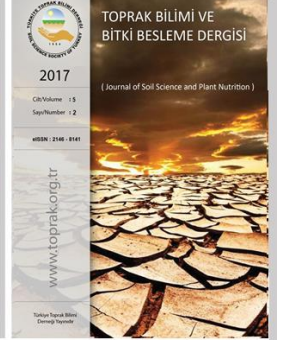




TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi

Zinnur Gözübüyük ¹, Taşkın Öztaş ^{2,*}, Ahmet Çelik ³, Taner Yıldız ⁴,
Mesut Cemal Adıgüzel ¹

¹Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

³Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, Erzurum

⁴Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun Meslek Yüksekokulu Makina ve Metal Teknolojileri Bölümü Tarım Makinaları Programı, Samsun

Özet

Erzurum yöresinde, sulu ve kuru tarım koşullarında 9 yıllık geleneksel münavebe uygulamaları esas alınarak yürütülen bu çalışmada, farklı toprak işleme-ekim yöntemlerinin; S₁: geleneksel toprak işleme (kulaklı pulluk+diskli tırmık (sulu koşullarda)-kültivatör (kuru koşullarda) + kombikrüm + ekim makinası), S₂: azaltılmış toprak işleme-1 (kültivatör + kombikrüm + ekim makinası), S₃: azaltılmış toprak işleme-2 (dik rotovatör + ekim makinası) ve S₄: doğrudan ekim (doğrudan ekim makinası), toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Toprak nem içeriğinin sulu ve kuruda her iki toprak tabakası için (0-15, 15-30 cm) doğrudan ekim parsellerinde en yüksek, geleneksel toprak işleme parsellerinde ise en düşük değerlerde olduğu saptanmıştır. Hacim ağırlığı ve toprak porozitesinin toprak işleme derinliğine bağlı olarak değiştiği, toprak işleme-ekim yöntemleri arasında en yüksek hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci değerlerine ve en düşük porozite değerlerine doğrudan ekim parsellerinde ulaşıldığı belirlenmiştir. Toprak agregat büyüklük dağılımının toprak işlemede kullanılan alet-ekipmana bağlı olarak değiştiği ve parçalanmanın göstergesi olarak 1 mm den küçük agregat oranının kuyruk milinden hareketli dik rotovatör (S₃) uygulamasında en yüksek seviyelere (%42.25) ulaştığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel toprak işleme, doğrudan ekim, buğday, toprak özellikleri

Effects of different soil tillage-sowing methods on some soil physical properties

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of different soil tillage-cultivation systems on some physical characteristics of soil under irrigated and rainfed conditions for 9 years cropping systems. The soil tillage-cultivation methods were; conventional soil tillage (S₁; moldboard plow + disc harrow + combined harrows + sowing machine), reduced soil tillage-1 (S₂; cultivator + combined harrows + sowing machine), reduced soil tillage-2 (S₃, rotary power harrow + sowing machine) and no-tillage seeding (S₄; direct sowing machine). The results indicated that soil moisture content in both depths (0-15 and 15-30 cm) was the highest in parcels with the direct sowing and the lowest in parcels with the conventional soil tillage system. Bulk density and porosity changed with the tillage depth. Among the tillage practices bulk density and penetration resistance values were the highest and the porosity was the lowest in the direct sowing parcels. Soil aggregate size distribution was affected by the agricultural machinery and equipment used in soil tillage. The proportion of aggregates smaller than 1 mm which shows the highest fragmentation was the highest (42.25%) in vertical rotary tiller (S₃).

Keywords:: Conventional soil tillage system, direct sowing system, wheat, soil properties.

© 2017 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprak işleme toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengelerini düzenlemek ve korumak üzere uygulanan tarımsal bir işlemdir. Modern tarım tekniklerini uygulayan işletmelerde, maksimum verimliliğe erişmek için uygun toprak işleme-ekim sisteminin belirlenerek üretim işlerinin zamanında tamamlanması, işletmeler için

* Sorumlu yazar:

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

Tel.: 0(442) 231 24 74

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: toztas@atauni.edu.tr

en kritik kararlardandır. Aşırı toprak işlemenin, toprağın organik madde içeriğini azalttığı, yüzey artıklarının yetersizliğinden dolayı rüzgâr ve su erozyonunun oluşma ihtimalini arttırdığı, tarla trafiğinden dolayı toprakta sıkışmaya neden olduğu bilinmektedir.

