



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.907976

Turhal koşullarında arazi kullanımı ve bazı mekaniksel toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Nutullah Özdemir^a, Elif Bülbül^{a*}

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar/elifb6565@gmail.com

Geliş/Received 01/04/2021

Kabul/Accepted 20/05/2021

ÖZET

Bu çalışmada Tokat ili Turhal ilçesi koşullarında arazi kullanım şekline bağlı olarak bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile mekaniksel davranışlar arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada, buğday, ayçiçeği, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, yonca, çayır ve mera bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, araştırma alanında fazla plastik inorganik killerin, fazla sıkışabilir inorganik siltlerin, orta sıkışabilir inorganik siltlerin, orta plastiklikte inorganik killerin ve düşük plastiklikte inorganik killerin bulunduğu görülmüştür. Toprağın kıvam limitleri ve mekaniksel kuvvetlere karşı duyarlılığı üzerinde temel toprak özellikleri (tekstürel fraksiyonlar ve yapıları, organik madde, değişebilir kanyonlar...) ile arazi kullanım şekline ilişkin uygulamaların etkili oldukları belirlenmiştir. Fazla plastik inorganik killerin bulunduğu buğday üretim alanlarında toprak işlemede dikkatli olunmasının gerekli olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Arazi kullanım şekli
Toprak özellikleri
Kıvam limitleri
Mekaniksel davranışlar

Relationship between land use and some mechanical soil properties in Turhal region

ABSTRACT

This paper investigates the impact of land use on soil mechanics along with physical and chemical properties of soil in the Turhal district of Tokat province, Turkey. The study is based on surface soil samples (0-20 cm) from wheat, sunflower, vegetable, sugar beet, alfalfa fields as well as orchards, meadows and pastures. Our analysis found inorganic clays of high, medium and low plasticity in addition to inorganic silts of high and medium compressibility in the samples. The results provide insights into how land use, fundamental soil properties (textural fractions, structure, organic matter, exchangeable cations) affect consistency limits and sensitivity to mechanical forces. It has been determined that it is necessary to be careful in soil cultivation in wheat production areas with excess plastic inorganic clays.

Keywords:
Land use
Soil properties
Consistency limits
Mechanical behaviors

1. Giriş

Tarım amaçlı çalışmalarda genellikle toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri kantitatif olarak değerlendirilirken mekaniksel toprak özellikleri üzerinde çok fazla durulmamaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979; Deneş ve ark., 2004). Günümüz koşullarında artan oranda toprakların mekaniksel davranışlarının değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmakta ve bu amaçla kıvam limitleri üzerinde durulmaktadır. Kıvam limitleri esas olarak ince taneli toprakların değişik su içeriklerine bağlı olarak gösterdikleri mukavemetin bir göstergesi olup toprağın doğal su içeriğinin kıvam limitleri ile karşılaştırılması zemin davranışları ve toprağının değişik amaçlarla kullanımına ilişkin verilerin yorumlanmasına imkân sağlamaktadır (Barnes, 2016). Yeni yerleşime açılacak alanlarda şişme büzülme potansiyelinin tespitinde (Thomas ve ark., 2000), değişik nem düzeylerinde işlenen toprakların tarım alet ve makinelerine karşı gösterdikleri direncin belirlenmesinde (Dexter ve Bird, 2001, Mueller ve ark., 2003, Gülser ve Candemir, 2006), kohezif toprakların sınıflandırılmasında (McBride, 2008; Seybold ve ark., 2008) ve toprak strüktürüne (Nikiforoff, 1938; Raws ve Pachepsky, 2002; Özdemir, 2013) ilişkin değerlendirmelerde kıvam limitlerinden yararlanılmaktadır.

Toprakta hâkim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir katyonların cinsi ve organik madde miktarı gibi karakteristik özellikleri kıvam limitleri ve mekaniksel davranışlar üzerinde etkili bileşenlerdir (Odell ve ark., 1960). Farklı araştırmacılar farklı topraklar üzerinde yaptıkları araştırmalarda (Sönmez, 1981; Gülser ve Candemir, 2006; Seybold ve ark., 2008; Dexter ve Bird., 2001; Keller ve Dexter, 2012) söz konusu bileşenler ile kıvam limitleri arasında farklı düzeylerde istatistiksel ilişkiler saptamışlardır.

Güney Çin'deki granitik bir bölgede toprak profil şekillenmesi, oyuntu erozyonu ile kıvam limitleri arasındaki ilişkileri araştıran Deng ve ark., (2017) profil şekillenmesinin fizikokimyasal toprak özelliklerini ve kıvam limitlerini etkilediğini, yüzey tabakasının yüzey altı katmanlara göre daha yüksek kıvam limitlerine, organik madde içeriğine, katyon değişim kapasitesine sahip olduğunu, söz konusu farklılığın oyuntuların genişlemesi ve geriye doğru gelişimini teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Arazi kullanımındaki değişim ve yönetim uygulamalarının toprakların mekaniksel ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen araştırmalarda toprak hidrolik özellikleri (Green ve ark., 2003; Schwartz ve ark., 2003), agregat stabilitesi, (Sindelar ve ark., 2019; Blanco Canqui, ve Ruis, 2020), toprak sıkışması (Şeker ve Işıldar, 2000; Havaee ve ark.,2014), erozyona duyarlılık (Centeri ve ark., 2009; Chen ve ark., 2019) gibi parametreler üzerinde durulmuştur. Arazi kullanımının çeşitli toprak mekaniksel özellikleri üzerindeki etkilerine ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte arazi kullanımı ve kullanımdaki değişimin kıvam limitleri üzerindeki etkileri hakkında çok az şey bilinmektedir (Zolfaghari ve ark., 2015). Bu araştırmada Turhal yöresinde sekiz farklı arazi kullanımı şekli (buğday, ayçiçeği, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, yonca, çayır, mera) altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde arazi kullanım şekline bağlı olarak bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ile mekaniksel davranışlar arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Tokat ili Turhal ilçesinde 8 farklı tarımsal uygulamanın yapıldığı 24 arazi parselinden ve yüzeyden (0-20 cm) alınan toprak örnekleri kullanılarak yürütülmüştür. Örnekleme noktalarının seçiminde arazilerin kullanım şekilleri dikkate alınmıştır (Çizelge 1).

