

Farklı Ürün Rotasyonlarında Uzun Dönem Uygulanan Azaltılmış Toprak İşleme ve Yeşil Gübrelemenin Ayçiçeği Gelişimi ve Yabancı Otlanmaya Etkileri

Anıl ÇAY*

Sakine ÖZPINAR

Arda AYDIN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu Yazar: E-mail: anilcay@comu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 28.12.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 27.04.2017

Bu çalışma 2001 yılından buyana çakılı olarak devam eden kışlık buğday (*Triticum aestivum* L.)-kışlık fiğ (*Vicia sativa* L.) ekim nöbeti kapsamında geleneksel ve azaltılmış (korumalı) toprak işleme sistemlerinin uygulandığı parsellerde yürütülmüştür. Çalışma, 2013 yılının güz döneminde kışlık fiğ ekim ile başlamış ve ilkbaharda ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ekimi ile iki üretim periyodu süresince devam etmiştir. Çalışma kapsamında uygulanan toprak işleme sistemleri; kulaklı pulluk + diskli tırmık (PTİ-Geleneksel) ve buna alternatif olarak çizel + diskli tırmık (ÇTİ-Azaltılmış) ile rototiller (RTİ-Azaltılmış) olup, bu sistemlerin ayçiçeği bitkisinin gelişim ve verim parametreleri ile yabancı ot varlığı üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bitki çıkışı bakımından RTİ ve PTİ sistemleri genellikle birbirine yakın sonuçlar verse de çalışmanın yürütüldüğü 2014 ve 2015 yıllarında RTİ sistemindeki bitki çıkış oranları sayısal olarak diğer iki toprak işleme sisteminden yüksek çıkmıştır. RTİ ve PTİ tabla çapı ve 1000-tohum ağırlığı bakımından benzerlik göstermiş, aynı parametreler ÇTİ’de önemli düzeyde düşük bulunmuştur. ÇTİ sap, yaprak ve tablanın toplamından oluşan biyokütle verimi açısından da RTİ ve PTİ’ye göre daha düşük değerler sağlamıştır. RTİ ve ÇTİ’ de 7 farklı baskın yabancı ot çeşidi tespit edilirken, PTİ’ de ise sadece 4 adet saptanmıştır. Sonuç olarak RTİ sisteminin bitkisel özellikleri geliştirilmesi ve tohum verimini artırması dikkate alındığında; kışlık baklagillerden sonra yazlık olarak üretimi yapılacak ayçiçeği ve benzer ürünler için uygun yabancı ot mücadele sistemleri ile birlikte ele alındığında bölge için önerilebilir bir uygulama olduğu ve PTİ sisteminin yerini alabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği, azaltılmış toprak işleme, yeşil gübreleme, yabancı ot varlığı

The Effects of Long-term Reduced Tillage with Different Crop Rotation and Green Manuring on Sunflower Productivity and Weed Density

The experiment was conducted in the research fields in which winter wheat (*Triticum aestivum* L.)-vetch (*Vicia sativa* L.) rotation since 2001 year with conventional and reduced (conservational) tillage systems. Vetch was sown in autumn 2013, and sunflower (*Helianthus annuus* L.) was in spring of 2014. The soil tillage systems were mouldboard plough + disc harrow (PTİ), and alternatively to this, chisel + disc harrow (ÇTİ) and rototiller (RTİ). At the end of the study, although, RTİ and PTİ were provided similar plant emergence rate RTİ had the highest in 2014 and 2015 years when compared to two other systems. RTİ and PTİ were also provided similar head diameter and 1000-seed weight when ÇTİ had the lowest. ÇTİ produced lower biomass compared with PTİ and RTİ. 7 dominant weed species were found in RTİ and ÇTİ while PTİ had lower number as 4. In results, RTİ was improved the plant properties as much as PT, and produced also more seed yield. As a result of this study, it was determined that the RTİ was appropriate system for spring second production of sunflower which was sown following winter legumes because of improving plant properties and yield under this conditions and it was found as alternative to conventional tillage for this region.

Key Words: Sunflower, reduced tillage, green manuring, weed density

Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), günümüzün en önemli yağ bitkilerinden olup (Allen ve ark., 1983; De La Vega ve Hall, 2002; Thebaud, 2007) içerdiği yüksek orandaki yağ miktarıyla (%22-50) dünyadaki bitkisel yağ üretiminin %12.6’sını sağlamaktadır. Ürün verimi iklim koşullarına göre

değişkenlik göstermekte olup (Chapman ve ark., 1993), ülkemizde yaklaşık 650 bin hektar alanda üretilmekte ve toplam bitkisel yağ tüketiminin %46.7’sini oluşturmaktadır (TUIK, 2016). Ülkemizde en fazla üretim Marmara bölgesinde gerçekleşmekte ve buda toplam üretimin %73’üne karşılık gelmektedir. Bölge üretiminin önemli bir

kısmını karşılayan Çanakkale ili, yaklaşık 52 bin tonluk üretim miktarıyla ülkemiz üretiminin yaklaşık %7'sini sağlayan bir konumdur (TUİK, 2016). Artan nüfusun bitkisel yağ ihtiyacının karşılanması için mevcut üretim alanlarından daha yüksek verimi yakalayacak üretim tekniklerine ve kültürel uygulamalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kültürel uygulamalar arasında toprak işleme oldukça önemli bir yere sahip olup, uygun ekim nöbetiyle desteklenmesi üretimde ve ürün kalitesinde önemli artışlar sağlayacaktır (Ozpinar, 2006; Çay ve Aykas, 2013).

Son yıllarda tarla trafiği, üretim maliyeti, zaman tüketimi gibi unsurları azaltmak ve toprak verimliliğini artırmak ve uluslararası tarımsal ürün piyasalarında rekabet gücümüzün artabilmesi adına, üreticilerimizin uyguladıkları geleneksel toprak işleme sistemleri yerini daha ekonomik olan ve çevre dostu korumalı toprak işleme sistemlerine bırakmak durumundadır. Topraktaki suyu koruyan (Çay, 2011; Murillo ve ark., 2004) ve toprağı daha az işleyerek toprağın işleme maliyetini %30-50 oranında azaltan (Quicket ve ark., 1984; Mahmoudi ve Mohammadi, 2007) ve aynı zamanda toprağın biyolojik aktivitesini de arttıran (Halvorson ve ark., 2002) korumalı toprak işleme sistemleri ürün veriminde %25'e varan oranda artış sağlayabilmektedir (Schönhammer, 1982). Ürün verimini arttıran ve eşdeğerdeki ürünü daha az maliyetle sağlayan bu sistemlerin (Ozpinar, 2006) kuru tarım alanlarında uygulanması kaçınılmaz hale gelmiştir. Derin kök yapısına sahip ayçiçeğinin (Connor ve Hall, 1997) yıllık yağışı 400-500 mm arasında değişen alanlarda sulamaya gerek duyulmadan üretimi yapılabilmektedir (Çelik ve Ünver, 1999). Bu koşullarda ayçiçeğinin sudan daha iyi yararlanabilmesi için su kaybını azaltan veya toprakta suyu muhafaza eden korumalı toprak işleme sistemleriyle üretilmesi bir gereklilik haline almaktadır. Ayrıca, koruyucu toprak işleme sistemleriyle üretilen bitkinin toprakta yeterli su düzeyini yakalamasıyla, kök gelişimini iyileştirmekte ve dolayısıyla bitkinin toprak üstü aksamının gelişmesine de katkı sağlanmaktadır (Botta ve ark., 2006; Gajri ve ark., 1997). Buna karşın topraktaki su kısıtı, bitkide verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Helmy ve ark., 2000). Ayrıca azaltılmış toprak işleme uygulamalarının uygun ekim nöbetiyle desteklenmesi de ekonomik ve ekolojik bir üretimin sağlıklı gerçekleştirilmesi bakımından önemlidir (Ozpinar ve Baytekin, 2006).

