

## Buğday-Fiğ Rotasyonunda Uzun Süre Uygulanmış Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Bazı Toprak Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri: Son İki Yıllık Sonuçlar

Anıl ÇAY, Sakine ÖZPINAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü 17100 Çanakkale  
anilcay@comu.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 18.04.2013

Accepted (Kabul Tarihi): 13.06.2013

**Özet:** Bu çalışmada, Çanakkale koşullarında buğday ve fiğ rotasyonu altında 20 on iki yıldır uygulanan üç farklı toprak işleme yönteminin, 2011-2012 ve 2012-2013 yıllarındaki bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine olan etkileri karşılaştırılmıştır. Geleneksel toprak işleme yönteminde (GT), özellikle kulaklı pulluk iş derinliğine yakın olan 25 cm toprak derinliğinde, 1,53 ve 1,41 g cm<sup>-3</sup> ile rototillerin kullanıldığı RT ve çizel uygulanan ÇZ yöntemine göre daha yüksek kuru birim hacim ağırlığı değerleri saptanmıştır. Toprak porozitesi değerlerindeki eğilim hacim ağırlığındaki eğilim ile benzer olmuştur. Toprak nemi değerleri arasında, her iki yılda da istatistiksel farklılık saptanmamıştır. Ancak, 0-10 cm toprak derinliği için RT yönteminde genellikle sayısal olarak diğer yöntemlerde göre daha düşük nem içeriği olduğu belirlenmiştir. Doygun hidrolik iletkenlik değerleri (K<sub>s</sub>) açısından ÇZ yöntemi 0-10 ve 20-30 cm toprak derinliklerinde diğer yöntemlere göre daha yüksek değerler sağlamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Uzun dönem koruyucu toprak işleme, toprak fiziksel özellikleri

### Long-term Effects of Different Tillage Methods on Some Soil Physical Properties in Wheat-Vetch Rotation: Last Two Years Results

**Abstract:** In this study, effects of 3 different tillage methods applied under wheat-vetch rotation for 12 years in Çanakkale conditions, on some soil physical properties were compared in 2011-2012 and 2012-2013 production periods. In conventional tillage method (GT), especially in the working depth of mould board plow (aprox. 25 cm soil depth), have greather dry soil bulk density values with 1,53 ve 1,41 g cm<sup>-3</sup> than RT method rototiller used and ÇZ methot chiesel used. Soil total porosity values had the same tendency to dry bulk density values. It was not found any statistical difference between tillage methods for soil moisture contents. But, soil moisture values in 0-10 cm soil depth were quantitatively lower in RT than GT and ÇZ methods. Saturated hydraulic conductivity (K<sub>s</sub>) in ÇZ method has higher values than other tillage methods at the soil depths of 0-10 and 20-30 cm.

**Key words:** Long-term conservational tillage, soil physical properties

### GİRİŞ

Pulluğun sıklıkla kullanıldığı geleneksel toprak işleme yöntemleri ile azaltılmış ve koruyucu toprak işleme yöntemlerinin toprak özellikleri üzerine olan etkileri halen süregelen bir tartışmadır. Birçok araştırma sonucu, toprak sıkışmasının, sıfır toprak işleme ve azaltılmış toprak işleme uygulanan alanlarda geleneksel toprak işleme uygulanan alanlara göre yüksek olduğunu göstermektedir (Gomez ve ark., 1999; Tebrügge ve Düring, 1999; Çay, 2011). Ancak, bazı araştırmacılar da uzun dönemde, toprak faunasının adaptasyonuna bağlı olarak bu yöntemlerin toprak sıkışmasını azalttığını ya da istatistiksel anlamda etkili olmadık-

larını ifade etmektedirler (Blevins ve ark., 1983; Sadegh ve ark., 2011). Yine azaltılmış toprak işlemeyi de kapsayan koruyucu toprak işleme yöntemlerinin su ve rüzgâr erozyonunu önlediği ve böylelikle toprak neminden daha fazla yararlanma olasılığını arttırdığı da bilinen bir gerçektir (Lafond, 1994). Karamanos ve ark., (2004)'de azaltılmış ve sıfır toprak işlemenin topraktan su buharlaşmasını önlediği ve böylelikle daha yüksek toprak nemi sağladığı rapor edilmektedir. Özellikle yıllık yağış ortalaması 500 mm'den az olan bölgelerde ürün rotasyonu ile birlikte koruyucu toprak işleme uygulamalarının yapılması, hem toprak özelliklerini korumada, hem de yüzey erozyonunun azaltıl-