Toprağı kültür bitkileri için optimum duruma getirmek ve bu durumu sürdürülebilir kılmak toprağı işlemekle olanaklıdır. Toprak işleme genel anlamda bitki yetiştiriciliği için gerekli koşulları sağlayabilmek amacıyla toprağın fiziksel durumunu değiştirme işlemi olup, aynı zamanda tarımsal amaçlı üretim etkinlikleri içerisinde en fazla enerjinin tüketildiği işlemdir (Barut ve ark., 1995).

Koruyucu toprak işleme ve ekim uygulamasında toprağa en az müdahale ederek, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozmadan üretim yapma amaçlanmaktadır. Bu yöntem toprağı yıl boyunca erozyondan korumak için yeteri kadar bitki kalıntısının yüzeyde bırakıldığı ekim yöntemidir.

Modestus ve ark. (1992) geleneksel toprak işleme ve anıza doğrudan ekim yöntemlerinin buğdayda verim ve verim unsurları ile toprak özellikleri üzerine etkilerinin incelemiş, anıza doğrudan ekim yönteminde toprakta biriktirilen su miktarının geleneksel toprak işleme yöntemine göre %40 daha fazla olduğunu ve daha fazla verim elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Hermawan ve Cameron (1993) geleneksel toprak işlemenin toprakların agregat stabilitesini azalttığını, toprağın ekim derinliğindeki toplam ve makro porozitesini artırdığını, bunun altındaki derinliklerde ise minimum toprak işlemenin toprak stabilitesine yönelik daha iyi sonuçlar verdiğini, geleneksel toprak işlemenin toprağın daha derin bölgelerinde poroziteyi azalttığını, toprağın hacim yoğunluğunu ve dağılmaya karşı direncini ise artırdığını bildirmektedirler.

Altuntaş ve Dede (2007) Orta Karadeniz Geçit İklim Kuşağında bulunan Tokat yöresinde ikinci ürün silajlık mısır tarımında geleneksel toprak işleme yöntemi (kulaklı pulluk + kültivatör + dişli tırmık) ve azaltılmış toprak işleme yöntemi (çizel+ dişli tırmık) ile düze ve sırta ekim yöntemlerinin toprağın fiziksel özelliklerine (toprak nem içeriği, hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci) etkilerini incelemişlerdir. Nem içeriği, hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci değerlerinin 0–10 cm derinlikte, %24.39–25.42, 1.24–1.33 g cm⁻³ ve 0.58–1.18 MPa arasında, 10–20 cm derinlikte ise, %25.7–26.0, 1.25–1.34 g cm⁻³; 0.95–1.60 MPa arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Oni ve Adeoti (1986) Nijerya’da toprak işlemez ve üç farklı klasik toprak işleme yönteminin tarla trafiği ve toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisini incelemiş, tarla trafiği ve toprak profil derinliğinin artmasıyla toprağın nem içeriğinin, hacim ağırlığının ve penetrasyon direncinin toprak işlemez yöntemde arttığını diğer yöntemlerde ise azaldığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada; yöremizde yıllardır sürdürülen geleneksel toprak işleme–ekim yöntemleri yerine, toprağa en az müdahale ederek, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozmadan üretim yapan alternatif toprak işleme–ekim olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla yörede uygulanan geleneksel uygulamalara alternatif olabilecek koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinin sulanabilen ve yağışa dayalı tarım koşullarında buğday bitkisinde toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkileri belirlenerek mukayeseleri yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Erzurum–Pasinler ovasında yer alan Erzurum Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Pasinler İstasyonu deneme alanlarında yürütülmüştür. Düz bir topoğrafik yapıya sahip olan deneme alanlarındaki yaygın olan topraklar, aluviyal orijinli olup yeni sınıflama sistemine göre Entisoller ordosuna girmektedir. Bu topraklarda profil gelişmesi oldukça zayıf olup A–C horizonlarına sahiptir. Deneme alanı topraklarının %47’si kum, %25’i silt ve %27’si kil olarak belirlenmiş, bünye sınıfı kumlu killi tın olarak tespit edilmiştir.

