

Van Şartlarında Toprak İşleme Tekniklerinin Arpanın Verimine ve Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Mustafa YUR¹, İbrahim Hakkı YILMAZ²

ÖZET: Bu çalışmada, Van ilinde geleneksel, koruyucu ve toprak işlemez ekim sistemleri kışlık arpada 2010-2011 ve 2012-2013 üretim sezonlarında denenmiştir. Tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada, çizel ile işlenen ve işlenmeyen parsellerin her birinde dört farklı toprak işleme ve doğrudan ekim sistemi uygulanmıştır. Toprak işleme sistemleri; geleneksel (kulaklı pulluk), koruyucu (çentikli diskaro veya rotovator) ve toprak işlemez olarak seçilmiştir. Araştırmada; 20 cm’de penetrasyon direnci ölçümleri, hasat sonrası 0-20 cm’de kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapılmıştır. Gelişim döneminde ise bazı fenolojik ölçüm ve gözlemler (başaklanma süresi, bitki boyu, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi) yapılmıştır. Araştırma sonunda, çizel kullanımının toprak penetrasyon direnci ve toprak nem içeriği ve kök uzunluğu yoğunluğu, dolayısıyla da verim değerleri üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Çizel + çentikli diskaro uygulaması istatistiksel olarak pullukla aynı veya bir sonraki grupta yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Çizel, koruyucu toprak işleme, kök uzunluğu yoğunluğu, penetrasyon direnci, toprak işlemez ekim

The Effects of Soil Cultivation- Systems on Barley Yields and Some Soil Physical Properties in Van

ABSTRACT: In this study, the effects of conventional, reduced and no-till cultivation systems with chisel-tillage and no chisel-tillage on soil moisture, soil penetration and Root Length Density in winter barley over two years in Sandy-Clay-Loam soil texture in Van province in 2010-2011 and 2012-2013 growing seasons. The experiment was utilized a split-split-plot experimental design, a randomized block with three replications. Chisel-tillage and no chisel-tillage were applied to the main plots. Four different cultivation systems (conventional, reduced-I, reduced-II and no-till) were sub-plots. In the study soil penetration resistance (PR) were measured in the pre-sowing, the stem elongation, and the heading periods. PR was measured at 20 cm depth in each period. Root Length Density (RLD) was only taken at 0-20 cm soil depth after harvesting. Days to heading, plant height, spike length, thousand kernel weight, total yield, grain yield, and harvest index were determined during the development and the post-harvest periods of the barley. It was concluded that chisel application increased yield and yield components due to the positive effect on the PR, WSC and the RLD. However conventional tillage system and reduced-I system was in the same group for WSC in some components and some development periods.

Keywords: Chisel, no tillage sowing, penetration resistance, reduced tillage, root length density

¹ GTHB İzmir İl Müdürlüğü, Kırsal Kalkınma, Tarla Bitkileri, İZMİR, Türkiye

² İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, İĞDIR, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mustafa YUR, myur62@hotmail.com

GİRİŞ

Son yıllarda, koruyucu toprak işleme sistemleri, daha az enerji gideri ile bitki gelişimi ve agronomik gerekliliklerden dolayı tercih edilmektedir. Toprağı pullukla işlemek yerine, saban etkisi ile yırtarak gevşetme, toprakta su-hava dengesini sağlama, kök gelişimi için de önemlidir. Kuru tarım sistemi (Dry Farming), yıllık yağışın 250–500 mm olduğu ve sulama imkânının bulunmadığı bölgelerde uygulanan bir tarım tekniğidir. Dünyada, tarımsal alanların %55'i kurak iklim bölgelerinden oluşmaktadır. Ülkemizde Orta, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Trakya Bölgelerinde kuru tarım tekniği uygulanmaktadır. Türkiye'de toplam tahıl alanlarının yaklaşık 1/3'i her yıl (5 milyon ha) nadasa bırakılmaktadır.

Van ili, ortalama 386 mm yağışla kuru tarım bölgesidir. 2013 yılı verilerine göre; 3.800.000 da toplam ekilebilir arazi varlığı, 56.181 da arpa ve 862.712 da buğday ekilişi yanında 1.129.653 da nadas alanı vardır (Anonim, 2014). Temmuz ayı itibariyle yapılan tahıl hasadı sonrası tarla kışa anızlı bırakılmakta, takip eden bahar döneminde pullukla derin sürüm yapılmakta, yağış ve otlama durumuna göre Eylül sonu Ekim başı diskaro ve kültivatörle ikileme yapılmaktadır. Ancak, bahar dönemi toprağın pullukla sürülmesiyle kış boyu biriken nem, düşük hava basıncı (0,825 bar) sonucu hızlı kaybolmaktadır. Pullukla toprak işlemenin çok maliyetli olması yanı sıra toprakta taban taşı oluşumu, toprağın sık işlenmesiyle toprak organik maddesi mineralize olmaktadır. Toprak strüktürünün aşırı işleme ile bozulması, kuru tarım bölgelerinde pulluk yerine toprağı yırtarak işleyen ekipman kombinasyonlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Van yöresinde, nadas uygulamasının toprakta su tutma etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, bu değer sadece %5 kadar olduğu görülmüştür (Ülker ve Çiftçi, 2007). Bu nedenle de nadas uygulaması yerine toprakta suyu muhafaza edecek azaltılmış toprak işlemenin geliştirilmesi gerekmektedir. Toprağın iç mimari düzeni olarak tanımlanan toprak yapısı, doğal yolla ya da toprak işleme ile oluşmakta ve korunması gerekmektedir (Anonim, 2009). Topraktaki agregatlaşma toprağın su tutma, havalanma kapasitesi, su ve havanın toprak içinde hareketi, kök gelişimi ve dağılımı ile mikrobiyal aktivitede etkilidir (Yılmaz ve Alagoz., 2005).

