



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Farklı topoğrafik yapı ve arazi kullanım koşullarında hacim ağırlığı ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Nutullah Özdemir *

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun

Özet

Bu araştırma, Samsun ili 19 Mayıs İlçesi Engiz yöresinde farklı topoğrafik pozisyonlarda bulunan, mera, orman ve tarım arazisi olarak kullanılan yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek üzere yürütülmüştür. Çalışmada aynı hat üzerinde ve farklı topoğrafik pozisyonlarda yer alan, orman, mera ve tarım arazisi olarak kullanılan arazilerden alınan 28 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği kullanılmıştır. Toprakların kil, organik madde, katyon değişim kapasitesi, kireç, EC, kıvam limitleri, tarla kapasitesi, solma noktası değerleri ile hacim ağırlığı değerleri arasında önemli negatif; kum içeriği değerleri ile de önemli pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Toprakların silt içerikleri ile seçilen parametreler arasında ise önemli bir ilişki elde edilmemiştir. Topoğrafik yapı ve arazi kullanım şeklinin temel toprak özelliklerini ve hacim ağırlığı değerlerini etkilediği belirlenmiştir. Düzeye yakın konumlarda, orman ve mera örtüsü altında bulunan toprakların eğimli pozisyonlarda yer alan ve tarım arazisi olarak kullanılan topraklara göre daha düşük hacim ağırlığı değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hacim ağırlığı, arazi kullanım şekli, tekstür, organik madde.

Relationship between bulk density and some physical and chemical soil properties in different topographic shape and land use conditions

Abstract

This research was carried out to determine the relationships between bulk density criteria and some physical and chemical properties of soils formed on different topographic positions in Engiz District of 19 Mayıs County, Samsun. In this study, 28 surface soil (0-20 cm) were taken from the lands used as forest, pasture and agricultural field located on the same line and different topographic positions. The values of clay, organic matter, cation exchange capacity, total CaCO₃, EC, consistency limits, field capacity and wilting point had significant negative correlations with bulk density, sand content had a significant positive correlation with bulk density. There is no significant relation between silt content and selected parameters. It was determined that topographic position and land management influenced basic soil properties and bulk density. Soils located on flat positions, forest and pasture were lower bulk density than soils located on slope position and soils used in agricultural practices.

Keywords: Bulk density, land use, soil texture, organic matter.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Doğal koşullardaki toprak ağırlığının kapladığı hacme oranı olarak ifade edilen hacim ağırlığı değerleri toprağın dinamik bir özelliği olup tarımsal açıdan oldukça önemli bir parametredir (Aşkın ve Özdemir, 2003; Demir ve Gülser, 2015; Özdemir ve ark., 2018). Hacimsel bileşimini mineral ve organik bileşenler (katılar) ile bunlar arasındaki boşluklarda bulunan hava ve suyun oluşturduğu bu yapıda katı bileşenler bitkilerin gelişimleri için tutunma ortamı ve ihtiyaç duyulan besin elementlerini sağlarken ihtiyaç duyulan su ve oksijen gözenekler içerisinde depolanan söz konusu bileşenlerden temin edilirler.

Hacim ağırlığı değerleri toprağın tekstürü, organik madde içeriği, mineral bileşenlerin yapısı, iklim koşulları ve arazi yönetimine ilişkin faktörler tarafından etkilenmektedir (Gülser ve ark., 2008; Chaudhari ve ark., 2013; Özdemir ve ark., 2018). Hacim ağırlığı değerleri toprakta sıkışmanın kontrolü, su geçirgenliği, bitki kök bölgesine uygulanacak besin elementi miktarının hesaplanması, toprak suyunun derinlik olarak ifade

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 362 312 19 19

E-posta : nutullah@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 14 Şubat 2019

Kabul Tarihi : 13 Kasım 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.668593

edilmesi kadar modern tarım sistemlerinin planlanmasında da ihtiyaç duyulan bir parametredir (Özdemir, 1998; Gülser ve ark., 2016).