Ülkemizin de içinde yer aldığı yarı kurak Akdeniz iklim kuşağındaki kuru tarım alanlarında ayçiçeği genellikle kışlık buğday ile ekim nöbetine alınmaktadır (Monotti, 2004). Kışlık buğday ve yazlık ayçiçeği arasındaki kısa zaman periyodu nedeniyle bu dönemdeki düşük yağış oranı genellikle ön bitkiye uygulanan azotun bir kısmının ayçiçeği tarafından kullanılmasına sebep olabilmektedir (Corbeels ve ark., 1998). Ancak, değişik iklim koşullarında ayçiçeği için birim alana 40-190 kg ha⁻¹ (Mathers ve Stewart, 1982; Sirbu ve Ailincai, 1992) arasında değişen oranlarda azota ihtiyaç duymakta ve bu miktar topraktan yeterince karşılanamamaktadır. Bu sebeplerle kuru tarım alanlarında buğday yerine toprağın verimliliğini artıran ve aynı zamanda malç ve örtü bitkisi gibi amaçlarla kullanılabilen baklagil benzeri bitkilerin ekim nöbetine alınması bir sonraki ürünün veriminde önemli artışlar sağlayabilmektedir (Bremer ve van Kessel, 1992; Haynes ve ark., 1993). Dolayısıyla, toprakta suyu koruyan (Munawar ve ark., 1990; McGee ve ark., 1997; Tanaka ve Anderson, 1997; Halvorson ve ark., 1999), üretim maliyetini azaltan ve aynı zamanda bitki artıklarını toprak yüzeyine bırakarak infiltrasyonu kolaylaştıran (Bond ve Willis, 1969; Pannkuk ve ark., 1997) korumalı veya azaltılmış toprak işleme sistemlerinin yeşil gübre veya örtü bitkileriyle birlikte uygulanması da ayrıca önem taşımaktadır. Bu amaçla dünyada çeşitli bölgelerde (Melero ve ark., 2011; Guirguis ve ark., 2008; Botta ve ark., 2006; Murillo ve ark., 1998; Gajri ve ark., 1997) ve ülkemizde (Eker ve Ülger, 1988; Çelik ve Ünver, 1999; Aykas ve ark., 2007; Sessiz ve ark., 2008; Yalcin ve ark., 2008; Bayhan, 2012) ayçiçeği üretiminde farklı iklim koşullarında ve farklı toprak işleme sistemleri altında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genellikle bölgelere özgü olup, sonuçları bölge üreticilerine yönelik olmuştur. Yapılan çalışmalarda ayçiçeği üretiminin yaygın olarak yapıldığı Güney Marmara Bölgesinde yer alan Çanakkale ilinde buna benzer bitkisel özellikler ile ilgili çalışmalara rastlanılmamıştır. Akdeniz ikliminde olan bölgede genellikle ayçiçeği sulama olanaklarının olmadığı kuru tarım koşullarında kışlık buğday ve yem bitkisi gibi tarla bitkilerini takiben ekim nöbetine alınmaktadır. Bu nedenle bölgede özellikle sonbahar ve kışın yağışla kazanılan topraktaki su miktarı ayçiçeğinin yetişmesinde önemli rol oynamaktadır (Kavdır ve ark., 2004). Bu sebeplerle, bölge için topraktaki su miktarının kısıtlı olduğu yıllarda, mevcut olan toprak suyundan en yüksek düzeyde yararlanmayı

sağlayacak ve geleneksel toprak işleme sistemlerindeki verim ve kaliteyi sağlayabilen alternatif toprak işleme sistemlerinin ortaya konması gerekmektedir.

Azaltılmış toprak işleme sistemlerinin en önemli handikaplarından birisi de yabancı otlanın bu yöntemlerde oldukça önemli ekonomik zarara neden olabildiğidir. Yapılan çalışmalar, üreticilerin azaltılmış toprak işleme sistemleri yüksek yabancı ot kontrolü maliyetleri sebebiyle bu sistemleri tercih etmekte büyük tereddütler yaşamaktadırlar (Çay ve ark., 2015; Ozpinar, 2006).

Bu çalışmada, güney batı Marmara (Çanakkale) koşulları için uzun yıllardır çakılı olarak geleneksel ve azaltılmış toprak işleme uygulanan parsellerde, ayçiçeği üretiminde uygulanan geleneksel toprak işleme sistemi ve buna alternatif olarak iki farklı azaltılmış (korumalı) toprak işleme sisteminin bitki gelişimi, verim ve bazı hasat sonrası kalite özellikleri ile ekonomik anlamda önemli bazı yabancı ot varlığı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprak işleme sistemleriyle birlikte bölgede yaygın olan kışlık ön bitki buğday yerine kışlık fiğın yeşil gübre ve kısmi malç olarak kullanılmasıyla, bitki gelişimi ve verim özellikleri açısından en uygun toprak işleme sistemi saptanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Araştırma ve Uygulama Alanında 2013-

2014 ve 2014-2015 üretim döneminde yürütülmüştür. Deneme alanı toprağı killi-tın özelliğinde (Typic Haploxererts (US soil taxonomy) veya Eutric Vertisols (FAO/UNESCO)) olup, organik maddesi düşük (0.22 g kg^{-1}) ve pH değeri ortalama 7.69'dur (Özcan ve ark., 2004). Denemenin yürütüldüğü alanda 2001-2002 üretim döneminde bu yana çakılı özellikteki farklı toprak işleme sistemleri altında, farklı ürün rotasyonları (2000-2004, kışlık buğday-kışlık fiğ; 2004-2013 kışlık buğday-kışlık fiğ/ikinci ürün mısır) ile çalışmalar devam etmektedir. Ele alınan çalışma, Kasım 2013'de fiğ ekimi ile başlamış ve Ekim 2015 yılı ayçiçeği hasadıyla tamamlanmıştır. Yeşil gübre ve kısmen malç olarak yerel adi fiğ (*Vicia Sativa L.*) 180 kg ha^{-1} normda, ayçiçeği tohumu olarak ise Pioneer P64LL05 çeşidi tohumlar üretici firma tarafından önerilen 38000 adet ha^{-1} tohum olacak şekilde ekilmiştir. Fiğ ekimleri mekanik sıravari ekim makinasıyla, ayçiçeği ekimleri ise 3 mm çaplı 21 delikli diskler kullanılarak, 37.3 cm sıra üzeri mesafelere standart 4 sıralı pnömatik tek dane ekim makinası ile ekilmiştir.