Çakılı olarak 9 yıl süreyle yürütülen deneme tesadüf blokları deneme planına göre, üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Denemede suluda; fiğ, buğday ve ayçiçeği, kuruda ise; fiğ, buğday ve nadas’ tan oluşan üçlü münavebe esas alınmıştır. 15x40 m²’lik parsellerde yürütülen denemelerde uygulanan toprak işleme–yöntemleri; geleneksel toprak işleme (S₁, kulaklı pulluk + diskli tırmık (sulu koşullarda)–kültivatör (kuru koşullarda) + kombikrüm + ekim makinası), azaltılmış toprak işleme–1 (S₂, kültivatör+ kombikrüm + ekim makinası), azaltılmış toprak işleme–2 (S₃, dik rotovator + ekim makinası) ve doğrudan ekim’den (S₄, doğrudan ekim makinası) oluşmuştur.

Penetrasyon Direnç Ölçümleri

Toprak işleme alet ve makinalarının toprak sıkışıklığına ve bitki gelişimine etkisinin olup olmadığının (toprak penetrasyon direncinin) belirlenmesi için toprak işleme sonrasında farklı derinliklerden (0–10, 10–

20, 20–30 cm) 3 tekrarlı ölçüm yapılmış, Bradford (1986) tarafından önerilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

Hacim Ağırlığı, Porozite ve Nem İçeriği

Toprak hacim ağırlığı, porozite ve nem içeriğinin belirlenmesi için 5 cm çapında ve 100 cm³ hacmindeki örnek alma silindirleri ile bozulmamış toprak örnekleri toprak işlemeden sonra, her parselden iki tekerrürlü olmak üzere 0–5 ve 10–15 cm toprak derinliğinden alınmıştır.

Parçacık Boyut Dağılımı

Konuların toprağı parçalama etkilerini belirlemek amacıyla toprak işleme yapıldıktan sonra her parselden, etkili çalışma derinliğinden yaklaşık 3'er kg alınan toprak örnekleri, kasnak çapı 200 mm olan 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63 mm'lik delik çaplarına sahip, kare delikli elekler kullanılarak Eghball ve ark. (1993) tarafından belirtilen şekilde toprak örnekleri 8 ayrı fraksiyona ayrılarak hesaplamaları yapılmış, optimum parçacık aralığı olan 1–8 mm çap aralığındaki fraksiyonlar dikkate alınarak analizleri yapılmıştır.

Toprak Mekaniksel Stabilitesi

Toprak işlemeden sonra toprak işleme-ekim yöntemlerinin toprağı parçalama etkilerini ortaya koymak amacıyla her bir sistemin etkili çalışma derinliğinden alınan toprak örnekleri, elemeye tabi tutulmuştur. Rotary eleğinde kuru eleme ile 0.42, 0.84, 2.00, 6.40, 12.70 mm çapında 5 ayrı çap grubu esas alınarak, 6 ayrı fraksiyon % ağırlık olarak elde edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada toprak işleme yöntemleri, toprağın, hacim ağırlığı, porozite, nem, penetrasyon direnci, mekaniksel stabilite ve parçacık dağılımı değerleri sulu ve kuru tarım koşullarında ayrı ayrı varyans analizine (ANOVA) tabii tutularak karşılaştırılmıştır. Varyans analizinde, yöntemlerin incelenen parametrelere olan etkileri %1 veya %5 önem düzeylerine göre araştırılmış olup, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı ise çoklu karşılaştırma testleri yardımı ile %5 önem düzeyi esas alınarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak Hacim Ağırlığı, Porozite ve Nem Değerleri