Toprakların dane büyüklük dağılımı, Bouyoucos hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993); organik madde içeriği (OM), modifiye Walkley-Black yöntemi (Kacar, 1994); kireç (CaCO₃) içeriği, Scheibler kalsimetre yöntemi (Kacar, 1994); değişebilir sodyum, amonyum asetat ekstraksiyonu metodu (Sağlam, 1997); katyon değişim kapasitesi (KDK), Bower metodu (U.S. Salinity Lab. Staff.,1954); tarla kapasitesi (TK) ve devamlı solma noktası (SN), basınçlı tabla aleti kullanılarak (Black, 1965); pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, saturasyon çamurunda pH metre (Bayraklı, 1987) ve EC metreyle (Kacar, 1994); likit limit, Casagrande aleti kullanılarak (Sowers, 1965); plastik limit, toprak macunu 3mm'lik iplikçikler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarından (Sowers, 1965), Plastiklik indeksi, likit ve plastik limit değerleri arasındaki sayısal farklılıktan (Sowers, 1965), Boekel oranı I ve Boekel oranı II sırasıyla likit limit nem içeriğinin ve plastik limit nem içeriğinin pF 2'deki neme oranlanmasıyla (Özdemir, 2013); yüzde büzülme, hazırlanan toprak macununun hacminde meydana gelen değişimden (Ferry ve Olsen, 1975); COLE-çubuk, toprak macunundan hazırlanan çubukların boyutunda oluşan değişimden (Schafer ve Singer, 1975) yararlanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Toprak Özellikleri

Sekiz farklı arazi kullanım şekli altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2’de verilmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere topraklar kaba ile ince arasında değişen bir tekstür aralığında yer almakta olup kum içerikleri %20,2 ile %65,5, silt içerikleri %19.3 ile %45.1, kil içerikleri ise %3.4 ile %41.1 arasında değişmektedir.

Çizelge 1. Araştırma alanında örnekleme noktaları.
Table 1. Sampling points in the research area.

Örn. No	Enlem(°K)	Boylam(°D)	Yük. (m.)	Arz. kull. şek
1	44°71.381	24°8.689	547	Buğday tarlası
2	44°71.399	24°8.693	546	Buğday tarlası
3	44°71.315	24°8.646	548	Buğday tarlası
4	44°70.293	24°7.608	559	Mera alanı
5	44°69.479	24°6.860	567	Mera alanı
6	44°69.638	24°7.101	561	Mera alanı
7	44°72.052	24°9.493	543	Meyve bahçesi
8	44°72.037	24°9.496	546	Meyve bahçesi
9	44°69.102	24°6.495	578	Meyve bahçesi
10	44°72.008	24°9.632	557	Ayçiçek
11	44°74.786	24°9.345	579	Ayçiçek
12	44°72.063	24°9.628	553	Ayçiçek
13	44°72.429	24°9.431	546	Yonca
14	44°74.749	24°8.882	589	Yonca
15	44°69.471	24°6.869	566	Yonca
16	44°74.731	24°8.637	582	Sebze
17	44°74.749	24°8.734	586	Sebze
18	44°74.932	24°8.377	583	Sebze
19	44°69.582	24°7.118	565	Şeker pancarı
20	44°69.383	24°6.899	569	Şeker pancarı
21	44°69.134	24°6.534	599	Şeker pancarı
22	44°61.911	24°6.376	582	Çayır
23	44°67.722	24°6.141	575	Çayır
24	44°67.718	24°6.065	511	Çayır

Toprakların pH değerleri (1:2.5 toprak-su) 7.89 ile 8.06 arasında değişmekte olup ortalama değer 7.93’tür. Topraklar geneli ile orta derecede alkalın bir reaksiyona sahiptirler. Toprakların kireç içerikleri %8,95 ile %39,58 arasında değişmekte olup ortalama kireç içerikleri %19.09’dur. Toprakların geneli ile kireç yönünden çok kireçli bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir (Soil Science Division Staff, 2017). Toprakların organik madde içerikleri %0.57 ile %3,46 arasında değişmekte olup ortalama değer %2.22’dir. Topraklar aşırı derecede düşük ve yüksek arasında değişen düzeyde organik madde içeriğine sahiptirler (Hazelton ve Murphy, 2007). Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri 0.178 dS.m⁻¹ ile 0.780 dS.m⁻¹ arasından değişmekte olup ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0.445 dS.m⁻¹’dir. Toprakların EC değerleri 2 dS/m’nin altında olup topraklar tuzsuz olarak değerlendirilebilir (Hazelton ve Murphy, 2007).