masında büyük önem taşımaktadır. Toprak yüzeyinde bırakılan bitki artıkları, toprak sıcaklığını düşürerek nem kaybını önlediği gibi yağış esnasında da yağmur damlalarının toprak yüzeyine vurarak oluşturduğu darbeleri yumuşatmaktadır. Ayrıca, özellikle kuru tarım koşulları altında önemli bir faktör olan toprağın hidrolik iletkenliğini arttırmak ve birim zamanda toprağa daha fazla su depolamak açısından, toprağı koruyan ve yüzeyde daha fazla bitki artığının bırakıldığı toprak işleme uygulamaları geleneksel yöntemlere alternatif olarak önerilmektedir (Mielke ve Wilhelm, 1998).

Bu çalışmada, on iki yıl boyunca buğday-fiğ rotasyonu altında uygulanan geleneksel toprak işleme (GT) ile iki farklı koruyucu toprak işleme uygulamasının bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine olan etkileri karşılaştırılmıştır. Koruyucu toprak işleme uygulamaları rototillerin kullanıldığı RT ve çizel uygulamasını içeren ÇT yöntemlerinden oluşmaktadır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın tarla denemeleri 2011-2012 ve 2012-2013 üretim dönemlerinde, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Dardanos Yerleşkesi'nde bulunan deneme alanlarında yürütülmüştür. Çalışma alanı 0-20 cm toprak profilinde, killi-tın (399 g kg<sup>-1</sup> kum, 298 g kg<sup>-1</sup> tın ve 304 g kg<sup>-1</sup> kil) yapıya sahip olup, ortalama pH değeri 7,69, organik karbon oranı %0,73 ve ortalama hacim ağırlığı 1,31 g cm<sup>-3</sup>'tür (Özcan ve ark., 2004). Yarı kurak akdeniz iklimi özelliklerini taşıyan bölgede uzun yıllar verilerine göre en fazla yağış genellikle Ekim-Haziran ayları arasında düşmektedir. Uzun dönem yağış ortalaması ise yıllık olarak yaklaşık 600 mm civarındadır (Anonim, 2013).

Araştırma kapsamında üç farklı toprak işleme yöntemi ele alınmıştır. Geleneksel toprak işleme (GT) yaklaşık 25 cm derinliğinde uygulanan kulaklı pulluk ve ardından iki kez diskli tırmık ve toprak frezesini içermektedir. GT uygulamasının planlanmasında yöre üreticilerinin tercihleri dikkate alınmıştır. İlk azaltılmış (koruyucu) toprak işleme uygulaması olan rototiller parsellerinde (RT), 10-12 cm iş derinliğinde uygulanan ağır diskli tırmığı takiben, iş genişliği 2 m olan rototiller ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır. Çizel (ÇT) parsellerinde ise 25-30 cm iş derinliğinde uygulanan 7 sıralı çizel ve ardından toprak frezesi uygulaması yapılarak tohum yatağı hazırlanmıştır. Ekim işlemi tüm parselerde aynı mekanik sıravari ekim maki-

nası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 12 yıl boyunca buğday ve fiğ aynı toprak işleme yöntemi içerisinde rotasyona tabi tutulmuştur. Diğer tüm kültürel işlemler her bir deneme parseli için aynı şekilde uygulanmıştır. Denemelerde, buğday çeşidi olarak "Gönen" (*Triticum aestivum* L.), fiğ çeşidi olarak da "adi fiğ" (*Vicia sativa* L.) kullanılmıştır. Her bir parselde denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüş ve örneklemeler üçer tekerrürlü olarak alınmıştır. Toprak nemi, hacim ağırlığı ve porozite için örneklemeler, ekimi takiben yaklaşık iki hafta sonra ve her bir parselde aynı zamanda gerçekleştirilmiştir. Toprak örneklemeleri 0-10, 10,20 ve 20-30 cm toprak derinliklerinden yapılmıştır. Yine doymuş hidrolik iletkenlik (K<sub>s</sub>) ölçümleri için alınan bozulmamış toprak örnekleri 0-10 ve 20-30cm toprak derinliklerini temsil edecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

Toprak nemi değerleri gravimetrik yöntemle uygun olarak elde edilmiştir. Nem tayini için alınan toprak örneklerinin, ıslak ağırlıkları belirlenmiş, ardından etüv-de 105 °C sıcaklıkta 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Toprak nemi değerleri kuru baza göre 1 no'lu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$N_k = (W - W_k) / W_k \dots\dots\dots(1)$$

Burada;

- N<sub>k</sub> : Kuru baza göre nem içeriği (%),
- W : Islak toprak ağırlığı (g),
- W<sub>k</sub> : 105°C'de kurutulmuş toprak ağırlığı (g).

