

Konya Bölgesinde Kullanılan Alternatif Toprak İşleme Uygulamalarının Koruyucu Toprak İşleme Tekniği Açısından Değerlendirilmesi

Tamer MARAKOĞLU¹, Kazım ÇARMAN¹, Kazım GÜR²

¹Selçuk Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya

²Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya

marakoglu@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 01.07.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 05.09.2016

Özet Geleneksel tarım; ürün artıklarının yakılması, yabancı ot kontrolü için derin toprak işleme gibi uygulamaları içerdiğinden, tarımın sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bölgede yaygın olarak kullanılan geleneksel üretim yöntemleri, tarımsal üretim alanlarında degradasyona neden olmuştur. Bu çalışmada Konya bölgesinde farklı alternatif toprak işleme uygulamalarının (geleneksel, modifiye çizel, düşey milli rotatiller, alternatif hareketli rotatiller ve doğrudan ekim) toprağın ağırlıklı ortalama çapına, kesme gerilmesine, stabilite indeksine, yüzey düzgünlüğüne, yüzey anız kaplanma oranına ve yabancı ot miktarına etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, toprağın ağırlıklı ortalama çapı 5.25-11.98 mm, stabilite indeksi 2.9-3.82, toprak yüzey düzgünlüğü %10.5-29, anızın yüzeyi örtme oranı %2.85-57.73 ve yabancı ot miktarının ise 64-84 adet m⁻² arasında değiştiği saptanmıştır. Uygulamalar koruyucu toprak işleme tekniği açısından değerlendirildiğinde gerek toprak neminin korunmasında ve gerekse de daha yüksek stabilite indeksi ve yüzeydeki anız kaplanma oranlarına sahip olan doğrudan ekim uygulamasının daha uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Toprak işleme, ağırlıklı ortalama çap, anız yüzey kaplama oranı, yabancı ot miktarı

Assessment of Alternative Tillage Practices Used in Konya Region in Terms of Conservation Tillage Technique

Abstract Conventional agriculture threatens sustainability of agriculture since it includes various practices for weed control procedures, such as deep tillage. Conventional production methods, which are used commonly in the region, caused degradation in agricultural production areas. In this study, the effects of alternative tillage practices (conventional, modified chisel, vertically shaft rotary tiller, alternative moving rotary tiller and direct seeding) on mean weight diameter of soil, shear stress, stability index, surface roughness of soil, surface covering ratio of stubble and the amount of weed were determined. According to the results of research, mean weight diameter of the soil varied between 5.25 and 11.98 mm, stability index varied between 2.9-3.82, surface roughness of soil varied between 10.5-29%, surface covering ratio of stubble varied between 2.85% and 57.73% and the amount of weed varied between 64 and 84 plant m⁻². When these practices were evaluated in terms of conservation tillage technique, it may say that direct seeding system, which is more effective in terms of conservation of soil moisture and higher stubble cover ratio on surface, is much more suitable.

Key words: Tillage, mean weight diameter, surface cover ratio of stubble, the amount of weed.

1

GİRİŞ

Toprağın işlenmesinin geleneksel amacı, tohumu toprak içine yerleştirmek amacıyla toprağı gevşetmek

ve bitki büyüme evrelerinde yabancı otların zarar vermesini önlemektir. Ancak, toprak işlemenin amaçları tohum yatağının hazırlanması ve yabancı ot

kontrolü ile sınırlı olmayıp toprak ve suyun korunmasını da içermektedir (Morrison and Abrams, 1978). Günümüzde toprak işleme ifadesi gerek geleneksel toprak işlemeyi gerekse koruyucu toprak işlemeyi kapsamaktadır. Koruyucu toprak işleme sistemi, uygun tohum-toprak teması sağlayacak şekilde etkin derinlik ve genişlikte toprağın sadece dar şeritler veya sıralar halinde işleme tabi tutulduğu bir üretim sistemi olarak da tanımlanmaktadır (Derpsch, 2008). Başka bir ifade ile koruyucu toprak işleme, su ve rüzgâr erozyonunu azaltmak amacıyla, ekim işleminden sonra, toprak yüzeyinin en az %30'unun ön bitkiye ait artıklarla kaplanmasının sağlandığı bir sistemdir. Bunun için, hasat sonunda tarlada kalan anız, toprak işleme aletleriyle tamamen toprağa gömülmemekte, önemli bir bölümü tarla yüzeyini kaplamak amacıyla bırakılmaktadır (Luna and O'brien, 1998).