Geniş alanlarda geleneksel toprak işleme yöntemleri ile nadaslı tahıl tarımı yapılan Van yöresinde, baharda pullukla toprak işleme; ortalama 386 mm yıllık yağış, düşük hava basıncı ve topraktaki yetersiz organik madde içeriği (%1,0) nedeni ile toprak nemi evaporasyonla kaybolmaktadır. Pullukla işleme sonucu organik madde mineralizasyonu ve anızla toprağa geri dönecek organik maddenin oksidasyonu ile sera gazı salınımı artmaktadır. Pullukla yakıt tüketimi yanında tarla içi trafiğin artması toprakta sıkışma, toprak granül, agregat yapısının tekselleşmesi, düşük organik madde içeriği sonucu toprak tavı şartları zorlaşmaktadır. Güz tavında çizelle işlenerek taban taşı etkisinin kırılmasıyla infiltrasyonun artacağı, baharda yabancı ot gelişimi ile birlikte, topraktan su kaybının önlenmesi için kültivatör ve diskli tırmık benzeri aletlerle tohum yatağı hazırlığı da yapılabilir. Bu çalışma ile, tahıl üretiminde düşük verim (140 kgda⁻¹ buğday ve 230 kgda⁻¹ arpa) dahilinde, koruyucu toprak işleme ve toprak işlemez yöntemlerin Van şartlarında etkinliği belirlenmeye çalışılmış, çizel+diskaro uygulamalarının geleneksel uygulamalara alternatif olabileceği, tohum yatağı ve ekimi aynı anda yapabilen ekipmanların kullanımı ile bu etkinliğin artacağı değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2010–2011 ve 2012–2013 üretim döneminde Van İli Otluca köyünde, kumlu-killi-tın bünyeli toprakta çakılı olarak yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü havzada ortalama organik madde içeriği %1.16, pH 8,3 seviyesindedir (Gülser, 1993). Deneme, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parselleri deneme deseninde üç tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Çizelli ve çizelsiz uygulamalar alt parselleri, toprak işleme yöntemleri ise altın altı parselleri oluşturmuştur. Çizel kullanımında işleme derinliği 45 cm'dir. Deneme süresince ekim öncesi, sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde 0-20 ve 20-40 cm toprak derinliğinde ağırlık esasına göre nem içeriği, 10-20-30 ve 40 cm derinlikte penetrasyon direnci ölçümleri yanısıra fenolojik gözlem ve ölçümler (bitki boyu, tane verimi, toplam verim, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, başaklanma süresi, birim alandaki başak sayısı ve başak uzunluğu) ve hasat sonrası 0-20 cm derinlikte kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapılmıştır. Toprak bünyesi kumlu-killi tın'dır (Çizelge 1).

Ekim normu, 1000 m ve üzeri rakım için üretici TİGEM tarafından önerilen 20 kgda⁻¹, gübreleme için 6-7 kgda⁻¹ saf P ve 8 kgda⁻¹ saf N değerleri dikkate alınmıştır. Ekimle kükürt, çinko ve mikro element katkı 13-24 kompoze gübre, bahar döneminde de %21 AS gübre uygulanmıştır. 7,2 kgda⁻¹ saf P ve 3,9 kgda⁻¹ saf N ekimle, kalan N kardeşlenme dönemi sonuna doğru uygulanmıştır. 2011 ve 2013 yıllarında yabancı otların 3-5 yapraklı olduğu ve arpanın kardeşlenmeyi tamamladığı dönemde, tüm parsellere 250 ccda⁻¹ dozunda seçici herbisit uygulanmıştır. Bununla beraber her iki deneme yılında da toprak işlemesiz parsellere, Mayıs ve Haziran aylarında, iki kez olmak üzere 400 ccda⁻¹ normunda herbisit uygulanmıştır.

2010 yılı Ekim ayında (ekim öncesi, 8 Ekim 2010) lokasyonda toprak penetrometresi ile üç tekrarlı örneklemelerde, 24 cm derinlikte pulluk taban taşı belirlenmiştir. İkinci üretim sezonunda ekim tarihi 4 Ekim 2012'dir. Ekim toprak işlemesiz parsellere Özdöken marka, 15 sıralı, diskli ayaklı, sıra arası 14 cm, kombine, iş genişliği 224 cm, çekilir tip anıza doğrudan ekim mibzeri, diğer tüm parsellere Şakalak marka, 14 sıralı, hidrolik baskılı diskli ayaklı, sıra arası 14 cm,

kombine, iş genişliği 210 cm olan asılır tip tahl ekim mibzeri ile yapılmıştır.