3.2 Kıvam limitleri

Sekiz farklı arazi kullanımını altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen ortalama likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastiklik indeksi (PI) değerleri ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 1’de, bu değerler ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 3’de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere en yüksek LL değerleri buğday (%56,91) üretim alanlarına ilişkin örneklerde, en yüksek PL değerleri ise çayır (%31,36) olarak kullanılan alanlara ilişkin örneklerde belirlenirken en düşük LL (%27,43) ve PL değerleri sebze (%15,43) üretiminin yapıldığı parsellere ait örneklerde belirlenmiştir (Şekil 1). Kıvam limitleri toprakların kil içeriğine, kil tipine, organik madde kapsamına ve değişebilir katyonların cinsine bağlı olarak değişim göstermekte olup genellikle organik madde ve kil içeriğinin artmasıyla LL ve PL limit

değerlerinin de arttığı ifade edilmektedir (Smith ve ark., 1985; Demiralay ve Güresinli, 1979; Baumgarti, 2002; Gülser ve Candemir, 2006). Kıvam limitlerinin büyüklüğü ortamdaki kil minerali çeşidi hakkında önemli ipuçları vermekte olup 50'nin üzerindeki bir likit limit değeri montmorillonitin varlığını, 50'nin altındaki değerler ise kaolinit tipi killerin ortamda yaygın olduğunu ifade etmektedir (Munsuz 1985, Kokieva ve ark., 2020). Zeminlerde yer alan kil ve siltlerin kuru sağlamlık, sıkışabilirlik, çalkalama testine reaksiyon, plastik limitin yakınında kıvam gibi birçok davranışının kıvam limitleri ile ilişkili olduğu ilkesine dayanan plastiklik diyagramı (Şekil 2) zemin davranışlarının yorumlanmasında önemli yararlar sağlayabilir (Powrie, 2018).

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

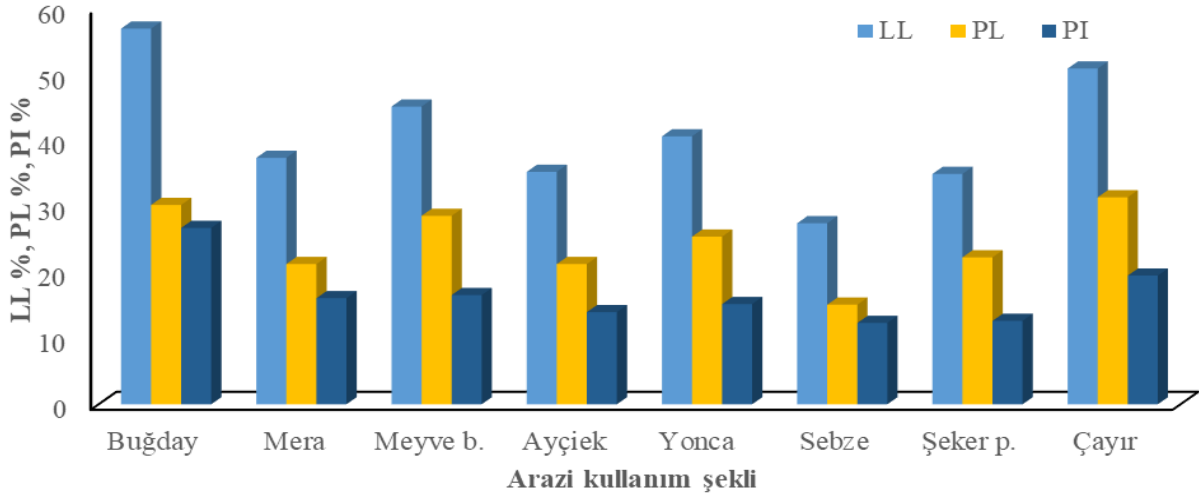
Table 2. Some physical and chemical properties of the research area soils.

