



Araştırma Makalesi

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
25 (3): (2011) 96-103
ISSN:1309-0550



Kaymak Tabakası Oluşumuna Fiziko-Kimyasal Faktörlerin Etkileri

Levent BAL¹, Cevdet ŞEKER^{2,3}, İlknur ERSÖY GÜMÜŞ²

¹Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Konya İl Koordinatörlüğü, Konya/Türkiye
²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 06.06.2011, Kabul Tarihi:06.12.2011)

Özet

Bu çalışmanın amacı; Konya- Sarıcalar deneme istasyonu topraklarındaki kabuk bağlama probleminin nedenini belirlemek ve çözüm önerileri getirmektir. Bu amaçla deneme arazisinde farklı 3 adet profil açılmıştır. Farklı noktalardan ve derinliklerden alınan 15 toprak örneğinin çeşitli fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuş ve bulunan sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Buna göre kırılma değeri ile % silt, %porozite ve suda çözünebilir potasyum kapsamı arasında pozitif, kütle yoğunluğu, büzülme sınırı, agregat stabilitesi, amonyum asetata çözünebilir ve değişebilir Ca+Mg içerikleri arasında ise negatif önemli ilişkiler bulunmuştur. Çoklu regresyon analizlerinde ise kırılma değeri ile büzülme sınırı + amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg arasında %84 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki bulunmuştur. Regresyon analizi sonuçlarından anlaşılacağı gibi, çalışma alanı topraklarının kırılma değerlerindeki değişkenlikleri açıklamada etkili olan toprak özelliklerinin büzülme sınırı ve amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg içerikleri olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu topraklarda kaymak tabakası probleminin önüne geçilebilmesi için toprak organik madde miktarının artırılması, toprak üzerinde mekanizasyon faaliyetlerin minimum düzeyle sınırlandırılması ve toprak agregasyonuna olumsuz etkisi olabilecek her türlü faaliyetin azaltılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaymak tabakası, kırılma değeri, agregat stabilitesi, organik madde

The Effects of Physico-Chemical Factors on Soil Crusting

Abstract

The aim of this research was to determine crusting problems of the Konya-Sarıcalar research station soils and offer some recommendations for solution of its crusting. For this purpose three soil profiles were excavated in this area. Fifteen soil samples were collected from three different spots and five depths at the area, soil samples were analyzed to determine its physical and chemical properties and the results were interpreted by using statistical methods. According to these analysis, it was found positive relationship between modulus of rupture of the soil and %silt, porosity, soluble potassium in water but negative relationship between modulus of rupture and mass density, shrinkage limit, aggregate stability, exchangeable and soluble Ca+Mg in ammonium acetate. In the multiple regression analysis significant relationship was found between modulus of rupture and shrinkage limit + soluble Ca+Mg in ammonium acetate as 84% in the multiple regression analysis. As it is understood from the results of regression analysis, the variations in the modulus of rupture of research area's soils can be explained by properties of shrinkage limit and the content of soluble Ca+Mg in ammonium acetate. Furthermore currently soil tillage practices have been affecting physical properties and aggregate stabilities of soil. As a result, it is required to increase the organic matter content and to reduce the agricultural practices to the minimum tillage in order to prevent the crusting problems in the research soils.

Key Words: Crusting, modulus of rupture, aggregate stability, organic matter

Giriş

Toprakta kaymak tabakası ya da diğer bir ifade ile kabuk; toprak yüzeyindeki parçacıkların yeniden istiflenmesi sonucunda oluşan sert bir yüzey katmanını ifade eder. Başarılı bir yetiştirmede yapılacak ilk iş, tohumların çimlenmesi ve filizlerinin toprak yüzeyine çıkışlarını sağlayacak koşulların oluşturulmasıdır. Tohumun çimlenmesini ve filizin toprak yüzeyine çıkışını etkileyen birçok faktör içinde toprakların yüzeyinde oluşan kaymak tabakasının etkisi önemli bir yer tutmaktadır. Kaymak tabakası çimlenen tohumdan çıkan sürgünlerin toprak yüzeyine ulaşmasını

zorlaştırır. Bu olumsuz etkisinden dolayı, daha bitkisel üretimin başlangıcında büyük kayıplara sebep olabilmekte, oluşan verim kaybı işletme karını da düşürmektedir. Kaymak tabakası, gerek toprak içerisinde gerekse toprak ile atmosfer arasındaki su ve hava hareketlerini engellediği için bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kaymak tabakası sızmayı azalttığı için, toprakta depolanan su miktarını ve dolayısıyla bitkilere faydalı su içeriğini düşürmekte, infiltrasyonu azaltarak yüzey akışı arttırmakta ve erozyonun artmasına da sebep olmaktadır. Silt oranı düşük ve ince kum içeren topraklar ve kaba kumlu