Hacim ağırlığı ve porozite belirlemek için alınmış bozulmamış toprak örnekleri, Eijkelkamp marka, 100 cm<sup>3</sup> hacimli ağız keskinleştirilmiş bozulmamış toprak örnekleme silindirleri ve aparatları kullanılarak (Erbach, 1987)' ye göre alınmıştır. Örnekler etüvde kurularak ele edilen tartım değerlerinden, kuru birim hacim ağırlığı değerlerine ulaşılmıştır (Eşitlik 2). Topraktaki boşluk hacminin toplam hacmine oranı olan toplam porozite değerleri hacim ağırlıkları ile aynı derinlikten alınmış bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak belirlenmiştir. Alınan toprak örneklerinden elde edilmiş hacim ağırlığı değerleri 3 no'lu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplamalarda toprak özgül ağırlığı 2,65 g cm<sup>-3</sup> olarak alınmıştır (Blake ve Heritage, 1986).

$$\mu = \frac{W_k}{V} \dots \dots \dots (2)$$

$$P = \left(1 - \frac{\mu}{\gamma}\right) \cdot 100 \dots \dots \dots (3)$$

Burada;

- $\mu$  : Toprağın kuru birim hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>),  
 $P$  : Toprak porozitesi (%),  
 $W_k$  : 105°C'de kurutulmuş toprak örneği ağırlığı(g),  
 $V$  : Örnekleme silindirin hacmi (100 cm<sup>3</sup>),  
 $\gamma$  : Toprağın özgül ağırlığını (g cm<sup>-3</sup>),  
 $\mu$  : Toprağın kuru birim hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>)  
 $P$  : Toplam toprak porozitesi (%).

Birim zamanda toprak içerisine alınabilecek nem miktarının önemli bir göstergesi olan doymun hidrolik iletkenlik değerleri ise, ilgili parsellerden alınan bozulmamış toprak örneklemeleri üzerinden sabit-baş yöntemine (Klute, 1986) göre elde edilmiştir. Yönteme göre; bozulmamış toprak örnekleme silindirinde bulunan örnekler 48 saat boyunca suda bekletilmiş ve doymun hale getirilmiştir. Doymun hale getirilen örnekleme silindirlerinin her biri üzerine 90 mm sabit yükseklikte su bulunan saydam haznelere su sızdırmayacak şekilde bağlanmıştır. Haznelerde bulunan su yükseklikleri 24 saatlik periyot için belirli zaman aralıklarında (2, 6, 8 ve 24 saat) ölçülmüştür. Yapılan ölçümler üzerinden ortalama mm s<sup>-1</sup> olarak doymun dikey hidrolik iletkenlik değerlerine ulaşılmıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin değerlendirilmesindeki SPSS v.15 paket programı kullanılmıştır. Karşılaştırma testleri için verilere Duncan testi uygulanmış ve sunumlarda standart hata değerlerine yer verilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da, GT yöntemindeki kulaklı pulluk iş derinliğine yakın olan 25 cm toprak derinliğinde belirlenen kuru birim hacim ağırlığı değerlerinin, 1,53 ve 1,41 g cm<sup>-3</sup> ile diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). İlk yıl yapılan ölçüm sonuçlarında, 0-30 cm aralığındaki tüm toprak derinlikleri için hacim ağırlığı değerleri arasında istatistiksel bir farklılık görülmemesine rağmen, 2012-2013 üretim döneminde hem 0-10 cm de 20-30 cm toprak derinliğinde GT yöntemine ait hacim ağırlığı değerlerinin, RT ve ÇZ yöntemindeki değerlere göre önemli ölçüde yüksek oldukları görülmüştür.