Farklı toprak işleme-ekim yöntemlerinin toprak fiziksel özelliklerine etkisi irdelenmiş ve varyans analiz değerleri Çizelge 1'de, ortalama karşılaştırma değerleri ise Şekil 1–2–3 ve 4'de verilmiştir. Toprak işleme konularının toprağın hacim, porozite ve nem değerlerine etkisi farklı yetiştirme süreçleri (yıl) ve farklı tarım koşullarında (sulu–kuru) P<0.01 ve P<0.05 düzeylerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 1. Toprak fiziksel özelliklerinin varyans analizi değerleri

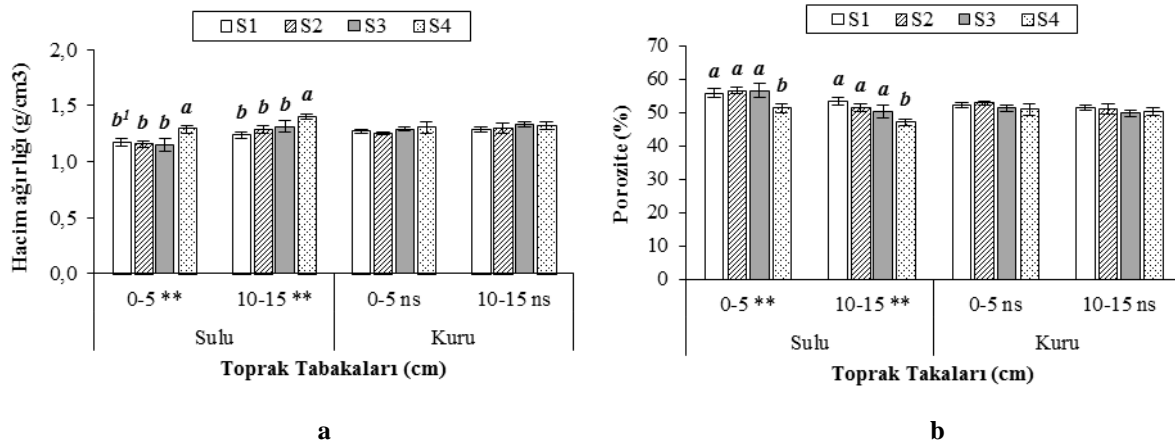
Parametreler	Varyasyon Kaynakları	Serbestlik derecesi	Varyans Analizi P Değerleri							
			Sulu			Kuru				
			0–5	10–15	0–5	10–15				
Hacim (gr cm ⁻³)	Yıl	2	0.042*	0.096	0.005**	0.276				
	TİK	3	0.003**	0.003**	0.342	0.603				
	Blok	2	0.080	0.911	0.576	0.261				
Porozite (%)	Yıl	2	0.042*	0.096	0.005**	0.276				
	TİK	3	0.003**	0.003**	0.342	0.603				
	Blok	2	0.080	0.911	0.576	0.261				
Nem (%)	Yıl	2	0.001**	0.098	0.010**	0.018*				
	TİK	3	0.440	0.338	0.059	0.000**				
	Blok	2	0.238	0.035*	0.081	0.133				
MSD OPD (%)	Yıl	1	2	MSD (>0.84)	OPD (1-8)	MSD (>0.84)	OPD (1-8)			
				0.702	0.000**	0.100	0.000**			
				0.102	0.000**	0.069	0.000**			
Penetrasyon direnci (MPa)	Yıl	2	2	0.320	0.249	0.252	0.249			
				0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	
				0.042*	0.269	0.016*	0.021*	0.459	0.983	
TİK	3	3	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**		
			Blok	2	0.158	0.893	0.130	0.638	0.961	0.891

** P< 0.01 düzeyinde önemli; * P< 0.05 düzeyinde önemli

TİK: Toprak İşleme Konuları; MSD: Mekaniksel Stabilite Değerleri; OPD: Optimum Parçacık Dağılımı