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 628 mm civarında olup, ayçiçeğinin yıllık ihtiyaç duyduğu 500 mm 'nin üzerindedir. Yıllık ortalama sıcaklık $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ civarındadır ve kışın bazen sıfırın altına düştüğü gibi yazın da $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkabilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Çanakkale ili uzun yıllar (1950-2015) ve 2014 ile 2015 yılı bazı iklim verileri (Anonim, 2016)
Table 1. Total precipitation and mean air temperature data in the years of 2014 and 2015 period and long-term (1950-2015) at Çanakkale province

Aylar	1950-2015		2014		2015	
	Yağış (kg m^{-2})	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Yağış (mm)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$).	Yağış (kg m^{-2})	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$).
Ocak	93.7	6.3	54	9	95.1	6.2
Şubat	71.7	6.7	0	10	75.2	6.9
Mart	68.3	8.3	80	11	69.0	8.7
Nisan	47.0	12.6	101	15	45.6	12.9
Mayıs	32.0	17.6	27	19	34.1	17.5
Haziran	22.4	22.3	75	23	22.0	22.0
Temmuz	11.7	25.1	33	27	13.1	24.6
Ağustos	6.5	25.0	8	28	7.9	24.3
Eylül	24.2	20.9	67	23	28.1	20.7
Ekim	57.0	16.0	44	17	47.6	15.9
Kasım	86.1	11.9	83	13	88.3	11.9
Aralık	108.2	8.5	152	11	112.1	8.4
Top./Ort.	628.80	-	727	-	638.1	-

Yöntem

Toprak işleme sistemi olarak bölgede genellikle üreticinin kullandığı kulaklı pulluk (20-25 cm)+diskli tırmık (10-15 cm) (PTİ) ve buna alternatif olarak azaltılmış toprak işleme sistemleri olarak rototiller (8-10 cm) (RTİ) ve çizel (25-30 cm)+diskli tırmık (10 cm) (ÇTİ) ele alınmıştır (Tablo 2). Toprak işleme uygulamaları ve işleme sayıları hem fiğ hem de ayçiçeğinde aynı tutulmuştur. Ayçiçeği için toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığı ilkbaharda kışlık fiğın çiçeklenme döneminde yöntemine göre parçalanmasından sonra yapılmıştır. Deneme deseni şerit parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Her toprak işleme sistemi 8 sıra ve

sıralar arası 70 cm olacak şekilde, 40 m uzunluğundaki parsellerden oluşmuştur. Her parselin kenar etkisi dikkate alınarak (Peterson, 1992) iç dört sıradan rastgele seçilen bitkiler üzerinde, bitkiye ait bitkisel özelliklerin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Parçalanmış yeşil fiğ her toprak işleme sisteminde kullanılan makina özelliğine göre toprağa karıştırılmış ve bu işlemler sonucunda, yeşil gübre ve kısmi malç olarak kullanılmıştır. Bitki çıkışları tamamen sona erdikten sonra her parselin aynı ayak tarafından ekilen orta sıralarından tesadüfen belirlenen birim uzunluktaki bitkiler sayılmış ve çıkış yüzdesi Bilbro ve Wanjura, (1982)'ye göre hesaplanmıştır.

Tablo 2. Kışlık fiğ ve yazlık ayçiçeğinde uygulanan kültürel işlemler
Table 2. Cultural practices in winter vetch and summer sunflower production

İşlem	İşlem tarihi	İşlem özelliği
Fiğ toprak işleme	07.10.2013	Kulaklı pulluk, Rototiller, Çizel (Toprak işleme sistemlerine göre)
	23.10.2014	
Fiğ tohum yatağı hazırlığı ve ekim	24.12.2013	Diskli tırmık
	04.12.2014	
Yeşil fiğ hasadı ve parçalama	21.04.2014	Tamburlu ot biçme makinası ve rototiller
	04.05.2015	
Ayçiçeği tohum yatağı hazırlığı	29.04.2014	Kulaklı pulluk, Rototiller, Çizel (Toprak işleme sistemlerine göre)
	06.05.2015	
Ayçiçeği ekimi	21.05.2014	4 sıralı pnömatik tek dane ekim makinası
	18.05.2015	
Bitki çıkış işlemleri	01.06.2014	Çıkış sayımları
	29.05.2015	
Yabancı ot sayımı	16.06.2014	Elle
	18.06.2014	
İlaçlama Uygulaması	26.06.2015	Pülverizatör
	14.10.2014	
Hasat ve hasattaki bitkisel özellikler	14.10.2014	Elle
	21.10.2015	

Ayçiçeği ekiminden yaklaşık 6 hafta sonra birinci üretim yılında bitkiler 4-6 yapraklı iken, yabancı ot sayımı her parselde üç tekerrür olacak şekilde birer metre karelik alanlarda yapılmıştır. Ancak, ikinci yıl yabancı ot sayımlarına ait verilerin değerlendirme aşamasında bazılarının hatayla kaybolması sonucunda burada yer verilememiştir. Sayım işleminden sonra yabancı ot kontrolü için her toprak işleme parseline eşit dozda herbisit uygulaması yapılmıştır. Ekimle beraber bölge uygulamaları ile aynı olacak şekilde 20-20-0 taban gübresi 20 kg da⁻¹ normda uygulanmıştır. Ancak, fiğ üretimi süresince hiçbir kimyasal gübreleme uygulaması yapılmamıştır. Fiğ yeşil gübre ve kısmi malç olarak toprak işlemeyle toprağa

karıştırılırken, yöntemine göre yılda (RTİ, PTİ ve ÇTİ sistemlerinde sırasıyla; 2299, 3026, 4797 kg ha⁻¹) fiğ bitkisinin sağladığı azot miktarı da gübre değeri olarak Ozpinar ve Baytekin, (2006)'ya göre ortalama 130.5 kg ha⁻¹ olacak şekilde hesaplamalara katılmıştır. Yine ekim zamanında 20-20-0 taban gübresinden sağlanan 40 kg ha⁻¹ azot ilavesiyle birlikte toplamda yaklaşık 171 kg ha⁻¹ azot kullanılmıştır. Bu değer, çeşitli kaynaklarda bildirilen, farklı iklim koşullarındaki ayçiçeği üretiminde önerilen 40-190 kg ha⁻¹ sınır değerleri arasındadır (Mathers ve Stewart, 1982; Sirbu ve Ailincăi, 1992).

Toprak işleme sistemlerinin ayçiçeği bitkisel özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek için,

üretim sezonu boyunca bitki boyu, bitkide yaprak sayısı (Beard ve Geng, 1982), tabla çapı, 1000-tohum ağırlığı (Harunur ve ark., 2014), tohum uzunluğu ve genişliği (Beard ve Geng, 1982; Coşge ve Bayraktar, 2004) ve tohum verimi (Rashid ve ark., 2014; López-Garrido ve ark., 2014) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler her parselde 3 tekrarlı olup, 15'er bitki üzerinde yapılmıştır.