³Sorumlu yazar: cseker@selcuk.edu.tr

topraklar hariç hemen hemen her çeşit tekstürdeki topraklarda kaymak tabakası oluşabileceğini, genellikle ince kum ve siltli tekstüre sahip toprakların kuvvetli derecede kabuk oluşturma eğiliminin olduğunu bildirilmiştir (Lutz, 1952). Lemos ve Lutz, (1957); kil tipi, toprak tekstürü ve 0.1 mm'den küçük agregat miktarlarının toprakların kırılma değeri ile ilişkileri incelendiğinde, suya dayanıklı agregat miktarındaki artış ile kırılma değerinin azaldığını bulmuşlardır. Gerard (1965), kabuk direncinin toprağın silt, kil ve değişebilir sodyum kapsamındaki artış ile arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, araştırmacı kabuk direncini belirlemede silt ve organik karbon içeriğinin belirleyici faktör olmasına karşın, kil içeriğinin belli bir ilişki gösterdiğini bildirmektedir. Scheffer (1966), toprakta agregatın iki olayın sonucunda oluştuğunu bildirmiştir. Araştırmacıya göre bu olaylardan birincisi, küçük zerrele ayrılmış olan toprak parçacıklarının birbirlerine yapışarak kümeleşmesidir. İkincisi ise, meydana gelen bu kümelerin muhtelif şekil, büyüklük ve miktarlarda dağılmasıdır. Araştırmacı ayrıca, agregatların bir arada tutulmasında, primer zerrelerin birbirine bağlayan organik ve inorganik maddelerin mevcudiyetinin önemli olduğunu bildirmiştir. Çelebi (1970), tekstürün toprak agregasyonu üzerine etkisini incelemiştir. Buna göre, kil içeriği ile agregasyon arasında pozitif ($r = 0,795$) önemli ilişki, silt içeriği önemsiz bir ilişki, kil+silt içeriği ile pozitif ($r = 0,645$) önemli ilişki, kum içeriği ile ise negatif ($r = 0,645$) önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Ferry ve Olsen (1975), kaymak tabakası oluşumu üzerine; toprak parçacıklarının dizilişlerinin, ortamın elektrolit konsantrasyonunun, tek ve çok değerli katyonların etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre; toprak parçacıklarının düzgün olarak sıkı istiflenmeleri, değişebilir durumda tek değerli katyonların fazla bulunması ve düşük elektrolit konsantrasyonunun, kabuk oluşumu ve direncini arttırırken, parçacıkların düzensiz olarak gevşek istiflenmeleri, çok değerli katyonların fazla bulunması ve yüksek elektrolit konsantrasyonunun kabuk oluşumunu azaltıcı yönde bir etkiye sahip olduğunu bildirmektedirler. Nuttal (1982), farklı topraklar üzerinde yaptığı çalışmada, kabuk oluşumuna sebep olan toprak özelliklerini tespit ederek bunların kabuk direnci, penetrasyon direnci ve kolza bitkisinin sürgün çıkışına etkilerini incelemiştir. Buna göre, kabuk direnci ve penetrasyon direncinin silt yüzdesiyle pozitif, organik madde içeriği ile negatif ilişki verdiğini ve sürgün çıkışının da bunlara bağlı olarak değiştiğini bildirmektedir. Ayrıca, araştırmacı kil içeriğinin kabuk direnci ve penetrasyon direnciyle bazı topraklarda negatif, bazı topraklarda da pozitif ilişki verdiğini bulmuştur. Rengasamy ve ark. (1984), agregat stabilitesinin toprağın değişebilir sodyum yüzdesindeki artış ile azaldığını, toprağın denge çözeltilerindeki elektrolit konsantrasyonunun artışıyla arttığını bulmuşlardır. Ben-Hur ve ark. (1985), agregat stabilitesinin toprağın değişebilir sodyum yüzdesine bağlı olarak değiştiğini, özellikle $DSY > 5,2$ olduğu durumlarda agregat

stabilitesinin önemli ölçüde etkilendiğini, agregatları oluşturan primer parçacıklar arasında bulunan bağları zayıflattığı, bu sebeple agregatların damlalarının çarpma etkisine maruz bırakıldıklarında kolayca dağıldıklarını ortaya koymuşlardır. Özdemir (1987), Iğdır ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırmacı toprakların organik madde içerikleri ile strüktürel dayanıklılık indeksi, agregat stabilitesi, boekel oranı ve çatlamaya karşı duyarlılık değerleri arasında önemli pozitif, kil yüzdesi, dispersiyon oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri arasında da önemli negatif ilişkiler saptamıştır. Arshad ve Mermut (1988), kabuk oluşumuna sebep olan faktörleri belirlemek için yaptıkları çalışmada, yüksek kil ve silt içeriği, değişebilir durumdaki Na ve Mg'un fazlalığı, düşük organik madde içeriği gibi faktörlerin agregatların bozulmasını artırarak kabuk oluşumunu teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Canpolat (1990), toprakların kırılma değeri ile silt içeriği ve değişebilir sodyum yüzdesi arasında pozitif, agregat stabilitesi ile negatif ilişkiler bulmuştur. Şeker ve Karakaplan (1999), toprak örneklerinden silt yüzdesi, dispersiyon oranı, elektriksel iletkenlik, organik madde, kireç, suda çözünebilir kalsiyum, magnezyum, sodyum, sülfat ve klor içerikleri ile kırılma değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli pozitif ilişkiler; kum yüzdesi, agregat stabilitesi, değişebilir kalsiyum, potasyum ve suda çözünebilir bikarbonat içerikleri ile kırılma değerleri arasında ise önemli negatif ilişkiler belirlemişlerdir. Tane yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, kil yüzdesi, pH, katyon değişim kapasitesi, değişebilir magnezyum ve sodyum içerikleri, değişebilir sodyum yüzdesi ve suda çözünebilir potasyum içeriği ile kırılma değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel bakımdan önemli çıkmadığını ifade etmişlerdir. Bedaiwy (2007), yağmurlama sulama altında, toprağın mekanik ve hidrolik özellikleri arasındaki ilişkileri ve değişimleri incelemiştir. Buna göre, siltli-tın tekstürdeki toprak, kil tekstürdeki toprağa göre yüzeyde daha yoğun ve kalın bir kabuk tabakası geliştirdiğini bulmuştur. Ortalama kabuk kalınlığı, siltli-tın tekstürdeki toprakta 3,9 mm iken kil tekstürdeki toprakta 2,6 mm olarak ölçmüştür. Ayrıca bu çalışmada, siltli-tın tekstürdeki toprağın infiltrasyon oranının kil tekstürdeki toprağa göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Sarıcalar araştırma istasyonu topraklarının yüzeyinde kabuk bağlama şeklinde oluşan bozulmanın sebeplerini ve bozulma düzeyini belirleyerek çözüm önerileri sunmaktır.