Toprak özellikleri		Kum,	Silt,	Kil,	pH	EC,	Kireç,	OM,	DNa,	KDK,
Arazi kullanım şekli		%	%	%	(1:2.5)	dS m ⁻¹	%	%	%	me/100g
Buğday	Min.	20.2	36.4	37.5	7.90	0.313	12.30	2.00	4.58	23.5
	Max	25.6	39.6	40.2	7.90	0.504	15.50	3.00	11.2	29.1
	Ort.	23.6	37.7	38.5	7.91	0.409	14.10	2.60	8.17	27.0
Mera	Min.	28.0	19.3	7.5	7.89	0.178	11.70	0.63	4.24	15.6
	Max	65.5	38.9	33.3	7.90	0.54	21.50	1.40	6.48	24.1
	Ort.	47.1	28.8	24.0	7.89	0.341	17.50	1.00	5.40	19.4
Meyve bahçesi	Min.	27.5	33.6	28.3	7.90	0.34	16.20	1.40	2.24	20.1
	Max	33.7	38.2	37.1	7.91	0.677	23.40	3.20	6.57	33.4
	Ort.	30.2	36.2	33.5	7.91	0.507	19.10	2.50	4.85	25.8
Ayçiçek	Min.	44.2	29.8	5.5	7.99	0.282	11.20	2.30	1.68	30.1
	Max	55.4	39.3	24.4	8.01	0.780	24.60	3.46	2.71	38.3
	Ort.	48.7	31.3	17.4	8.00	0.468	18.60	3.00	2.07	35.2
Yonca	Min.	23.7	42.2	7.4	7.89	0.474	15.30	2.60	1.33	33.0
	Max	47.9	45.1	31.1	8.04	0.596	23.00	3.10	2.31	49.3
	Ort.	33.4	44.0	22.5	7.98	0.540	20.00	2.90	1.74	39.5
Sebze	Min.	45.1	34.7	3.4	7.89	0.332	8.95	1.70	1.41	32.3
	Max	61.6	42.8	13.7	8.06	0.459	12.70	2.80	1.73	42.2
	Ort.	54.5	39.2	6.2	7.95	0.388	11.10	2.20	1.59	37.1
Şeker pancarı	Min.	32.8	33.3	11.5	7.89	0.285	16.80	0.57	1.14	40.2
	Max	52.7	40.7	26.6	7.91	0.363	29.90	1.70	2.62	50.7
	Ort.	44.7	37.8	17.3	7.89	0.313	22.20	1.10	1.98	45.3
Mera	Min.	32.8	25.4	30.4	7.89	0.432	23.20	1.80	1.13	43.4
	Max	35.6	34.1	41.1	7.89	0.636	39.58	2.80	3.91	51.2
	Ort.	33.3	30.6	35.4	7.89	0.518	29.70	2.20	2.33	46.7

*: EC; elektriksel iletkenlik, OM; organik madde, DNa; değişebilir sodyum, KDK; kation değişim kapasitesi.

Araştırma alanı toprakları bu doğrultusunda değerlendirildiğinde buğday üretiminin yapıldığı alanlarda fazla plastik montmorillonit grubu inorganik killerin, çayırılık olarak kullanılan alanlarda fazla sıkışabilir inorganik siltlerin, meyve bahçesi olarak kullanılan alanlarda orta sıkışabilir inorganik siltlerin mevcut olduğu ifade edilebilir. Yonca, mera, şeker pancarı, ayçiçeği üretim alanı topraklarının orta plastiklikte inorganik kil ve sebze üretim alanı topraklarının ise düşük plastiklikte inorganik kil ağırlıklı bir yapıya sahip olduğu görülmüştür (Şekil 1, Şekil 2). Diğer taraftan toprakların LL değeri ortalamalarına göre büyükten küçüğe doğru Buğday>Çayır>Meyve bahçesi>Yonca> Mera> Ayçiçek> Şeker pancarı>Sebze şeklinde, PL değerlerine göre ise Çayır> Buğday>Meyve bahçesi>Yonca> Şeker pancarı> Mera> Ayçiçek> Sebze şeklinde sıralandıkları belirlenmiştir. PI değerleri ise LL ve PL değerlerine paralellik göstermiştir. Bu bulgular doğrultusunda kıvam limitlerinin arazi kullanım şekline ve temel toprak özelliklerinden etkilendiğini göstermektedir. Demir ve ark., (2012) Uğrak Havzasında arazi kullanımına bağlı olarak toprakların kıvam limitleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada kıvam limitlerinin kil, organik madde ve kireç içeriği ile ilişkili olduğunu, yüksek likit limit ve plastik limit değerlerine

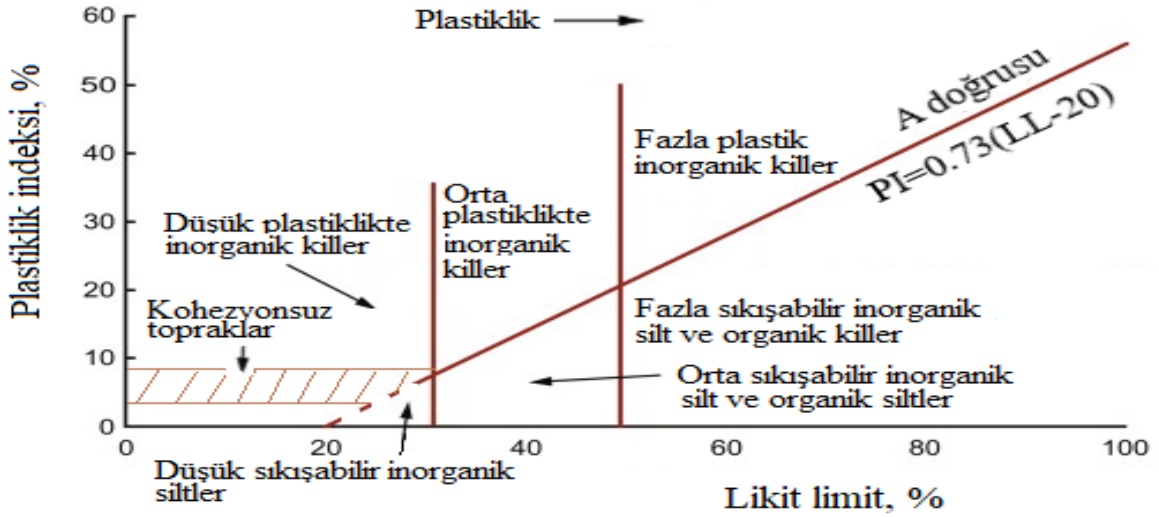
tarım arazilerinden alınan örneklerde rastlanıldığını belirtmişlerdir. Hemmat, ve ark., (2010) münavebe sistemlerinde organik ve inorganik gübre uygulamalarının kıvam limitleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışma sonucunda büzülme sınırı ve plastik limit değerlerinin kontrolle karşılaştırıldığında inorganik gübre uygulamasıyla önemli ölçüde arttığını vurgulamışlardır.



