.29	0.69	52
Kum	31.95	-0.22	0.64	52
Organik Madde	17.12	3.26	0.63	52
Kireç	22.40	0.35	0.80	52
Katyon değişim kapasitesi	16.20	0.25	0.51	52



Şekil 1. Toprağın Kıvam Limitleri ile Kil İçeriği Arasındaki İlişkiler.
Figure 1. Relationships Between Consistency Limits and Clay Content of soils.

Kum

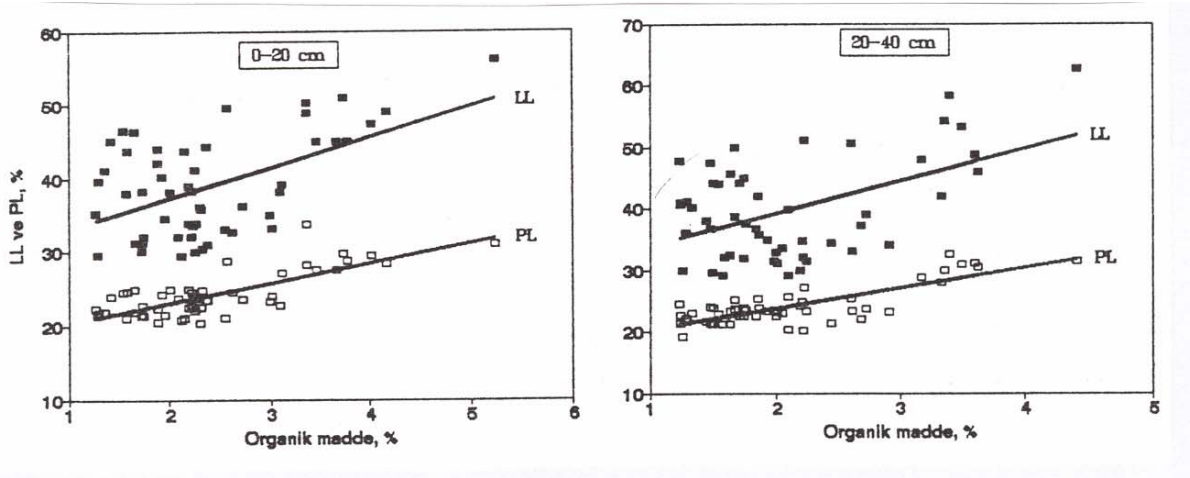
Kum içeriği ile her iki derinlikte LL ve PL arasında önemli negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 2). D₁ ve D₂ katmanlarında r^2 yaklaşık eşit değerler vermiştir. Artan kum içeriği toprağın su tutma kapasitesini azalttığından, kıvam limitlerindeki mevcut nem içeriği azalmakta ve bu durum negatif bir ilişkinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (De Jong ve ark., 1990).



Şekil 2. Toprağın Kıvam Limitleri ile Kum İçeriği Arasındaki İlişkiler.
Figure 2. Relationships Between Consistency Limits and Sand Content of Soils.