Materyal ve Yöntemler

Materyal

Araştırma alanı olarak seçilen bölge yarı kurak iklim özelliklerine sahiptir. Bölgede en yağışlı ay 44,4 mm ile Mayıs, en kurak ay 3,6 mm ile Ağustos ayıdır. Yıllık yağış miktarı 323,8 mm olup bunun yetiştirme

mevsimi (Nisan-Ekim) süresindeki miktarı 146,6 mm'dir. Ortalama yıllık sıcaklık 11,5 °C, ortalama nispi nem % 60 ve ortalama yıllık buharlaşma 1172,6 mm'dir (DMİ, 2010).

Deneme alanı topraklarının kaymak tabakası oluşum problemlerini anlamaya yönelik olarak 3 farklı noktada toprak profili açılarak örnekleme yapılmıştır. Profil yerlerinin tespitinde arazinin kullanım durumu dikkate alınmıştır. A profili üç-dört yıl önce tarıma açılan alanda, B profili sekiz on yıllık meyve bahçesinin olduğu alanda ve C profili ise yeni ağaçlandırma yapılmış bakir alanda açılmıştır. Bu profillerden farklı derinliklerde bozulmanın olup olmadığını belirlemek amacıyla 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm ve 80-100 cm olmak üzere 5 farklı derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Yöntem

Araziden alınan örneklerde kaymak tabakası oluşumu ile etkileşimi ortaya çıkarmak için aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Tekstür: Toprağın tekstürünün belirlenmesinde Bouyoucos hidrometre yöntemi kullanılmıştır (Demiralay, 1993). Tarla Kapasitesi (TK): Basınç tablası kullanılarak, 1/3 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak belirlenmiştir (Peters, 1965). Devamlı Solma Noktası (SN): Basınç membranı aleti kullanılarak, 15 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Peters, 1965). Faydalı Su Kapasitesi (FS): Tarla kapasitesi değerinden devamlı solma yüzdesi değeri çıkarılarak bulunmuştur (Peters, 1965). Agregat Stabilitesi (AS): Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin belirlenmesinde "ıslak eleme yöntemi" kullanılmıştır (Kemper, 1965). Kırılma Değeri (KD): Toprak örneklerinin kırılma değerini belirlemede kırılma modülü metodu kullanılmıştır (Richards, 1953). Zerre Yoğunluğu (Pk): Zerre yoğunluğunun tayininde "piknometre yöntemi" kullanılmıştır (Demiralay, 1993). Kütle Yoğunluğu (Pb): Parafin metoduna göre yapılmıştır (Demiralay, 1993). Porozite (P): Zerre yoğunluğu ve kütle yoğunluğu verileri kullanılarak hesaplanmıştır (Demiralay, 1993). İnfiltrasyon Oranı: Çift silindirik infiltrometreleri kullanılarak arazide ölçülmüştür (Demiralay, 1993). Dispersiyon Oranı (DO): Dispers edilmeden önce ve sonra topraktaki silt+kil fraksiyonlarının hidrometre okumalarında elde edilen veriler kullanılarak tespit edilmiştir (Ngatunga ve ark., 1984). Plastik Limit (PL): Toprak örnekleri 0,42 mm'lik elekten geçirildikten sonra, 3 mm kalınlığında zorlukla ip oluşturulabilen nem içeriği ölçülerek belirlenmiştir (Mertoğlu, 1982). Likit Limit (LL): Toprak örnekleri 0,42 mm'lik elekten geçirildikten sonra, Casagrande aleti kullanılarak belirlenmiştir (Mertoğlu, 1982). Plastiklik İndeksi (PI): Likit limit ve plastik limitten hesapla bulunmuştur (Mertoğlu, 1982). Büzülme Sınırı (BS): Toprak örnekleri 0,42 mm'lik elekten geçirildikten sonra, büzülme kapları kullanılarak

belirlenmiştir (Mertoğlu, 1982). pH: Toprakların pH değerlerinin ölçümü 1:2,5'luk toprak-su karışımında cam elektrodlu pH metre kullanılarak yapılmıştır (Peech, 1965). Elektriki İletkenlik (EC): Toprakların EC ölçümleri 1:2,5'luk toprak-su karışımında iletkenlik aleti kullanılarak yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). % Kireç (CaCO₃): Örneklerin kireç içerikleri "Scheibler Kalsimetresi" ile hacimsel olarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1966). % Organik Madde (OM): Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan "Smith Weldon" yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Hocaoğlu, 1966). Katyon Değişim Kapasitesi (KDK): Örneklerin katyon değişim kapasitesi "Bower" yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemde, değişim kompleksleri önce sodyum ve sonrada amonyum ile doyurulmuş sonra açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresi cihazında okunmuştur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). Değişebilir ve Suda Eriyebilir Katyonlar: Değişebilir katyonlar bir normal amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir katyonlardan suda serbest katyonların çıkartılması ile hesaplanmıştır. Suda eriyebilir katyonların belirlenmesinde, toprak örneklerinden 10 g tartılıp üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 30 dakika çalkalandıktan sonra mavi bant filtre kağıdından geçirilerek elde edilen çözeltilerdeki sodyum ve potasyum alev fotometresi ile, Ca ve Mg. ise aynı çözeltilerde EDTA ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). Ekstrakte Edilebilir Katyonlar: Toprak örneklerinde pH'sı 7'ye ayarlanmış bir normal amonyum asetat çözeltisi kullanılarak ekstrakte edilen katyonlardan sodyum ve potasyum alev fotometresi ile kalsiyum ve magnezyum ise aynı çözeltilerde EDTA ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). Değişebilir Sodyum Yüzdesi (DSY): 100 g topraktaki miliekivalan (mek) olarak değişebilir sodyum değerinin katyon değişim kapasitesi (mek/100 g) değerine bölünüp 100 ile çarpılması ile bulunmuştur (Sağlam, 1978). Zeta Potansiyeli (ZP): Toprak örneklerinin zeta potansiyelleri Sigma Aldrich CO918-100EA cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Laboratuarda elde edilen bütün verilerin kendi aralarındaki korelasyon ilişkisine bakılmıştır. Korelasyon analizinde kırılma değeri ile anlamlı değişkenlik gösteren özelliklerin etki modellerinin oluşturulması için tekli ve çoklu regresyon analizleri yapılmıştır (Minitab, 1995).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma konusu toprak profillerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimler Tablo 1'de verilmiştir.