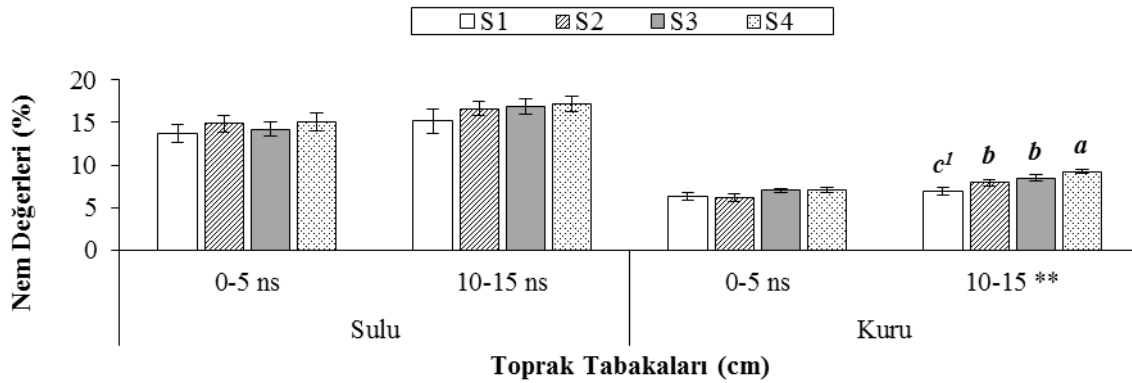
Toprak işleme-ekim yöntemlerinin sulu tarım koşullarında ve tüm toprak tabakalarında hacim ağırlığı, porozite ve penetrasyon direnci değerlerine etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Yağışa dayalı koşullarda ise 10–15 cm toprak tabakasındaki nem ve penetrasyon direnç değerlerinde ölçülen tüm derinliklerde toprak işleme-ekim yöntemlerinin etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Toprak işleme yöntemlerinin rüzgâr aşınmasına etkileri (mekaniksel stabilite) her iki tarım koşulunda da önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Optimum tohum yatağı için önemli olan 1–8 mm büyüklüğündeki toprak parçacık boyut dağılımlarında her iki tarım koşulunda da toprak işleme-ekim yöntemlerinin etkisinin $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

En yüksek hacim ağırlığı (sulu koşullarda 1.29–1.40, kuru koşullarda 1.30–1.32 g cm^{-3}) ve buna bağlı olarak en düşük porozite değerleri doğrudan ekim (S_4) yönteminden elde edilmiş, diğer yöntemler ise benzer etkiye sahip olmuştur. Toprak işleme-ekim yöntemlerinin nem değerlerine etkisi yağışa dayalı koşullarda 10–15 cm tabakasında $P<0.05$ düzeyinde önemli, diğer tabakalarda ise etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek nem değeri toprak işlemeden ekim yapılan doğrudan ekim yönteminden (sulu koşullarda %15.1–17.2, kuru koşullarda %7.2–9.3), en düşük değerler ise geleneksel toprak işleme-ekim yönteminde elde edilmiştir (Şekil 2).



** $P<0.01$ düzeyinde önemli; ns: önemli değil; ¹ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir. S₁: Geleneksel toprak işleme, S₂: Azaltılmış toprak işleme-1, S₃: Azaltılmış toprak işleme-2, S₄: Doğrudan ekim

Şekil 1. Hacim ağırlığı (a) ve porozite (b) değerlerinin ortalama karşılaştırma sonuçları

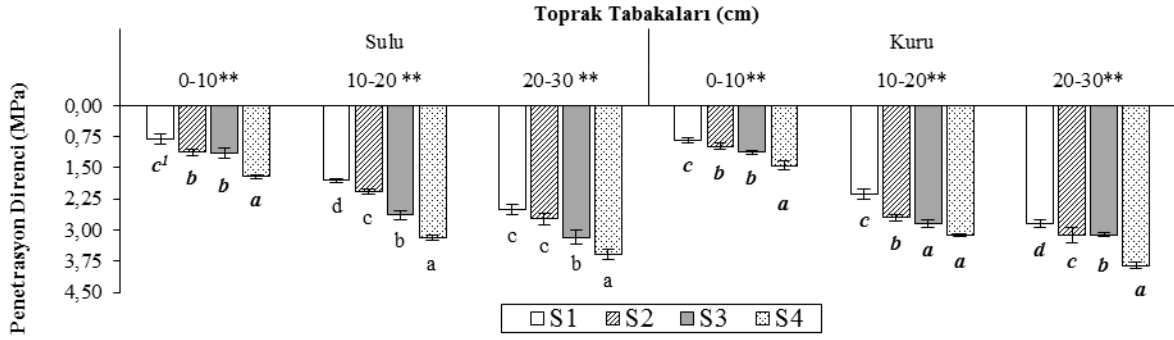


¹ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir; T₁: Toprak işleme S₁: Geleneksel toprak işleme, S₂: Azaltılmış toprak işleme-1, S₃: Azaltılmış toprak işleme-2, S₄: Doğrudan ekim