Şekil 1. Arazi kullanım şekli ile kıvam limitleri arasındaki ilişkiler.

Figure 1. Relationships between land use shape and consistency limits.

Toprakların LL değeri ile kum içeriği (-0.792**) değerleri arasında önemli negatif, kil (0.842**), organik madde (0.554**), değişebilir potasyum (0.412**), tarla kapasitesi (0.777**), solma noktası (0.810**), değişebilir sodyum (0.621**) içeriği değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların LL değeri ile yüzde büzülme (0.822**) ve COLE-çubuk değerleri arasında (0.740**) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprakların kum içeriği (-0.576**) ile PL değerleri arasında önemli negatif, kil içeriği (0.644**), organik madde içeriği (0.442**), kireç (0.387**), elektriksel iletkenlik (0.348**), değişebilir potasyum içeriği (0.378**), tarla kapasitesi (0.625**), solma noktası (0.689**), değişebilir sodyum içeriği (0.376**) değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprakların PL değeri ile yüzde büzülme (0.633**) ve COLE-çubuk değerleri (0.537**) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 3). Gülser ve ark., (2010), Aşağı Aksu ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürüttükleri araştırmalarda burada elde edilen bulguları destekleyici sonuçlar tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Toprakların likit limit ve plastiklik indeksi değerlerine göre sınıflandırılması (Powrie, 2018).

Figure 2. Classification of soils according to their liquid limit and plasticity index values (Powrie, 2018).

Atterberg limitleri tarımsal açıdan irdelendiğinde, PI küçükse balçıklaşmaya yol açmadan toprak işleme mümkün olmakta, PI büyük ise önemli derecede balçıklaşma tehlikesi bulunmaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979; Mueller ve ark., 2003; Gülser ve Candemir 2006). Turhal koşullarında ve farklı kullanımlar altında bulunan topraklar bu doğrultuda PI değerlerine göre Buğday> Çayır> Meyve bahçesi> Mera> Yonca> Ayçiçek> Şeker pancarı> Sebze şeklinde sıralanmışlardır. Bu değerler dikkate alındığında yüksek PI değerlerine sahip montmorillonit grubu killerin yaygın olduğu ve hububat üretiminin yapıldığı parsellerde toprak işleme esnasında balçıklaşma tehlikesinin diğer alanlara göre daha fazla olduğu ve bu hususa dikkat edilmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Bazı toprak özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler

Table 3. Statistical relationship between some soil properties

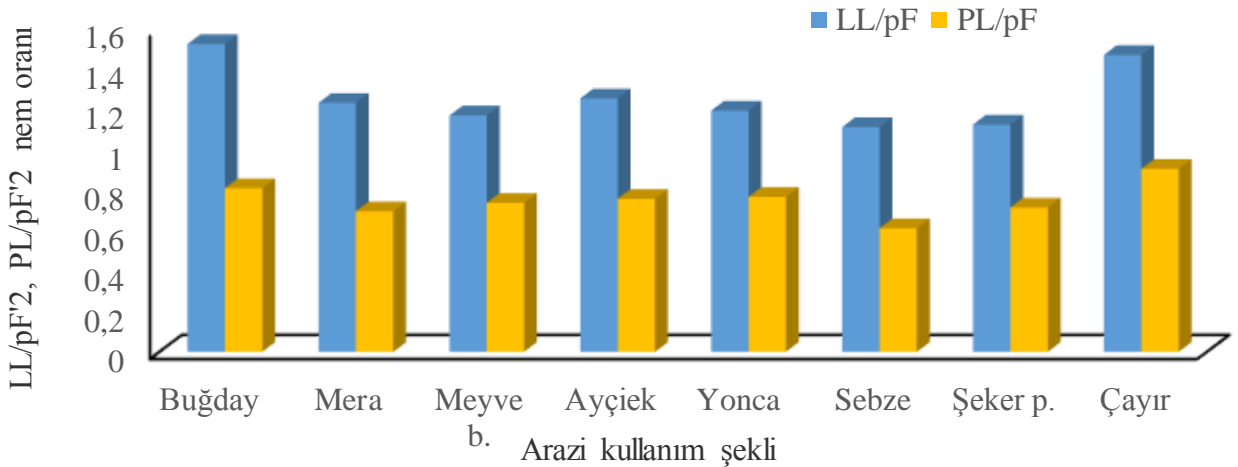
Özl.	S	Si	C	OM	KRC	EC	K	KDK	TK	SN	LL	PL	PI	COLE	YB	LL/pF 2	PL/p F2	DNA
S	1																	
Si	-.253	1																
C	-.892**	-.212	1															
OM	-.607**	.036	.597**	1														
KRC	-.185	-.379**	.364*	.283	1													
EC	-.337*	.361*	.172	.365*	.010	1												
K	-.462**	-.014	.473**	.451**	-.059	.441**	1											
KDK	-.055	.216	-.045	.247	.494**	.113	-.228	1										
TK	-.891**	.021	.891**	.589**	.182	.309	.605**	-.038	1									
SN	-.807**	-.138	.880**	.538**	.199	.377**	.635**	-.158	.881**	1								
LL	-.792**	-.089	.842**	.554**	.185	.296*	.412**	-.144	.777**	.810**	1							
PL	-.576**	-.134	.644**	.442**	.387**	.348*	.378**	-.068	.625**	.689**	.778**	1						
PI	-.732**	-.031	.753**	.482**	-.016	.174	.322*	-.160	.673**	.673**	.885**	.396**	1					
COLE	-.703**	-.280	.841**	.446**	.173	.072	.537**	-.206	.771**	.801**	.740**	.537**	.683**	1				
YB	-.871**	-.068	.911**	.526**	.193	.096	.453**	-.166	.888**	.867**	.822**	.633**	.732**	.845**	1			
LL/pF2	-.507**	-.306*	.655**	.637**	.402**	.139	.246	.159	.584**	.527**	.651**	.398**	.656**	.538**	.558**	1		
PL/pF2	-.409**	-.167	.491**	.595**	.539**	.228	.331*	.222	.502**	.459**	.469**	.515**	.303*	.354*	.421**	.775**	1	
DNa	-.449**	-.119	.509**	.169	-.284	.062	.337*	-.680**	.490**	.540**	.621**	.376**	.629**	.581**	.622**	.327*	.079	1