Buna göre, toprakların kil içerikleri %46,32 ile %63,47 arasında, silt içerikleri %25,22 ile 39,65 arasında, kum içerikleri ise %7,36 ile %16,91 arasında değişmiş, C profilinin 20-40 cm derinliği tekstürü siltli kil iken, diğer bütün katmanlar kil tekstürü sınıfinda yer almıştır.

Tarla kapasitesi değerleri %23,00 ile %31,53 arasında, solma noktası değerleri %10,58 ile %17,01 arasında, faydalı su içerikleri %9,07 ile %15,75 arasında, dispersiyon oranı değerleri %48,54 ile %62,38 arasında, agregat stabilitesi değerleri derinlikle artış göstermiş ve %13,08 ile %22,16 arasında, plastik limit değerleri %24,63 ile %28,80 arasında, likit limit değerleri %41,58 ile %45,97 arasında, değerleri %14,37 ile %19,14 arasında, büzülme sınırı değerleri %25,73 ile %32,38 arasında, kütle yoğunluğu değerleri 1,27 ile 1,56 g cm⁻³ arasında, zerre yoğunluğu değerleri de 2,56 ile 2,62 g cm⁻³ arasında ve porozite değerleri %39,06 ile %50,78 arasında değişmiştir.

Araştırma konusu toprakların pH değerleri 7,31 ile 7,77 arasında, EC değerleri 0,247 dSm⁻¹ ile 0,995 dSm⁻¹ arasında, organik madde içerikleri %1,30 ile %2,95 arasında, kireç içerikleri %4,71 ile %14,52

arasında, KDK değerleri 32,7 mek 100g⁻¹ ile 36,6 mek 100g⁻¹ arasında, değişebilir Ca+Mg içerikleri 22,6 mek 100g⁻¹ ile 28,2 mek 100g⁻¹ arasında, değişebilir sodyum içerikleri 0,11 mek 100g⁻¹ ile 0,76 mek 100g⁻¹ arasında, değişebilir potasyum içerikleri 0,42 mek 100 g⁻¹ ile 2,28 mek 100g⁻¹ arasında, suda çözünebilir Ca+Mg içerikleri 2,3 mek 100g⁻¹ ile 2,9 mek 100g⁻¹ arasında, suda çözünebilir sodyum içerikleri 0,12 mek 100g⁻¹ ile 0,70 mek 100g⁻¹ arasında, suda çözünebilir potasyum içerikleri eser ile 0,33 mek 100g⁻¹ arasında, amonyum asetatta ekstrakte edilen Ca+Mg miktarları 34,4 mek 100g⁻¹ ile 44,6 mek 100g⁻¹ arasında, asetatta ekstrakte edilen sodyum değerleri 0,36 mek 100g⁻¹ ile 1,46 mek 100g⁻¹ arasında ve amonyum asetatta ekstrakte edilen potasyum değerleri 0,43 mek 100g⁻¹ ile 2,60 mek 100g⁻¹ arasında, zeta potansiyelleri -15,69 mV ile -24,22 mV arasında değişmiştir.

Tablo 1. Araştırma Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Ortalama Değerleri ve İstatistiksel Analizleri