Denemede her iki üretim sezonunda da sertifikalı kademe iki sıralı TARM 92 arpa çeşiti kullanılmıştır. Hayvancılığın yaygın olduğu Van yöresinde, daha erken gelişerek buğdaya göre bahar yağışlarını daha iyi değerlendirmesi ve veriminin daha yüksek olması, yöre iklim şartları için de önerilen ve TİGEM tarafından da üretilen TARM 92 arpa çeşiti ile yürütülmüştür. Çeşit; orta erkenci olup bin dane ağırlığı 40-45 g, kılçıklı, uzun başaklı, kavuzlu, beyaz taneli, ince-uzun yapraklı, bitki boyu 90-100 cm'dir. Hasat sonrası kök uzunluğu yoğunluğu Ölçümleri 0-20 cm'den alınan örnekler üzerinde Line Intersect Yöntemine göre yapılmıştır (Newman, 1966). Ölçümleri için gerekli örneklerini almada, iç çapı 92 mm, yüksekliği 420 mm olan, uç tarafı freze-bıçaklı örnekleme aparatı (soil-core) ile 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Penetrasyon direnci, Eijkelkamp el toprak penetrometresi ile Koni İndeksi yöntemi ile ölçülmüştür (Gülsoylu ve Çakır, 2004). Penerometrenin 1 cm², 2 cm², 3^{1/3} cm² ve 5 cm²'lik konik yüzeyleri uygun şartlarda kullanılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tuz %	pH	Kireç %	Alınabilir P (ppm)	Değişebilir (me 100 g-1)		Alınabilir Mikro Besin Elementleri (ppm)					Organik Madde %
				K	Ca+Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B	
0.104	8.3	12	5.59	1.06	16.75	46	0.9	33	50	1.02	1.6

Denemede Kullanılan Toprak İşleme Yöntemleri:

Geleneksel toprak işleme yöntemi

Baharda kulaklı pullukla derin sürümde 1,15 m efektif iş genişliği olan, dört kulaklı pulluk kullanılmış, ekim öncesi diskaro ile ikileme ve kombi-kürüm ile üçleme- tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır.

Azaltılmış toprak işleme yöntemi-1

Baharda kazayağı kültivatörle yabancı ot kontrolü, ekim öncesi tandem, tüm bataryaları çentikli diskli diskaro ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır.

Azaltılmış toprak işleme yöntemi-2

Baharda kazayağı kültivatörle yabancı ot kontrolü, ekim öncesi yatay milli, işleyici organı L tipi, düşey eksenli çalışan toprak rotovatörü ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır.

Toprak işlemesiz yöntem

Toprağı işlemeksizin Mayıs ve Haziran aylarında birer kez herbisitlerle yabancı ot kontrolü yapılmıştır.

Van ili uzun yıllar hava sıcaklığı, yağış ve hava bağıl nemi ortalamaları araştırmanın yürütüldüğü sezon için

Çizelge 2’de verilmiştir. İlde UYO yağış miktarı 385.9 mm ve sıcaklık 9.1 °C’dir. Uzun yıllar ortalama hava bağıl nemi %58, kış dönemi %75’ler kadar, güz dönemi %55, yaz dönemi %45 civarındadır. Deneme süresinde

genel ortalamalara yakın, Haziran-Ağustos arası daha düşük değerler olmuştur. İlk üretim sezonunda ikinciye göre Nisan-Ağustos döneminde daha yüksek değerler görülmüştür (Anonim, 2013).

Çizelge 2. Van ilinde uzun yıllar ortalaması ve 2010-2011 ve 2012-2013 yıllarına ait bazı iklim verileri (Anonim, 2013)

Aylar	Yağış (mm)			Ort. Sıc. (°C)			Nispi nem (%)		
	10-11	12-13	UYO	10-11	12-13	UYO	10-11	12-13	UYO
Ekim	45.8	40.0	45.5	12.6	12.1	10.7	61.7	56.5	58.7
Kasım	ÖY*	26.0	47.7	4.3	6.8	4.3	63.0	65.9	66.2
Aralık	8.7	60.3	37.3	2.0	1.3	-0.7	53.8	69.9	68.3
Ocak	14.2	64.9	31.8	-1.6	-1.6	-3.5	65.9	70.2	68.4
Şubat	26.6	40.5	33.0	-0.8	-0.1	-2.9	67.8	75.4	69.0
Mart	30.7	39.3	45.6	2.4	3.1	1.5	61.5	66.0	67.3
Nisan	133.7	36.0	57.2	8.6	9.8	7.7	60.4	52.2	62.1
Mayıs	62.8	48.8	46.6	13.0	13.9	13.1	59.5	56.8	56.6
Haziran	28.1	8.6	18.8	19.2	18.9	18.2	45.9	44.6	49.4
Toplam	350.6	364.4	385.9	59.0	64.2	48.8			
Ort.			385.9			9.1		58.0	

ÖY*: Ölçüm Yapılmadı UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

İstatistik analizde SAS Paket Programının CORR ve ANOVA prosedürleri kullanılmıştır. Ele alınan her bir özellik ve elde edilen veriler için, faktörler ve bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksiyon etkilerinin önemli olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmıştır (SAS/STAT1, 2013). Önemli olan etkilere ilişkin grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tanıtıcı istatistikler; Ortalama±Standart Hata olarak ifade edilmiştir. Üçlü interaksiyonların (yıl x çizel x yöntem) önemsiz olması durumunda ikili interaksiyonlar (çizel x yöntem) veya (yıl x yöntem), ikili interaksiyonların da önemsiz olması durumunda ana faktörlerin etkileri karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kışlık arpada (*Hordeum vulgare* L.) farklı toprak işleme tekniklerinin toprağın bazı fiziksel