Toprak yüzeyine yakın bölgedeki yüksek hacim ağırlığı değerlerinin kulaklı pullukla toprak işleme sırasında ortaya çıkan büyük keseklerin uzun yıllar boyunca bu yöntemlerde süregelen sıkışıklığın sebep olduğu, kırılmaya dayanıklı büyük keseklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. 2012-2013 üretim yılında 20-30 cm toprak derinliğinde belirlenen toplam porozite değerleri RT, GT ve ÇZ yöntemleri için sırasıyla

**Çizelge 1. Toprak İşleme Yöntemlerinin 2011-2012 ve 2012-2013 Üretim Dönemlerinde Toprak Kuru Birim Hacim Ağırlığı ve Toplam Porozite Üzerine Etkileri\***

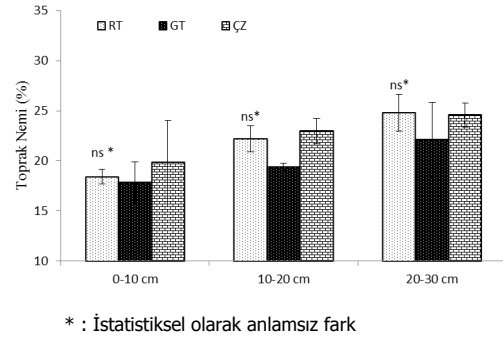
Yıllar	Yöntem	Toprak Derinliği Aralıkları					
		0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm	
		$\mu$	P	$\mu$	P	$\mu$	P
2011-2012	RT	<b>1,40<sup>ns**</sup></b> ±0,09	<b>47,10<sup>ns</sup></b> ±3,33	<b>1,51<sup>ns</sup></b> ±0,05	<b>42,94<sup>ns</sup></b> ±2,01	<b>1,49<sup>ns</sup></b> ±0,04	<b>43,93<sup>ns</sup></b> ±1,59
	GT	<b>1,28<sup>ns</sup></b> ±0,08	<b>51,81<sup>ns</sup></b> ±3,10	<b>1,44<sup>ns</sup></b> ±0,01	<b>45,65<sup>ns</sup></b> ±0,31	<b>1,53<sup>ns</sup></b> ±0,05	<b>42,25<sup>ns</sup></b> ±1,80
	ÇZ	<b>1,31<sup>ns</sup></b> ±0,04	<b>50,40<sup>ns</sup></b> ±1,62	<b>1,42<sup>ns</sup></b> ±0,03	<b>46,59<sup>ns</sup></b> ±1,19	<b>1,43<sup>ns</sup></b> ±0,01	<b>45,91<sup>ns</sup></b> ±0,22
2012-2013	RT	<b>1,48<sup>a</sup></b> ±0,05	<b>44,06<sup>b</sup></b> ±1,83	<b>1,39<sup>ns</sup></b> ±0,05	<b>47,61<sup>ns</sup></b> ±1,84	<b>1,33<sup>b</sup></b> ±0,05	<b>49,96<sup>a</sup></b> ±1,71
	GT	<b>1,53<sup>a</sup></b> ±0,03	<b>42,19<sup>b</sup></b> ±1,08	<b>1,42<sup>ns</sup></b> ±0,02	<b>46,50<sup>ns</sup></b> ±0,76	<b>1,41<sup>a</sup></b> ±0,09	<b>46,91<sup>b</sup></b> ±3,53
	ÇZ	<b>1,26<sup>b</sup></b> ±0,01	<b>52,53<sup>a</sup></b> ±0,54	<b>1,34<sup>ns</sup></b> ±0,05	<b>49,41<sup>ns</sup></b> ±2,07	<b>1,27<sup>b</sup></b> ±0,02	<b>52,21<sup>a</sup></b> ±0,57

\*Farklı harfler toprak derinliğine bağlı olarak sütunlar içi farklılıkları ifade etmektedir, \*\*ns: İstatistiksel olarak anlamsız fark