Dünya tarım alanlarının %15'i ciddi erozyon tahribatına uğramış, %40'ı da erozyon tehdidi altında bulunmaktadır. Türkiye açısından duruma bakılacak olunursa, Türkiye topraklarının yarıdan fazlasının çok dik ve erozyonu körükleyen yüksek eğimli alanların tüm alanın %34.4'ünü oluşturduğu görülür. Yapılan araştırmalar, yanlış ve bilinçsiz toprak işlemeyi kaynaklanan erozyon nedeniyle yılda 150 ton ha⁻¹'lik bir toprak kaybının meydana geldiğini ortaya koymuştur (Yalçın et al., 2003; Çarman ve Marakoğlu, 2007).

Günümüzde yoğun toprak işlemeye bağlı olarak artan tarla trafiği nedeniyle enerji tüketiminin artması, topraklarımızın her yıl önemli miktarda erozyonla kaybedilmesi, tarımda CO₂ emisyon değerlerinin giderek yükselmesi toprak işleme alternatif yöntemlerin ortaya konmasını zorunlu hale getirmiştir. Günümüzde tarımsal üretimde bilinçsiz yoğun toprak işleme girdi enerji maliyetlerinde önemli artışlara yol açarken, toprağı rüzgâr erozyonuna karşı açık tehdit haline getirmektedir. Ayrıca yoğun toprak işleme topraktaki minerilizasyonu hızlandırarak toprak karbonunun azalmasına, buna karşın CO₂ emisyonlarının artmasına neden olmaktadır.

Anızlı toprak işleme konusunda yapılan çalışmalarda; bitki artıklarının toprağa karıştırılmasıyla toprağın organik madde yönünden zenginleştiği ve verimliliğinin arttığı, strüktürünün iyileştiği su tutma kapasitesinin arttığı ve toprak sıkışıklığının azaldığı

belirlenmiştir (Ball and Robertson, 1990; Tebrügge, 1993). Ayrıca bitki artıklarının toprağa karışmasıyla gözenek yapısı ve agregat stabilitesi iyileşen toprağın erozyona karşı direncinin arttığı da belirtilmektedir (Cannel 1987; Tebrügge, 1993).

Göknur ve Özarslan (1995), yerli yapım kulaklı pulluklarla çalışmada traktör ilerleme hızının yüzey artıklarının gömülme oranına etkisini incelemişlerdir. En yüksek gömülme oranının 3.69 km h⁻¹ ile 5.92 km h⁻¹ arasındaki ilerleme hızlarında elde edildiğini belirtmişlerdir. Unger (1984) kulaklı ve diskli pullukların anız gömme oranlarını % 90, diskli anız bozma pulluğu, tandem diskaro ve offset diskaroda %50, çizelde %25, geniş uç demirli kültüvatör ve ot yolucuda %10 olarak belirtmiştir.

Bu çalışmada, Konya bölgesinde alternatif toprak işleme uygulamalarının; toprağın ağırlıklı ortalama çapına, kesme gerilmesine, stabilite indeksine, yüzey düzgünlüğüne, yüzey anız kaplanma oranına ve yabancı ot miktarına etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, farklı toprak işleme uygulamalarının, toprak işleme sonrası geçen süre ile toprak nemi arasındaki ilişki ortaya konmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemeler Konya Toprak Su ve Çölleşme İle Mücadele Araştırma İstasyonu Merkez arazisinde 2013-2014 yılları arasında yürütülmüştür. Ekim-hasat dönemi arasındaki ortalama sıcaklık 11.19 °C ve toplam yağış ise 301.2 mm olarak gerçekleşmiştir. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Table 1. Some specifications of soil from experimental field.