Organik Madde Miktarı

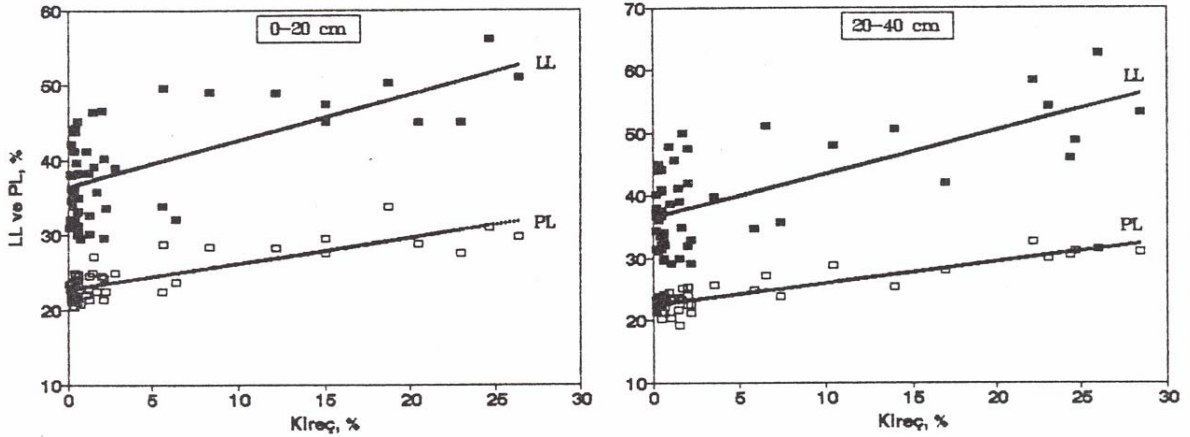
Toprakların organik madde miktarı ile LL ve PL arasındaki ilişkiler kil fraksiyonunun etkisine benzer bir durum ortaya koymuştur (Şekil 3). Ancak organik madde miktarının D₁ katmanında D₂ katmanına göre fazla olması, LL ile ilgili r^2 'nin, daha yüksek ve PL ile ilgili r^2 'nin ise daha düşük bulunmasına neden olmuştur. Buna göre, toprak organik madde miktarındaki artışın LL değerini PL değerine göre daha fazla etkilediği tespit edilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da organik madde miktarı ile LL ve PL arasında benzer sonuçlar kaydedilmiştir (Odel ve ark., 1960; Larney ve ark., 1988; Demiralay ve Güresinli, 1979; Smith, 1985; De Jong ve ark., 1990).



Şekil 3. Toprağın Kıvam Limitleri ile Organik Madde Miktarı Arasındaki İlişkiler.
Figure 3. Relationships Between Consistency Limits and Organic Matter Content of Soils.

Kireç

Kireç içeriği ile LL ve PL arasında önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 4). D₁ katmanındaki kireç içeriği D₂'den daha düşük bulunmuştur. Katmanlar itibariyle kireç içeriğindeki farklılık, kıvam limitlerinin de farklı olmasına yol açmıştır. D₁ katmanı için LL ve PL değerlerine ilişkin r^2 değerleri D₂ katmanındaki r^2 değerlerinden düşük bulunmuştur. Her iki katmanda, artan kireç düzeyine bağlı olarak LL ve PL değerlerinin arttığı fakat bu artışın plastik limit değerlerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Demiralay ve Gürsesinli (1979) çalışmalarında, toprakta kireç içeriği artışının, LL ve PL'i yaklaşık aynı ölçüde artırdığını ve dolayısı ile plastisite indeksinde önemli bir değişim olmadığını belirlemişlerdir.

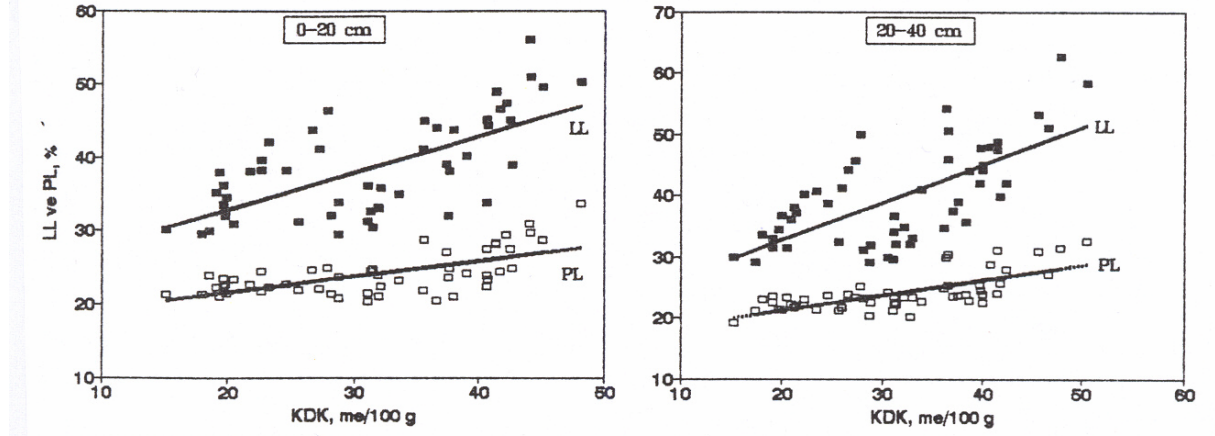


Şekil 4. Toprağın Kıvam Limitleri ile CaCO₃ İçeriği Arasındaki İlişkiler.
Figure 4. Relationships Between Consistency Limits and CaCO₃ Content soils.

