

Çanakkale Bölgesinde Ayçiçeği Tarımında Azaltılmış ve Klasik Toprak İşlemenin Toprak Özellikleri ve Ürün Verimi Üzerine Etkisi

Mert KORKMAZ, Sakine ÖZPINAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,
17020, Çanakkale

Geliş Tarihi (Received): 18.05.2015 Kabul Tarihi (Accepted): 08.07.2015

Özet: Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) dünyada ve ülkemizde en önemli yağ bitkilerinden olup, bitkisel yağ üretiminin önemli bir miktarını karşılamaktadır. Ülkemizde başta Marmara ve İç Anadolu bölgesi başta olmak üzere genellikle tahıllarla ekim nöbetine alınarak yetiştirilmektedir. Ancak, birim alandaki üretim miktarı yüksek verimli ve hastalıklara dayanıklı tohumluk kullanmasının yanı sıra toprak işleme gibi diğer kültürel uygulamaların da etkisindedir. Kulaklı pulluğun kullanıldığı klasik toprak işleme yöntemi olarak bilinen uygulama şekli halen yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem toprak özelliklerini bozduğu gibi girdi maliyetini de artırmaktadır. Bu amaçla klasik toprak işleme yöntemine alternatif olarak toprağı devirmeden işleyen çizel ve yüzeysel işleyen rototiller toprak işleme yöntemleri olarak ele alınmış ve bunların 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'deki toprak özellikleri ve ürün verimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışma on yıl aşkındır çakılı deneme özelliğindeki bir alanda yürütülmüş ve ayçiçeği ürününe ait ilk yılın verileri burada ele alınmıştır.

Sonuçta her üç yönteminde toprak işleme öncesi ve hasat sonrası alınan toprak örneklerinde hacim ağırlığını azaldığı belirlenmiştir. Ancak, yöntemler arasında en yüksek hacim ağırlığı pulluk parselinin 20-30 cm'de saptanmıştır. Diğer taraftan ilk tabla oluşum döneminde 0-40 cm'de ölçülen penetrasyon direnci değerleri, rototillerde 1 MPa'nın altında kalırken, çizelde ise 15 cm'nin altındaki derinliklerde 1 MPa'nın üzerinde saptanmıştır. Pulluk parselinde ise üst toprak katmanında penetrasyon direnci rototiller ile benzerlik sağlamış, ancak çizel değerlerinin altında kalmıştır. Ancak 20 cm'den itibaren pullukta ölçülmüş değerler 2 MPa'nın üzerine çıkmıştır. Pulluktaki yüksek penetrasyon değerlerine rağmen, tohum verimi çizel ve rototillere göre sırasıyla %45 ve %13 oranında daha yüksek çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Ayçiçeği, toprak işleme, toprak özellikleri.

The Effects of Reduced and Conventional Tillage on the Soil Properties and Yield of Sunflower in Çanakkale Region

Abstract: Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is the one of important oil plant in all over world and our country, and meets the substantial amount of oil production. In our country, the sunflower, generally, is produced in cereal rotation in the Marmara and central Anatolian regions. However, the yield from unit area was dependent to disease resistant cultivars and other cultural practices such as soil tillage. Conventional tillage systems by moldboard plough were commonly used in sunflower farming. These systems were affected undesirably the soil properties and also increased the production inputs. In these propose, the reduced or conservation soil tillage systems which are unreturned soil by chisel and surface tillage by rototiller were conducted instated of conventional tillage systems, and were evaluated the effects of systems on the 0-10, 10-20 and 20-30 cm soil properties, and crop yield. This research was conducted in an experimental area which has long-term soil tillage and it was evaluated only data from one year sunflower.

In results, the bulk density was decreased in the harvest period than before tillage period in all the soil depths. However, the highest bulk density was determined in plough of 20-30 cm soil depth. On the other hand, the penetration resistance were below 1 MPa in rototiller throughout soil depth when it was the same value in chisel of 15-40 cm. The penetration resistance in plough of 0-20 cm was the same with rototiller, but it was below in chisel. In plough plots, the penetration was measured as 2 MPa and above. Although higher penetration resistance in plough when compared with other two tillage systems the seed yield of plough was higher by 45 and 13%, respectively than chisel and rototiller.

Key words: Sunflower, soil tillage, soil properties.

GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), günümüzün en önemli yağ bitkilerinden olup (Allen ve ark., 1983; de la Vega ve Hall, 2002), içerdiği yüksek orandaki yağ miktarıyla (%22-50) bitkisel ham yağ üretimi bakımından önemli bir yere sahiptir. Dünyada bitkisel ham yağ üretiminin %12.6'sı ayçiçeğinden karşılanırken, ülkemizde ise bu oran %46.7 ve 220-380 bin tona karşılık gelmektedir. Ülkemizde yıllara göre değişmekle beraber, yaklaşık 550-600 bin hektar alanda ayçiçeği üretimi yapılmakta ve birim alandaki ortalama verim 250 kg/da düzeyindedir (Coşge, 2007). Ayçiçeği üretim alanlarının %73'ü Trakya-Marmara, %13'ü İç Anadolu, %19'u Karadeniz, %3'ü Ege ve %1'i Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yer almaktadır (TUİK, 2014). Marmara bölgesinde yer alan Çanakkale ilinde ise ayçiçeği üretim alanı yaklaşık 156 bin dekar ve üretim miktarı 38 bin ton civarında olup, birim alandaki verimi ise 243 kg/da'dır (TUİK, 2014).