Tekstür (%)	Kum	36.88	Killi
	Kil	42.94	
	Silt	20.18	
PH		8.2	
EC.10 ⁻³ (mmhos cm ⁻¹)		0.67	
Nem (%)		15.9	
Penetrasyon direnci (MPa)		2.66	
Yüzey düzgünlüğü (%)		10.5	
Kesme direnci (Ncm ⁻²)		2.06	

Çalışmada elde edilecek sonuçların mukayese edilebilir olması için çalışma eş zamanlı olarak dört farklı uygulama şeklinde yürütülmüştür. Bunlar; Geleneksel: Kulaklı pulluk+Kazayağı-dişli tırmık (2 kez)+Ekim

Azaltılmış-I : Düşey milli rotatiller-merdane+Ekim
 Azaltılmış-II : Modifiye çizel (Kanatlı)-merdane+Ekim
 Azaltılmış-III: Alternatif hareketli rotatiller-merdane+ekim
 Azaltılmış-III: Doğrudan ekim

Çalışmalarda tarlanın toprak işleme öncesi ve sonrası yüzey düzgünlüğünü belirlemek amacıyla çubuklu profilmetre kullanılmıştır. Profilmetre, 1m uzunluğundaki profil üzerine 2.5 cm aralıklarla yerleştirilmiş çubuklardan oluşmaktadır. Çalışma yönüne dik yerleştirilen profilmetreyle 2.5 cm aralıklarla yüzey profili ölçülmüştür (Çarman, 1997).

Toprağın kesilme direncini belirlemek için çapı 10 cm ve yüksekliği 12 cm olan, kanatlı kesme aleti kullanılmıştır. Kanatlı kesme aletinin ucuna takılan tork kolu 0-80 Nm ölçüm aralığına sahiptir. Toprak işleme öncesi ve sonrası ölçme aletinin 0-15 cm'lik toprak profiline çakılarak, kanatlı kesicilerin bir silindir yüzeyi boyunca uyguladığı dönme momenti torkmetre kolu üzerindeki göstergeden analog olarak okunmuştur. Buradan elde edilen maksimum dönme momenti aşağıdaki eşitlik yardımıyla kesilme direnci olarak değerlendirilmiştir (Okello, 1991).

$$\tau = T / [\pi d^2 (h/2 + d/6)] \quad (1)$$

τ : Toprağın kesilme direnci (N cm⁻²)
 T: Maksimum dönme momenti (N cm)
 d: Kanatlı kesici aletin çapı (cm)
 h: Kanat yüksekliği (cm)

Toprak işleme sonrası toprağın mekanik stabilitesini belirlemek amacıyla rotary eleği kullanılmıştır. Her bir uygulama parseline 0-2.5 cm derinlikten toprak alınmış, alınan toprak oda sıcaklığında kurutulup, silindirik olarak içi içe geçmiş 0.42, 0.84, 2.0, 6.4 ve 12.7 mm çapındaki elek takımından oluşan Rotary eleği yardımıyla yapılan eleme sonunda elde edilen toprak fraksiyonlarının genel ağırlıklarına göre yüzdeleri hesaplanmıştır (Chepil, 1958).