özelliklerine etkisi Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Ekim öncesi 20 cm penetrasyon direncinde, çizel x yöntem interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Değerler geleneksel yöntemde düşük çıkarken, azaltılmış-1 yöntem bunu izlemiştir. Çizelli uygulamaların penetrasyon direncini azalttığı anlaşılmaktadır. Çizelsiz uygulamada azaltılmış-2’de penetrasyon direnci toprak işlemezden daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun, rotovatorün düşey düzlemde dönerek çalışan işleyici organının 15 cm’lik işleme derinliğinden itibaren oluşturduğu sert katmandan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yılların etkisinin istatistiksel olarak önemsiz bulunması, ekim öncesi sınırlı yağışların 20 cm derinlikte penetrasyon direncini etkileyemediğini göstermiştir. Ekim öncesi 20 cm penetrasyon direnci değerleri ilk sezonda 73.0-180.6 Ncm⁻², ikinci sezonda 72.3-190.8 Ncm⁻² ve iki yıl birlikte analizinde ortalamalarda 72.6-185.9 Ncm⁻² arasında değişmiştir. Her iki yılda ve iki yıl birleştirilmiş

ortalamalarda en yüksek değer toprak işlemez ve azaltılmış II, en düşük değer ise geleneksel toprak işlemeden elde edilmiştir. İlk yıl çizelli ve çizelsiz uygulama 118.1-144.8 Ncm⁻² penetrasyon direnci değerleri arasında, ikinci yıl 124.4-168.8 Ncm⁻² penetrasyon direnci ve iki yıl birlikte analizinde ise penetrasyon direnci 110.6-153.5 Ncm⁻² arasında değişmiştir.

Sapa kalkma dönemi 20 cm'de toprak penetrasyon direnci için yıl x çizel x yöntem interaksyonu önemli bulunmuştur (p<0.05). İlk yıl çizelsiz ve çizelli uygulamada yöntemler farklı gruplarda yer almış, yöntemler içi ortalamar ise çizelsiz lehine yüksek bulunmuştur (p<0.05). İkinci yıl tüm uygulamalarda geleneksel ve azaltılmış-1 en düşük değerlerle aynı grupta yer alırken, en yüksek değer toprak işlemez yöntemde bulunmuştur (p<0.05).

Bu durum, sapa kalkma döneminde bahar yağışının hiç olmadığı ikinci yılda, toprakta nem muhafazası ve penetrasyon direnci azalmasında, azaltılmış-1 yönteminin etkili olduğu görülmüştür. İkinci yılda da çizelsiz ortalamarın daha yüksek bulunmasının (p<0.05), yağış kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

Başaklanma dönemi 20 cm'de penetrasyon direncinde yıl x çizel x yöntem interaksyonu önemli bulunmuştur (p<0.01). Her iki yılda da, tüm parsellerde penetrasyon direnci toprak işlemezde en yüksek bulunmuştur. İkinci yıl değerlerinin ilk yıla oranla, yetersiz yağış nedeni ile daha yüksek çıktığı ifade edilebilir. Geleneksel yöntemdeki en düşük değerleri diskaro kullanılan azaltılmış-1 takip etmiştir.

Bu iki yöntemin başaklanma döneminde ayrışmasında; başaklanma döneminde bitki saçak kök sistemi ile su tüketimi, pulluk kullanılan parsellerinde evaporasyonla su kaybının, bitki yeşil aksamı gelişimiyle azalması sonucu olduğu değerlendirilmiştir.

Barut ve ark., (2010), Çukurova koşullarında; geleneksel, azaltılmış ve doğrudan ekim'de 0-45 cm'de toprak penetrasyon direncinde büyükten

küçüğe; rototiller, diskli tırmık, diskli tırmık-doğrudan ekim, doğrudan ekim, anızlı geleneksel ve anız yakılmış- geleneksel olarak bulunmuşlardır. Ayrıca, ilk 10 cm'ye kadar yöntemler arası fark bulunamamış, ilk 5 cm'de değerler penetrasyon direnci 30-60 Ncm⁻² arasında bulunmuştur. Çizel kullanılmayan çalışmada, 25 cm'den itibaren değerlerdeki ani yükselmelerin pulluk taban taşı kaynaklı olduğu belirtilmiştir.

Doğrudan ekim parsellerinin geleneksel yöntemlerin hemen gerisinde yer alması ise; killi toprağın su tutma kapasitesi, Çukurova şartlarında yıllık 670 mm ortalama yağış alınması ve daha düşük evaporasyonun etkisi olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucu, azaltılmış toprak işleme yöntemlerinde pulluk kullanılan geleneksel yöntemden daha yüksek penetrasyon direnci değerleri bulunmuştur. Bu değerler, çizel kullanılan tüm yöntemlerde kullanılmayanlara göre daha düşük bulunmuştur.

Karayel ve Özmerci, (2002), Antalya'da mısır kültüründe azaltılmış toprak işleminin toprak penetrasyon direncini azalttığını bulunmuşlardır. Van şartlarında arpada yapılan çalışmada da, çizelli tüm uygulamalarda ve pulluk kullanılan geleneksel yöntemde ve yağışın fazla olduğu ilk yılda penetrasyon direnci değerleri daha düşük bulunmuştur. Bu da, yağış ve sürüm derinliği artışına bağlı olarak penetrasyon direncinin azaldığını göstermiştir. Varsa ve ark., (1997), ABD'de Güney Illinois'de dört yıl süreli çalışmalarında, farklı derinliklerinde (0-100 cm) penetrasyon direnci (MPa) ölçümleri yapmışlardır.

Sonuçta, 90 cm'ye değin derin toprak işleminin mısırdaki penetrasyon direnci ve toprak hacim ağırlığı azalmasında da faydalı olduğu, araştırma boyunca düşük yağış alınan dönemlerde sürüm derinliği artışıyla penetrasyon direncinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Bu araştırmalara ek olarak Şeker (1999), Varsa et al., (1997), Yalçın ve ark., (2008), Ishaq et al., (2002), Topaloğlu (1999), Barut ve ark., (2012) ve Çetin ve ark., (2005) gibi araştırmacıların bulguları uyumludur.