Veri analizlerinde Minitab V17 istatistiksel yazılımı (StatSoft, Inc. Tulsa OK, USA) kullanılmıştır. Toprak işleme sistemleri arası farkların değerlendirilmesinde Anova (one-way) varyans analizi, grup karşılaştırma testlerinde ise Tukey's çoklu karşılaştırma testleri $P<0.05$ seviyesinde uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki çıkış değerleri (Tablo 3) incelendiğinde, toprak işleme sistemlerine bakılmaksızın bitki çıkış yüzdesi %81-90 arasında değişmiş ve bu değer daha kurak olan Güneydoğu Anadolu koşullarında saptanmış olan %52.2-74.3 (Sessiz ve ark., 2008) değerlerinden göre daha yüksek olduğu görülmüştür. PTİ ve RTİ sistemlerinde ÇTİ sistemine göre daha yüksek olan bitki çıkışı gerçekleşmiş ancak toprak işleme sistemlerine

göre bitki çıkışı açısından istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamıştır. ÇTİ sistemindeki sayısal olarak diğer sistemlere göre daha düşük olan bitki çıkış oranının, toprak yüzeyinde kalan bitki artıklarının çıkış süresini uzatması ve toprağa bırakılan mevcut tohumların çimlenme özelliğini düşürmesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca ilkbaharda toprak işleme öncesi ve sonrasında düşük yağış rejiminin varlığı ile birlikte, PTİ ve RTİ sistemlerine göre ÇTİ sistemindeki yüze yakın bölgelerdeki daha kaba ve kesekli tohum yatağı hazırlığının sonucunda olduğunu da söylemek mümkündür. Şöyle ki, çizel uygulanan bu sistemde toprak çizilerek şeritsel olarak işlendiğinden, bu sistemdeki yüze doğru olan boşluklar yüzünden toprak neminin evaporasyonla diğer sistemlere göre daha hızlı uzaklaştığı ve bu sebeple bitki çıkış oranının azalmış olabileceği de olasıdır (Henriksson, 1989). Bu bağlamda, kulaklı pulluk ve arkasından diskli tırmık uygulanmasıyla ve rototiller ile işlemede tohum yatağı derinliğinde toprağın daha iyi ufalanması ve toprağın agregat yapısının tohum çimlenmesine daha uygun hale getirmesiyle PTİ ve RTİ sistemlerindeki bitki çıkış oranını arttırdığını da söylemek de mümkündür.

Tablo 3. Toprak işleme sistemlerinin ayçiçeğinin bitki çıkış oranları, bitki boyu ve bitki başına yaprak sayısına olan etkileri

Table 3. Effects of tillage systems on emergence rate, plant height and number of leaves per plant in Sunflower

		Bitki çıkışı (%)		Bitki boyu (cm)		Bitkide yaprak sayısı (adet)		
		ESG*	38	58	78	88	58	78
2014	ESG*							
	RTİ	90.00 ^{ns}	21.33 ^a	93.36 ^a	108.36 ^a	8 ^{ns}	21 ^{ns}	24 ^a
	PTİ	83.02	17.33 ^b	89.66 ^a	103.59 ^a	7	18	22 ^b
	ÇTİ	81.78	20.67 ^a	77.70 ^b	90.01 ^b	6	18	22 ^b
2015	ESG							
	RTİ	84,81 ^{ns}	22.00 ^a	98.67 ^a	119.01 ^a	9 ^{ns}	25 ^{ns}	24 ^a
	PTİ	83,61	21.02 ^{ab}	89.66 ^b	102.07 ^{ab}	8	20	21 ^b
	ÇTİ	82,81	17.68 ^b	85.00 ^b	92.64 ^b	6	20	20 ^b

*: ESG: Ekimden sonraki günler (*days after planting*)

Daha kurak iklim koşullarında kulaklı pulluğun ayçiçeği çıkış oranını, azaltılmış toprak işleme sistemlerine göre aynı sebeplerle artırdığı ifade edilmektedir (Sessiz ve ark., 2008). Elde edilen bulguların aksine López-Garrido ve ark. (2014) ise pulluk ve çizel uygulamaları arasında ayçiçeği bitki çıkış oranı bakımından istatistiksel anlamda bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, araştırmacılar pulluğun 1 m sıra üzerinde çıkış yapan bitki sayısının (6.2 adet) çizel kullanılan sisteme göre (7.9 adet) daha az olduğunu ifade etmişlerdir.

Yetiştirme sezonu boyunca periyodik olarak ölçülen bitki boyları incelendiğinde (Tablo 3), en yüksek bitki boyu değerleri çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da RTİ sisteminde elde edilirken, en kısa bitki boyu değerleri de ÇTİ sisteminde elde edilmiştir. İlerleyen bitki gelişim dönemlerinde rototiller kullanılan toprak işleme sisteminin bitki gelişimi üzerine olan etkisinin daha belirgin olduğu görülmüş ve buna bağlı olarak en yüksek bitki boyu bu sistemde elde edilmiştir. RTİ sistemini PTİ izlerken, ÇTİ sistemi ise hemen hemen her bitki örneklem döneminde en

kısa bitki boyu değerlerine sahip olmuştur. Benzer şekilde López ve ark. (2014), ekim işleminden 50 gün sonra yaptıkları ayçiçeği bitki boy ölçümlerinde, pulluk ve çizel arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı ancak, doğrudan ekimde bitki boyunun diğer iki sisteme göre daha kısa olduğu bildirilmiştir. Buna rağmen, araştırmacıların ekimden 50 gün sonra pulluk ve çizel için ölçtükleri bitki boylarının, bulgularımızdaki ekimden 58 gün sonra ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. İran koşullarında yapılan başka bir çalışmada ise; dipkazan ve kulaklı pulluk uygulamalarının bitki boyu üzerine önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Ancak, araştırmacılar bu değerlerin çalışmada ele alınan diğer toprak işleme sistemlerine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Soltanabadi ve ark., 2008). Ege bölgesinde yürütülen diğer bir çalışmada ise toprak işlemenin bitki boyu üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkili olduğu rapor edilmiştir (Yalçın ve ark., 2008).

Bitki boyunun gelişimine bağlı olan bitkide yaprak sayısı ise ele alınan toprak işleme sistemleri bakımından bitki boyundaki eğilimler ile benzerlik göstermiştir (Tablo 3). Bitkilerin tohum oluşum dönemine kadar yapraklanma sayısında toprak işleme sistemleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark yok iken, bitkinin daha sonraki büyüme dönemlerinde bitki başına yaprak sayısının rototillerin uygulandığı RTİ sisteminde önemli oranda yüksek olduğu görülmüştür. Diğer taraftan PTİ ve ÇTİ sistemlerinde ise bitkide yaprak sayısı değerleri bakımından aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Toprak işleme sistemlerinin hasat sonrası bazı kalite parametrelerine olan etkileri Tablo 4'de