$$MS = W1 / W \quad (2)$$

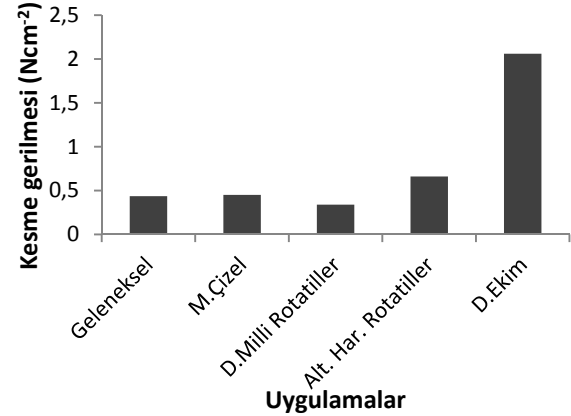
MS: Mekanik stabilite,
 W: Birinci elemde bulunan 0.84 mm'den büyük kuru agregat yüzdesi,
 W1: İkinci elemde bulunan 0.84 mm'den büyük kuru agregat yüzdesidir.
 SI=A/B

Nem, gravimetrik metotla kalibre edilmiş TDR cihazı ile ölçülmüştür. Anız yoğunluğunun belirlenmesinde, dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Fotoğraf makinası ile alınan görüntüler bilgisayar ortamında resim formatı olarak kaydedilmiştir. Anız yoğunluğunun sayısallaştırılmasında MATLAB programı kullanılmıştır.

Toprak işleme öncesi ve sonrası (baharda yabancı otun yoğun olduğu dönemde) her bir uygulama parseline 1 m² ölçülerindeki çerçeve atılarak çerçeve içerisindeki yabancı otlar sayılarak kaydedilmiştir. Yabancı ot miktarı (bitki m⁻²) olarak saptanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Farklı toprak işleyici organa sahip makinaların toprağın kesme gerilmesi üzerindeki etkileri Şekil 1'de verilmiştir. İşleyici organa bağlı olarak toprağın kesilme gerilmesi değerleri 0.34-2.06 N cm⁻² arasında değişim göstermiştir. Toprağın kesme gerilmesindeki en büyük değişim %82.6'lık bir azalma ile düşey milli işleyici organa sahip makinede elde edilmiştir.

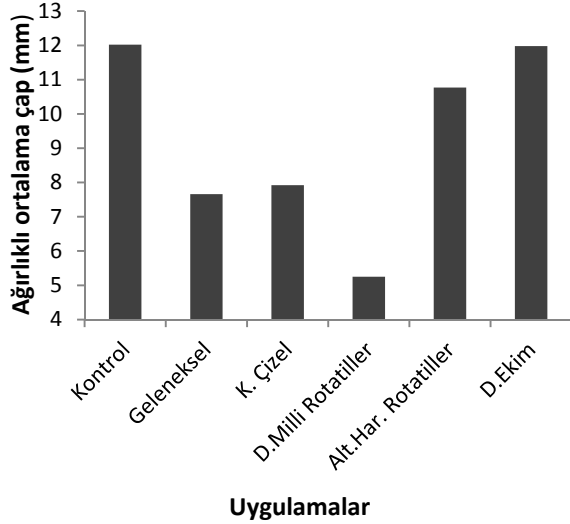


Şekil 1. Uygulamalara bağlı olarak toprağın kesme gerilmesi değerlerindeki değişim.

Figure 1. Changing in shear stress of soil according to the applications.

Farklı toprak işleyici organların toprağın parçalanma derecesi (ağırlıklı ortalama çap) üzerindeki etkileri Şekil 2'de verilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak toprağın ağırlıklı ortalama çap değerleri 5.25-11.98 mm arasında değişmiştir. En yüksek ağırlıklı ortalama çapa toprak işlemenin yapılmadığı doğrudan ekim uygulamasında elde edilmiştir. En küçük değişim (%33.8) modifiye kanatlı çizel uygulamasında, en yüksek ise (%56.2) düşey milli rotatiller uygulamasında elde edilmiştir. Önal ve Aykas (1993)