Çizelge 3. Kışlık arpada (*Hordeum vulgare* L.) farklı toprak işleme tekniklerinin toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkisi*

		Ekim Öncesi 20 cm Penetrasyon Direnci (Ncm ⁻²)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	78.0	106.0	227.3	203.3	153.6
	Çizelli	68.0	87.6	134.0	154.6	111.0
	Ort.	73.0	96.8	180.6	178.9	
2012-2013	Çizelsiz	76.6	102.6	221.3	206.3	151.7
	Çizelli	68.0	84.0	160.3	169.6	120.4
	Ort.	72.3	93.3	190.8	187.9	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	77.3 dA	104.3 cA	224.3 aA	204.8 bA	152.7 A
	Çizelli	68 dB	85.8 cB	147.6 bB	162.1 aB	115.7 B
	Ort.	72.6 D	95 C	185.9 A	183.4 B	
		Sapa Kalkma Dönemi 20 cm Penetrasyon Direnci (Ncm ⁻²)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	68.3 dA	85.3 cA	145.6 bA	173.3 aB	118.1 B
	Çizelli	50.6 dB	67.3 cB	117 bB	152 aB	144.8 A
	Ort.	59.4 D	76.3 C	131.3 B	162.6 A	
2012-2013	Çizelsiz	102.6 cA	110.6 cA	212 bA	250.3 aA	168.8 A
	Çizelli	78.6 cB	82.6 cB	143.3 bB	193.3 aB	124.4 B
	Ort.	90.6 D	96.6 C	177.6 B	221.8 A	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	85.5	98.0	178.8	211.8	153.5
	Çizelli	64.6	75.0	130.1	172.6	110.6
	Ort.	75.0	86.5	154.5	192.2	
		Başaklanma Dönemi 20 cm Penetrasyon Direnci (Ncm ⁻²)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	64.6 dA	72.6 cA	142.6 bA	166.6 aA	111.6 A
	Çizelli	48.3 dB	59.6 cB	105.6 bB	142.6 aB	89.0 B
	Ort.	56.4 D	66.1 C	124.1 B	154.6 A	
2012-2013	Çizelsiz	87.3 dA	110.6 cA	192 bA	206.3 aA	149 A
	Çizelli	75.6 dB	107.3 cA	130 bB	158.3 aB	117.8 B
	Ort.	81.4 D	108.9 C	161 B	182.3 A	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	76.0	91.6	167.3	186.5	130.3
	Çizelli	62.0	83.5	117.8	150.5	103.4
	Ort.	69.0	87.5	142.5	168.5	

* Küçük harfler yöntemler, büyük harfler çizel uygulamaları arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 4. Kışlık arpada (*Hordeum vulgare* L.) farklı toprak işleme tekniklerinin bitki gelişimi üzerine etkileri*

		Toplam verim (kgda ⁻¹)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	1 003.7	853.2	866.1	604.2	831.8
	Çizelli	1 074.0	979.2	940.2	757.1	937.6
	Ort.	1 038.8	916.2	903.1	680.6	
2012-2013	Çizelsiz	881.0	764.7	739.3	523.4	727.1
	Çizelli	983.1	886.0	816.0	647.4	833.1
	Ort.	932.0	825.3	777.6	585.4	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	942.4 aB	809.0 bB	802.7 bB	563.8 cB	779.5
	Çizelli	1 028.6 aA	932.6 bA	878.1 cA	702.3 dA	885.4
	Ort.	985.5 A	866.3 B	840.4 C	633 D	
		Tane Verimi (kgda ⁻¹)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	466.6	408.9	402.4	294.7	393.1
	Çizelli	488.6	456.5	433.5	344.4	430.7
	Ort.	477.6	432.7	417.9	319.5	
2012-2013	Çizelsiz	429.8	378.8	371.1	270.9	362.6
	Çizelli	465.2	423.1	403.2	322.7	403.5
	Ort.	447.5	400.9	387.1	296.8	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	448.2 aB	393.8 bB	386.8 cB	282.8 dB	377.9 B
	Çizelli	476.9 aA	439.8 bA	418.3 cA	333.5 dA	417.1 A
	Ort.	462.5 A	416.8 B	402.5 C	308.1 D	
		Bitki kök uzunluğu yoğunluğu (cmcm ⁻³)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	0.8	0.5	0.5	0.3	0.5
	Çizelli	0.8	0.7	0.6	0.4	0.6
	Ort.	0.8	0.6	0.5	0.3	
2012-2013	Çizelsiz	0.7	0.5	0.4	0.3	0.4
	Çizelli	0.7	0.7	0.5	0.4	0.5
	Ort.	0.7	0.6	0.4	0.3	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	0.7 aB	0.5 bB	0.5 bB	0.3 cB	0.5 B
	Çizelli	0.8 aA	0.7 bA	0.6 cA	0.4 dA	0.6 A
	Ort.	0.7 A	0.6 B	0.5 C	0.3 D	