Toprak tekstüründen önemli ölçüde etkilenen hacim ağırlığı değerleri killi topraklarda 1.00 ile 1.40 g/cm³ ve kumlu topraklarda ise 1.40 ile 1.80 g/cm³ arasında değişmekte olup killi tekstüre sahip topraklarda 1.30-1.40 g/cm³, killi tın tekstüre sahip topraklarda 1.40-150 g/cm³ ve kumlu tın tekstürüne sahip topraklarda ise 1.70-180 g/cm³'ün üzerindeki değerler kök gelişimini sınırlandırmaktadır (Rosolem ve ark., 2002; Chaudhari ve ark., 2013). Bununla birlikte bitki karakterine bağlı olarak bazı bitkiler daha sıkı yapılı ve daha yüksek hacim ağırlığına sahip topraklarda gelişebilirler (Rosolem ve ark., 2002). Bu farklılığın bilinmesi bitki yönetim tedbirlerinin seçimi ve erozyon kontrolü açısından önemlidir.

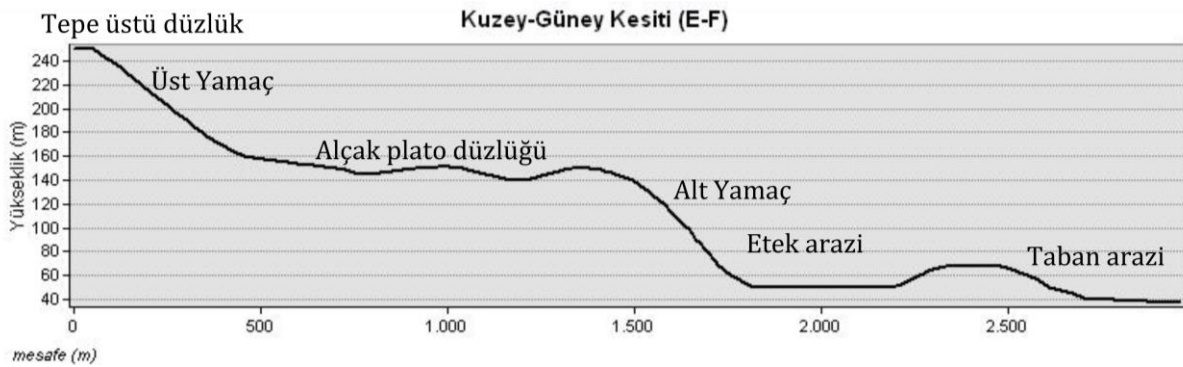
Hacim ağırlığı ve organik madde sık sık birlikte değerlendirilmekte olup organik madde artışının hacim ağırlığı değerlerini azalttığı tespit edilmiştir (Gülser, 2004; Joerg ve Körschens, 2009; Özdemir ve ark., 2018). Organik maddedeki artış topraktaki mikrobiyal aktivite ve besin konsantrasyonunu değiştirir. Sonuçta ayrışma ürünlerinin strüktürel gelişimi teşvik etmesi ve mevcut besinler ve bitki gelişiminin desteklenmesi toprakta hacim ağırlığı değerlerinin değişmesinde önemli bir rol oynayabilir. Nath (2015) Hindistanın Dibrugarh bölgesinde çay tarımının yapıldığı alanlarda hacim ağırlığının organik madde, tekstür ve bitki besin elementlerine olan bağımlılığını irdelemiştir. Araştırmacı yaptığı çalışma sonucunda hacim ağırlığı değerleri ile toprağın pH, elektriksel iletkenlik, toplam organik madde ve makro besin elementi değerleri arasında negatif kum içeriği değerleri arasında ise pozitif bir ilişkinin var olduğunu göstermiştir.