Şekil 2. Nem değerlerinin ortalama karşılaştırma sonuçları

Toprak Penetrasyon Direnci Değerleri

Bitki kök gelişimi için önemli olan penetrasyon direnci değerleri her iki tarım koşulunda en düşük değerler toprak işleme derinliği 20–25 cm olan geleneksel uygulamadan, en yüksek direnç değerleri ise doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir (Şekil 3).



¹ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir; Tİ: Toprak işleme, S₁: Geleneksel toprak işleme, S₂: Azaltılmış toprak işleme-1, S₃: Azaltılmış toprak işleme-2, S₄: Doğrudan ekim
Şekil 3. Penetrasyon direnci değerlerinin ortalama karşılaştırma sonuçları

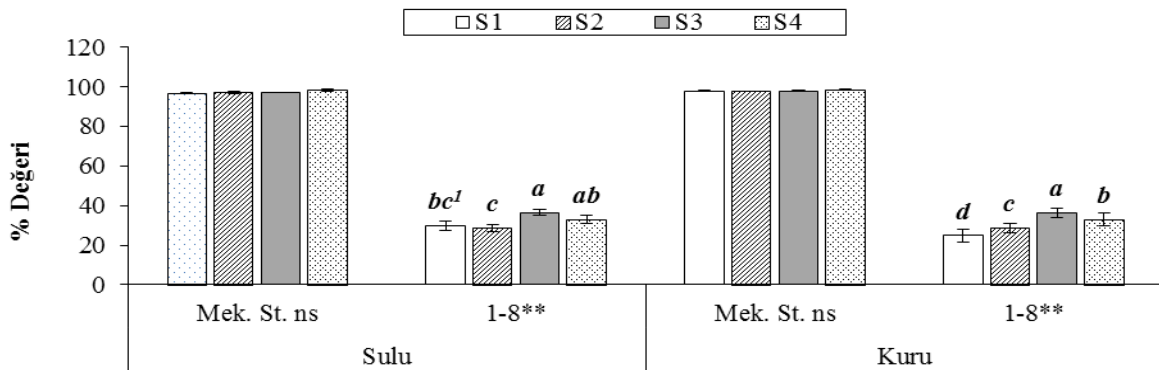
Toprak Mekaniksel Stabilite ve Parçacık Dağılımları

Farklı toprak işleme-ekim uygulamalarının toprağın mekanik stabilitesine etkisini belirlemek amacıyla 1. elemenden sonraki toprak agregatlarının mekanik stabilite değerleri belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu çalışmada toprakta aşınmayan fraksiyonların (>0.84), aşınabilen (<0.849) fraksiyonlara oranı ağırlık itibariyle üçte iki civarında olduğu tespit edilmiş, bu durumun o toprağın rüzgar ile aşınmaya daha mukavim olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (Chepil, 1957). Aşınmayan zerreler (>0.84) üzerinden yapılan agregat stabilite analizinde ise toprak işleme-ekim yöntemlerinin rüzgar erozyonuna karşı mukavim olduğu (%96.9 ile 98.6) ve her iki tarım koşulunda da toprak işleme uygulamalarının etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4).