Değişkenler	Örnek sayısı	Ortalama	SS	%CV	Min	Max	Skewness	Kurtosis
KD (KPa)	15	148,0	69,2	46,76	48,7	287,7	0,09	-0,44
% Kil	15	56,38	4,81	8,54	46,32	63,47	-0,72	0,09
% Silt	15	31,46	4,70	14,93	25,22	39,65	0,32	-1,18
% Kum	15	12,16	2,405	19,78	7,36	16,91	0,01	0,28
pH	15	7,59	0,105	1,39	7,31	7,77	-1,04	3,16
EC (dSm ⁻¹)	15	0,509	0,202	39,65	0,247	0,995	1,18	1,43
Pk (g/cm ³)	15	2,59	0,0168	0,65	2,56	2,62	0,42	-0,38
Pb (gr/cm ³)	15	1,38	0,0758	5,48	1,27	1,56	0,60	0,81
P (%)	15	46,52	3,119	6,70	39,06	50,78	-0,74	0,98
LL	15	43,60	1,488	3,41	41,58	45,97	0,34	-1,21
PL	15	26,84	1,157	4,31	24,63	28,80	-0,05	-0,28
PI	15	16,76	1,669	9,96	14,37	19,14	-0,31	-1,35
BS	15	29,43	2,086	7,09	25,73	32,38	-0,36	-0,85
%Kireç	15	10,26	2,344	22,84	4,710	14,52	-0,75	1,73
DO	15	54,99	3,789	6,89	48,70	62,38	0,13	-0,17
AS (%)	15	17,51	2,902	16,57	13,09	22,17	-0,13	-1,19
TK (%)	15	27,23	2,711	9,95	23,01	31,53	0,27	-1,25
SN (%)	15	14,70	2,236	15,21	10,58	17,01	-0,81	-0,72
FS (%)	15	12,53	2,156	17,20	9,07	15,75	-0,38	-1,41
OM (%)	15	1,75	0,423	24,13	1,29	2,96	1,72	4,07
KDK (mek/100g)	15	34,24	1,145	3,34	32,70	36,65	0,56	-0,30
AA Ca+Mg (mek/100g)	15	40,81	3,586	8,79	34,40	44,60	-0,61	-0,88
Suda Ca+Mg (mek/100g)	15	2,48	0,197	7,95	2,30	2,90	0,97	-0,15
D Ca+Mg (mek/100g)	15	38,33	3,509	9,13	32,00	42,00	-0,65	-0,81
AA Na (mek/100g)	15	0,711	0,296	41,62	0,362	1,465	1,09	1,60
Suda Na (mek/100g)	15	0,369	0,188	51,09	0,120	0,701	0,25	-1,41
D Na (mek/100g)	15	0,342	0,1630	47,66	0,109	0,764	1,17	2,00
AA K (mek/100g)	15	1,077	0,571	53,01	0,435	2,604	1,58	2,58
Suda K (mek/100g)	15	0,088	0,109	124,1	0,002	0,326	1,33	0,90
D K (mek/100g)	15	0,989	0,482	48,70	0,422	2,278	1,63	2,80
D Na (%)	15	1,000	0,490	48,97	0,329	2,326	1,40	2,87
ZP (mV)	15	-19,44	1,448	-7,45	-22,65	-16,79	-0,27	0,62

* SS: Standart sapma; CV: Değişim katsayısı

İnfiltrasyon oranı

Araştırma konusu toprakların infiltrasyon oranları Şekil 1'de verilmiştir. Hiç tarım yapılmayan C profilinin yer aldığı alanda başlangıç infiltrasyon oranı değeri 108 mm saat⁻¹ iken, yeni tarıma açılan B profilinde bu değer 96 mm saat⁻¹ ve uzun zamandır ta-

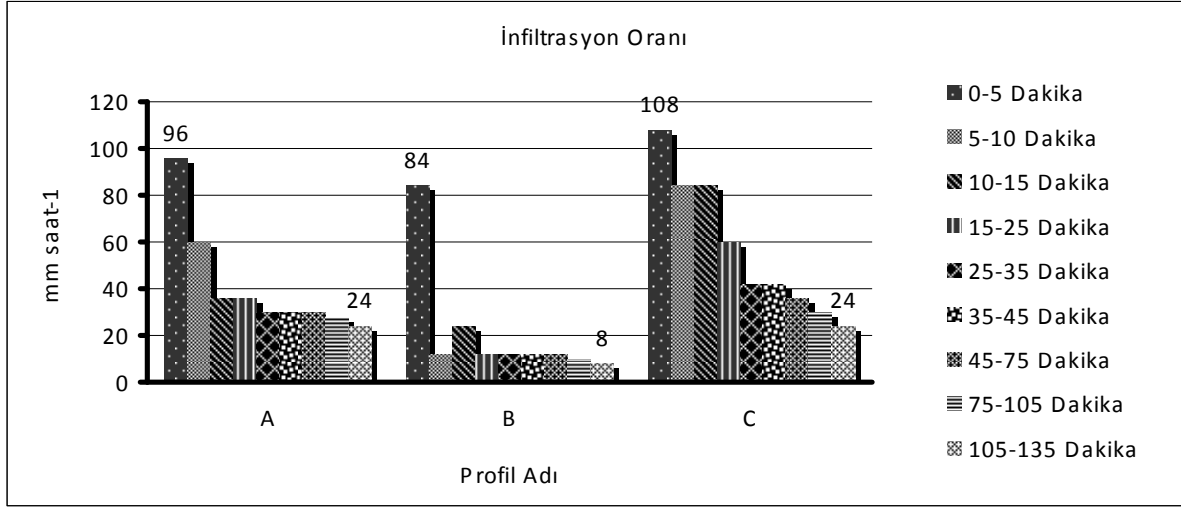
rım yapılan B profilinde ise 84 mm saat⁻¹ ölçülmüştür.

Kırılma değeri

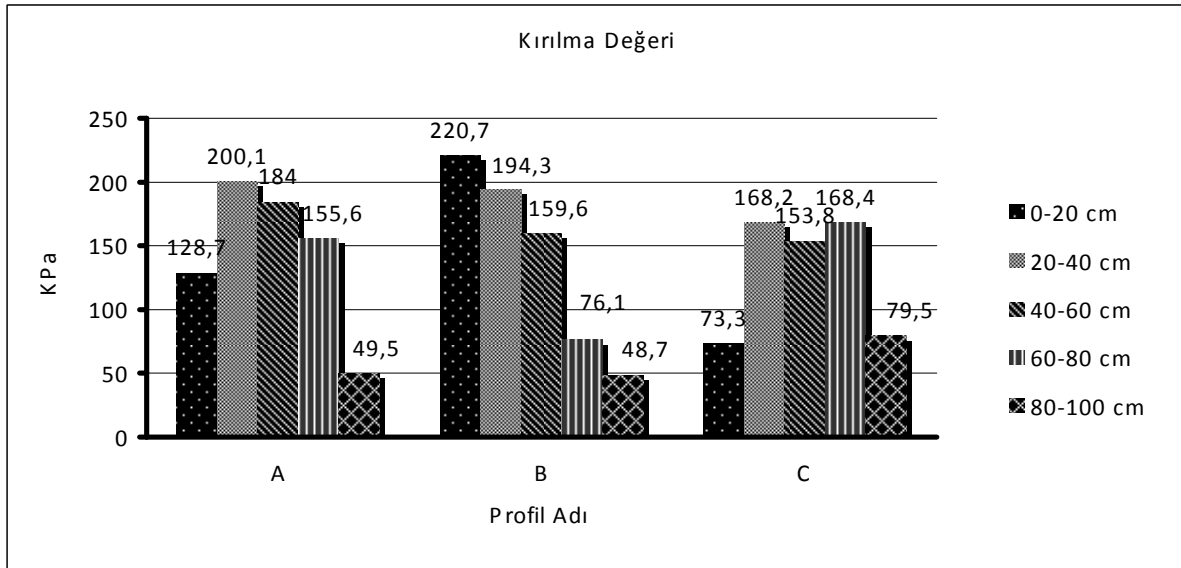
Toprakların kırılma değerleri 48,7 kPa ile 220,7 kPa arasında değişmiştir. En düşük kırılma değeri B profilinin 80-100 cm'lik kısmından alınan örnekte ölçülürken, en yüksek kırılma değeri yine B profilinin 0-