Katyon Değişim Kapasitesi

Katyon değişim kapasitesi ile LL ve PL arasında önemli pozitif ilişkiler kaydedilmiştir (Şekil 5). D₁ ve D₂ katmanlarında LL'in katyon değişim kapasitesinden aynı ölçüde etkilendiği tespit edilirken, PL'in etkilenme değeri D₂ katmanında daha yüksek olmuştur. Katyon değişim kapasitesi, organik madde ihmal edildiğinde, topraktaki kil minerallerinin bir aktivite ölçüsü olduğundan, aynı toprakta kil miktarındaki artış katyon değişim kapasitesindeki artışı sağlamaktadır. Bu nedenle, söz konusu ilişkilerin kil ile LL ve PL arasındaki ilişkilerle

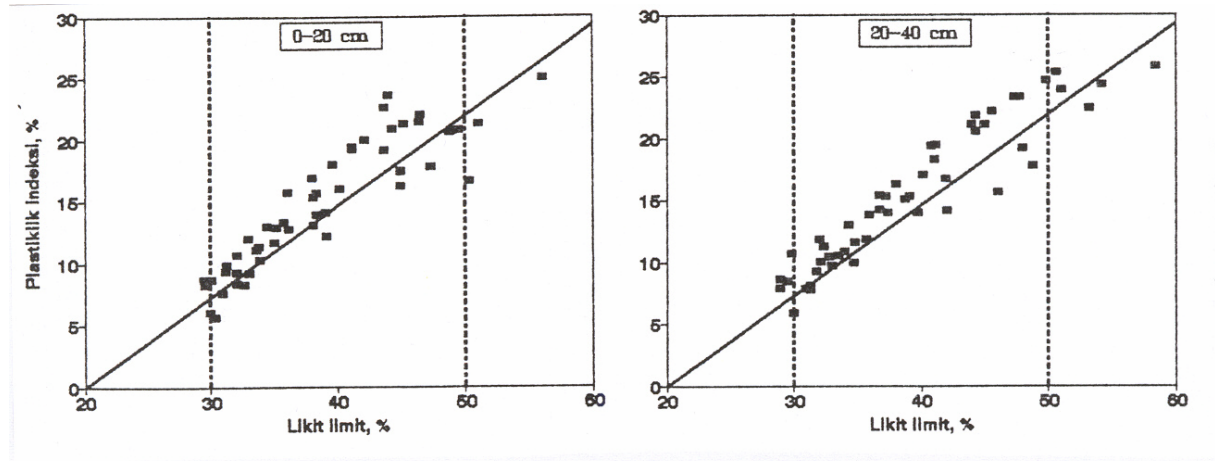
paralel olduğu belirlenmiştir. Smith ve ark. (1985)'nin yaptıkları çalışmada, katyon değişim kapasitesi ile LL ve PL arasında önemli pozitif ilişkiler tespit etmişlerdir.



Şekil 5. Toprağın Kıvam Limitleri ile Katyon Değişim Kapasitesi Arasındaki İlişkiler.
Figure 5. Relationships Between Consistency Limits and Cation Exchange Capacity of Soils.