Ülkemizde ayçiçeği üretim alanları hemen hemen en yüksek sınırına ulaşmış durumdadır. Bu nedenle artan nüfusumuzun bitkisel yağ ihtiyacının karşılanması için bu sınırlı alanlardan öncelikle üreticilerimizin birim alanda yüksek verimi yakalayacakları üretim tekniklerine ihtiyacı vardır. Bunlar yüksek verimli ve hastalıklara dayanıklı tohumluk kullanmasıyla birlikte diğer kültürel uygulamalara da yer verilmesi önemlidir. Bu kültürel uygulamalar arasında toprak işleme önemli bir yere sahiptir. Toprak işlemenin doğru şekilde uygulanması ve gerekli sürdürülebilir bir üretimin devamlılığı için ekim nöbeti ile desteklenmesinde yarar vardır. Geleneksel hale gelmiş ve toprak işlemeyi kulaklı pullukla derin olarak işleyen klasik toprak işlemenin yaratmış olduğu olumsuz koşullara alternatif oluşturacak toprak işleme yöntemlerinin üretimde aktif hale getirilmesi gerekmektedir. Bu olumsuz koşullar toprak tav kaybı, fazla yakıt tüketimi, elverişsiz toprak katmanlarının aktif bölgeye taşınması, bitki gelişmesinde olumsuz etkiye sahip

fazla tarla trafiği (Honsson ve Reeder, 1994) ve zaman kaybı gibi etkenlerdir. Tarımsal üretimde kültürel uygulamalar sırasında toplam enerji tüketiminin %60'ı toprak işlemeye ait (Mahmoudi ve Mohammadi-Nashali, 2007) olması nedeniyle azaltılmasında yarar vardır. Dolayısıyla yıllık yağış miktarına bağlı olarak birim alandan gerekli verimin sağlanması için toprakta gerekli nemin sağlanması için toprakta su koruyan ve toprağı daha az işleyen koruyucu ve benzeri toprak işlemeli yöntemlerin önemi kaçınılmazdır. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi ayçiçeğinde de tane ve yağ verimini etkileyen en önemli faktörlerden birisi toprakta kök derinliğinde bitkilerin faydalanabileceği faydalı toprak neminin varlığıdır.

Derin köklü ve kuraklığa dayanıklı olan ayçiçeği (Connor ve Hall, 1997) yıllık yağışı 400-500 mm arasında değişen alanlarda sulamaya gerek duyulmadan üretimi yapılabilmektedir (Çelik ve Ünver, 1999). Bitkinin yetiştirme döneminde toprakta belli miktarda suya ihtiyacı var ve toprağı bu su genellikle yağışlarla düşmektedir. Kuru tarım koşullarında ayçiçeğinin topraktaki sudan daha iyi yararlanabilmesi için su kaybını azaltan veya toprakta koruyan uygun toprak işleme yöntemleri ile işlenmesidir. Toprağı devirmeden veya çizerek işleyen koruyucu toprak işleme yöntemlerinin kullanılması topraktaki suyun korunmasını sağlamakta ve bitkinin topraktaki sudan daha iyi yararlanmasına yardımcı olmaktadır. Toprakta yeterli su düzeyini yakalayan bitkiler kök gelişimini artırmakta ve buda bitkinin toprak üstü aksamının gelişmesine katkı sağlamaktadır (Botta ve ark., 2006; Gajri ve ark., 1997). Diğer taraftan ayçiçeği tarımı yapılan bölgelerimizde yetiştirme döneminde yeterince yağış düşmemesi sonucu kuraklık zararı sonucu önemli ölçüde verim düşüklüğü görülmektedir (Kadayif ve Yildirim, 2000; Attila ve ark., 1994; Helmy ve ark., 2000; Sayed ve ark., 2004). Ayrıca ürün verimi üzerine olumlu etkileri olan koruyucu toprak işleme yöntemleri toprağın fiziksel özelliklerini

iyileştirmekte ve buna bağlı olarak toprağın diğer kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesine de katkı sağlamaktadır.

Günümüzde tarımın sürdürülebilir hale gelmesi, daha düşük girdi maliyeti ile üretimin gerçekleşmesi ve toprağın korunması için daha uygun üretim teknikleri kullanılmaktadır. Bu üretim teknikleri ekim nöbeti, topraktaki suyu koruyan (Munawar ve ark., 1990; McGee ve ark., 1997; Tanaka ve Anderson, 1997; Halvorson ve ark., 1999) ve aynı zamanda bitki artıklarını toprak yüzeyine yakın bırakarak suyun toprağa geçişini kolaylaştıran (Greb ve ark., 1967; Bond ve Willis, 1969; Pannkuk ve ark., 1997) korumalı veya azaltılmış toprak işleme yöntemleridir. Bu amaçla dünyada (Gajri ve ark., 1997; Murillo ve ark., 1998; Aboudrare ve ark., 2006; Botta ve ark., 2006; Guirguis ve ark., 2008; Melero ve ark., 2011) ve ülkemizde (Eker ve Ülger, 1988; Çelik ve Ünver, 1999; Bayhan ve ark., 2002; Işıldar ve Bayhan, 2005; Yalcin ve Cakir, 2006; Sessiz ve ark., 2008;) ayçiçeği üretiminde farklı iklim koşullarında ve farklı toprak işleme yöntemleri altında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların hepsi genellikle bölgelere has olup, sonuçları bölge üreticilerine yönelik olmuştur. Ancak ayçiçeği üretiminin yaygın olarak yapıldığı Güney Marmara Bölgesi ve bu bölgede yer alan Çanakkale ilinde buna benzer çalışmalara rastlanılmamıştır. Akdeniz ikliminin etkisinde olan bu bölgede genellikle ayçiçeği sulama olanaklarının olmadığı kuru tarım koşullarında kışlık buğday ve yem bitkisi gibi tarla bitkileri ile ekim nöbetine alınmaktadır. Ön bitki buğdaya yüksek düzeyde azot uygulaması nedeniyle sonrasında kuruda yaz bitkisi olarak üretimi yapılan ayçiçeğinde gübre uygulamasına gerek duyulmamaktadır. Ayrıca kışlık bitki ve yazlık ayçiçeği arasındaki kısa zaman periyodu ve bu dönemdeki düşük yağış oranı (Weiss, 2000) genellikle ön bitkiye atılan azotun bir kısmı ayçiçeği tarafından kullanılmaktadır (Corbeels ve ark., 1998). Bu nedenle özellikle sonbahar ve kışın yağışla kazanılan topraktaki su miktarı ayçiçeğinin yetişmesinde önemli rol oynamaktadır. Topraktaki su miktarının kısıtlı olduğu yıllarda mevcut olan topraktaki sudan en yüksek düzeyde yararlanmak için sürdürülebilir kültürel uygulamalar kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu kültürel uygulamalardan en önemlilerinde biri olan toprağın uygun bir şekilde işlenmesi ve topraktaki suyun korunarak bitki tarafından kullanılmasını sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle bölgede ayçiçeği tarımında uygulanmakta olan klasik toprak işleme yöntemine (kulaklı pulluk+diskaro) alternatif oluşturacak ve