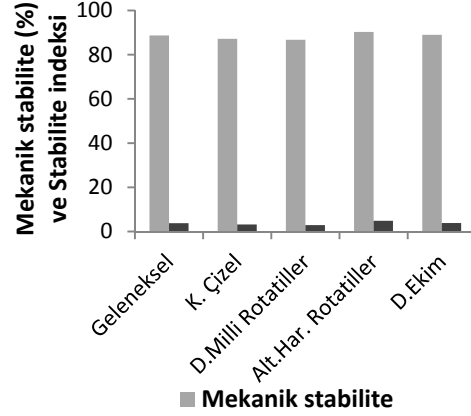
PTO'dan hareketli yatay ve düşey milli makinelerle çalışmada toprağın ağırlıklı ortalama çap değerlerinin 14.6-16.5 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Çarman et al., 2012 iki yatay ve bir düşey milli rotatillerde toprağın ağırlıklı ortalama çapının 7.28-11.76 mm olarak bulmuşlardır.



Şekil 2. Uygulamalara bağlı olarak toprağın ağırlıklı ortalama çap değerlerindeki değişim.

Figure 2. Changing in mean weight diameter of soil according to the applications.

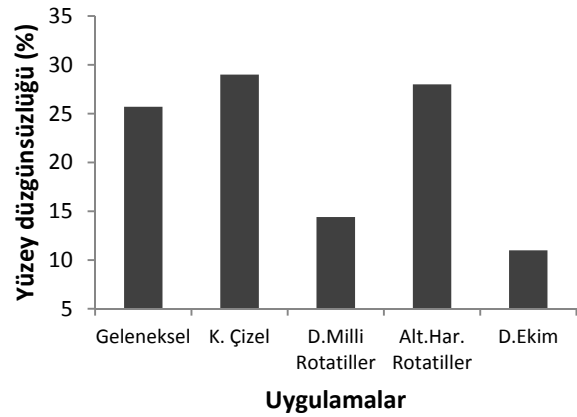
Toprakların aşınabilirlik veya aşınmaya karşı dayanıklılık özelliği gösteren stabilite indeksi değerleri ise uygulamalara bağlı olarak 2.9-3.82 arasında değişmiştir (Şekil 3). Doğrudan ekim uygulamasında toprağın stabilite indeksi en yüksek bulunmuştur. Stabilite indeksindeki en büyük değişim %24 ile düşey milli rotatiller uygulamasında elde edilmiştir. Bütün uygulamalarda üst toprağın stabilite indeksi değerlerinin sınır değer olan >1.5 üzerinde çıkması bu toprakların aşınmaya karşı dayanıklı olduğunu göstermektedir. Karapınar erozyon bölgesinde işlenen alanlarda stabilite indeksi değerini 0-2.5 cm derinlikte 0.59 olarak bulmuşlardır (Demiryürek et al., 2007). Uygulamaların toprağın stabilite indeksi üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 3. Uygulamalara bağlı olarak toprağın mekanik stabilite ve stabilite indeksi değerlerindeki değişim.

Figure 3. Changing in mechanical stability and stability index of soil according to the applications.

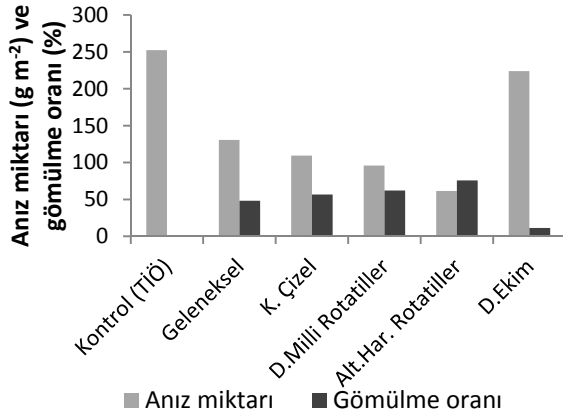
Farklı toprak işleyici organların toprağın yüzey düzgünlüğü üzerindeki etkileri Şekil 4'te verilmiştir. İşleyici organa bağlı olarak toprağın yüzey düzgünlüğü değerleri %10.5-29 arasında değişmiştir. Toprağın yüzey düzgünlüğündeki en büyük değer %29 ile modifiye çizel uygulamasında elde edilirken, en düşük değer ise doğrudan ekim uygulamasında elde edilmiştir. İşleyici organların toprağın yüzey düzgünlüğü üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4. Uygulamalara bağlı olarak toprağın yüzey düzgünlüğü değerlerindeki değişim.