*:S kum,%; Si silt, %; C kil, %; OM organik madde, %; Krc Kireç, %; EC elektriksel iletkenlik, dS m⁻¹; KDK katyon değişim

kapasitesi, $\text{me}100\text{g}^{-1}$; TK, tarla kapasitesi, %; SN solma noktası, %; LL likit limit, %; PL plastik limit, %; PI plastiklik indeksi, %, COLE doğrusal uzama katsayısı, %; YB yüzde büzülme, %; LL/pF² likit limitin pF 2' deki neme oranı, PL/pF² plastik limitin pF 2' deki neme oranı, DNa değişebilir sodyum, $\text{me}100\text{g}^{-1}$, **, % 1 düzeyinde önemli; *, %1 düzeyinde önemli.

3.3. Boekel oranı (LL/pF² ve PL/pF² nem oranı) değerleri

Turhal yöresinde sekiz farklı arazi kullanımı altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen LL/pF² ve Plastik limit/ pF² nem oranı ortalamaları ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 3'de, bu oran değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 3'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, LL/pF² nem oranı değerleri 1.11 ile 1.52 arasında değişmekte olup en yüksek değerler buğday üretim alanlarında, en düşük değerler ise sebze üretiminin yapıldığı alanlarında belirlenirken, PL/pF² nem oranı değerleri 0.61 ile 0,90 arasında değişmekte olup en yüksek değerler çayır üretimi alanı olarak kullanılan parsellerde en düşük değerler ise sebze üretim alanlarında tespit edilmiştir. Nem yüzdesi ıskalası üzerinde üst ve alt plastik limitlerin pF² noktasına göre konumları toprakların strüktürlerini değerlendirmede iyi bir gösterge olabilir. Üst plastik limitin/pF²'deki neme yüzdesine oranı değerleri toprakların suda dağılıma olasılığını, alt plastik limitin pF²'deki nem oranı değerleri ise kil agregatlarının mekaniksel kuvvetlere karşı direncini ortaya koymada iyi bir ölçüt olarak kullanılabilir (De Leenheert ve ark., 1967). Üst plastik limitin pF²'deki nem oranı "1" den küçük ise toprakta önemli bir dağılıma, alt plastik limitin pF²'deki nem oranı "1" den büyük ise fazla bir direnç, küçük ise (0.6 ve 0.7) düşük bir direnç beklenebilir (De Boodt ve ark., 1967; Karagöktaş ve Yakupoğlu, 2014).



Şekil 3. Arazi kullanım şekline bağlı olarak LL/pF² ve PL/pF² nem oranı değerleri
Figure 3. LL / pF² and PL / pF² moisture ratio values depending on the land use shape

Bu sınır değerler dikkate alındığında araştırma konusu topraklarda üst plastik limitin pF²'deki neme oranı değerleri tüm topraklarda "1" den büyük olarak saptanmış olup topraklar dispersiyona karşı dirençli olarak değerlendirilebilir. Öte yandan alt plastik limitin pF²'deki neme oranı değerleri dikkate alındığında sebze üretiminin yapıldığı alanlar dışında kalan toprakların 0.70 in üzerinde bir oran değerine sahip oldukları için mekanikse kuvvetlere karşı dirençli oldukları söylenebilir.

Topraklar LL/pF² 'deki nem oranı ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralandıklarında Buğday> Çayır> Ayçiçek> Mera> Yonca> Meyve bahçesi> Şeker pancarı> Sebze üretim alanı olarak sıralandıkları (Şekil 2) tespit edilmiştir. Toprakların aynı doğrultuda PL/pF² oranı açısından ise Çayır>Buğday>Yonca>Ayçiçek>Meyve bahçesi> Şeker pancarı>Mera>Sebze üretim alanı şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu bulgular toprakların dispersiyona ve mekaniksel kuvvetlere karşı dirençlerinin temel toprak özelliklerinden ve arazi kullanım şeklinden etkilendiğini, kil ve organik madde içeriği gibi bileşenlerin