topraktaki sudan bitkinin en yüksek düzeyde yararlanılmasını sağlayacak, toprağın özelliklerini koruyacak ve girdi maliyetini azaltacak koruyucu yöntemlerin ele alınması amaçlanmaktadır. Bu amaçla Çanakkale ve çevre illerde yaygın şekilde kullanılan kulaklı pullukla toprak işleme yöntemi ve buna alternatif olarak yüzeysel toprak işleme özelliğine sahip rototiller ve toprağı devirmeden çizerek işleyen çizelin toprak özellikleri ve ürün verimi bakımından ele alınmıştır. Killi-tınlı toprak koşullarında kışlık yem bitkisi adi fiğden sonra ve yoğun ilkbahar yağışlarını izleyen sıcak ve kurak yaz koşullarında en uygun toprak işleme yönteminin belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Araştırma ve Uygulama Alanında 2014 üretim döneminde yürütülmüştür. Deneme alanı toprağı killi-tınlı özelliğinde olup, Typic Haploxererts (US soil taxonomy) veya Eutric Vertisols (FAO/UNESCO) toprak grubunda yer almaktadır. Organik maddesi düşük (0.22 g kg^{-1}) ve pH değeri 7.69'dir. Deneme alanında 14 yıldır farklı toprak işleme yöntemleri altında kışlık buğday-kışlık fiğ ekim nöbeti devam etmiştir. Bölgedeki iklim, genellikle Akdeniz ve iç kısımlarda kısmen Karasal özelliktedir. Kışları yağışlı ve soğuk olup, yazları ise kurak ve sıcaktır. Yıllık ortalama yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre 564 mm civarında ve ayçiçeğinin yıllık ihtiyaç duyduğu 500 mm üzerindedir. Yıllık ortalama sıcaklık $16 \text{ }^\circ\text{C}$ ve kışın bazen sıfırın altına düştüğü gibi yazın da $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ve üzerine çıkabilmektedir (Tablo 1). Deneme deseni şerit parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Her toprak işleme yöntemi 6 sıra ($6 \times 70 \text{ cm}$) bitki genişliğinde ve 40 m uzunluğundaki parsellerden oluşmuştur. Her toprak işleme parselinin dış iki sırası hariç tutulmuş ve iç dört sıradan verime ilişkin veriler alınmıştır.

Denemede üç farklı toprak işleme yöntemi ele alınmıştır. Bunlardan birincisi bölgede genellikle üreticinin kullandığı 20-25 cm derinliğinde işleme derinliğine sahip kulaklı pulluk ile toprak işlemenin yapıldığı klasik toprak işleme yöntemidir. Bu yöntemde ilkbaharda kışlık üründen sonra bir kez kulaklı pulluk ile toprak işleme ve ardından diskli tırmık ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır. İkincisi ise 0-10 cm işleme derinliğine sahip rototillerdir. Üçüncüsü 25-30 cm işleme derinliğine sahip çizel+diskli tırmık yöntemidir. Ekim işlemi dört sıralı ve sıra arası 70 cm olan ekim makinası ile birim alana 38 000 tohum/ha olacak şekilde Pioneer P64LL05 hibrit ayçiçeği tohumu kullanılmıştır.

Bitki çıkış işlemlerinden sonra dekara 4700-4750 bitki (5.5-6.5 bitki/m²) ve sıra üzeri 25-30 cm (metrekarede bir bitki) arasında değişecek şekilde elle seyreltme ve yabancı ot kontrolü için bir kez elle çapalama işlemi uygulanmıştır. Ekimle beraber bölge uygulamaları ile aynı olacak şekilde 20-20-0 taban gübresinden dekara 20 kg uygulanmıştır. Ele alınan toprak işleme yöntemlerinin toprağın hacim ağırlığına (Klute, 1986), poroziteye (Lipiec ve ark., 2006), nemine ve penetrasyon direncine (Eijkelkamp Equipment, Model 06.15 Eijkelkamp, Giesbeek, The Netherlands) (Ozpinar ve Ozpinar, 2015) ve birim alandaki ürün verimine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla toprak işlenmeden ve hasatta iki kez olmak üzere bozulmamış toprak örnekleri 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'de alınmıştır. Penetrometre ölçümleri ise ekimden yaklaşık 12 hafta sonra bitkinin en yüksek düzeyde suya ihtiyaç duyduğu ilk tabla oluşum döneminde yapılmıştır.

Çizelge 1. Çanakkale ili uzun yıllar ve 2014 yılı toplam yağış (mm) ve ortalama hava sıcaklığının (°C) aylara göre değişimi

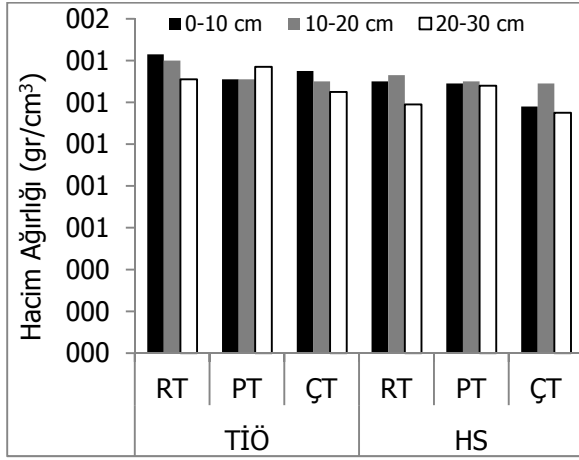
Aylar	1970-2014		2014	
	Yağış	Sic.	Yağış	Sic.
Ocak	80	7	54	9
Şubat	71	7	0	10
Mart	51	9	80	11
Nisan	58	13	101	15
Mayıs	28	18	27	19
Haziran	30	23	75	23
Temmuz	10	26	33	27
Ağustos	3	26	8	28
Eylül	25	21	67	23
Ekim	52	16	44	17
Kasım	49	12	83	13
Aralık	108	9	152	11
Top./Ort.	564	16	727	18