verilmiştir. Tablo 4'de görüldüğü üzere tabla büyüklüğü bakımından RTİ sisteminde çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda, 193 mm çap ile sayısal olarak diğer iki toprak işleme sistemine göre daha büyük tablalar oluştuğu görülmüştür. Hasat sonrası incelenen kalite parametreleri bakımında PTİ ve ÇTİ sistemleri arasında önemli farkların bulunmadığı ancak, genellikle ÇTİ sistemindeki tablaların her iki yılda da diğer sistemlere göre daha küçük olduğu tespit edilmiştir. ÇTİ sistemindeki bu durumun bitki boy gelişiminde karşılaşılan sonuçlarla orantılı olduğu görülmektedir (Tablo 3 ve 4). Bazı çalışmalarda pulluk ile 30 cm gibi daha derin toprak işleme ile bitki köklerinin daha derine inemediği ve buna bağlı olarak bitki gelişiminin daha iyi olduğunu ve buna bağlı olarak, kulaklı pullukla birincil toprak işlemenin ardından, tohum yatağının kültivatör (16.2 cm) veya rotovatör (15.9 cm) ile hazırlandığı uygulamalarda tabla büyüklüğünün tek başına kültivatör veya rotovatörün kullanıldığı yüzeysel toprak işlemeye (13.6 cm) göre daha büyük olduğunu rapor edilmektedir (Gurumurthy ve ark., 2008). Aynı çalışmada, toprağın hiç işlenmediği doğrudan ekimde ise tabla çapının daha da küçük olduğunu (11.1 cm) vurgulanarak, daha derin toprak işleme tabla büyüklüğünün bitki köklerinin daha derine inmesi ve buna bağlı olarak bitkinin gelişiminin daha iyi olmasının bir sonucu olduğu şeklinde açıklamışlardır. Başka bir çalışmada dipkazan ile kulaklı pulluk uygulaması arasında tabla çapı bakımından fark olmadığını bildirilmektedir (Soltanabadi ve ark., 2008). Ele alınan üç toprak işleme sistemi için, 1000-tohum ağırlığı değerlerinin de tabla büyüklüğü değerleri ile benzer eğilimde olduğu görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Toprak işleme sistemlerinin (RTİ, rototiller; PTİ, kulaklı pulluk; ÇTİ, çizel) ayçiçeğinin hasat sonrası bazı bitkisel özellikler üzerine etkileri

Table 4. Effects of tillage system (RTİ, rototiller; PTİ, mouldboard plough; ÇTİ, chisel) on some post-harvest quality parameters of sunflower

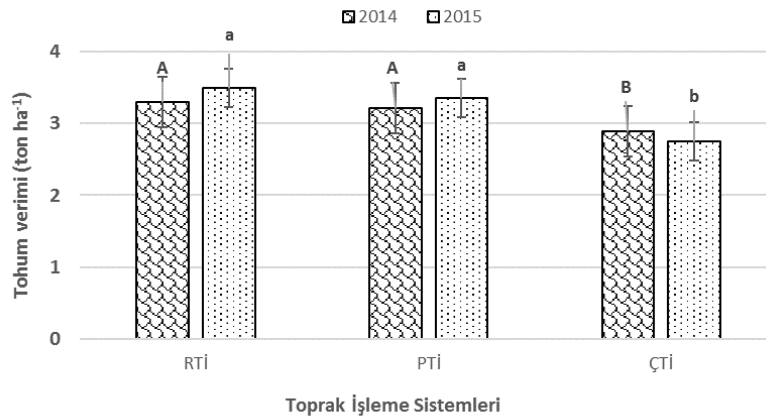
Toprak işleme sistemi	Tabla çapı (cm)		Tohum uzunluğu (mm)		Tohum genişliği (cm)		1000-tohum ağırlığı (g)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
RTİ	193 ^a	193 ^{ns}	9.5 ^{ns}	9.5 ^{ns}	3.5 ^{ns}	3,6 ^{ns}	74.01 ^{ns}	83.33 ^a
PTİ	180 ^{ab}	177	9.4	9.5	3.4	3.4	69.67	73.47 ^b
ÇTİ	161 ^b	175	9.3	9.5	3.4	3.3	63.67	64.50 ^b

RTİ sisteminde 2014 ve 2015 yıllarındaki elde edilen 1000-tohum ağırlığı sırasıyla 74.01 ve 83.33 g ile her iki yıl için PTİ (69-73 g) ve ÇTİ (63-64 g)

sistemlerine göre daha yüksek olmuştur. Elde edilen bu bulguların aksine, Murillo ve ark., (1998) ise benzer iklim koşullarında çizel kullanılan

toprak işleme sistemdeki 1000-tohum ağırlığının (48.73 g) kulaklı pulluğa göre (45.16 g) daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Diğer taraftan Maiorana ve ark. (2004) ise benzer iklim koşulları için derin toprak işleme (53.17 g) ile yüzeysel toprak işlemenin (51.60 g) 1000-tohum ağırlığı bakımından fark oluşturmadığını bildirilmektedir. Soltanabadi ve ark. (2008)'de 1000-tohum ağırlığını dipkazan parsellerinde 45.00 g ve pulluk kullanılan geleneksel toprak işleme parsellerinde ise 48.00 g olarak belirlenmiş olup değerler arasında istatistiksel farkın olmadığını da rapor edilmiştir. Tohum verimi değerleri açısından (Şekil

1), en düşük dane verimi çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da sırasıyla 2.89 ve 2.75 ton ha⁻¹ ile ÇTİ sisteminde belirlenirken, RTİ sisteminde sırasıyla 3.30 ve 3.49 ton ha⁻¹, PTİ'de ise yine sırasıyla 3.21 ve 3.35 ton ha⁻¹ tohum verimi saptanmıştır. RTİ ve PTİ toprak işleme sistemleri arasında her iki yılda da istatistiksel olarak fark yokken, bu sistemlerin her iki yılda da ÇTİ sisteminden daha yüksek tohum verimi sağladığı belirlenmiştir. ÇTİ sistemindeki verim düşüklüğünün, bitki gelişim özellikleri ve hasat sonrası özellikler ile örtüştüğü görülmektedir (Tablo 4).



Şekil 1. 2014 ve 2015 ayçiçeği üretim dönemlerinde toprak işlemenin ayçiçeği tohum verimine etkisi

Figure 1. The effects of tillage systems on sunflower seed yields in 2014 and 2015 growing seasons

López-Garrido ve ark. (2014) pulluğun uygulandığı geleneksel toprak işlemeye göre çizel kullanılan parsellerde yüksek olan birim tohum ağırlığının, verimde istatistiksel anlamda bir fark yaratmadığını bildirilmektedir. Ayrıca aynı çalışmada araştırmacılar çizel parsellerinde verimin 383.9 kg da⁻¹ ile, pulluk uygulanan parsellere (352.0 kg da⁻¹) göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durum elde edilen bulgularımızın aksine, yağış miktarının yeterli olduğu bölgelerde çizel gibi derin şeritler ile toprak işlemenin verimi arttırabildiğini göstermektedir. Yine yıllık yağış miktarı daha yüksek olan iklim koşullarında (Arjantin) ise, derin toprak işlemenin (dipkazan) ayçiçeği ürün verimini (274.0 kg da⁻¹) çizel uygulamasına (238.0 kg da⁻¹) göre %13.0 oranında arttırdığı ve bu artışın bitkinin iyi gelişen kök bölgesinden ileri geldiği rapor edilmiştir (Botta ve ark., 2006). Benzer bir başka çalışmada ise kulaklı pulluk + diskaro kullanılan toprak işleme sisteminde tohum verimi 452 kg da⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Yehia, 2002). Daha kurak olan Mısır