miktarları arttıkça ve toprak işleme yoğunluğu azaldıkça yapısal stabilitenin arttığını belirlenmiştir. Karagöktaş ve Yakupoğlu (2014) Kahramanmaraş yöresi toprakları üzerinde yapmış oldukları çalışmada, toprakların strüktürel dayanıklılıklarını söz konusu oranları kullanarak değerlendirmişlerdir. Dulkadiroğlu (2017) Engiz koşullarında arazi konumu, kullanım şekli ve temel toprak özellikleri ile Boekel oranı değerleri arasındaki ilişkileri incelediği araştırmasında, söz konusu oran değerlerinin arazi konumu, kullanım şekli ve toprak özelliklerinden etkilendiğini, düze yakın konumlarda, orman ve mera örtüsü altında bulunan toprakların eğimli pozisyonlarda yer alan ve tarım arazisi olarak kullanılan topraklara göre dispersiyona ve mekaniksel kuvvetlere karşı daha dirençli olduklarını tespit etmişlerdir

Toprakların LL/pF² nem oranı değerleri ile kum içeriği (-0.57**) ve silt içeriği (-0.306*) değerleri arasında önemli negatif, kil (0.655**), organik madde (0.637**), tarla kapasitesi (0.584**), solma noktası (0.527**), değişebilir sodyum (0.327*) içeriği değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların LL/pF² değeri ile yüzde büzülme (0.558**) ve COLE-çubuk değerleri arasında (0.538**) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprakların PL/pF² nem oranı değerleri ile kum içeriği (-0.409**) değerleri arasında önemli negatif, kil (0.491**), organik madde (0.595**), kireç içeriği (0.539**), değişebilir K içeriği (0.331*), tarla kapasitesi (0.502**), solma noktası (0.459**) değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların PL/pF² değeri ile yüzde büzülme (0.421**) ve COLE-çubuk değerleri arasında (0.354*) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir.

4. Sonuç

Tokat ili Turhal ilçesi koşullarında arazi kullanım şekline (buğday, mera, meyve bahçesi, ayçiçek, yonca, sebze, şeker pancarı, çayır) bağlı olarak bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile mekaniksel davranışlar arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmada, kıvam limitleri ile likit limit/pF² ve plastik limit/pF² nem oranı değerleri esas alınmıştır. Toprakların mekaniksel özellikleri ile temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kil, silt, kum, organik madde içeriği, kireç, katyon değişim kapasitesi, pH, EC, yüzde büzülme ve COLE çubuk, tarla kapasitesi, solma noktası, değişebilir Na ve K içeriği gibi temel parametreler arasında önemli istatistiksel ilişkiler saptanmıştır.

Arazi kullanım şekli ve mekaniksel davranışlar arasındaki karşılıklı ilişkiler irdelendiğinde söz konusu davranışların temel toprak özelliklerinden ve arazi kullanımı şeklinden etkilendiği, hafif yapılı ve düşük organik madde içeriğine sahip olan toprakların daha duyarlı bir yapıya sahip oldukları saptanmıştır. Tarımsal parseller dikkate alındığında toprak özellikleri ile birlikte yem bitkilerinin sistemde bulunduğu parsellerin yoğun toprak işlemeyi gerektiren parsellere göre daha dirençli bir yapı oluşturdukları görülmüştür. Münavebe sistemleri belirlenirken bu hususlara dikkat etmekte yarar bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Barnes, G., 2016. Soil mechanics: principles and practice. Macmillan International Higher Education.
- Baumgarti, T., 2002. Atterberg limits. Encyc. of Soil Sci.:89-93.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayın No: 38, Samsun, 131-135.
- Black, C. A., 1965. Methods Of Soil Analysis Part1And2. American Society Of Agronomy, Inc.; USA.
- Blanco-Canqui H., Lal, R., Post, M., 2006. Organic carbon influences on soil particle density and rheological properties. Soil Science Society of America Journal 70: 1407-1414. DOI: 10.2136/sssaj2005.0355.
- Blanco- Canqui, H., Ruis, S. J., 2020. Cover crop impacts on soil physical properties: A review. Soil Science Society of America Journal, 84(5), 1527-1576.
- Centeri, C., Herczeg, E., Vona, M., Balázs, K., Penksza, K., 2009. The effects of land- use change on plant-soil-erosion relations, Nyereg Hill, Hungary. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 172(4), 586-592.
- Chen, Z., Wang, L., Wei, A., Gao, J., Lu, Y., Zhou, J., 2019. Land-use change from arable lands to orchards reduced soil erosion and increased nutrient loss in a small catchment. Science of The Total Environment, 648, 1097-1104.
- De Boodt, M.D., De Leenheer, L., Low, A.J., Peerlkamp, P.K., 1967, Determination of the consistency of clay soils according to Boekel and Peerlkamp. West-European Methods for soil structure determination, 4, 16-18.
- De Leenheert, L., De Boodt, M.D., Low, A.J., Peerlkamp, P.K., 1967, Determination of the consistency of clay soils according to Boekel and Peerlkamp. West-European Methods for soil structure determination, 4, 16-18.
- Demir, S., Kılıç, K., Aydın, M., 2012. Farklı kullanım altındaki toprakların kıvam limitleriyle bazı toprak özellikleri arasındaki ilişki. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, (2), 63-71.