Sonuçlar Statistica 10 (Stat Soft. Inc., USA) programında değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler şerit parselleri deneme desenine göre her toprak derinliği ve verim için toprak işleme yöntemleri arasındaki ilişki incelemek üzere General Linear Model kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

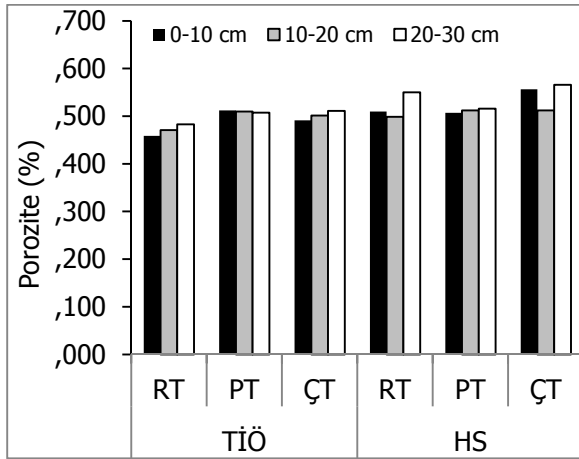
Ele alınmış üç toprak işleme yönteminde, toprak işleme öncesi belirlenmiş hacim ağırlığı değerleri hasat sırasında alınan örneklerle göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Toprak işlenmeden önce belirlenmiş değerler incelendiğinde, 0-10 cm olan üst toprak

katmanında en yüksek hacim ağırlığı rototillerde saptanmış ve bunu sırasıyla çizel ve pulluk izlemiştir (Şekil 1). Yöntemler arasındaki bu ilişki 10-20 cm toprak derinliği için de saptanmıştır. 20-30 cm'de ise en yüksek hacim ağırlığı pulluğa ait iken, bunu sırasıyla rototiller ve çizel izlemiştir. Hasat sırasında saptanmış hacim ağırlığı değerleri toprak işleme yöntemleri bazında ele alındığında, toprak işleme öncesinde alınmış örneklere benzerlik göstermiştir. Ancak, her iki dönemde de 20-30 cm'de belirlenmiş hacim ağırlığı değerleri rototiller ve çizele göre pulluk parselinde yüksek çıkmıştır. Ayrıca her üç toprak işleme yönteminde yapılan toprak işleme işlemleri toprağın hacim ağırlığını azalttığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarının tersine Osunbitan ve ark. (2005) ise hacim ağırlığının kulaklı pulluğa göre azaltılmış toprak işleme yönteminde daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Yöntemler bazında hacim ağırlığındaki bu değişim penetrasyon direncinde de belirlenmiştir (Şekil 4). Ancak yöntemler arasındaki hacim ağırlığındaki bu değişimin ürün verimi üzerine etkisi (Şekil 2) olmadığı görülmüştür. Bazı araştırmacılar hacim ağırlığının her 1.00 gr/cm³'ündeki artışa karşın ürün veriminde %18 oranında bir azalma olduğunu ifade etmişlerdir (Canarache ve ark., 1984). Ancak her iki dönemde saptanmış olan hacim ağırlığı değerleri Fabrizzi ve ark. (2005) tarafından bildirilen ve bitki kök gelişmesini etkileyen 1.40-1.50 gr/cm³'ün altında kalmıştır. Diğer taraftan bazı araştırmacılar ise kök gelişmesini tamamen sınırlayan hacim ağırlığı değerinin 1.55 gr/cm³ (Logsdon ve Karlen, 2004) olduğunu bildirmişlerdir. Her iki dönemde alınan toprak örnekleri incelendiğinde üç toprak işleme ve üç toprak derinliğinde elde edilmiş porozite değerlerinde fazla bir değişim olmadığı görülmektedir (Şekil 2). Ancak, toprak işlenmeden önce alınmış örnekler incelendiğinde, rototiller parselindeki porozite değerleri diğer her iki yöntemde göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan hasat sonrası için bu durum değerlendirildiğinde ise 0-20 cm toprak derinliğinde toprak işleme yöntemleri arasında önemli bir fark yok iken, 20-30 cm'de ise en düşük değer pulluk parselinde belirlenmiştir. Bu durum yüksek hacim ağırlığından ileri geldiği söylenebilir (Şekil 1). Ancak Osunbitan ve ark. (2005) toprak işlemenin porozite üzerine önemli bir etkisi olmadığını ve özellikle porozitenin toprak işleme yoğunluğuna ve



Derin. (cm)	TİÖ			HS		
	RT	PT	ÇT	RT	PT	ÇT
0-10	1.43±0.03	1.31±0.12	1.35±0.05	1.30±0.11	1.29±0.02	1.18±0.10
10-20	1.40±0.03	1.31±0.02	1.30±0.05	1.33±0.07	1.30±0.05	1.29±0.14
20-30	1.31±0.04	1.37±0.03	1.25±0.05	1.19±0.14	1.28±0.08	1.15±0.10

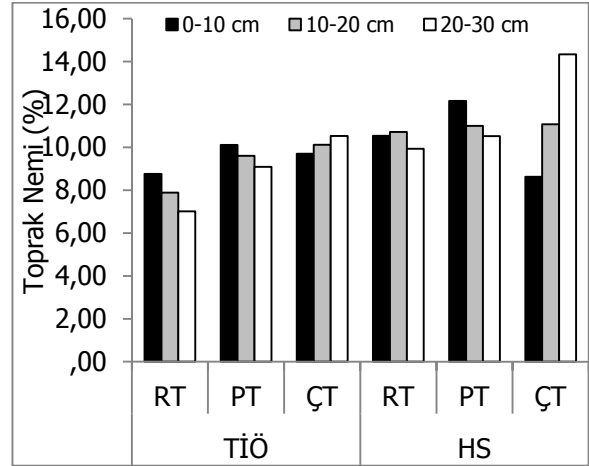
Şekil 1. Toprak işleme öncesi (TİÖ) ve hasat sonrası (HS) kulaklı pulluk (PT), rototiller (RT) ve çizel (ÇT) parsellinde belirlenmiş hacim ağırlığı değerleri