koşullarında yapılan bir diğer çalışmada ise, kulaklı pulluğun çizel ve rototiller uygulanan toprak işleme sistemlerine göre verim artışı sağladığı (222 kg da⁻¹) belirtilirken (El Biely, 1995), İran'da yapılan bir diğer çalışmada ise, dipkazan (405 kg da⁻¹) ve pulluk (439 kg da⁻¹) arasında istatistiki anlamda verim farkının olmadığı bildirilmiştir (Soltanabadi ve ark., 2008). Ülkemizde Ege Bölgesi'nde azaltılmış toprak işleme ile ortalama 500 kg da⁻¹ tohum verimi rapor edilmektedir (Yalçın ve ark., 2008). Bunlara ilaveten ülkemizin farklı iklim ve toprak koşullarında toprak işleme uygulamalarına bakılmaksızın ayçiçeği tohum veriminin 76-411 kg da⁻¹ arasında değiştiği bildirilmekte olup (Karaaslan ve ark., 2010; Karakaş ve Arslanoğlu, 2013), verimdeki bu farklılığın yağış ve kültürel uygulamaların farklılıklarının yanı sıra, havzalar bazındaki toprak ve iklim özelliklerinden kaynaklandığı da açıktır. Bu sebeplerle konu üzerine yapılacak çalışmaların her ürün için farklı toprak ve iklim koşullarında ve uzun dönemlerde yapılması gerekmektedir.

Tohum verimine benzer şekilde bitkinin hasat döneminde tespit edilen kuru yaprak, sap ve tabla ağırlığından oluşan toplam biokütle ağırlığı (Tablo 5), RTİ sisteminde yıllara göre sırasıyla 1.45 ve 1.54 ton ha⁻¹ ile, ÇTİ (1.06-1.09 ton ha⁻¹) ve PTİ (1.31-1.32 ton ha⁻¹) sistemlerinden daha yüksek bulunmuştur. RTİ sistemindeki yüksek biokütle değerlerinin bitki gelişim parametrelerinde olduğu gibi, ilkbaharda kışık fiğın öldürülüp toprağa karıştırılması sırasında rototillerin işleme derinliğinde (10-15 cm), daha gevşek olan toprak agregasyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. RTİ sistemindeki yüksek biyokütle değerlerinin bu sistemdeki yüzeye yakın toprak profilindeki homojen tohum yatağı oluşumu sonucunda, bitki çıkışının ve gelişiminin yüksek olmasından kaynaklandığını da söylemek

mümkündür (Tablo 3). Bazı araştırmacılar bu gibi sonuçların bitkilerin toprak üstü aksamının gelişmesine katkı veren bitki köklerinin kışın yağmur ile işlenme derinliğinin daha altına geçiş yapan yağmur suyunun, yeşil gübrenin pulluk ve çizel gibi derine değil rototilerde olduğu gibi yüzeye yakın dağıtılıp karıştırılması sonucunda bitkinin toprak neminden daha fazla yararlanmasına imkan sağlanmasıyla olabileceğini bildirmektedirler (Chaudhury ve ark., 1985; Arora ve ark., 1991). Benzer bir çalışmada ise, uygun yağış rejiminde, ayçiçeği üretiminde daha derin toprak işlemenin (dipkazan), çizele göre (310 kg da⁻¹) biokütle artışı sağladığı ve bu artışın 15-30 cm toprak derinliğinde daha iyi gelişen kök bölgesine bağlı olduğunu bildirilmektedir (Botta ve ark., 2006).

Tablo 5. Toprak işlemenin (RTİ, rototiller; PTİ, kulaklı pulluk; ÇTİ, çizel) ayçiçeğinin toprak üstü biokütlesine etkisi (ton ha⁻¹)

Table 5. Effects of tillage systems (RTİ, rototiller; PTİ, mouldboard plough; ÇTİ, chisel) on shoot biomass of sunflower (ton ha⁻¹)

Toprak İşleme Sistemi	2014				2015			
	Yaprak	Sap	Tabla	Toplam	Yaprak	Sap	Tabla	Toplam
RTİ	0.53 ^a	0.66 ^a	0.26 ^a	1.45 ^a	0.52 ^a	0.78 ^a	0.26 ^{ns}	1.54 ^a
PTİ	0.51 ^a	0.55 ^b	0.25 ^a	1.31 ^a	0.50 ^a	0.56 ^b	0.24	1.32 ^a
ÇTİ	0.38 ^b	0.47 ^b	0.21 ^b	1.06 ^b	0.38 ^b	0.47 ^b	0.21	1.09 ^b

Ele alınan üç toprak işleme sisteminde baskın olan toplam 7 farklı yabancı ot çeşidi tespit edilmiştir (Tablo 6). Birim alanda en yoğun olarak bulunan yabancı ot toplamda 161 adet m⁻² ile RTİ sisteminde belirlenirken, bunu 158 adet m⁻² ve 21 adet m⁻² ile sırasıyla ÇTİ ve PTİ sistemleri izlemiştir. Diğer taraftan RTİ ve ÇTİ sistemleri arasında istatistiksel anlamda fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar ile PTİ sistemindeki diğer sistemlere göre daha yoğun toprak işlemenin yabancı otları azalttığı bu önemli düşüşün sebebi olduğu açıktır. RTİ ve ÇTİ sistemlerindeki baskın olan yabancı ot çeşidi sayısı da 7 adet ile PTİ (4 adet) sistemine göre oldukça yüksek bulunmuştur. En yoğun yabancı ot türü olan semizotu varlığı açısından PTİ (7 adet m⁻²) sistemi yine RTİ' de saptanan 51 adet m⁻² ve ÇTİ' de saptanan 44 adet m⁻² değerlerinden oldukça

düşük sonuçlar sağlamıştır. Ayçiçeği üretiminde önemli bir diğer yabancı ot olan pıtrak ise yine RTİ, PTİ ve ÇTİ sistemlerinde sırasıyla 54, 8 ve 27 adet m⁻² olarak saptanmıştır. Çalışma kapsamında yabancı ot sayımını izleyen günlerde uygulanan ilaçlama ve üretim dönemi boyunca etkin bir yabancı ot izleme ile bu dezavantaj kolaylıkla aşılabilmiş ve dolayısıyla; bitki gelişiminin, verimin ve hasat sonrası kalitenin bu durumdan etkilenmesinin önüne geçilmiştir. Bu sebeplerle azaltılmış toprak işleme uygulanacak benzer çalışmalar yürütülürken veya üreticilerin bu tip uygulamalara geçişi esnasında yabancı otları azaltma açısından oldukça dikkatli olmaları ve otların ekonomik zarar eşğini geçmemesi için iyi bir planlama ve takip sistemi uygulamaları zorunludur.