Jeolojik ve pedolojik toprak oluşturan faktörlerden dolayı, herhangi bir arazi pozisyonunda toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliği doğada var olmakla birlikte çeşitliliğin bir kısmının kültivasyon, aşırı otlatma, doğal örtünün tahribi ve diğer yönetim uygulamalarıyla önemli ölçüde değişime uğrayabileceği tespit edilmiştir (Iqbal ve ark., 2005; Dengiz ve ark., 2009). Söz konusu uygulamaların hacim ağırlığı ve diğer toprak özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi sürdürülebilir bir arazi yönetimi açısından oldukça önemlidir (Gülser ve ark., 2016). Bu araştırma, Samsun İli 19 Mayıs İlçesi Engiz yöresinde farklı topoğrafik yapılarla bulunan, mera, orman ve tarım arazisi olarak kullanılan yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek üzere yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma Samsun İli 19 Mayıs İlçesi sınırları içerisinde, Karadeniz ile Canik Dağları'nın alçak tepeleri arasında kalan, farklı topoğrafik konumlarda şekillenmiş (Şekil 1) 14 farklı arazi ünitesinden alınan yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri (n=28) kullanılarak (Çizelge 1) yürütülmüştür. Örneklem noktalarının seçiminde Dengiz ve ark (2016) tarafından yürütülen bir etüt çalışması ve karar örnekleme esas alınmıştır. Araştırma alanında Karadeniz iklimi hâkim olup yazlar serin, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Sıcaklık eksi dereceye hemen hemen hiç düşmez. Ancak güneye doğru gidildikçe yükselen tepe ve yamaçlarda, bilhassa Nebyan dağı eteklerinde dört mevsimin bütün özellikleri görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 15°C, yıllık ortalama yağış ise 676.5 mm'dir. Jeolojisini taban ve yamaç arazilerin oluşturduğu bölgede alüvyonlar bulunmakla birlikte dik yamaçlarla ayrılmış taraçalarda eski alüvyonlar görülmektedir. Taban araziler IV, jeolojik zamana ait alüvyonlardır. Yamaç arazilerde neojen devre ait sedimenter kayalar ve Eosendevrine ait flišler yer almıştır (Samsun İli Çevre Durum Raporu, 2008).



Şekil 1. Kuzey-Güney Doğrultusunda Örnekleme Alanının Kesiti

Yöntemler

Hacim ağırlığı silindir yöntemi (Demiralay, 1993), Mekanik analiz "Bouyoucos Hidrometre" yöntemi (Gee ve Bauder, 1986), organik madde "Walkley-Black" yöntemi (Kacar, 1994), toprak reaksiyonu (pH) toprak-su süspansiyonunda (1:2.5) cam elektrotlu pH-metre (Bayraklı, 1987), elektriksel iletkenlik (EC) değerleri pH

ölçümünün yapıldığı örneklerde cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti kullanılarak (Bayraklı, 1987), toplam kireç (CaCO_3) "Scheibler Kalsimetresi" ile (Kacar, 1994), değişebilir katyonlar atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile (Sağlam, 1997), katyon değişim kapasitesi (KDK) "Bower" yöntemine göre (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), tarla kapasitesi (0.33 atmosferdeki nem yüzdesi) ve solma noktası değerleri (15 atmosferdeki nem yüzdesi) basınçlı tabla aleti kullanılarak (Demiralay, 1993), likit limit (LL) değerleri, 40 no'lu (0.42 mm) elekten geçen toprak örnekleri kullanılarak Cassagrande aleti aracılığı ile (Sowers, 1965), plastik limit (PL) değerleri likit limitin tayini için hazırlanan toprak örnekleri kullanılarak nemli toprağın 3 mm'lik iplikçikler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarı esas alınarak (Sowers, 1965), plastiklik indeksi likit limit değerinden plastik limit değerinin çıkarılmasıyla (Sowers, 1965) belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programı ile yararlanılmıştır (Yurtsever, 1984).

Çizelge 1. Araştırma konusu toprak örneklerinin alındıkları yerler

Örn.alanı	Enlem ('K)	Boylam ('D)	Yük. (m.)	Arazi kull.şekli
1	41°29.126	36°2.762	37	Buğday tarlası
2	41°28.743	36°2.101	108	Buğday tarlası
3	41°28.808	36°2.31	36	Mısır tarlası
4	41°28.575	36°2.418	44	Buğday tarlası
5	41°28.385	36°2.494	71	Mera alanı
6	41°28.345	36°2.452	72	Mera alanı
7	41°28.271	36°2.236	128	Orman alanı
8	41°28.188	36°2.211	138	Buğday tarlası
9	41°28.109	36°2.186	130	Buğday tarlası
10	41°27.75	36°2.368	174	Buğday tarlası
11	41°27.671	36°2.371	185	Buğday tarlası
12	41°27.571	36°2.294	218	Orman alanı
13	41°27.419	36°2.084	268	Mera alanı
14	41°27.439	36°2.135	258	Orman alanı