20 cm'lik kısmından alınan örnekte ölçülmüştür. A ve C profillerini 0-20 cm'lik yüzey katmanlarının kırılma değerleri B profilinin 0-20 cm'lik kısmına

göre önemli ölçüde düşükken, alt katmanlarda kırılma değerleri değişkenlikler göstermiştir. (Şekil 2).



Şekil 1. Toprakların İnfiltrasyon Oranı Değerlerinin Görsel Dağılımı



Şekil 2. Toprak Profillerinin Kırılma Değerlerinin Görsel Dağılımı

Korelasyon ve regresyon analizleri

Toprak özelliklerinin toprağın kırılma değeri üzerine bireysel ve ortak etkilerini belirlemek için önce korelasyon analizi yapılarak, korelasyon matris tablosu oluşturulmuş, daha sonra, korelasyon analizi sonuçlarına göre kırılma değeri ile en az %95 ihtimalle önemli pozitif ve negatif ilişkiler veren özellikler ile kırılma değerleri arasında bireysel ve kademeli çoklu regresyon analizleri yapılmıştır.

Buna göre, kırılma değeri ile %silt, %porozite ve suda çözünebilir potasyum kapsamı arasında poziti-

tif, kütle yoğunluğu, büzülme sınırı, agregat stabilitesi, amonyum asetatta çözünebilir ve değişebilir Ca+Mg içerikleri arasında ise negatif önemli ilişkiler bulunmuştur.

Korelasyon analizi sonucuna göre kırılma değeri ile anlamlı değişkenlik gösteren toprak özellikleri arasında geliştirilen regresyon analizi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre ikili regresyon analizlerinde kırılma değeri ile büzülme sınırı arasında %71 ile en yüksek açıklama yüzdesine sahip ($r^2=0,71$) lineer negatif bir ilişki bulunmuştur.

Suda çözünebilir K ile kırılma değeri arasında % 64 açıklama yüzdesine sahip lineer pozitif ilişki, amonyum asetatla çözünebilir Ca+Mg ve değişebilir Ca+Mg ile kırılma değeri arasında sırasıyla %62 ve %61 açıklama yüzdesine sahip negatif ilişki, porozite ile kırılma değeri arasında %56 açıklama yüzdesine sahip lineer pozitif ilişki, kütle yoğunluğu ile kırılma değeri arasında %55 açıklama yüzdesine sahip lineer negatif ilişki, agregat stabilitesi ile kırılma değeri arasında %51 açıklama yüzdesine sahip lineer negatif ilişki ve silt içeriği ile kırılma değeri arasında %42 açıklama yüzdesine sahip lineer pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Regresyon analizinin ikinci aşamasında ise kırılma değeri ile en yüksek açıklama yüzdesine sahip ilişki veren değişkenden başlayarak kademeli ve çoklu regresyon analizi yapılmış, buna göre açıklama yüzdesini en fazla artıran modeller Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, kırılma değeri ile büzülme sınırı+suda çözünebilir K arasında %74 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki, büzülme sınırı+suda çözünebilir K+amonyum asetatla çözünebilir Ca+Mg arasında %84 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki ve büzülme sınırı + amonyum asetatla çözünebilir Ca+Mg arasında %84 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki bulunmuştur. Regresyon analizi sonuçlarından anlaşılacağı gibi, çalışma alanı topraklarının kırılma değerlerindeki değişkenlikleri açıklamada etkili olan toprak özelliklerinin büzülme sınırı ve amonyum asetatla çözünebilir Ca+Mg içerikleri olduğu anlaşılmaktadır.

Topraklarda büzülme sınırının düşüklüğü büzülmenin fazla olduğu anlamına gelmektedir. Bunu etkileyen en önemli faktörler toprağın kil içeriği, kil tipi ve ortamın iyonik yapısıdır. Toprakların kil içeriğinin artması, büzülme sınırını düşürmekte, dolayısıyla büzülme artmaktadır. Bu durum ise elde edilen sonuçlarla ilişki oluşturuyor görünümündedir. Topraklarda kilin artışı ile kırılma değerinin düşmesi beklenir. Çünkü kil çok geniş yüzey alanı sayesinde agregatlaşmayı teşvik etmektedir. Ancak çalışma alanı toprakların çok yüksek dispersiyon oranı ve çok düşük agregat stabilitesi değerleri vermesi bu etkiyi tersine çevirerek kırılma değerini artırmıştır. Buradan da, topraklarda kilin miktarından ziyade strüktür gelişiminin önemli olduğunu göstermektedir. Amonyum asetatla çözünebilir Ca+Mg içeriğinin kırılma değerine olan etkisi ise beklenen şekilde gerçekleşmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışma alanı topraklarında, bozulmanın sebebini belirlemek ve tespit edilecek problemlere çözüm önerileri getirmek için yapılan bu çalışmada, üç farklı kullanım altındaki alanlardan alınan profil örneklerinde çeşitli analizler yapılarak durum tespiti yapılmıştır. Toprakların yüzey katmanının bozulmasının bir göstergesi olan kaymak tabakası oluşumunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bunlar; kimyasal etkilerden, fiziksel bozulmalardan, biyolojik ve pe-