Çizelge 2. Farklı toprak işleme uygulamalarında kuru agregat yüzdesi değerleri

Fraksiyon çapı (mm)	Toprak İşleme-Ekim Yöntemleri			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
< 0.42	23.98	25.34	25.19	22.18
0.42 - 0.84	7.82	7.57	8.40	9.04
0.84 - 2.00	14.29	14.27	16.24	16.13
2.00 - 6.40	19.09	18.55	19.91	21.04
6.40 - 12.70	23.97	23.58	22.42	25.89
12.70 >	10.84	10.68	7.84	5.72
Aşınamayan zerreler(>0.84)	68.19	67.09	66.41	68.78
Aşınabilen zerreler (<0.84)	31.81	32.91	33.59	31.22
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00
Stabilite indeksi	2.14	2.04	1.98	2.20

Farklı toprak işleme-ekim uygulamalarının tohum için ideal ortamı oluşturan ve optimum parçacık boyutu olarak kabul edilen 1-8 mm'lik aralığındaki dağılımda konuların etkisi %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Azaltılmış toprak işleme-2 (S₃) konusu hem su hem de kuru tarım koşullarında %36.5 civarlarında boyut dağılımı ile en iyi parçacık boyut dağılımını vermiş, bunu doğrudan ekim (S₄), azaltılmış-1 (S₂) ve geleneksel (S₁) yöntem takip etmiştir.



¹ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir; Tİ: Toprak işleme, S₁: Geleneksel toprak işleme, S₂: Azaltılmış toprak işleme-1, S₃: Azaltılmış toprak işleme-2, S₄: Doğrudan ekim
Şekil 4. Mekaniksel stabilite değerlerinin ortalama karşılaştırma sonuçları

Sonuç

Bu çalışmada, buğday üretiminde farklı toprak işleme-ekim uygulamalarının yarı kurak ve yüksek rakımlı soğuk bölge koşullarında, özellikle bahar aylarında donma-çözülme süreci ile etkilenen toprakların fiziksel özelliklerine etkileri incelenmiştir. Deneme alanı topraklarında bulunan yüksek kum içeriği donma-çözülme sürecini en aza indirmiştir. Toprağın fiziksel özelliklerindeki değişim, farklı toprak işlem-ekim makinalarının toprakta oluşturduğu etkiler ile açıklanabilir. Hacim ağırlığı, porozite değerlerinde azaltılmış toprak işleme ile geleneksel uygulama arasında istatistiksel olarak fark belirlenmemiş, elde edilen değerlerin $1.15-1.40 \text{ g cm}^{-3}$ arasında olmasının bitki kök gelişimini etkilemediği belirlenmiştir. Toprakta en fazla parçalanma etkisi oluşturan S_3 uygulamasındaki dik rotovator 0-5 cm katmanında en düşük hacim ağırlığı değerini oluşturmuş, 10-15 cm tabakasındaki 1.29 g cm^{-3} lük kütle yoğunluğu değeri 0-10 cm tabakasındaki penetrasyon direnci değerini yükseltmiştir. [Gülser ve ark. \(2016\)](#); toprak fiziksel özelliklerinin (penetrasyon direnci, kil içeriği, doygun hidrolik iletkenlik, tarla kapasitesi ve daimi solma noktasındaki nem) mekansal bağımlılık derecesi ile toprak işleme arasında doğrudan bir ilişki olduğunu belirlemiş ve başarılı bir tarımsal faaliyet için toprak işlemeye bağlı olarak toprak fiziksel özelliklerinde ortaya çıkan varyasyonun göz önünde bulundurulmasının yararlı olacağına dikkat çekmişlerdir.

Özellikle yağışa dayalı koşullarda çimlenmeyi ve verimi olumlu etkileyen toprak nem değerlerinin doğrudan ekim uygulamasında diğer uygulamalara göre yüksek olmasına karşın, penetrasyon direnç değerlerine olumlu yansımamıştır. Toprak nem içeriği ile penetrasyon direnci arasında doğrusal negatif ilişki olmasına rağmen, toprak işleme ve buna bağlı olarak kütle yoğunluğu ile doğrusal pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Çalışma süresince 0-30 cm toprak tabakasındaki yapılan ölçümlerde, toprak işleme derinliği arttıkça penetrasyon değerlerinde bir azalmanın olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada uygulamalar ve tabakalar arasında penetrasyon direncinde önemli düzeylerde farklılıklar belirlenmiş, genel olarak 0.81 MPa ile 3.86 MPa değişim aralığında gerçekleşen değerler, doğrudan ekim parsellerinde 1.45 ile 3.86 MPa civarlarında olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak kök gelişimini engelleyici sınır olarak kabul edilen 3 MPa ([Busscher ve Sojka, 1987](#); [Gülser ve Candemir, 2012](#)) değerinden yüksek olmasına rağmen, kış ve ilkbahar yağışları özellikle işlenmeyen doğrudan ekim yapılan topraklarda kılcal kanalcıklar yardımıyla kar ve yağmur suları daha hızlı ve daha derine sızma yaparak yüksek toprak direncini azalttığını ve bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırdığı söylenebilir.