Bulgular ve Tartışma

Toprak özellikleri

Araştırma konusu topraklar ince ile orta derecede kaba arasında değişen bir tekstür aralığında yer almaktadırlar. Toprakların kum içerikleri %14.03 ile %59.76, silt içerikleri %22.07 ile 43.5, kil içerikleri ise %17.97 ile %57.26 arasında değişmektedir. Toprakların pH değerleri genellikle hafif asit ve hafif alkalin arasında bulunmakta olup, ortalama 6.7'dir (Çizelge 2). Topraklar kireç içerikleri yönünden az (%0.82) ile fazla kireçli (%19.67) olarak tanımlanan aralıkta yer almaktadırlar. Toprakların organik madde içerikleri %1.91 ile %5.55 arasında, değişmekte olup yeterlilik yönünden orta düzeye yakın organik madde içeriğine sahiptirler. Topraklarda katyon değişim kapasitesi 29.10 ile 57.80 me/100g toprak arasındadır. Değişebilir sodyum içeriği %15'in altında olup alkalilik sorunu bulunmamaktadır (Hazelton ve Murphy, 2007).

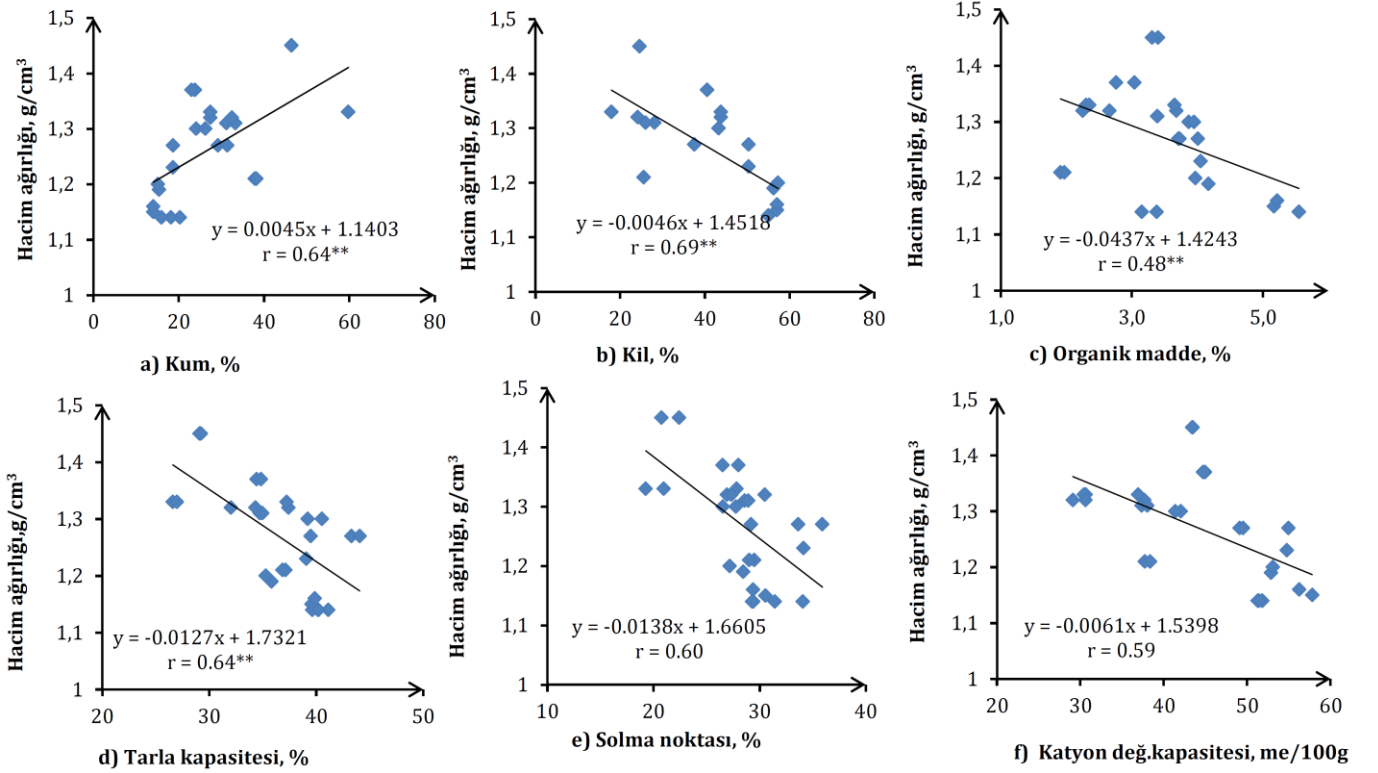
Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarına ait tanımlayıcı istatistikler.