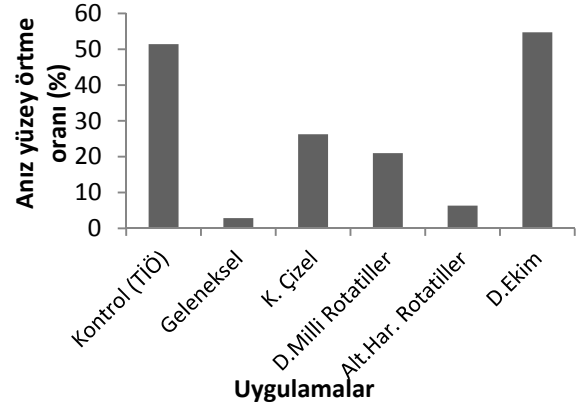
Figure 4. Changing in surface roughness of soil according to the applications.

Alternatif toprak işleme uygulamaları sonrası tarlada kalan anız miktarı ve anızın toprak yüzeyini örtme oranları üzerindeki etkisi Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak toprağın işleme sonrası anız miktarı $96-224 \text{ g m}^{-2}$ ve anızın yüzeyi örtme oranları ise %2.85-54.73 arasında değişmiştir. En büyük yüzey örtme oranı (%54.73) doğrudan ekim uygulamasında, en düşük ise (%2.85) geleneksel uygulamada elde edilmiştir. Geleneksel uygulamada anızın gömülme oranının yüksek olması örtme oranının düşük çıkmasına neden olmuştur. Scott et al., 2010, yapmış oldukları araştırmalarında koruyucu toprak işlemeli uygulamalar için tarla yüzeyindeki dik duran anızın %30, yatık halde bulunan anızın ise toprak yüzeyini örtme oranının %50-60 arasında olmasının erozyon açısından önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Doğrudan ekim uygulamasında yüzey örtme oranının referans değer olarak kabul edilen %30'un üzerinde gerçekleşmesi koruyucu tarım tekniği açısından önemli bulunmuştur. Alternatif toprak işleme uygulamalarının anızın örtme oranı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



Şekil 5. Uygulamalara bağlı olarak anız miktarı ve gömülme oranlarındaki değişim.

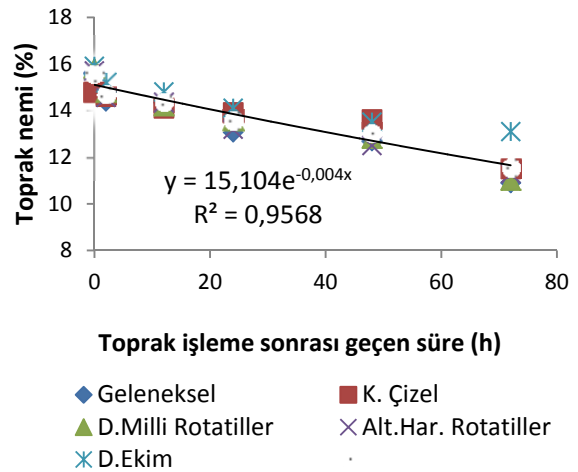
Figure 5. Changing in amount of stubble and embedding ratio according to the applications.



Şekil 6. Uygulamalara bağlı olarak anız miktarı ve gömülme oranlarındaki değişim.

Figure 6. Changing in amount of stubble and embedding ratio according to the applications.