- Demiralay, İ., Güresinli, Y.Z., 1979. Erzurum Ovası Topraklarının Kıvam Limitleri Ve Sıkışabilirliği Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1-2).
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, ss: 131, Erzurum.
- Denef, K., Six, J., Merckx, R., Paustian, K., 2004. Carbon sequestration in microaggregates of no- tillage soils with different clay mineralogy. Soil Science Society of America Journal, 68(6), 1935-1944.
- Deng, Y., Cai, C., Xia, D., Ding, S., Chen, J., Wang, T., 2017. Soil Atterberg limits of different weathering profiles of the collapsing gullies in the hilly granitic region of southern china. Solid Earth, 8(2), 499-513.
- 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.
- Dulkadiroğlu, M., 2017. Farklı topoğrafik pozisyonlarda oluşmuş toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ferry, D. M., Olsen, R. A., 1975. Orientation of clay particles as it relates to crusting of soil. Soil Sci. 120: 365-375.
- Green, T. R., Ahuja, L. R., Benjamin, J. G., 2003. Advances and challenges in predicting agricultural management effects on soil hydraulic properties. Geoderma, 116(1-2), 3-27.
- Gülser, C., Candemir, F., 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs Topraklarının Bazı Mekaniksel Özellikleri Ve İşlenebilirlikleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 21(2), 213-217.
- Gülser, C., Dengiz, O., İç, S., Demir, Z., Selvi, K. Ç., 2010. Some mechanical properties and workability of Aşağı Aksu Basin soils. In: Proceedings of the International Soil Science Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality..
- Havaee, S., Ayoubi, S., Mosaddeghi, M. R., Keller, T., 2014. Impacts of land use on soil organic matter and degree of compactness in calcareous soils of central Iran. Soil use and management, 30(1), 2-9.
- Hazelton, P., Murphy, B., 2007. Interpreting Soil Test Results: What do all the numbers Mean 2nd. Australia: Csiro Publishing.
- Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezainejad, Y., Sadeghi, M., 2010. Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. Soil and Tillage Research, 108(1-2), 43-50.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı.
- Karagöktaş, D., Yakupoğlu, T., 2014. Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2(1), 6-12.
- Keller, T., Dexter, A.R., 2012. Plastic limits of agricultural soils as functions of soil texture and organic matter content. Soil Research 50: 7-17. DOI: 10.1071/SR111174
- Kokieva, G.E., Voinash, S.A., Sokolova, V.A., Gorbachev, V.A., Fedyayev, A.A., Fedyayev, A.A., 2020. The study of soil mechanics and intensification of agriculture. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 548, No. 6, p. 062036). IOP Publishing.
- 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.
- McBride R.A., 2008. Soil consistency and lower plastic limits. In: Carter MR, Gregorich EG (eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd edition, Chapter n58, CRC Press. pp 761-769.
- Munsuz, N., 1985. Toprak mekaniği ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları: 922, Ders Kitabı:260, Ankara.
- Nikiforoff, C.C., 1938. Soil consistence and soil structure in relation to the other physical properties of the soil. Soil Science Society of America Journal, 2(C), 401-409.
- Odell, R.T., Thornburn, T.H., McKenzie, L.J., 1960. Relationships of Atterberg limits to some other properties of Illinois soils. Soil Science Society of America Journal, 24(4), 297-300.
- Özdemir, N., 2013. Toprak ve Su Koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, 3. Baskı, Samsun.
- Powrie, W., 2018. Soil mechanics: concepts and applications. CRC Press. ISB-13: 978-1-4665-5248-7.
- Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., 2002. Soil consistence and structure as predictors of water retention. Soil Science Society of America Journal, 66(4), 1115-1126.
- Sağlam, T., 1997. Toprak kimyası. Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Yayın, (190).
- Schafer, W.M. and Singer, M. J. 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40: 805-806.
- Schwartz, R.C., Evett, S.R., Unger, P.W., 2003. Soil hydraulic properties of cropland compared with reestablished and native grassland. Geoderma, 116(1-2), 47-60.

- Seybold C.A., Elrashidi, M.A., Engel., R.J., 2008. Linear regression models to estimate soil liquid limit and plasticity index from basic soil properties. *Soil Science* 173: 25-34. DOI: 10.1097/ss.0b013e318159a5e1.
- Sindelar, M., Blanco-Canqui, H., Jin, V.L., Ferguson, R., 2019. Cover crops and corn residue removal: Impacts on soil hydraulic properties and their relationships with carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 83(1), 221-231.
- Smith, C.W., Hadas A, Dan J., Koyumjisky H., 1985. Shrinkage atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in israel. *Geoderma* 35: 7-65.
- Soil Science Division Staff., 2017. Soil survey manual. USDA handbook 18, 639.
- Sowers, G.T., 1965. Consistency. *Methods of Soil analysis*. Part 1 American Society of Agronomy, Madison-Wisconsin U.S.A. 349-397.
- Sönmez, K., 1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 12(2-3): 31-37.
- Şeker, C., Işıldar, A., 2000. Tarla trafiğinin toprak profilindeki gözenekliliğe ve sıkışmaya etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 71-77.
- 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.
- U. S. Salinity Lab. Staff. 1954. *Diagnosis and Improvement. Of saline and alkali soils*. U.S.D.A Agriculture Handbook. No: 60.
- Zolfaghari, Z., Mosaddeghi, M. R., Ayoubi, S., Kelishadi, H., 2015. Soil atterberg limits and consistency indices as influenced by land use and slope position in Western Iran. *Journal of Mountain Science*, 12(6), 1471-1483.