dolojik faktörlerden kaynaklanabilir. Topraklarda değişebilir durumda monovalent katyonların fazla olması (DSY>%5.2) dispersiyonu artırarak kabuk oluşumunu teşvik etmektedir (Ben-Hur ve ark., 1985). Fiziksel bozulmalar ise farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Yoğun toprak işleme ve tarla trafiği, toprak yüzeyinin doğal yağmur veya yağmurlama sulamada darbe etkisi agregatları bozarak kabuk oluşumuna neden olabilmektedir. Biyolojik faktörler daha çok organik madde miktarının azalmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu ise agregatların bağlanma kuvvetlerini zayıflatarak kaymak tabakası oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Pedolojik faktörler daha çok toprağın olgunlaşma sürecini etkileyerek kaymak tabakası oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Özellikle bu durum kurak-yarı kurak iklimlerde, taşınmış veya erozyona uğramış ana materyallerin üzerine oluşan topraklarda görülmektedir. Yeni birikmiş depozitlerde taşınma esnasında agregatlar bozulduğundan ve genelde derecelenme görüldüğünden agregatlaşma zayıf olmaktadır. Araştırma topraklarının özellikleri incelendiğinde kimyasal özelliklerden kaynaklanan bir bozulma olmadığı anlaşılmaktadır.

Fiziksel özelliklerden dispersiyon oranının yüksek ve agregat stabilitesinin düşük olması kaymak tabakası oluşumunun nedenleri arasında gösterilebilir (Baryan, 1968; Arshad ve Mermut, 1988; Şeker ve Karakaplan, 1999). Kimyasal etki elemine edildikten sonra dispersiyon oranındaki artış ve agregat stabilitesindeki azalışa katkı yapan en önemli faktörler toprakların aşırı işlenmesi, organik madde azlığı ve özellikle genç alüvyal depozitlerde agregatlaşmayı sağlayacak kadar zamanın geçmemesidir. Yani agregatlaşmayı teşvik edici ıslanma-kuruma ve donma-çözünme çevriminin, gerek yağışın az olması ve gerekse kurak-yarı kurak iklimin hakim olması nedeniyle, yeterince etkin olmamasıdır. Çalışma alanında toprak işlemenin olumsuz etkisi belirgin çıkmamıştır. Araştırma topraklarının hem yüzey ve hem de yüzey altı katmanlarında kabuk oluşturma eğiliminin olduğu görülmektedir. Üç farklı kullanımda olan toprakların yüksek dispersiyon oranları ve düşük agregat stabiliteyi arasında belirgin farklılık olmamasına rağmen kırılma değerinin önemli ölçüde değişmesi killerin hassaslığı ile açıklanabilir (Skempton ve Northey, 1952). Hassaslık, yağmurdan dolayı killerin kıvam değiştirerek mukavemetinin düşmesidir. Birçok kil su kapsamı aynı kalmak üzere yağrulduğu zaman sertliğinin ve mukavemetinin bir kısmını kaybeder. Nedeni kesin olarak bilinmemekle beraber bu durumun, yağurma sonunda, taneler arasındaki bağlayıcı kuvvetlerin bir kısmının kırılmasından ileri geldiği şeklindedir.

Toprakların büzülme sınırını etkileyen en önemli toprak özellikleri; kil tipi ve kil miktarıdır (Grim, 1962; Munsuz, 1985). Topraklarda kil miktarı arttıkça büzülme artmakta ve buna bağlı olarak büzülme sınırı daha düşük değerler vermektedir. Ayrıca top-

rakların 2:1 tipi kil içeriklerinin artması büzülmeyi de arttıracığından, büzülme sınırını düşmektedir. Gerek toprakların büzülme sınırları ve gerekse plastik ve likit limitleri ile plastiklik indeksleri incelendiğinde 1:1 tipi killerin yaygın olabileceği, 2:1 tipi

kilin ise muhtemelen illit olabileceği anlaşılmaktadır (Grim, 1962; Munsuz, 1985). Dolayısıyla araştırma topraklarının kıvam sınırları değişebilir kationun tabiatından düşük düzeyde etkilenecektir.

Tablo 2. Kırılma Değerleri ile Diğer Toprak Özellikleri Arasındaki Regresyon İlişkiler

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Sembolü	Regresyon Denklemi	r ²
Kırılma değeri (KD)	Büzülme sınırı	BS	$KD = 966 - 27,5 BS$	0,71
KD	Suda çözünebilir K	Suda K	$KD = 110 + 606 Suda K$	0,64
KD	Amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg	AA Ca+Mg	$KD = 747 - 14,5 AA Ca+Mg$	0,62
KD	Değişebilir Ca+Mg	D Ca+Mg	$KD = 722 - 14,8 D Ca+Mg$	0,61
KD	Porozite	P	$KD = - 594 + 16,1 P$	0,56
KD	Kütle yoğunluğu	Pb	$KD = 1066 - 659 Pb$	0,56
KD	Agregat stabilitesi	AS	$KD = 456 - 17,1 AS$	0,51
KD	%Silt	Silt	$KD = - 151 + 9,80 Silt$	0,42
KD	BS+Suda K		$KD = 722 - 19,7 BS + 209 Suda K$	0,74
KD	BS+ Suda K+ AA Ca+Mg		$KD = 958 - 16,6 BS + 75 Suda K - 7,80 AA Ca+Mg$	0,84
KD	BS+ AA Ca+Mg		$KD = 1049 - 19,1 BS - 8,10 AA Ca+Mg$	0,84