Toprak özellikleri	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Kum, %	14.03	59.76	29.02	13.84
Silt, %	22.07	43.35	31.77	6.09
Kil, %	17.97	57.26	39.76	14.15
pH (1:2.5)	5.19	7.50	6.70	0.46
EC, ds/m	0.174	0.738	0.494	0.17
OM, %	1.91	5.55	3.67	1.07
TK, %	26.6	40.53	36.46	4.96
SN, %	19.26	35.91	28.30	4.39
Na, me/100g	0.35	0.96	0.700	0.24
DNa, %	1.20	1.66	1.58	2.61
KDK, me/100g	29.10	57.80	44.27	9.19
CaCO_3 , %	0.82	19.67	3.03	4.66
LL, %	36.94	61.29	50.66	7.20
PL, %	23.58	34.43	28.47	3.13
PI, %	7.57	32.38	22.19	7.88
Hacim ağırlığı, g/cm ³	1.14	1.45	1.27	0.096

EC: elektriksel iletkenlik, OM; organik madde, TK; tarla kapasitesi, SN; solma noktası, FS; faydalı su, DNa; değişebilir sodyum, KDK; katyon değişim kapasitesi, LL; likit limit, PL; plastik limit, PI; plastiklik indeksi.

Hacim ağırlığı ile bazı toprak özellikleri, arazi kullanımı ve konum arasındaki ilişkiler

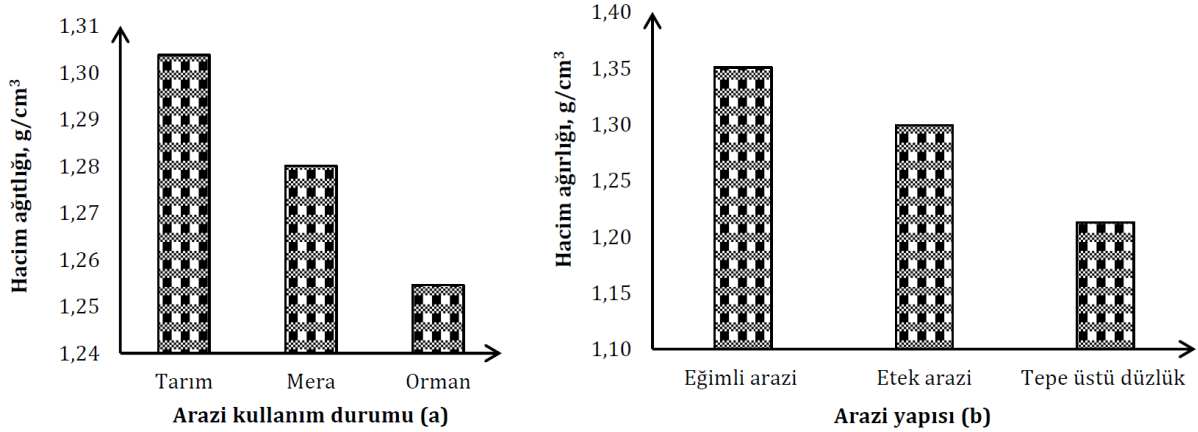
Farklı topoğrafik pozisyonlarda oluşmuş, toprak işlemeli tarım arazisi, mera ve orman alanı olarak kullanılan arazilerden alınan toprak örneklerinde belirlenen bazı toprak özelliklerine ilişkin istatistiksel değerler Çizelge1'de, hacim ağırlığı ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkiler Şekil 2'de, arazi kullanım durumu (a) ve arazi yapısı (b) ile hacim ağırlığı arasındaki ilişkiler ise Şekil 3'de verilmiştir. Bu verilerin irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere araştırma konusu örneklerde hacim ağırlığı değerleri 1.14 g/cm³ ile 1.45 g/cm³ arasında değişim göstermektedir. Toprağı oluşturan yapısal bileşenler ve toprak yönetim uygulamalarından önemli ölçüde etkilenen hacim ağırlığı değerleri strüktürde meydana gelen değişmeyi yansıtmakta olup yüksek hacim ağırlığı değerleri porozitenin azalmasına, infiltrasyonun düşmesine, yüzey akışın artışına, kök gelişiminin kısıtlanmasına ve erozyonunun tetiklenmesine neden olarak sürdürülebilir tarımsal üretimi kısıtlamaktadır. Killi tekstüre sahip topraklarda 1.30-1.40, killi tın tekstüre sahip topraklarda 1.40-1.50 ve kumlu tın tekstürüne sahip topraklarda ise 1.70-1.80 g/cm³'ün üzerindeki değerler kök gelişimini kısıtlamaktadır (Reichert ve ark., 2003; Keller ve Hakansson, 2010). Araştırma konusu topraklar bu açıdan irdelendiğinde killi tekstüre sahip ve toprak işlemeli tarım alanı olarak kullanılan alana ait iki örnek (1.30, 1.37 g/cm³) ile ormandan açılan alana ait 1 örnek (1.32 g/cm³) söz konusu sınır değerlerin üzerinde bir hacim ağırlığına sahip olup tarımsal açıdan kök gelişimini kısıtlayıcı ve erozyonu artırıcı değerlere sahiptirler.