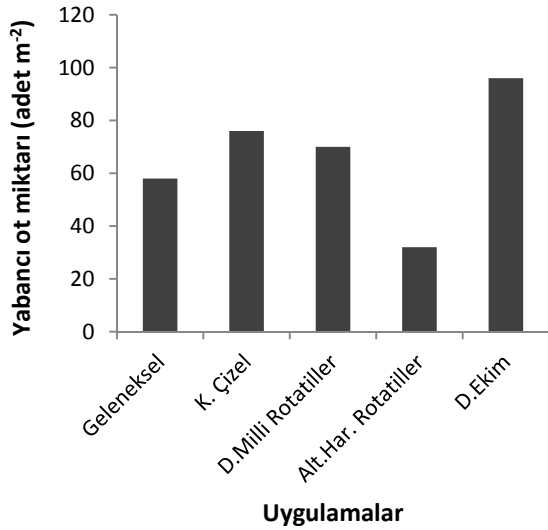
Farklı toprak işleme uygulamalarında toprağın işleme sonrası geçen zamana bağlı olarak toprağın nem değişimi üzerindeki etkisi Şekil 7'de verilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak toprağın işleme sonrası 25. saatte ortalama nem değerleri %13.6-14.1 arasında değişmiştir. İşleme sonrası 72. saatte toprağın nem değerlerindeki en büyük değişim %30'luk bir azalma ile geleneksel ve düşey milli rotatillerde elde edilmiştir. Doğrudan ekim uygulamasında diğer uygulamalara göre 72. saat sonunda toprak neminin ortalama %16.9 daha iyi muhafaza ettiği belirlenmiştir. Uygulamaların toprağın nem değerlerinin değişimi üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).



Şekil 7. Toprak işleme sonrası uygulamalara bağlı olarak toprağın nem değerlerindeki değişim.

Figure 7. Changing in moisture values after the tilling according to the applications.

Şekil 8’de toprak işlemenin yapılmadığı dördüncü uygulama olan doğrudan ekim uygulaması dikkate alındığında, yabancı ot miktarı toplam 84 adet m⁻² olarak, diğer uygulamalara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Doğrudan ekim uygulamasında ortalama yabancı ot miktarı, geleneksel ve düşey milli rotatiller uygulamalarına göre %30.7 daha fazla iken modifiye çizel uygulamasından ise %13.6 daha fazla bulunmuştur. Geleneksel ve modifiye çizel uygulamalarında toprak işleme derinliğinin yüksek olması ve gerekse de anız gömme oranlarının (her iki uygulamanın anız gömme oranları sırasıyla %48.21 ve %56.67) büyük olmasına bağlı olarak yabancı ot popülasyonu düşük bulunmuştur.



Şekil 8. Toprak işleme sonrası uygulamalara bağlı olarak yabancı ot miktarındaki değişim.

Figure 8. Changing the weed amount after the tilling according to the applications.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Ball, B.C., and E.A.G. Robertson 1990. "Straw Incorporation and Tillage Methods: Straw Decomposition, Denitrification and Growth and Yield of Winter Barley." *Journal of Agricultural Engineering Research*, 46, 223-243.
- Cannel, R.Q.1987. "Straw Incorporation in Relation to Soil Conditions and Crop Growth". *Outlook on Agriculture*, 13, 130-135.
- Chepil, W.S. 1958. Soil Conditions that Influence Wind Erosion, Tech. Bull. No: 1185 USDA Washington. D.C.
- Çarman, K., T. Marakoğlu. 2007. Nohut Üretiminde Azaltılmış Toprak İşleme ve Direk Ekim Uygulamalarının

TARTIŞMA ve SONUÇ

Sonuç olarak aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir;

-Düşey milli rotatiller uygulamasında toprağı parçalama etkinliğinin daha yüksek olması sebebiyle bu uygulamaya ait toprağın kesme gerilmesi, ağırlıklı ortalama çap değerleri daha küçük bulunmuştur.

-En küçük yüzey düzgünlüğüne, toprak işlemenin yapılmadığı doğrudan ekim uygulamasında ulaşılmıştır.

-Uygulamalara ait gerek mekanik stabilite ve gerekse de stabilite indeksi değerleri müsaade edilen sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır.