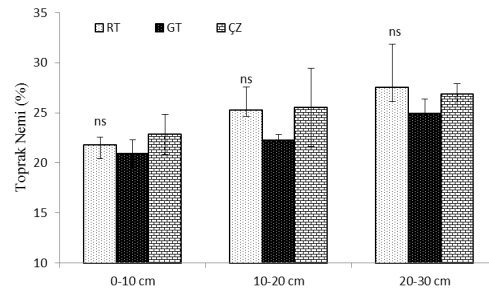
% 49,96, %46,91 ve %52,21 olmuştur. Yine kulaklı pulluk iş derinliğine yakın bölgelerde karşılaşılan söz konusu sıkışıklığın, uzun yıllar kulaklı pullukla toprak işlenen parsellerdeki sıkışık kesekli yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kulaklı pulluk ile toprak işleme sonrasında oluşan keseklerin kırılmasındaki zorluğun, bu derinlikten gelen sıkışık ve parçalanmaya dayanıklı keseklerin kırılmasında, diskarodan ziyade, toprak frezesi veya rototiller gibi dışarıdan tahrik alan ve vurarak parçalama yapan ikincil toprak işleme aletlerinin tercih edilmesi, hacim ağırlığının düşürülmesi ve porozitenin arttırılması için önem arz etmektedir. Carter, (1996)'da uzun dönem kulaklı pulluk ile yapılan toprak işleme ile kulaklı pulluk iş derinliğinde (25 cm) meydana gelen toprak sıkışıklığının artabildiği ve bu durumun özellikle çizel pulluk veya kulaklı pullukla yapılan birincil toprak işlemeyi takip eden, ikincil toprak işleme ile farklılaşmış olabileceğini bildirmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü birinci yıl, istatistiksel fark saptanmamasına rağmen, yüzeye yakın olan 0-10 cm toprak profilinde, RT yöntemi yıllar bazında ve sırasıyla 1,40 ve 1,48 g cm<sup>-3</sup> ve %47,10 ve %44,06 hacim ağırlığı ve porozite değerleri ile, GT ve ÇZ yöntemlerine göre daha sıkışık bir toprak yapısı göstermiştir. Papiernik ve ark., (2007), uzun yıllar sonunda farklı toprak işleme uygulanan parsellerde, yüzeye yakın toprak profilinde toprak sıkışıklığı açısından istatistiksel bir farkın olmadığını bildirmektedir. Bunun aksine Gomez ve ark., (1999)'de azaltılmış ve sıfır toprak işleme uygulanan alanlardaki toprak sıkışıklığının geleneksel yöntem uygulanmış yöntemlere göre yüksek olabildiği rapor edilmiştir.

Araştırma kapsamında ölçülen toprak nemi değerleri incelendiğinde (Şekil 1; Şekil 2), toprak işleme yöntemleri arasında, yıllar ve derinlikler bazında istatistiksel öneme sahip bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Ancak, rototillerin uygulandığı RT yönteminde yüzeye yakın toprak profili için toprak nemi değerleri sayısal olarak diğer yöntemlere göre düşük bulunurken, bu durumun aksine daha derin toprak profilinde RT yöntemindeki toprak nemi değerleri, GT ve ÇZ yöntemlerindeki değerlere göre sayısal olarak yüksek olmuştur. Toprak yüzeyindeki bitki artıklarının diğer yöntemlere göre fazla olduğu RT yönteminde, yüzey artıklarının toprak sıcaklığını bloke ederek daha derin (10-20 ve 20-30 cm) bölgedeki toprak nemini koruduğu görülmüştür. Bu durumda, toprak yüze-

yindeki bitki artıkları sıcaklığı bloke ederek derinlere inmesini engellerken, yüzeye yakın bölgelerdeki yüksek hacim ağırlığı ve düşük porozite yüzünden, RT yönteminde toprak yüzeyinden olan nem kaybının önlenmesinin diğer yöntemlere göre daha etkisiz olduğu da söylenebilir. Öyle ki, Lyona ve ark., (1998)'de yüzeyde artıkların bırakıldığı tohum yatağı hazırlığında, azaltılmış veya doğrudan ekim yöntemlerinin geleneksel toprak işleme yöntemlerine göre toprak su içeriğini korumada etkili olabileceği bildirilmektedir. Rasmusen, (1999) yüzeyde bırakılan bitki artıklarının evaporasyonu azaltarak nemi koruduğu bildirilmektedir. Çalışmada ayrıca kulaklı pullukla toprak işlemenin 10-20 cm toprak derinliğinde toprak nemini arttırabildiği de ifade edilmektedir. Mielke ve ark.,(1998)'de ise uzun yıllar boyunca buğday ve takip eden rotasyonlarda uygulanan toprak işleme uygulamalarının, 0-20 cm toprak derinliği için, zaman içerisinde toprakta oluşan adaptasyona, toprak faunasına, kimyasına ve yıllık kuraklık durumuna göre toprak fiziksel özelliklerini istatistiksel olarak etkilemediğini bildirmektedirler. Ancak, toprak neminin yalnızca toprak fiziksel özellikleri ile değil, topraktaki birçok fiziko-kimyasal olaylardan etkilendiği de göz ardı edilmemelidir.