Derin. (cm)	TİÖ			HS		
	RT	PT	ÇT	RT	PT	ÇT
0-10	0.46±0.01	0.51±0.01	0.49±0.02	0.51±0.04	0.51±0.05	0.56±0.04
10-20	0.47±0.01	0.51±0.01	0.50±0.01	0.50±0.03	0.51±0.02	0.51±0.09
20-30	0.48±0.01	0.51±0.01	0.53±0.02	0.55±0.02	0.52±0.03	0.57±0.04

Şekil 2. Toprak işleme öncesi (TİÖ) ve hasat sonrası (HS) kulaklı pulluk (PT), rototiller (RT) ve çizel (ÇT) parsellinde belirlenmiş porozite değerleri

toprak derinliğine bağlı olarak arttığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan toprak nem içeriğine bakıldığında ekime yakın ve öncesinde toprak işlenmeden alınan örneklerde pulluk ve çizel her üç toprak derinliğinde benzer sonuçlar sağlarken, rototiller ise daha düşük sonuçlar vermiştir. Ayrıca hasat döneminde çizelin toprak nem içeriğini alt



Derin. (cm)	TİÖ			HS		
	RT	PT	ÇT	RT	PT	ÇT
0-10	8.76±0.40a*	10.11±0.33a	9.70±0.27a	10.53±0.65	12.16±1.28	8.62±1.03
10-20	7.88±0.30a	9.60±0.47ab	10.11±0.15b	10.71±1.16	11.00±0.23	11.07±2.22
20-30	7.01±0.37a	9.09±0.62b	10.81±0.29b	9.93±1.45	10.52±1.70	14.33±4.79

Şekil 3. Toprak işleme öncesi (TİÖ) ve hasat sonrası (HS) kulaklı pulluk (PT), rototiller (RT) ve çizel (ÇT) parsellinde belirlenmiş toprak nem değerleri.

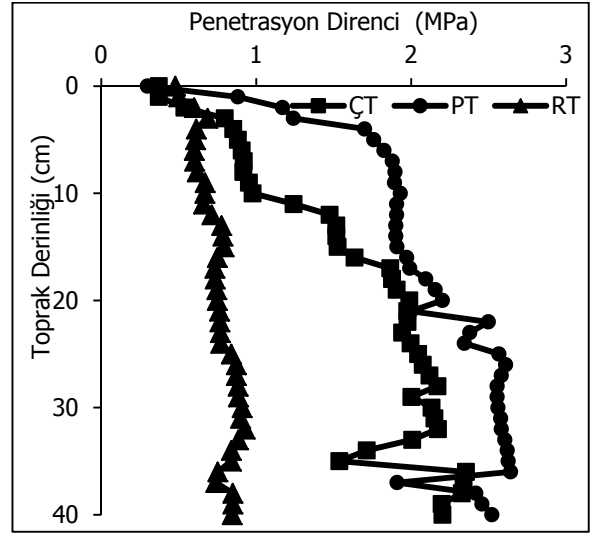
*: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$).

toprak katmanında pulluğa göre daha iyi koruduğu görülmektedir (Şekil 3).

Tabla oluşum döneminde 0-40 cm toprak derinliğinde ölçülmüş pentrasyon direnci 0-10 cm toprak katmanında rototiller ve çizel toprak işleme yöntemlerinde bitki çıkışı için sınır değer kabul edilen 1.2 MPa'nın (Soza ve ark., 2003) altında kalmış, ancak pullukta bu değer 1.53 MPa olmuştur (Şekil 4). 0-20 cm'de ise çizel parselinde pentrasyon direnci 0.66-1.99 MPa arasında değişirken, ortalama 1.66 MPa olarak belirlenmiştir. Aynı derinliklerdeki rototiller için değişim 0.48-0.79 MPa arasında değişmiş ve ortalama değer 0.74 MPa olmuştur. Pulluk ta ise bu değerler sırasıyla 0.30-2.20 MPa ve 2.00 MPa olarak saptanmış ve özellikle 18-20 cm arasında 2 MPa üzerinde ölçülmüştür. Rototiller parselinde bu değer bitki kök gelişimini yavaşlatan 1.5 MPa (Jorajuria ve ark., 1997) ile ürün verimini azaltan 1 MPa'nın (Ngunjiri ve Siemens (1995) altında kalmıştır. 20-40 cm arasındaki toprak derinliğinde ise çizel 25 cm'nin altındaki derinliklerde 2 MPa değerlere ulaşırken, rototillerde parselinde ise en yüksek değer 0.85 MPa ve pullukta ise 18 cm itibaren kayıtlı edilen 2 MPa değeri varlığını sürdürmüştür. Pulluğun 20-40 cm arasındaki toprak katmanında ölçülen penetrasyon direnci 2.50 MPa'nın üzerinde olup ve en yüksek değer 35 cm'de 2.64 MPa ve bunu 25 cm'de 2.61 MPa izlemiştir. Özellikle pulluk parselinde 18 cm toprak derinliği altındaki