Sonuç olarak; deneme alanı topraklarında kaymak tabakasının oluşumunu önlemek için agregat stabilitesini arttırıcı önlemlerin alınması yerinde olacaktır. Bu tedbirlerin başında, söz konusu toprağa yapılacak organik madde ilavesi gelmektedir. Ayrıca mekaniksek bozulmayı azaltmak için toprak işleme ve tarla trafiği azaltılmalıdır. Sulama yöntemleri toprakları bozmayacak şekilde seçilmelidir. Özellikle bitki örtüsü olmadığı zamanlarda yağmurlama sulamadan kaçınılmalı veya toprağı bozmayacak sistemler uygulanmalıdır.

Teşekkür

Burada sunulan bu bildiri S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 09201087 nolu projeden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

<http://www.dmi.org.tr>

Arshad, M.A., Mermut, A.R. 1988. Micromorphological and Physico-Chemical Characteristics of Soil Crust Types in Northwestern Alberta, Canada, *Soil Sci. Soc. of A. J.*, 52(3), 724-729.

Baryan, R.B. 1968. The Development Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility, *Geoderma*, 2, 5-25.

Bedaiwy, M.N.A., 2007. Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, El-Chatby, Alexandria, Egypt.

Ben-Hur, M., Shainberg, I., Keven, R., Gal, M. 1985. Effect of Water Quality and Draying on Soil Crust Properties. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 49, 191-196.

Canpolat, M.Y., 1990. Iğdır Yöresi Topraklarında Kaymak Sertliği (Kırılma Değeri) İle İlgili Araş-

tırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Ü. Ziraat Fak., Erzurum.

Çelebi, H., 1970. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliğinde Toprakların Kil, Silt ve Kum miktarları ile Agregat Stabiliteleleri Arasındaki İlişkiler. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 1(3) : 42-53.

Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. A. Ü. Ziraat Fak. Yay. No, 143, Erzurum.

Ferry, D.M., Olsen, R.A., 1975. Orientation of Clay Particles as It Relates to Crusting of Soil. *Soil Sci.*, 120 (5), 367-375.

Gerard, C.J., 1965. The Influence of Soil Moisture, Soil Texture, Drying Conditions and Exchangeable Cations on Soil Strength. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 641-645.

Grim, R.E., 1962. Applied Clay Mineralogy. Mc Graw-Hill Book Co. Inc. USA.

Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Toprağın Kimyasal Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No, 278, Ankara.

Hocaoğlu, Ö.L., 1966. Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Araştırma Ens., Teknik Bült.* No: 9.

Kemper, W.D., 1965. Aggregate Stability. In : Methods of Soil Analysis Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 511-519 pp.

Lutz, J.F., 1952. Mechanical Impedance and Plant Growth. In : Soil Physical Conditions and Plant Growth (Shaw, B.T., ed.), Academic Press, New York, 491.

Lemos, P., Lutz, J.F., 1957. Soil crusting and some factors affecting it. *Soil Sci. Amer. Proc.* 21.

- Mertoğlu, S., 1982. Toprak Mekaniği Laboratuvarı El Kitabı. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Genel Müd. Yayın No: 713, Ankara.
- Minitab, 1995. Minitab Reference Manuel (Release 7.1) Minitab Inc. State Coll. PA, 16801, USA.
- Munsuz, N., 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları:922, Ders Kitabı 260, Ankara.
- Ngatunga, E.L., Singer, M.J., 1984. Effect of Surface Management on Runoff and Soil Erosion From Some Plot at Milangano, Tanzania. *Geoderma*, 33, 1-12.
- Nuttal, W.F., 1982. The Effect of Seedling Depth, Soil Moisture Regime and Crust Strength on Emergence of Rape Cultivars. *Agronomy J.*, 74, 1018-1022.
- Özdemir, N., 1987. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler. Y. Lisans Tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.
- Peech, M., 1965. Hydrogen-Ion Activity. In: Methods of Soil Analysis Part 2 (Black, C.A., ed.) *American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA*, 914-926 pp.
- Peters, D.B., 1965. Water availability. In: Methods of Soil Analysis, Part I, (ed C.A. Black), pp. 279-285. *American Society of Agronomy, Madison, WI.*
- Rengasamy, P., Greene, R.S.B., Ford, G.W., Mchammi, A.H., 1984. Identification of Dispersive Behavior and Management of Red-brown earths. *Aust. J. Soil Res.* 22: 413-431.
- Richards, L.A., 1953. Modulus of Rupture as an Index of Soil Crusting. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 17, 321-323.
- Sağlam, M.T., 1978. Katyon Değişim Kapasitesi Tayini. Kireçli ve Jipsli Topraklar İçin Yeni Bir Metod." *Ziraat Dergisi*, 9:145-156
- Scheffer, F., 1966. Lehrbuch der Bodenkunde. *Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart*, pp: 202-209
- Skempton, A.W., Northey, R.D., 1952. The Sensivity of Clays, *Geotechnique*, 3, 30-53.
- Şeker, C., Karakaplan, S., 1999. Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23 : 183-190.
- U.S. Salinity Lab.Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *U.S. Government Handbook No: 60, Printing Office, Washington.*