Tablo 6. Toprak işleme ve yeşil gübrelemenin ayçiçeği üretiminde yabancı otlanmaya etkisi (adet m⁻²)

Table 6. Effects of tillage and green manuring on weed population in sunflower production (number m⁻²)

Yabancı ot	RTİ	PTİ	ÇTİ
Pıtrak (<i>Xanthium spinosum</i>)	54±12.12 ^{a*}	8±1.53 ^b	27±9.61 ^b
Yapışkan otu (<i>Galium aparine</i>)	11±2.08 ^a	-	2±2.08 ^b
Çakır diken (Tribulus terrestris)	13±5.13 ^a	4±1.15 ^b	10±2.65 ^{ab}
Semiz otu (<i>Portulaca oleracea</i>)	51±6.11 ^a	7±0.53 ^b	44±4.00 ^a
Sirken (<i>Chenopodium album</i>)	18±3.06 ^a	3±0.58 ^b	17±2.31 ^a
Tarla sarmaşığı (<i>Convolvulus arvensis</i>)	11±3.00 ^b	-	52±2.00 ^a
Köpek üzümü (<i>Solanum Nigrum</i>)	3±1.53 ^a	-	5±1.15 ^a
Toplam	161±12.42 ^a	21±0.58 ^b	158±3.06 ^a
Çeşit sayısı	7	4	7

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

*: Values shown in different letters on the same line means statistically different (p<0.05).

Sonuç

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, toprağın yüzeysel işlendiği ve tarla trafiğinin diğer sistemlere göre daha düşük olduğu rototiller uygulamasının (RTİ) bitki boyu ve bitkide yaprak sayısı gibi bitki gelişim özelliklerini iyileştirmede PTİ ve ÇTİ sistemlerine göre daha iyi sonuçlar sağladığı görülmüştür. Dolayısıyla daha iyi bitki gelişimi sağlayan RTİ sisteminde 1000-tohum ağırlığı ve tohum verimi gibi diğer bitkisel özellikler de diğer sistemlere göre daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın çizel esaslı geleneksel alternatif ÇTİ sistemi ise, verim ve verim parametreleri bakımından PTİ ve RTİ sistemlerinin oldukça altında kalmıştır. Bitkinin toprak üstü aksamını temsil eden biyokütle açısından da RTİ sisteminde elde edilen değerler diğer iki toprak işleme sistemine göre yüksek saptanmıştır. Bu sonuçların aksine, bölgede geleneksel olarak uygulanan PTİ sisteminde yabancı ot çeşidi ve varlığı, RTİ ve ÇTİ sistemlerine göre oldukça düşük olmuştur. Ancak bu dezavantaj uygulanan ilaçlama ve üretim dönemi boyunca etkin bir yabancı ot izleme ile kolaylıkla aşılmıştır.

Sonuç olarak bitkisel özellikleri iyileştirmesi, ürün verimi yüksek ve tarla trafiği daha düşük olan RTİ, ilkbaharda ikinci ürün ayçiçeği üretiminde uygun yabancı ot mücadele sistemleri ile birlikte ele alındığında, bölge için oldukça önerilebilir bir uygulama niteliğini taşımaktadır. Tabii ki, bu tip çalışmalarda kesin sonuçlara ulaşılabilmesi açısından ürün ve havzalar bazında uzun soluklu çalışmaların artarak devam ettirilmesi gerektiği de unutulmamalıdır.

Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesi için gerekli deneme alanı ve olanakları sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na teşekkür ederiz. Bu çalışma, ÇOMÜ-FBA-2015-583 nolu projenin ön çalışması niteliğinde toplanan verilerinden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Allen, R., L.D. Swaeth ve J.D. Thouas, 1983. Sunflower planting and emergence with coated seed. Trans. of ASAE. 26(2):665-668.
- Anonim, 2016. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Çanakkale Meteoroloji İstasyonu Verileri.
- Arora, V.K., P.R. Gajri ve S.S. Parihar, 1991. Tillage effects on corn in sandy soils in relation to water retentivity, nutrient and water management and seasonal evaporativity. Soil Till Res. 21:1-21.
- Aykas, E., H. Yalçın ve E., Çakır, 2007. Günümüzde koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim. 2. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, 13 Haziran 2007, İzmir.
- Bayhan, Y. B. Kayisoglu ve E. Gonulol, 2002. Effect of soil compaction on sunflower growth. Soil Till Res. 68:31-38.
- Beard, B.H. ve S. Geng, 1982. Interrelationships of morphological and economic characters of sunflower. Crop Sci. 22:817-822.
- Bilbro, J.D. ve D.F. Wanjura, 1982. Soil crusts and cotton emergence relationships. Trans. of ASAE. 25(6):1484-1487.
- Bremer, E. ve C. van Kessel, 1992. Plant-available nitrogen from lentil and wheat residues during a subsequent growing season. Soil Sci. Soc. of America J. 56:1155-1160.
- Bond, J.J. ve 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 ve M. Tourn, 2006. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus* L.) yields. *Soil Till Res.* 91(1):164-172.
- Chapman, S.C., G.L. Hammer ve H. Meinke, 1993. A sunflower simulation model. I. Model development. *Agron. J.* 85:725-735.
- Chaudhary, M.R., P.R. Gajri ve S.S. Romesh Khera, 1985. Effect of deep tillage on soil physical properties and maize yields on coarse textured soils. *Soil Till Res.* 6:31-44.
- Connor, D.J. ve A.J. Hall, 1997. Sunflower physiology. In:Schneiter, A.A. (Ed.), *Sunflower Technology and Production. Agronomy Monograph 35, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI*, pp.113-182.
- Corbeells, M., G. Hofman, ve 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. ve N. Bayraktar, 2004. Correlations between some yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Hybrid, line and varieties. *Trans. J. of Agriculture Sci.* 10:111-115.
- Çay A., A. Aydın, Y. Yavaş, Y. Aydın, H. Tekin ve S. Özpınar 2015. Çanakkale bölgesinde koruyucu toprak işleme konusundaki bilgilendirme durumunun belirlenmesi üzerine bir araştırma. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Diyarbakır, 2-5 Eylül 2015.,153-159s.
- Çay A. ve E. Aykas, 2013. Domates üretiminde farklı fide yatağı hazırlığı yöntemleri ve örtü bitkisi uygulamasının verim ve hasat sonrası kalite parametrelerine etkileri. *J. of Tekirdag Agricultural Faculty.* 10:105-114.
- Çay, A. 2011. Domates üretiminde örtü bitkisi-örtü bitkisiz koşullarda toprak işleme ve dikim tekniklerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Şubat, 2011, 237s.
- Çelik, Y.M. ve İ. Ünver, 1999. Orta Anadolu koşullarında ekim nöbetinde yetiştirilecek ayçiçeği için uygun sürüm derinliğinin araştırılması. *Turkish J. of Agriculture and Forestry.* 23(5):1087-1094.
- De La Vega, A.J. ve 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. ve 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.
- El Biely, M.M. 1995. Effect of plowing operation on soil physical properties. MSc. Thesis, Agric. Eng. Dept., Fac. of Agric., Kafer El-Sheikh, Tanta University, Egypt.
- Gajri, P., K.S. Gill, M.R. Chaudhary ve R. Singh, 1997. Irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in relation to tillage and mulching. *Agricultural Water Management.* 34:149-160.
- Guirguis, A.E., W.M. Aboukarima, M.S. Marazky ve M.I. Egela, 2008. Sunflower crop response to furrow irrigation inflow rate and tillage system. *J. Ag. Eng.* 25:38-57.
- Gurumurthy, P., R.M. Singa, B.Reddy, ve B.N. Reddy, 2008. Optimizing tillage and irrigation for sunflower cultivation in rice fallow alfisol of semiarid tropics. *Helia,* 31(49): 91-102.
- Halvorson, A.D., B.J. Wienhold, ve A.L. Black, 2002. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil Sci. Society of America J.* 66:906-912.
- Halvorson, A.D., A.L. Black, J.M. Krupinsky, S.D. Merrill ve D.L. Tanaka, 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. *Agron. J.* 91:637-642.
- Harunur, M.R., Nasrin, S. ve M. Debabrata, 2014. Zero tilled dibbled sunflower enables planting earlier and harvests more in the coastal saline area of Bangladesh. *Int. J. of Environmental Sci. and Development.* 5(3), 260-264.
- Haynes, R.J., R.J. Martin ve K.M. Goh, 1993. Nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen, and nitrogen balance for some field-grown legume crops. *Field Crops Res.* 35:85-92.
- Helmy, M.A., S.M. Gomaa, E.M. Khalifa ve A.M. Helal, 2000. Production of corn and sunflower under conditions of drip and furrow irrigation with reuse of agricultural drainage water. *Misir J. Ag. Eng.* 17(1):125-147.
- Henriksson, L. 1989. Effects of different harrows on seedbed quality and crop yield. In. Dodd, V.A. and Grace, P.M. (Eds), *Agricultural Engineering. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering.* 4-8 September 1989, Dublin.
- Karaaslan, D., A. Hatipoğlu, Z. Türk ve Y. Kaya, 2010. Determination of potential sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars for the irrigated conditions of Diyarbakır. *Helia.* 33(52):145-152.
- Karakas, M. ve F. Arslanoğlu, 2013. Kırç ve sulanabilir arazi koşullarında yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi. 10. Tarla Bitkileri Kongresi. Konya.
- Kavdir, İ., H. Turhan, S. Özpınar, A. Çay, G. Pekitkan ve H. Akgül, 2004. Ayçiçeğinde toprak neminden maksimum yarar sağlamak için bazı ekim-bakım uygulamaları. *Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi.* 08-10 Eylül, 2004, 156-161, Aydın.
- López-Garrido, R., E. Madejón, M. León-Camacho, I. Girón F. Moreno ve J.M. Murillo, 2014. Reduced tillage as an alternative to no-tillage under Mediterranean conditions: A case study. *Soil Till Res.* 140: 40-47.
- Mahmoodi A. ve 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.
- Maiorana, M., F. Montemurro, G. Convertini ve D. Ferri, 2004. Soil tillage depths and crops organic fertilization: Effects on productive parameters of sunflower and durum wheat in Mediterranean environment. ISCO 2004-13th International Soil Conservation Organisation Conference. Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions. Brisbane, July 2004. Paper no:925.
- McGee, E.A., G.A. Peterson ve D.G. Westfall, 1997. Water storage efficiency in no-till dryland cropping systems. J. Soil Water Conserv. 52:131-136.
- Mathers, A.C. ve B.A. Stewart, 1982. Sunflower nutrient uptake, growth, and yield as affected by nitrogen or manure, plant population. Agron. J. 74:911-915
- Monotti, M. 2004. Growing non-food sunflower in dryland conditions. Ital. J. Agron. 8 (1):3-8.
- Melero, S., R.J. López-Bellido, L. López-Bellido, V. Muñoz-Romero, F. Moreno ve 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.
- Murillo, J.R., F. Moreno, F. Pelegrin ve J.E. Fernandez, 1998. Responses of sunflower to traditional and conservation tillage under rainfed conditions in southern Spain. Soil Till Res. 49:233-241.
- Murillo, J.M., F. Moreno, I.F. Giron ve M.I. Oblitas, 2004. Conservation tillage: long term effect on soil and crop under rainfed conditions in south-west Spain (Western Andalusia). Spanish J. of Agricultural Res. 1:35-43.
- Munawar, A., R.L. Blevins, W.W. Frye ve M.R. Saul, 1990. Tillage and cover crop management for soil and water conservation. Agron. J. 82:773-777.
- Pannkuk, C.D., R.I. Papendick ve K.E. Saxton, 1997. Fallow management effects on soil water storage and wheat yields in the Pacific Northwest. Agron. J. 89:386-391.
- Peterson, R. 1992. Statistics and Experimental Design. Working Manual. Technical Manual No. 11. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Icarda, Aleppo, Syria, pp. 16-17.
- Özcan, H., H. Ekinci, Y. Kavdir, O. Yüksel, H. Kaptan, 2004. Dardanos Yerleşkesi Toprakları, Yardımcı Ders Kitabı, Vol. 39. Canakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Ozpinar, S. 2006. Effects of tillage systems on weed population and economics for winter wheat production under the Mediterranean dryland conditions. Soil Till Res. 87:1-8.
- Ozpinar S. ve H. Baytekin, 2006. Effects of tillage on biomass, roots N-accumulation of vetch (*Vicia sativa* L.) on a clay loam soil in semi-arid conditions. Food Crops Res. 96:235-242.
- Quiklet, G.R., A.S. Andrews ve D.C. Erbach, 1984. Reducing tillage energy consumption in Australia. Agricultural Engineering Branch Department of Agriculture New South Wales, Australia.
- Rashid, M. H., S. Nasrin ve D. Mahalder, 2014. Zero tilled dibbled sunflower enables planting earlier and harvests more in the coastal saline area of Bangladesh. International J. of Environmental Science and Development. 5(3):260-264.
- Sessiz, A., T. Sogut, A. Alp ve 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.
- Schönhammer, J. 1982. Der Arbeitseffekt Zapfwelgenreibener Bodenbearbeitungsgeräte. Aus Dem Institut für Landtechnik der Technischen Universität München-Weihenstephan, p:190.
- Sirbu, M. ve D. Ailincăi, 1992. The effects of long term fertilizer applications including NP on the grain yield and quality of sunflowers. Cerci Agron. Moldova. 25:81-187.
- Soltanabadi, M.H., M. Miranzadeh, M. Karimi, M.G. Varnamkhasi ve A. Memmat, 2008. Effect of subsoiling on soil physical properties and sunflower yield under conditions of conventional tillage. Int. Agrophysics. 22:313-317.
- Thebaud, V. 2007. Sunflower: A promising renewable raw material? MSc. The Agrofood Chain, Sustainable Production and Territories, Ecole Nationale de Formation Agronomique, Université Paul Sabatier, Toulouse. 65 p.
- TUİK., 2016. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: Eylül 2016.
- Yalçın, H., E. Çakır, E. Aykas, İ. Önal, E. Gülsoylu, B. Okur, S. Delibacak, A.R. Ongun, Y. Nemli ve S. Türkseven, 2008. Reduced tillage and direct seeding applications on second crop maize and Sunflower. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi. 4(2):157-164.
- Yehia, I. 2002. Seedbed preparation and planting effects on sunflower productivity. Misr J. Ag. Eng. 19 (3):691-70.
- Tanaka, D.L. ve R.L. Anderson, 1997. Soil water storage and precipitation storage efficiency of conservation tillage systems. J. Soil Water Conserv. 52:363-367.