katmanlarda saptanmış 2 MPa ve üzerindeki penetrasyon direnç değerlerinin bitki kök gelişimini sınırlayan dirençler olmuştur (Taylor ve ark., 1966). Uzun yıllar çakılı deneme özelliğine sahip olan bu alanda pulluk tabanı oluşumu kendini gösterdiği gibi çizelde de benzer bir durum ile karşılaşmıştır. Ancak böyle bir oluşum rototiller parselinde saptanmamış ve genellikle kök gelişiminin devam ettiği toprak katmanında toprak direncinin 1 MPa'nın altında kalmıştır. Bu sonuçlara göre uzun süre aynı derinlikte benzer etki göstererek pulluk ve benzeri aletlerle toprak işlemenin toprağın sıkışmasına neden olduğu söylenebilir. Ancak Botta ve ark., (2006) kısa süreler için bu uygulamanın böyle bir etki yaratmadığını ifade etmiştir. Araştırmacılar işlenmemiş, çizel (28 cm) ve dipkazanla (45 cm) işlenmiş parsellerde 0-18 cm, 18-45 ve 45-60 cm toprak katmanlarındaki penetrasyon direncini karşılaştırmışlardır. Yüzeysel toprak olarak adlandırılan 0-18 cm'de işlenmemiş parseldeki penetrasyon direnci diğer iki yönetime göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. 18-45 cm'de uygulamalar arasında önemli bir fark olmadığını, ancak 45-60 cm ise dipkazanın diğer iki yönetime göre daha düşük değerlere sahip olduğu ifade edilmiştir. Diğer taraftan López-Garrido ve ark. (2014) benzer iklim kuşağında yapmış oldukları bir çalışmada ayçiçeği ekim döneminde ekim derinliğinde ölçülmüş penetrasyon direncinin çizel parseline göre kulaklı pulluk parselinde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, 20-25 cm toprak derinliğinde ise pulluk parselindeki değerlerin çizel parseline göre daha yüksek olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca araştırmacılar 5-6 yıl üst üste uygulanan direk ekimin ise toprak sıkışıklığını aşırı bir şekilde artırdığını özellikle ekim derinliğinde 6.04 MPa bir direnç oluştuğunu, 20-25 cm ise bu değer 2.60 MPa olduğunu ifade etmişlerdir.

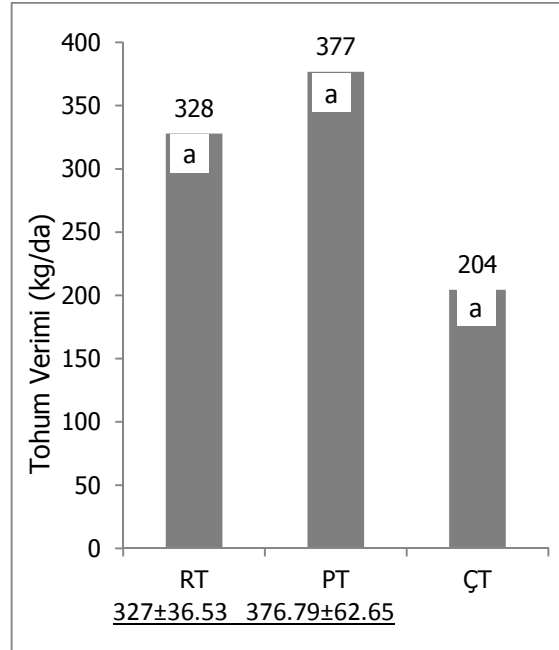
Yaklaşık 14 yıldır çakılı toprak işleme deneme özelliğinde olan alanda kışlık fiğden sonra üretimi yapılan ayçiçeğinde toprak işlemenin tohum verimi üzerine olan etkisi Şekil 5'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü Çanakkale bölgesinde toprak işleme yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen pulluğun ürün verimini çizel ve rototillere göre artırdığı saptanmıştır (Şekil 5). Pulluktaki bu artış çizele göre %45 iken, rototillerde %13 olmuştur. Her iki koruyucu toprak işlemede bitki çıkış oranı ve bin tohum ağırlığının (yayımlanmamış veri) pulluğa göre düşük olması ürün verimini azaltmış olabilir. Ancak her üç toprak işlemede bulunan verim değerleri Orta Anadolu Bölgesi'nde elde edilen 165 kg/da'n üzerinde



Derin.(cm)	RT	PT	ÇT
0-10	0.61±0.03a*	1.53±0.32b	0.79±0.13a
10-20	0.74±0.01a	2.00±0.08b	1.66±0.15b
20-30	0.84±0.04a	2.48±0.09b	2.05±0.04b
30-40	0.84±0.03a	2.48±0.06b	2.11±0.07b

Şekil 4. Ayçiçeği tabla oluşum döneminde ve tarla kapasitesi koşullarında kulaklı pulluk (PT), rototiller (RT) ve çizel (ÇT) toprak işleme parsellerinde 0-40 cm toprak derinliklerinde (D) belirlenmiş penetrasyon direnci (MPa) değerleri.

*:Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).



Şekil 5. Kulaklı pulluk (PT), rototiller (RT) ve çizel (ÇT) ile toprak işlemenin ayçiçeği tane verimine etkisi

olmuştur (Çelik ve Ünver, 1999). Ayrıca araştırmacılar Orta Anadolu kuru tarım koşullarında yapmış oldukları bu çalışmada ilkbaharda kulaklı pulluk ile farklı derinliklerde (10, 15, 20, 25 cm) toprak işleminin ayçiçeği verimi üzerine önemli bir etkisi olduğunu ve en yüksek verimin 25 cm'lik uygulamada elde edildiğini ifade etmişlerdir. Buna benzer pek çok çalışma yapılmış ve bazıları pulluk (Shamabadi, 2012) ve bazılarının ise korumalı veya azaltılmış toprak işleminin (Bonciarelli, 1991; Halvorson ve ark., 1999; Aboudrare ve ark., 2006) verimi artırdığı ifade edilmiştir. Aboudrare ve ark., (2006) çizel ile toprağın 25-30 cm derinlikte baharda ekimden hemen önce işlenmesi ile topraktaki su kapasitesini yükselttiğini ve bitkinin su kullanım oranını artırarak ayçiçek tohum verimini artırmada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Murillo ve ark., (1998) ise özellikle bizim gibi Akdeniz ülkesi olan İspanya'da çizel (bir önceki bitkiye ait bitki artıklarını tarla yüzeyinde kalacak şekilde ve 25-30 cm'de çizel ile işleme, ancak bir sonraki buğday ekiminden önce 5-7 cm diskaro ile toprak işleme) ile toprak işleminin ayçiçeğinin ilk gelişim dönemini yavaşlattığını ancak bitkinin topraktaki azot alımını artırmasıyla ürün verimini pulluk yöntemine (bir önceki buğday bitkisine ait anız yakılması ve 25-30 cm işleme) göre artırdığını ifade etmişlerdir. Araştırmacıların çizel yöntemi için saptamış oldukları verim değerleri (391 kg/da) bu çalışmanın sonuçlarından (204 kg/da) daha yüksek iken, pulluk yöntemi için saptadıkları verim ise (219 kg/da) daha düşük (377 kg/da) olmuştur.