Şekil 2. Hacim ağırlığı değerleri ile bazı toprak (a-kum, b-kil, c-organik madde, d-tarla kapasitesi, e-solma noktası, f-kasyon değişim kapasitesi) özellikleri arasındaki ilişkiler

Arazinin topoğrafik yapısı, kullanım şekli ve toprak özellikleri ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler irdelendiğinde, genellikle düz ve düze yakın konumlarda şekillenmiş olan arazilere ait örneklerin kil, silt+kil ve organik madde içeriklerinin yüksek, hacim ağırlığı değerlerinin düşük olduğu, eğimli pozisyonlarda yer alan ve toprak işlemeli tarım arazisi olarak kullanılan alanlara ait örneklerin ise organik madde ve kil içeriklerinin düşük, kum içeriklerinin ve hacim ağırlıklarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Hacim ağırlığı değerlerinin arazi yapısı ve arazi kullanım şeklinden etkilendiği, ortalama değerler dikkate alındığında toprakların orman (1.254) < mera (1.280) < tarım (1.303) alanı şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3a). Arazi yapısı açısından ise toprakların tepe üstü düzlük (1.213) < etek arazi (1.299) < yamaç arazi (1.350) (Şekil 3b) şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu durum muhtemelen topoğrafik yapı ve arazi kullanım şeklinin ortak etkileri ile su düzenin değişimi, erozyonun hızlanması, toprak oluşumunun yavaşlaması ve bu değişimin hacim ağırlığı değerlerine yansması ile ilişkilidir. Arazi kullanımındaki dönüşümlerin hacim ağırlığı üzerine etkilerini araştıran Korkaç ve ark. (2018) mera arazilerinin kavaklık alana dönüştürülmesi sonucunda organik karbon, kil, kum, agregat stabilitesi

değerlerinin etkilendiğini ve hacim ağırlığı değerlerinde önemli ölçüde düşüş meydana geldiğini, Aşkın (2002) ise temel toprak özelliklerinin arazinin topoğrafik yapısından önemli ölçüde etkilendiğini belirlemiştir.



Şekil 3. Hacim ağırlığı değerleri ile arazi kullanım şekli (a) ve arazi yapısı (b) arasındaki ilişkiler

Toprakların kil içeriği ($r=-0.685$), kanyon değişim kapasitesi ($r=-0.585$), tarla kapasitesi ($r=-0.635$), solma noktası ($r=-0.595$), likit limit ($r=-0.679$), plastiklik indeksi ($r=-0.644$) değerleri ile hacim ağırlığı değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif, kum içeriği ile ($r=0.638$) de % 1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar elde edilmiştir. Yine toprakların organik madde içeriği ($r=-0.474$), kireç ($r=-0.419$), plastik limit limit ($r=-0.446$) değerleri ile hacim ağırlığı değerleri arasında %5 düzeyinde önemli negatif korelasyonlar elde edilmiştir (Çizelge 3). Aşkın ve Özdemir (2003), Urbanek ve Horn, (2006), Gülser ve ark., (2016), Dengiz ve Coşkun (2016), Gülser ve ark., (2018) yapmış oldukları çalışmalarda bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile hacim ağırlığı arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin zamansal ve konumsal değişimini irdelenmişlerdir. Araştırmacılar hacim ağırlığı ve toprak özellikleri arasında önemli istatistiksel ilişkilerin bulunduğunu, ilişkinin konumdan etkilendiğini saptamışlardır. Toprakların silt ve faydalı su içeriği ile hacim ağırlığı değerleri arasında önemli bir ilişki kaydedilememiştir.