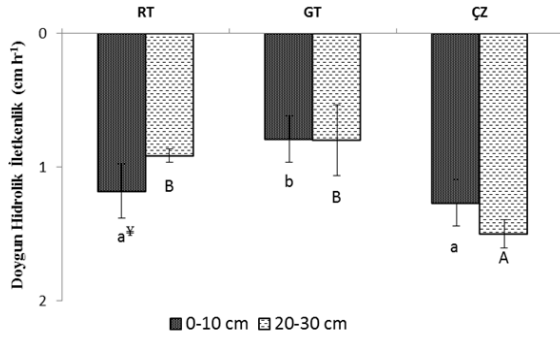


Şekil 1. Toprak işleme yöntemlerinin 2011-2012 yetiştirme döneminde toprak nemine etkileri.



Şekil 2. Toprak işleme yöntemlerinin 2012-2013 yetiştirme döneminde toprak nemine etkileri.

Araştırmanın yürütüldüğü iki yılın ortalamalarına ait doymun hidrolik iletkenlik değerleri (Şekil 3) incelendiğine, en yüksek doymun hidrolik iletkenlik ( $K_s$ ) değerinin  $1,50 \text{ cm h}^{-1}$  ile 20-30 cm toprak derinliğinde ÇZ yönteminde olduğu belirlenmiştir. Yine, hem 0-10 hem de 20-30 cm toprak derinliklerinde ÇZ yöntemin diğer yöntemlere göre üstün olduğu görülmüştür. Bu durumun yırtarak toprak işleme yapılan ÇZ yöntemindeki çizel pulluğun, toprak sıkışıklığını kısmen engellemesi ve düşey düzlemde su geçirgenliğini arttıran açıklıklara neden olmasından kaynaklandığı söylenebilmektedir. Hacim ağırlığı değerlerindeki yükseklik ve toprak porozite değerlerindeki düşüklük nedeniyle GT yöntemi her iki derinlikte de sırasıyla,  $0,79$  ve  $0,80 \text{ cm h}^{-1}$  ile en düşük değerleri sağlamıştır.  $K_s$  açısından RT yöntemi özellikle 0-10 cm toprak profili için  $1,18 \text{ cm h}^{-1}$  değerle, ÇZ yöntemi ile ( $1,27 \text{ cm h}^{-1}$ ) aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Bulgularımıza benzer olarak Rasmussen (1999)'da kulaklı pulluk uygulamasının, pulluk uygulanmayan toprak işleme yöntemlerine göre daha düşük  $K_s$  sağladığı bildirilmektedir. Bunun aksine Arvidsson ve ark., (2000)'de, kulaklı pulluk uygulanan veya uygulanmayan toprak işleme yöntemleri arasında  $K_s$  açısından istatistiksel bir farklılığın olmadığı rapor edilmiştir.



\*: Küçük ve büyük harflendirmeler, derinlikler bazında yöntemler arası istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. Toprak işleme yöntemlerinin doymun hidrolik iletkenlik ( $K_s$ ) üzerine etkileri**