Diğer bazıları araştırmacılar ise toprağın fazla işlenmesi ile bitki boyu ve tabla büyüklüğü gibi bitkisel özellikleri iyileştirdiği ve bununda tohum verimini artırdığını ifade etmişlerdir (Guirguis ve ark. 2008). Aynı araştırmacılar özellikle toprağın çizel ile daha yoğun işleminin (üç kez) ve arkasında diskaronun (bir kez) uygulamasının bitki boyunu (169 cm), tabla çapını (17 cm) ve 1000-tohum ağırlığı (90 gr), çizelin bir kez ve diskaronun iki kez uygulanmasına (143 cm, 14.5 cm, 61 gr) göre artırdığını belirtmişlerdir. Ancak ele aldığımız çalışmada pulluk parsellerinde tespit edilen yüksek hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci bitki verimini etkilemediği görülmüştür. Bununda özellikle toprağın

yetiştirme sezonun başlangıcında pullukla işlemin toprakta fazla oranda makro düzeyde boşluk oluşturduğunu ve bu boşlukların suyu ve havayı bitkiye taşımada etkin rol oynadığı şeklinde yorumlanabilir (Karunatilake ve van Es, 2002).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bölgede ayçiçeği üretiminde üreticiler toprak işlemeyi genellikle kulaklı pulluk ve tohum yatağı hazırlığını ise genellikle diskli tırmıkla yapmaktadırlar. Ancak kuruda yetiştiriciliği yapılan ayçiçeğinin topraktaki sudan daha iyi yararlanabilmesi ve girdi maliyetini azaltılabilmesi için toprağın daha az işlenerek toprağın yapısının korunması için alternatif toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığına ihtiyaç vardır. Bu amaçla bölgede var olan uygulamalara alternatif oluşturacak yüzeysel (rototiller) ve toprağı devirmeden işleyen (çizel) uygulamaları ele alınmıştır. Alternatif olarak ele alınmış rototillerin pulluğa yakın tohum verimi sağlaması ile uygun bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca pulluk parselinde özellikle bitki kök bölgesindeki toprak derinliklerinde rototiller ve çizel göre daha yüksek olan hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci değerleri ürün verimi üzerine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan deneme alanında uzun yıllardır çakılı özellikte olan ve aynı toprak işleme yöntemleri başka ürünler için ele alınmasına rağmen ayçiçeği verimi ve toprak işleme arasındaki ilişkilendirme için bir yıllık verilerin yetersiz olduğu görülmüştür. Dolayısıyla ayçiçeği üretiminde toprak işleminin etkileri için gerekli sonuçlara ulaşılması önümüzdeki üretim yıllarında da denemenin devam edeceği kanısı oluşmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın arazi deneme çalışmalarının yürütülmesinde, veri örnekleme, ölçülmesi, toplanması ve değerlendirilmesinde katkı sağlayan bölüm öğretim elemanı Dr. Anıl Çay'a teşekkür ederiz. Makale, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim dalında yürütülen Mert Korkmaz'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

Aboudrare, A., P. Debaeke, A. Bouaziz, H. Chekli, 2006. Effects of soil tillage and fallow management on soil water storage and sunflower production in a semi-arid Mediterranean climate. *Agric. Water Manag.* 83:183-196.

Allen, R., L.D. Swaeth, J.D. Thouas, 1983. Sunflower planting and emergence with coated seed. *Trans. of ASAE.* 26(2):665-668.

Attila, M.M., A.M. Osman, M.A. Sayed, A.A. El Kafory, 1994. Effect of irrigation interval and plant density on sunflower