Çizelge 3. Araştırma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile hacim ağırlığı arasındaki ilişkiler

	HA	Kum	Silt	Kil	OM	Kireç	KDK	TK	SN	LL	PL	PI
Kum	0.628**											
Silt	0.231	-0.07										
Kil	-0.685**	-0.910**	-0.347									
OM	-0.474*	-0.664**	-0.369	.775**								
Kireç	-0.419*	-0.392*	-0.235	.455*	0.306							
KDK	-0.582**	-0.754**	-0.349	.853**	.737**	.405*						
TK	-0.625**	-0.747**	0.036	.684**	.561**	0.119	.624**					
SN	-0.585**	-0.689**	0.207	.558**	.439*	0.12	.539**	.885**				
FS	-0.255	-0.325	-0.306	.432*	.389*	0.034	0.338	.503**	0.044			
LL	-0.679**	-0.774**	-0.244	.830**	.578**	.449*	.800**	.783**	.729**	0.327		
PL	-0.446*	-0.636**	0.07	.572**	.375*	.568**	.500**	.548**	.587**	0.085	.783**	
PI	-0.644**	-0.620**	-0.434*	.764**	.552**	0.198	.780**	.712**	.596**	.423*	.836**	0.314

OM; organik madde, KDK; kanyon değişim kapasitesi, TK; tarla kapasitesi, SN; solma noktası, FS; faydalı su, LL; likit limit, PL; plastik limit, PI; plastiklik indeksi; *, %5 düzeyinde önemli, **, % 1 düzeyinde önemli

Sonuç

Samsun İli, 19 Mayıs İlçesi, Engiz bölgesinde farklı topoğrafik yapılarda ve aynı hat üzerinde oluşmuş, mera, orman ve tarım arazisi olarak kullanılan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek üzere yürütülen çalışma sonucunda; toprakların kil, kum, organik madde içeriği, kanyon değişim kapasitesi, likit limit, plastik limit, tarla kapasitesi, solma noktası gibi temel toprak özellikleri ile hacim ağırlığı, değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ilişkiler elde edilmiştir. Toprak özellikleri ve hacim ağırlığı değerlerinin arazi kullanım şekli ve yapısından etkilendiği tespit edilmiştir. Eğimli alanlarda yer alan toprakların kum içeriğinin yüksek, organik madde içeriğinin düşük, hacim ağırlıklarının çoğunlukla yüksek, düz ve düze yakın konumlarda yer alan toprakların ise kil ve organik madde içeriklerinin yüksek olduğu, hacim ağırlıklarının ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda arazi kullanım şekli ile bitki örtüsünün de toprak özelliklerini ve hacim ağırlığı değerlerini etkilediği tespit