* Küçük harfler yöntemler, büyük harfler çizel uygulamaları arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 4’de görüldüğü gibi farklı toprak işleme tekniklerinde, toplam verim değerleri 2010-2011 yılında 680.6-1 038.8 kgda⁻¹, 2012-2013 yılında 585.4-932.0 kg da⁻¹ ve iki yıl birlikte analizinde ortalamalarda 633.0-985.4 kgda⁻¹ arasında değişmiştir. Her iki yılda ve iki yıl birlikte analizinde ortalamalarda en yüksek toplam verim geleneksel ve azaltılmış 1, en düşük değer ise toprak işlemez uygulamadan elde edilmiştir. İki üretim sezonunda ve iki yıl birlikte analizinde Çizelli uygulama toplam verim açısından en yüksek değerleri vermiştir. Toplam verimde çizelyöntem ($p < 0.01$) ve yıl x yöntem ($p < 0.05$) etkileşimleri önemli bulunmuştur. Çizelli ve çizelsiz parsellerde tüm yöntemler için farklı gruplar oluşmuştur. Çizel uygulamalarında her bir yöntemin karşılaştırılmasında ise, çizelli yöntemler lehine büyük olmak üzere farklı gruplar elde edilmiştir. Tüm çizel uygulamalarında yöntem ortalamaları geleneksel > azaltılmış-1> azaltılmış-2 > toprak işlemez şeklinde bulunmuştur. Yıllar karşılaştırılmasında, ilk yıl azaltılmış yöntemler aynı grupta, ikinci yıl tüm yöntemler farklı gruplarda yer almıştır ($p < 0.05$). Her bir yöntemin yıllar içinde karşılaştırılmasında ise, ikinci yıl lehine düşük değerler olmak üzere tüm yöntemler farklı gruplarda yer alması ($p < 0.05$), yağışın toprak nemi ve toplam verimi artırıcı etki yaptığını göstermiştir.

Tane verimi iki yıl birleştirilmiş analizinde çizelli uygulama 417.1 kg da⁻¹ ile en yüksek değeri vermiştir. Burada çizelyöntem etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Tüm uygulamalarda yöntemler farklı gruplarda yer almıştır. Çizel uygulamalarında her bir yöntemin karşılaştırılmasında ise, tüm yöntemler çizelli uygulamalar lehine büyük değerler olmak üzere farklı gruplarda yer almıştır ($p < 0.01$). Tane sıralaması geleneksel>azaltılmış-1>azaltılmış-2>toprak işlemez şeklinde bulunmuştur. Çizelli uygulamaların tüm yöntemlerde, bitki vejetatif gelişimiyle ilgili asimilant sonucu biyo kütle ve tane verimini artırıcı etki yaptığı söylenebilir. İkinci yıl sapa kalkma döneminin yağışsız geçmesi ve başaklanmanın daha erken olması dikkate alındığında, tane veriminde yılxyöntem etkisinin istatistik olarak önemsiz, ancak biyolojik verimde yılların etkisinin önemli olduğu dikkate alınarak, bitkilerin kurak şartlarda biyolojik verimleri dahilinde tane verimini öncelikli olarak söylenebilir.

Araştırma sonucunda en yüksek tane verimi (475 kgda⁻¹) çizelli geleneksel, en düşük de (280 kgda⁻¹) çizelsiz toprak işlemez yöntemde bulunmuştur. Yalçın ve ark. (2008), Ege Bölgesi’nde ikinci ürün mısır kültürünü takip eden buğday ve arpada yaptıkları çalışmada, arpada en yüksek tane verimi (601.3 kgda⁻¹) doğrudan ekim, en düşük verim (261.7 kgda⁻¹) çizel ayaklı rototiller+doğrudan ekimde bulunmuşlardır. Bu farklılığın, ikinci ürün mısır anızına kuru şartlarda doğrudan ekim yapılması, yağış, toprak ve diğer iklim faktörlerinden kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

Van şartlarında ikinci ürün mısır tarımı yapılamamaktadır. Mısır anızının ancak rotovatorle parçalanabilmesi, anızın rotovatorün toprak yapısına olan olumsuz etkisinde tampon rolü oynaması önemli görülmüştür. Korucu ve ark. (2005), 1999-2001 yılları arasında, Çukurova’da ikinci ürün mısırdan anız yakılarak geleneksel, diğer beş azaltılmış yöntemin tane verimine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek tane tane verimi (1.182 kgda⁻¹) azaltılmış yöntem (anız yakmadan rototiller + tapan + ekim + sulama), en düşük tane verimi de (905 kgda⁻¹) diğer azaltılmış yöntemde (anız yakmadan + sulama + rototiller + tapan + ekim + sulama) bulunmuştur. Çukurova şartlarında sıcaklık ve yağışla organik kalıntıların hızlı ayrışması (dekompoze olma) sonucu toprak yüzeyinde organik maddece zengin malç kalmasının rotovator kullanımının olumsuz etkilerini azalttığı söylenebilir. Eser ve Adak (1998), Orta Anadolu’nun iki farklı bölgesinde, kışlık buğday’da nadas uygulaması yapılmaksızın, kışlık mercimek ekimi sonrası, taban taşı kırılan ve kırılmayan alanlarda, pullukla sürüm, dip patlatma ve toprak yüzeyinin ikilenmesi yöntemlerinde, toplam ve tane verimlerinde dip patlatılan parseller lehine artış belirlemiştir.