-Toprak neminin korunması açısından toprak işlemenin yapılmadığı doğrudan ekim uygulamasının daha uygun olduğu gözlenmiştir.

-Doğrudan ekim uygulamasında yüzey örtme oranının referans değer olarak kabul edilen % 30'un üzerinde gerçekleşmesi koruyucu tarım tekniği açısından önemli bulunmuştur.

-Farklı toprak işleme uygulamalarının, toprak işleme sonrası geçen süre ile toprak nemi arasında üssel bir ilişki bulunmuştur.

-Toprak işlemenin yapılmadığı doğrudan ekim uygulamasında ortalama yabancı ot miktarı, diğer uygulamalara göre daha fazla bulunmuştur.

-Uygulamalar koruyucu toprak işleme tekniği açısından değerlendirildiğinde gerek toprak neminin korunmasında ve gerekse de daha yüksek stabilite indeksi ve yüzeydeki anız kaplanma oranlarına sahip olan doğrudan ekim uygulamasının daha uygun olduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK (TOVAG 111 O 182 No'lu proje) tarafından desteklenmiştir.

Karşılaştırılması. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı. 93-104. İzmir.

Çarman, K., 1997. Effect of Different Tillage Systems on Soil Properties and Wheat Yield in Middle Anatolia. *Soil & Tillage Research*, 40, 201-207.

Çarman, K., T. Marakoğlu, E. Çıtıl, K. Gür, 2012. Kuyruk Milinden Hareketli Bazı Toprak İşleme Makinelerinin Koruyucu Toprak İşleme Açısından Değerlendirilmesi. *Tarım Makineleri Bilimi Dergisi*, 8(4), 345-352.

Demiryürek, M., M. Okur, ve A. Taysun, 2007. Karapınar Rüzgar Erozyon Sahasında Rüzgarla Hareket Eden Sediment Miktarı ile Yüksekliğin Yıl İçerisinde Dağılımı ve

- Toprak Özellikleriyle Kuru Agregatlar Arasındaki İlişki Üzerine Mevsim Etkisi. Tarım ve Köyleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/30, Konya.
- Derpsch R., 2008. No-Till and Conservation Agriculture: A Progress Report, No-Till Farming Systems, World Association of Soil and Water Conservation, Special Publication, 3, 7 39.
- Göknur, İ., C. Özarslan, 1995. Yerli Yapım Bazı Kulaklı Pulluklarla Çalışmada Traktör İlerleme Hızının Yüzey Artıklarının Gömülme Oranına Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bursa, pp: 362-369.
- Luna, J.M., O'Brien., 1998. Strip-Tillage and Cover Crop Systems for Vegetable Production, (http://ptools.org/ifs_www/pubs/StripTillVegPro.html).
- Morrison J.E., C.F. Abrams, 1978. Direct Planting Opener for Planters and Transplanters. Transaction of the ASAE, 21(5), 843-847.
- Okello, J.A., 1991. A Review of Soil Strength Measurement Techniques for Pre-diction of Terrain Vehicle Performance, Journal of Agriculture Engineering Research, 50, 129-155.
- Önal, İ. ve E. Aykas, 1997. Hasat Sonrası Pamuk Saplarının Toprağa Kazandırılmasında Kullanılan Teknik ve Makineler. 17. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Tokat, pp: 290-297
- Scott, B.J., P.L. Eberbach, J. Evans, and L.J. Wade, 2010." EH graham centre monograph". No 1: Stubble Retention in Cropping Systems. In Southern Australia: Benefits and challenges: www.grahamcentre.net
- Tebrügge, F. 1993. "The Environmental Implication of Tillage Systems." 5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Kuşadası-Turkey, pp: 55 – 65.
- Unger, P. W. 1984. "Tillage Systems for Soil and Water Conservation". FAO Soils Bulletin, 54, Rome.
- Yalçın, H., E. Aykas ve M. Evrenosoğlu, 2003. "Koruyucu Tarım ve Koruyucu Toprak İşleme. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 40(2). 153-160.