Toprak işleme-ekim yöntemleri, suyun ve işleyici organ gibi mekanik etkenlerin gevşetici ve parçalayıcı etkilerine karşı agregatların ortaya koyduğu direnç olarak tarif edilen agregat stabilite değerlerine etkili olmamıştır. Deneme alanı eğiminin çok düşük oluşu, toprak işleme konuları arasında belirlenen mekaniksel stabilite değerlerine göre erozyon tehdidi oluşturmamıştır. Bu nedenle toprak agregat stabilitesi; toprak havalanması, nem tutma ve verimlilik için önem arz etmektedir. Rüzgâr ve su erozyonuna maruz bölgelerde azaltılmış ve doğrudan ekim konuları toprağı alt üst etmediği ve daha fazla artık ve anız bıraktığından toprağın korunumu için önerilebilir.

Tohum yatağı hazırlığında optimum parçacık boyutu olan 1-8 mm çap grubu için kuyruk milinden hareketini alan dik rotovatorün içinde bulunduğu S_3 konusu parçacık dağılımı açısından en iyi sonucu vermiştir. Toprak işlemenin tarım toprakları parçacık dağılımına önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde tarımsal üretimde verimlilik düzeyi, belli ürünlerde ve bölgelerde hala potansiyelin altındadır. Birçok ürün yetiştiriciliğinde gereksiz aşırı toprak işleme ile tarım toprakları erozyon ve olumsuz çevresel etkilere maruz bırakılmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımın yapılabilmesi, gelecek nesillerin bu tarım topraklarından en iyi şekilde yararlanabilmesi, çevreye olan olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için bitki yetiştirme tekniklerinin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Altuntaş E, Dede S, 2007. Orta Karadeniz geçit iklim kuşağında ikinci ürün silajlık mısır tarımında farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin toprak özellikleri ve verim üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4 (3): 283-295.
- Barut ZB, Okursoy R, Özmerzi A, 1995. Sera topraklarının işlenmesinde toprak işleme kriterleri. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, Bursa. s:521-528
- Bradford JM, 1986. Penetrability. In: Methods of Soil Analysis. Part 1 Physical and Mineralogical Methods, Klute, A. (Ed.). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America Inc., Publisher Madison Wisconsin, USA. pp. 463-478.
- Busscher WJ, Sojka RE, 1987. Enhancement of subsoiling effect on soil strength by conservational tillage. *Transactions of the ASAE*, 30(4), 888-892.
- Chepil WS, 1957. Erosion of soil by wind. Soil, The Yearbook of Agriculture, USDA.,s: 308-314
- Eghball B, Mielke LN, Calvo GA, Wilhem WW, 1993. Fractal description of soil fragmentation for various tillage methods and crop sequences. Soil Sci.Soc. America, Proc, 57, 1337-1341,

-
- Hermawan B, Cameron KC, 1993. Structural changes in a silt loam under long-term conventional or minimum tillage. *Soil and Tillage Research* 26: 139-150.
- Gülser C, Candemir F, 2012. Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. *Eurasian Journal of Soil Science* 1(1):16-21.
- Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z. 2016. Spatial variability of soil physical properties in a cultivated field. *Eurasian Journal of Soil Science* 5(3):192-200.
- Modestus WK, Tanner DG, Mwangi W, 1992. The effect of zero and conventional tillage on wheat yield in northern Tanzania. Seventh regional wheat workshop for eastern, Central and Southern Africa, s:489-493.
- Oni KC, Adeoti JS, 1986. Tillage effect on differently compacted soil and cotton yields on Nijerya. *Soil and Tillage Research* 8:89-100.