Çizelge 4’ de kök uzunluğu yoğunluğu (cmcm⁻³) ile toplam verim ve tane veriminin ilişkili olduğu söylenebilir. Burada çizelyöntem ($p < 0.01$) ve yıl x yöntem ($p < 0.05$) ikili etkileşimleri önemli bulunmuştur. Çizel uygulamalarında her yöntemin ayrı grupta yer alarak çizelsiz parsellere göre artış bulunmuştur. Çizelsiz parsellerde azaltılmış yöntemler aynı grupta yer alırken, geleneksel en yüksek, toprak işlemez en düşük, çizellide ise, azaltılmış-1 gelenekselden düşük, azaltılmış-2 ise

toprak işlemez yöntemden daha yüksek kök uzunluğu yoğunluğu elde edilmiştir. Her bir çizel uygulamasında yöntem ortalamalarının karşılaştırılmasında ise, tüm yöntemler çizelli parseller lehine yüksek olmak üzere farklı gruplarda yer almıştır ($p<0.01$). Yıllar karşılaştırmasında ise, ikinci yıl değerlerinin tüm yöntemlerde ilk yıldan daha düşük değerde olduğu ve ortalamaların farklı gruplarda yer aldığı bulunmuştur ($p< 0.01$). Bu durumun yağış farklılığının sonucu olduğu söylenebilir.

Çizel ile ekim öncesi yırtılarak gevşetilen parsellerde nemin toprağa daha kolay infiltre olduğu, puluk kullanımının toprak penetrasyon direncini azaltarak infiltrasyonu kolaylaştırması sonucu en yüksek değerleri verdiği, diskaronun toprak yüzeyinde bıraktığı anız malçı nedeniyle, özellikle bahar döneminde toprak nemi muhafazasında daha etkili olduğu ifade edilebilir. Rotovatorün toprak agregat yapısını bozmasının nem tutma kapasitesini olumsuz etkilemesi, toprak yüzeyinde bir işleme yapılmaması ise yetersiz infiltrasyon sonucu evaporasyona daha açık şartlar oluşturduğu düşünülmektedir. Yılmaz ve Alagöz (2005), toprakta yapısal bozulmanın yoğun toprak işleme sonucu organik madde azalımı sonucu olduğunu, toprakta agregatlaşmanın toprak su tutma kapasitesi, havalanma, su ve havanın toprak içi hareketi ve kök gelişimi ile mikrobiyal aktivitede önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Van şartlarında arpa bitkisinde 0-20 cm toprak kolonunda kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapılmış, bu derinliğin altında bitki kök gelişimine rastlanılmamıştır. Çizel kullanılan yöntemlerde kök uzunluğu yoğunluğunda artışlar kaydedilmiştir. Eser ve Adak (1998), Orta Anadolu'da, kışlık buğday'da 1 m'ye kadar olan her 20 cm'de kök uzunluğu yoğunluğu daha fazla, derinlerde daha az olduğunu (mercimekte dip patlatmada ortalama: 1.164 ve 1.163 cmcm^{-3} , pullukta ortalama: (0.975-1.007 cmcm^{-3}), buğdayda da pulluk taban taşı kırılan alanlarda, pullukla işlenenlere oranla kök uzunluğu yoğunluğunun daha yüksek (dip patlatmada ortalama: 0.343 ve 0.210 cmcm^{-3} , pullukta ortalama: 0.328 ve 0.255 cmcm^{-3}) olarak bulmuşlardır. Araştırmada 0.3-0.8 cmcm^{-3} arasında bulunan kök uzunluğu yoğunluğu değerlerinin örnekleme derinliği ve iklim, toprak, bitki benzeri faktörlerden

kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Lampurlanes ve ark. (2002), İspanya'da yarı kurak Segarra'da arpada yaptıkları çalışmada, toprağı alttan yırtarak işleme, minimum işleme ve sıfır toprak işlemede kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapmışlardır. Hasat sonu, 0-25 cm'de, sıfır toprak işlemede kök uzunluğu yoğunluğunu 2,25 cmcm^{-3} kadar bulmuşlardır. Van'da 0.3-0.8 cmcm^{-3} arasında bulunan değerler, ikinci yıl düşük yağış etkisiyle daha az bulunmuş, bu farklılık; örnekleme derinliği, yağış, toprak ve yükselti etkili evaporasyon farkının tezahürü olarak görülmüştür.

Çizelli parseller ve pulluklu geleneksel yöntemde, ayrıca yağışın fazla olduğu ilk yılda kök uzunluğu yoğunluğu değerleri daha fazla bulunmuştur. Bu da, yağış ve toprak işleme derinliği ile kök uzunluğu yoğunluğunun arttığı şeklinde ifade edilebilir. Varsa ve ark. (1997), ABD'de Güney İllinois'de dört yıl süreli çalışmalarında, 90 cm'ye değin derin toprak işlemenin mısırdaki kök gelişimi bakımından önemli olduğu, penetrasyon direnci ve toprak hacim ağırlığı azalmasında da faydalı olduğu, az yağış alınan dönemlerde sürüm derinliği artışıyla kök uzunluğu yoğunluğunun arttığı, 21-100 cm arasında bitki kök uzunluğunun sadece % 5'inin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmada, çizel uygulamalarının toprak nemi, penetrasyon direnci ve kök uzunluğu yoğunluğu ile bitki verim değerlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Genel verim değerleri itibarı ile pulluk kullanılan yöntemde daha iyi sonuçlar bulunmuştur. Bu parsellere infiltrasyonun rahat olduğu ve fakat başaklanma dönemine değin nem kaybının da hızlı olduğu görülmüştür. Van'da düşük hububat verimine karşın, üretim maliyetlerinde önemli paya sahip pullukla sürümde de 20 cm'nin altında kök gelişimine rastlanılmaması kayda değer bulunmuştur. Rotovator kullanılan azaltılmış yöntemde çizelsiz parsellerde de, 20 cm toprak derinliği itibarıyla penetrasyon direncinde ani artışın; dönerek çalışan L tipi işleyici ayakların etkisiyle olduğu değerlendirilmiştir. Genel olarak, rotovator kullanılan parsellerde özellikle sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde penetrasyon dirençlerinin ekim öncesine oranla arttığı, nem içeriğinin azaldığı