- yield in calcareous soil of West Nubaria region. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 19 (10):3163-3168.
- Bayhan, Y., B. Kayisoglu, E. Gonulol, 2002. Effect of soil compaction on sunflower growth. Soil Till Res. 68:31-38.
- Bilbro, J.D., D.F. Wanjura, 1982. Soil crusts and cotton emergence relationships. Trans. ASAE. 25 (6):1484-1487.
- Bonciarelli F., 1991. Soil preparation and sunflower yields. Informative-Agrarian. 47 (8):47-54.
- Bond, J.J., W.O. Willis, 1969. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effects. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33:445-448.
- Botta, G.F., D. Jorajuria, R. Balbuena, M. Ressa, C. Ferrero, H. Rosatto, M. Tourn, 2006. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus* L.) yields. Soil Till Res. 91:164-172.
- Çelik, Y.M., İ. Ünver, 1999. Orta Anadolu koşullarında ekim nöbetinde yetiştirilebilecek ayçiçeği için en uygun sürüm derinliğinin araştırılması. Turkish J. of Agriculture and Forestry. 23(5):1087-1094.
- Canarache, A., I. Colibas, M. Colibas, I. Horobeanu, V. Patru, H. Simota, T. Trandafirescu, 1984. Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania. Soil Till. Res. 4:199-213.
- Connor, D.J., A.J. Hall, 1997. Sunflower physiology. In:Schneiter, A.A. (Ed.), Sunflower Technology and Production. Agronomy Monography 35, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, pp.113-182.
- Corbeels, M., G. Hofman, O. Van Cleemput, 1998. Residual effect of nitrogen fertilization in a wheat-sunflower cropping sequence on a Vertisol under semi-arid Mediterranean conditions. Eur. J. Agron. 9:109-116.
- Coşge, B., 2007. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nin bazı morfolojik karakterleri ve tohum verimi üzerine metanolün etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 13(3):246-252.
- de la Vega, A.J., A.J. Hall, 2002. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield: I. Determinants of oil-corrected grain yield. Crop Sci. 42:1191-1201.
- Eker, B., P. Ülger, 1988. Ayçiçeği tarımında kullanılan toprak işleme aletlerinin toprak ve bitki karakteristiklerine etkilerinin araştırılması. Tarımsal Meka. 11. Ulusal Kong. 10-12.Ekim, Erzurum, Türkiye.
- Fabrizzi, K.P., F.O. Garcia, J.L. Costa, L.I. Picone, 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in southeastern pampas of Argentina. Soil Till Res. 81:57-69.
- Gajri, P., K.S. Gill, M.R. Chaudhary, R. Singh, 1997. Irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in relation to tillage and mulching. Agricultural Water Manag. 34:149-160.
- Greb, B.W., D.E. Smika, A.L. Black, 1967. Effect of straw mulch rates on soil water storage during summer fallow in the Great Plains. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31:556-559.
- Guirguis, A.E., W.M. Aboukarima, M.S. Marazky, M.I. Egela, 2008. Sunflower crop response to furrow irrigation inflow rate and tillage system. Misr J. Ag. Eng. 25:38-57.
- Halvorson, A.D., A.L. Black, J.M. Krupinsky, S.D. Merrill, D.L. Tanaka, 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. Agron. J. 91:637-642.
- Honsson, I., R.C. Reeder, 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load-extent, persistence and crop response. Soil Till Res. 29(2-3):277-304.
- Helmy, M.A., S.M. Gomaa, E.M. Khalifa, A.M. Helal, 2000. Production of corn and sunflower under conditions of drip and furrow irrigation with reuse of agricultural drainage water. Misr J. Ag. Eng. 17(1):125-147.
- Işıldar, A.A., K. Bayhan, 2005. Kuruda ayçiçeği tarımında farklı toprak işleme yöntemlerinin tohum yatağı özellikleri ve çıkış üzerine etkileri. S.Ü. Zir. Fak. Der. 19(36):120-124.
- Jorajuria, D., L. Draghi, A. Aragon, 1997. The effect of vehicle weight on the distribution of compaction with depth and the yield of Lolium/Trifolium grassland. Soil Till Res. 41:1-12.
- Kadayif, A., O. Yildirim, 2000. The response of sunflower grain yield to water. Turkish J. of Agric. and Forestry. 24:137-145.
- Karunatilake, U.P., H.M. van Es, 2002. Rainfall and tillage effects on soil structure after alfalfa conversion to maize on a clay loam soil in New York. Soil Till Res. 67:135-146.
- Klute A., 1986. Methods of soil analysis. Part 1, agronomy 9. 2nd ed. Madison (WI):American Society of Agronomy.
- López-Garrido, R., E. Madejón, M. León-Camacho, I. Girón, F. Moreno, J.M. Murillo, 2014. Reduced tillage as an alternative to no-tillage under Mediterranean conditions: A case study. Soil Till Res. 140:40-47.
- Lipiec, J., J. Kus, A. Slowinska-Hurkiwicz, A. Nosalewicz, 2006. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. Soil Till Res. 89:210-220.
- Logsdon, S.D., D.L. Karlen, 2004. Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage. Soil Till Res. 78:143-149.
- Mahmoodi, A., Y. Mohammadi-Nashali, 2007. Study the effect of primary tillage equipments on soil physical properties. The 3th Student conference on Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. 18-19 April. Shiraz. Iran.
- Melero, S., R.J. López-Bellido, L. López-Bellido, V. Muñoz-Romero, F. Moreno, J.M. Murillo, 2011. Long-term effect of tillage, rotation and nitrogen fertiliser on soil quality in a Mediterranean Vertisol. Soil Till Res. 114:97-107.
- McGee, E.A., G.A. Peterson, D.G. Westfall, 1997. Water storage efficiency in no-till dryland cropping systems. J. Soil Water Conserv. 52:131-136.
- Murillo, J.R., F. Moreno, F. Pelegrin, J.E. Fernandez, 1998. Responses of sunflower to traditional and conservation tillage under rainfed conditions in southern Spain. Soil Till Res. 49:233-241.
- Munawar, A., R.L. Blevins, W.W. Frye, M.R. Saul, 1990. Tillage and cover crop management for soil and water conservation. Agron. J. 82:773-777.
- Ngunjiri, G.M.N., J.C. Siemens, 1995. Wheel traffic effects on corn growth. Trans. of ASAE. 38(3):691-699.
- Osunbitan, J. A., D.J. Oyedele, K.O. Adekalu, 2005. Tillage effects on bulk density hydraulic conductivity and strength

- of a loam sand soil in southwestern Nigeria. *Soil Till Res.* 82:57-64.
- Ozpinar, S., A. Ozpinar, 2015. Tillage effects on soil properties and maize productivity in western Turkey. *Archives of Agron. and Soil Sci.* 61(7):1029-1040.
- Pannkuk, C.D., R.I. Papendick, K.E. Saxton, 1997. Fallow management effects on soil water storage and wheat yields in the Pacific Northwest. *Agron. J.* 89:386-391.
- Sayed, M.A., S.M. Metwalli, V. Garawany, 2004. Response of sunflower yield to irrigation with saline water in yield in calcareous soils of West Nubaria. The 12th Conf. of Misr Society of Agr. Eng. 4-5 Oct., 312-319.
- Sessiz, A., T. Sogut, A. Alp, R. Esgici, 2008. Tillage effects on sunflower (*Helianthus Annuus*, L.) emergence, yield, quality, and fuel consumption in double cropping system. *J of Central European Agriculture.* 9(4):697-710.
- Shamabadi, Z., 2012. Evaluation the effect of conservation tillage on sunflower yield and energy productivity. *International J. of Agric. and Crop Sci.* 4(18):1358-1361.
- Soza, E., G. Botta, M. Tourn, 2003. Direct sowing of wheat (*Triticum aestvium* L.): implantation efficiency with relation of soil compaction in the moment of sowing. *J. Agrocienca Chile* 2:121-128.
- Tanaka, D.L., Anderson, R.L., 1997. Soil water storage and precipitation storage efficiency of conservation tillage systems. *J. Soil Water Conserv.* 52:363-367.
- Yalcin, H., Cakir, E., 2006. Tillage effects and energy efficiencies of subsoiling and direct seeding in light soil on yield of second crop corn for silage in western Turkey. *Soil Till Res.* 90:250-255.
- TUİK., 2014. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Weiss, E.A., 2000. *Oilseed Crops.* Blackwell Science, Oxford.