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2013. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m>. Erişim tarihi: 29.04.2013.
- Arvidsson, J., Rydberg, T., Feiza, V., 2000. Early sowing- a system for reduced seedbed preparation in Sweden. Soil & Tillage Research (53), 145–155 s.
- Blake, G.R., Heritage K.H., 1986, Methods of soil analysis, part I. American Society of Agronomy and Soil Science, Madison.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma kapsamında ele alınan ve 12 yıl boyunca buğday-fiğ rotasyonunda uygulanan GT yönteminin özellikle pulluk tabanına yakın olan 25 cm toprak derinliğinde toprak kuru birim hacim ağırlığını yükselttiği, toplam toprak porozitesini de düşürdüğü görülmüştür. Bunun paralelinde de RT ve ÇZ yöntemlerinde elde edilen toprak nemi değerleri bu yöntemlerde GT ye göre sayısal olarak daha yüksek olmuştur. Özellikle yırtarak toprak işleme yapılan ÇZ yönteminin yarı kurak iklime sahip Çanakkale koşullarında, geleneksel toprak işleme yöntemine alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Tabi ki yalnızca toprak fiziksel özellikleri, yöreye uygun doğru toprak işleme seçiminde tek başlarına etkili değildir. Bunun yanında ekonomiklik ve sürdürülebilirlik açısından birçok faktörün değerlendirilmesi gerekir. Özellikle kesin sonuçlara ulaşmak, uzun yıllar boyunca uygulanacak koruyucu toprak işleme çalışmalarına bağlıdır. Ancak, bunun yanında özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde, araştırma yapan kurumların ilgili sonuçları üreticilere aktarabilmesi önem taşımaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde azaltılmış ve koruyucu toprak işleme yöntemlerinin üreticilere kabul etmesi sosyo-ekonomik ve kültürel birçok faktöre bağlıdır ve üreticiler bu yöntemleri kabul etmekte kırılgan bir direnç gösterirler (Lal, 2007). Bu tip yöntemler kısa vade de üretici açısından çok önemli bir faktör olan ürün veriminin de düşüklüğüne neden olabilmektedir. Yapılacak demonstrasyon çalışmalarının üreticilere çok iyi aktarılması, gelecek nesiller ve sürdürülebilir toprak yönetimi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu tip çalışma sonuçlarının bilimsel platformlarla beraber, diğer yayım kaynakları ile bölge üreticilerine aktarılması hayati öneme sahiptir.

## TEŞEKKÜR

Arazi çalışmaları sırasındaki yardımlarından ötürü lisans öğrencilerimiz Haydar Arslanbay, Aykut Yetiş ve Çağrı Pınar'a teşekkürlerimizi sunarız.

- Çay, A., 2011. Domates Üretiminde Örtü Bitkili-Örtü Bitkisiz Koşullarda, Toprak İşleme ve Dikim Tekniklerinin Karşılaştırılması. Ege Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Bornova, İzmir, 200s.
- Erbach, D.C., 1987. Measurement of Soil Bulk Density and Moisture. Transactions of the ASAE, vol. 30 (4), 922-931 s.
- Gomez, J.A., Giraldez, J.V., Pastor, M. and Fererez, E., 1999. Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. Soil & Tillage Research. (52), 167-175 s.
- Karamanos, A. J. Bilalis, D. and Sidiras, N., 2004. Effects of Reduced Tillage and Fertilization Practices on Soil Characteristics, Plant Water Status, Growth and Yield of Upland Cotton. Journal of Agronomy and Crop Science, 190 (4), 262-276 s.
- Klute, A., 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1, second ed. American Society of Agronomy, (Agron. 9) Madison, WI, USA
- Lafond, G.P., 1994. Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-till management. Canadian Journal of Soil Sci. 74, 703-711 s.
- Lal, R., 2007. Constraints to adopting no-till farming in developing countries. Soil & Tillage Research. (94), 1-3 s.
- Lyona, D.J., \*, Stroupb, W.W., Brownc, R.E., 1998. Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. Soil & Tillage Research. (49), 19-27s.
- Mielke, L.N. and Wilhelm, W.W.:, 1998. Comparisons of soil physical characteristics in long-term tillage winter wheat-fallow tillage experiment. Soil & Tillage Res. (49), 29-35 s.
- Özcan, H., Ekinci, H., Kavdır, Y., Yüksel, O., Kaptan, H., 2004. Dardanos Yerleskesi Topraklari, vol. 39. Canakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Papiernik, S.K., Lindstrom, M.J., Schumacher, T.E., Schumacher, J.A., Malo, D.D., Lobb, D.A. 2007. Characterization of Soil Profiles in a Landscape Affected by Long-term Tillage. Soil & Tillage Research. (93), 335-345s.
- Rasmussen K.J., 1999, Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review, Soil & Tillage Research (53), 3-14 s.
- Sadegh , A., Behaeen, M. A., Karami, A., Dezfuli, A. and Gharisari, A., 2011). Effects of Conservation Tillage on the Sil Properties and Cotton Yield. Journal of Agricultural Machinery Science, 7 (1), 73-76 s.
- Tebrügge, F., Düring, R.A., 1999. Reducing tillage intensity: a review of results from a long-term study in Germany. Soil Tillage Res. (53), 15-28 s.