görülmüştür. Bunun; rotovatorle toprak işleminin toprak agregat yapısını bozarak, tekselleştirmesinin sonucu olduğu düşünülmüştür. Çizel kullanmadan yapılan toprak işlemez yöntemde verim değerleri en düşük bulunmuştur. Çizelli toprak işlemez parsellerinde nispeten daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Azaltılmış-1 yönteminin ekonomiklik ve toprak nem tutumunda olumlu etkisi, verim değerleri itibarı ile pulluklu yöntemle yakın sonuçları görülmüştür. Çalışma boyunca kazayağı kiltivatör, çizel ve çentikli diskaro kullanımının baharda ot gelişimi ve buna dayalı su tüketimini önlerken, kapillarite ile nem kaybını engellediği değerlendirilmiştir. Sonuçta; Van şartlarında baharda pulluk yerine, kazayağı kiltivatör kullanımı ve ekim öncesi çizelle taban taşı kırılması infiltrasyonda faydalı olmaktadır. Pullukla işleminin toprak evaporasyon yüzeyini artırdığı, organik maddenin mineralizasyonunu hızlandırdığı söylenebilir. Toprak işlemez yöntemlerin etkinliği bakımından, ekim makinaları ile kombine ekipmanların kullanımı ve herbisitlerin fiyat ve çevresel etkileri bakımından kolay tercih edilebilmesi de önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2009. Ecoland Organik Tarım. <http://www.aylagrup/ecoland/urun/tbs/14.htm>. Erişim Tarihi: 24.09.2009
- Anonim, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Van 14.Meteoroloji Bölge Müdürlüğü.
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri, http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet.bitkisel_uretimdb2. Erişim Tarihi: 24.03.2014
- Aykas E, Çakır E, Yalçın H, Okur B, Nemli Y, Çelik A, 2005. Koruyucu toprak işleme yöntemleri ve doğrudan ekim. Ege Üniv.Ziraat Fak.Dergisi, 42(3):195-205.
- Aykanat S, 2009. Buğday Tarımında Farklı Toprak İşleme ve Ekim Sistemlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. (yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- Barut ZB, Çelik İ, Turgut MM, 2010. Buğday tarımında farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 6 (4): 237-246.
- Barut ZB, Çelik İ, Turgut MM, 2012. Yazlık-Kışık ürün döngüsünde toprak işleme sistemlerinin toprak sıklığına etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 8 (4), 375-385.
- Çetin M, Özgöz E, Gürhan R, 2005. İkinci ürün yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fizikomekanik özelliklerine etkisi. GOÜ.Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 31-36.
- Eser D, Adak MS, 1998. Orta Anadolu şartlarında farklı toprak işleme, mercimek buğday ve nadas buğday ekim nöbeti sisteminde mercimek-buğdayda kök uzunluğu yoğunluğu ve toprak infiltrasyon ölçümleri. Tr. J.of Agriculture and Forestry, 22: 483-489
- Gülser F,1993. Van Gölü Havzası Büyük Toprak Gruplarının Verimlilik Grupları. (yüksek lisans tezi, yayınlanmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Gülsoylu E, Çakır E, 2004. Traktöre bağlanabilen hidrolik toprak penetrometresi. Ege Üniv. Zir.Fak. Dergisi, 42(2): 87-95.
- Ishaq M, İbrahim M, Lal R, 2002. Tillage effect on soil properties at different levels of fertilizer application in Puncap, Pakistan. Soil and Tillage Research, 68: 93-99
- Karayel D, Özmerzi A, 2002. Effect of tillage methods on sowing uniformity of maize. Canadian Biosystems Engineering, 44: 223-226.
- Korucu T, Say SM, Cerit İ, Ülger AC, Kirişçi V, Turkay MA, Sarıhan H, Şen HM, 2005. Farklı toprak işleme yöntemlerinin toprak sıklığı ve verim üzerine etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1(1): 77-83.
- Lampurlanes J., Angas P, Cantero-Martinez C, 2002. Tillage effect on storage during fallow, and on barley root growth and yield in two contrasting soils of the semi-arid Segarra region in Spain. Soil And Tillage Research, 65: 207-220.
- Newman EI, 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. J. Appl.Ecol, 3:139-145
- SAS/STAT1, 2013. Version 9.3. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Şeker C, 1999. Farklı toprakların penetrasyon dirençleri üzerine su içeriklerinin etkisi ve regresyon modelleri. Tr.J.Agriculture and Forestry, 23(2): 467-471.
- Topaloğlu F, 1999. Comparing tillage techniques by using a new infiltration method. Tr.J.Agriculture and Forestry, 23:609-614.
- Ülker M, Çiftçi V, 2007. Effects of follow-wheat and lanted wheat rotations systems on wheat yield and soil water storage in dry farming areas. Journal of Biological Science, 7(8):1458-1462
- Varsa EC, Chong SK, Abolaji JO, Farquhar DA, Olsen FJ, 1997. Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (Zea mays L.) root growth and production. Soil and Tillage Research, 43:219-228
- Yalçın H, Çakır E, Aykas E, Önal İ, Gülsoylu E, Okur B, Nemli Y, Delibacak S, Ongun AR, Türkseven S, 2008. Ege bölgesinde buğday ve arpa üretiminde koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim sistemleri. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, KONYA.
- Yılmaz E, Alagöz Z, 2005. Organik madde uygulamasının toprakta agregat oluşumu ve stabilitesine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 131-138.