edilmiştir. Orman ve mera örtüsü altındaki alanların tarım arazisi olarak kullanılan alanlara göre daha düşük hacim ağırlığı değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sürdürülebilir arazi yönetimine ilişkin planlamalar yapılırken topoğrafik yapı, erozyon arazi, arazi kullanım şekli ilişkisinin dikkate alınmasında yarar bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Aşkın T, Özdemir N, 2003. Soil bulk density related to soil particle size distribution and organic matter content. *Agriculture* 9 (2): 52-55.
- Aşkın T, 2002. Toprak aşınabilirliğinin topoğrafik pozisyonla ilişkili olarak jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bayraklı F, 1987. Toprak ve bitki analizleri. OMÜ, Ziraat Fak., Yayın No:38, Samsun, 131-135.
- Chaudhari R, Dodha V, Vidya D, Chakravarty M, Maity S, 2013. Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of Coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3(2): 1-8.
- Demir Z, Gülser C, 2015. Effects of rice husk compost application on soil quality parameters in greenhouse conditions. *Eurasian Journal of Soil Science* 4: 185–190.
- Demiralay İ, 1993, Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniv, Ziraat Fak, Yayınları No: 143, Erzurum, :90-95.
- Dengiz O, Özdemir N, Öztürk E, Yakupoğlu T, 2009. Doğu Karadeniz Bölgesi fındık arazilerinin tarımsal kullanıma uygunluk sınırının belirlenmesi, pilot çalışma; Ünye-Tekiraz beldesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 24(3): 174-183.
- Dengiz O, Coşkun A, 2016. Farklı topografik pozisyon ve arazi örtüsü ve arazi kullanımı altında toprakların oluşumu ve agregat stabilite değerlerinin belirlenmesi. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, TÜCAUM, 13-14 Ekim, Ankara.
- Gülser C, Ekberli I, Candemir F, Demir Z, 2016. Spatial variability of soil physical properties in a cultivated field. *Eurasian Journal of Soil Science*, 5(3): 192-200.
- Gülser C, İç S, Candemir F, Demir Z, 2008. Effects of rice husk application on mechanical properties and cultivation of a clay soil with and without planting. 29 October-01 November, Kuşadası, Turkey. *Adnan Menderes Ün. Ziraat Fak. Dergisi, Özel sayı: 217-223.*
- Gülser C, 2004. Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerinin toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilişkili pedotransfer eşitliklerle belirlenmesi. *O.M.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 19(3), 19-23.
- Gee G, Bauder JW, 1986. Partial-Size Analysis, p. 383-411, In A, Klute (ed,) Methods of soil analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed, Agron, Monogr, 9, ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
- Hazelton P, Murphy B, 2007. Interpreting soil test results: What Do All the Numbers Mean (2nd Edition), CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Joerg R, Körschens, M, 2009. Calculating the effect of soil organic matter concentration on soil bulk density. *Soil Science Society of America Journal* 73(3), 876-885.
- Iqbal J, Thomasson JA, Jenkins JN, Owens PR, Whisler FD, 2005. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. *Soil Science Society America Journal* 69(4): 1338-1350.
- Kacar B, 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III, Toprak Analizleri, A,Ü, Ziraat Fak, Eğitim Araş. ve Geliştirme Vakfı Yay, No:3, Ankara.
- Keller T, Hakansson I, 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma*, 154 (3): 398-406.
- Korkanç SY, Şahin H, Özden AO, Özkurt B, 2018. Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 19(4), 362-367.
- Nath TN, 2015. Physico-chemical properties and its relationship with soil bulk density of Roadside Tea Cultivated Soils in Dibrugarh District of Assam, INDIA. *Chem Sci Rev Lett*, 4(14), 746-752.
- Özdemir N, Ekberli İ, Kop Durmuş ÖT, 2018. Bazı toprak özellikleri ile kütle yoğunluğunun tahmini için pedotransfer modeller. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1): 46 – 51.
- Özdemir N, 1998. Toprak fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 30 Samsun.
- Reicher, JM, Reinert DJ, Braidia, JA, 2003. Soil quality and sustainability of agrossistems. C. *Ambiente* 27: 29–48 (in Portuguese with English abstract).
- Rosolem CA, Foloni JS, Tiritan CS, 2002. Root growth and nutrition accumulation in cover crops as affected by soil compaction. *Soil and Tillage Research* 65: 109-115.
- Samsun İli Çevre Durum Raporu, 2008. Çevresel etki değerlendirme. <https://www.yumpu.com/tr/.../> Samsun.
- Sağlam MT, 1997. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, 2, Baskı, Tekirdağ.
- Sowers GT, 1965. Consistency. Methods of soil analysis, Part I SSSA-ASA, Madison-Wisconsin USA, pp.349-397.
- Urbanek E, Horn R, 2006. Changes in soil organic matter, bulk density and tensile strength of aggregates after percolation in soils after conservation and conventional tillage. *Int. Agrophysics*, 20: 245-254.
- U.S. Salinity Lab Staff, 1954. Diagnosis and Improvement, of saline and alkali soils, USDA Agriculture Handbook, No: 60.
- Yurtsever N, 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım ve Köyişleri Bak, Köy İşleri Gen, Müd. Teknik Yayın No: 56.