Araştırma Alanının Plastiklik Durumu ve İşlenmeye Uygunluğu

D₁ ve D₂ katmanlarına ait toprak örneklerinin plastiklik durumları, örneklerin plastiklik indeksi değerlerine karşılık gelen likit limit değerlerinin plastiklik diyagramı üzerine işaretlenmesi ile belirlenmiştir (Şekil 6). D₁ katmanına ait örneklerin % 3.8'i düşük, % 90'ını orta ve % 3'ü yüksek, D₂ katmanındaki örneklerin ise % 7.7'sinin düşük, % 80.7'sinin orta ve % 11.6'sının yüksek plastiklik sınıfına girdikleri tespit edilmiştir (Mitchel, 1976). Bu duruma göre, toprakların yaklaşık % 95'inde toprak strüktürüne zarar verilmeksizin toprak tav neminde veya plastik limitteki nem içeriği sınırında işlenmesi uygundur. toprakların yaklaşık % 5'inde ise düşük plastiklik durumu söz konusu olduğundan bu toprakların plastiklik limitteki nem içeriği üzerinde işlenmesinin toprak strüktürü üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmayacağı ifade edilebilir (Demiralay ve Güresinli, 1979).



Şekil 6. Toprak Örneklerinin Plastiklik Kartı Üzerinde Dağılımı.
Figure 6. Distribution of soil samples on Plasticity Chart.

Sonuç olarak, toprak örneklerinin likit limit ve plastik limit değerleri ile kil içeriği, organik madde miktarı, kireç içeriği ve katyon değişim kapasitesi arasında önemli ($P < 0.01$) pozitif ve kum içeriği ile önemli negatif ilişkiler ($P < 0.01$) belirlenmiştir.

Çalışma alanının D₁ katmanındaki örneklerin yaklaşık % 90'nının ve D₂ katmanındaki örneklerin ise % 80.7'sinin orta plastiklik durumu göstermesi nedeni ile toprak işleme faaliyetlerinin, plastik limit nem sınırında (ağırlık esasından yaklaşık % 25 nem düzeyinde) yapılmasının gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Atalay, İ.,1978. Erzurum ovası ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi. Atatürk Üni. Yayınları No, 91.
- Baver, L.D.,1930. The Atterberg Consistency Constant: Factors Affecting Their Values and a New Concept of Their Significance. J. Amer. Soc. Agron., 22: 935-948.
- Boekel, P., 1958. Evaluation of the Structure of Clay Soils by Means of Soil Consistency. Proc. Int. Sym. Soil Structure. Ghent-Belgium, p, 363-368,
- De Jong, E., D.F. Acton, H. B. Stonehouse, 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.
- Demiralay, İ., Y.Z.Güresinli, 1979. Erzurum Ovası Topraklarının Kıvam Limitleri ve Sıkışabilirliği Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk İni. Ziraat Fak. Dergisi, 10 (1-2): 77-93.
- Demirbaş, S., 1978. Mühendislik Yönünden Toprağın İndeks Özellikleri. Tarım Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Genel Yayın No,59. Teknik Yayın No, 30. s, 89
- Dowdy, S., S. Wearden,1983. Statistics for Research. John Wiley and Sons, Inc. USA.
- Farrar, D.M., J.D. Coleman, 1967. The Correlation of Surface Area With Other Properties of Nineteen British Clay soils. J. Soil Sci., 18: 118-124.
- Head, K.H.,1984. Manual of Soil Laboratory Testing. Volum1: Soil Classification and Compaction Tests. ISBN, 0-7273-1302-9. Biddles Ltd, Guildford, Surrey.
- Larney, F.J., R.A. Fortune, J.F. Collins, 1988. Intrinsic Soil Physical Parameters for Sugar Beet Seedbed Preparation. Soil Till Res. 12: 253-267.
- Mitchell, 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.
- Odell, R.T., T.H. Thornburn, L.J. McKenzie, 1960. Relationships of Atterberg Limits to Some Other Properties of Illinois Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 24: 297-300.
- Sağlam, M.T., 1994. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No, 189.
- Smith, C.W., A. Hadas, J. Dan, H. Koyumdjisky, 1985. Shrinkage and Atterberg Limits in Relation to Other Properties of Principal Soil Types in Israel. Geoderma., 35:47-65.
- Terzaghi, A., W.B. Hoogmoed, R. Miedema, 1988. The Use of the 'Wet Workability Limit' to Predict the Land Quality 'Workability' for Some Uruguayn Soils. Neth. J. Agric. Sci., 36: 91-103
- Ülgen, N., N. Yurtsever, 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Teknik Yayınlar Serisi No, 28.