

Kışlık Buğdayda Farklı Toprak İşleme Tekniklerinin Toprak Nem İçeriği ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi*

Feride ÇAPAR, Kenan UÇAN**

KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

Geliş (Received): 05.02.2015

Kabul (Accepted): 11.05.2015

ÖZET: Bu çalışma, doğrudan ekim (DE), az işlenmiş ekim (AİE) ve geleneksel ekim (GE) tekniklerinin toprak nem içeriği ve ürün verimine etkilerinin araştırılması amacı ile bir tarla çalışması olarak yapılmıştır. Araştırma, 2014 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi içerisindeki tarım alanında kışlık buğday bitkisi yetiştirme sezonu boyunca yürütülmüştür. Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada kışlık buğday için sulamasız koşullarda su tüketimi 321.0 mm olurken, sulama zamanı planlamasına göre bitkinin ihtiyaç duyduğu toplam net sulama suyu miktarı 501.2 mm olmuştur. Toprağın 0-30 cm'lik kısmında yetiştirme periyodunun ilk zamanlarında ekim teknikleri arasında nem içeriği yüksek çıkmıştır. Hasata doğru bu fark azalmış ve sırasıyla toprak nem içerikleri DE'de %15.6, AİE'de 15.4 ve GE'de 15.3 olarak bulunmuştur. Toprak derinliğinin 30-60 ve 60-90 cm'sinde nem düzeyleri büyükten küçüğe doğru DE, AİE ve GE teknikleri şeklinde bir sıralama göstermişlerdir. Fakat bu değerler 0-30 cm toprak katmanına göre daha yakın çıkmıştır. Hasatta 30-60 cm toprak katmanında nem değerleri DE'de %15.9, AİE'de 15.9 ve GE'de 15.6 iken 60-90 cm toprak katmanında ise nem değerleri DE'de %16.4, AİE'de 16.2 ve GE'de 16.1 olarak bulunmuştur. Hasatta 0-30 cm katmana göre 30-60 ve 60-90 katmanındaki nem değerleri daha yüksek çıkmıştır. İncelenen parametrelerden; başak boyu üzerinde toprak işleme tekniklerinin etkisi % 5 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. DE, AİE ve GE' de sırasıyla en uzun başak boyu 7.9, 7.8 ve 7.4 cm olarak ölçülmüştür. Bitki boyu, bin tane ağırlığı, başaktaki başakçık sayısı, başaktaki tane sayısı, tane verimi, sap verimi, toplam verim, hasat indeksi ve tane nemi bakımından varyans analizinde toprak işleme teknikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmasa da DE tekniğinde sonuçlar daha yüksek çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekim Teknikleri, Kışlık Buğday, Toprak İşleme

Effect on the Soil Moisture Content and Yield Parameters of Different Tillage Techniques in the Winter Wheat

ABSTRACT: This study was conducted as a field study to determine the effect of soil moisture content and yield of reduced tillage (RT), direct (D) and traditional (T) the cultivation techniques. The study was conducted in the research area in the Avşar Campus of the Kahramanmaraş Sutcu Imam University throughout the growing season of winter wheat plants in 2014. The study was conducted on a three replication on randomized complete block design. The study was water consumption in without irrigation conditions for winter wheat in the research 321.0 mm, whereas according the irrigation time planning the amount of irrigation water of plant 501.2 mm. Moisture content were found higher between planting techniques in the first time period of growth in the 0-30 cm layer of the soil. This difference decreased to the harvest and also D, RT and T respectively, 15.6%, 15.4% and 15.3%. D, RT and T techniques demonstrated in the form of a ranking from small to large the soil humidity levels 30-60 and 60-90 cm of soil depth. However, this value was closer than the 0-30 cm soil layer. In the harvest were the moisture values in 30-60 cm soil layer in D, RT and T respectively, 15.9%, 15.9% and 15.6%, also in the 60-90 cm soil layer moisture values D, RT and T respectively, 16.40%, 16.2% and 16.1%. The harvest humidity was higher 30-60 cm and 60-90 cm according to 0-30 cm layer. The effect of tillage techniques on spike length was found 5% probability level to be statistically significant. It were measured the longest spike length in the D, RT and T, respectively, 7.9, 7.8 and 7.4 cm. Plant height, thousand grain weight, spikelet number per spike, number of grains per spike, total yield, straw yield, harvest index and grain moisture were non-significant differences statistically between tillage techniques in the variation analyzed but the results of D technique was higher.

Keywords: Sowing Techniques, Winter Wheat, Tillage

GİRİŞ

Son zamanlarda tüm dünyada artmaya başlayan kuraklıklar, suyun daha etkili bir şekilde kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de su, en fazla tarım sektöründe (%73) kullanılmaktadır (Anonim, 2015). En fazla su kayıplarının tarımda olması nedeniyle en fazla su

tasarrufu da sulamada yapılmalıdır. Sulamadan beklenen yararı sağlayabilmek için temel koşul, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyun yağışlarla karşılanamayan bölümünün toprakta bitkinin kök bölgesine gereken zamanda ve gereken miktarda verilmesidir (Biber ve Kara, 2006). Toprak neminin korunması ve bitki kök bölgesinde suyun daha uzun

*Birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

**Sorumlu yazar: Uçan, K., ucan@ksu.edu.tr

süre tutulmasını sağlayan uygulamalar sulamayı daha etkin kılmaktadır. Bu uygulamalardan biri floküle edici veya yapıştırıcı özelliği olan bazı organik ve inorganik materyallerin toprağa karıştırılmasıdır. Özellikle agregat stabilitesi ve su tutma kapasitesi düşük olan kumlu topraklara, çeşitli formlarda organik madde ve inorganik toprak düzenleyici ilave edilmesi toprağın su tutma kapasitesini arttırmaktadır (Brady ve Weil, 1996). Bu amaçla kullanılabilir birçok organik ve inorganik materyal vardır. Fakat kullanılan bu materyaller ekonomik ve ekolojik dengeyi bozmayacak nitelikte olmalıdır (İşler, 2012). Buna bağlı olarak insanlar yeni arayışlar içine girmiştir. Bunlardan biriside farklı toprak işleme teknikleri ile toprak nemini koruma yoludur.

Korumalı tarım, genel bir kavram olup, toprak işlemez tarım, en az toprak işleme, sırta ekim, anıza doğrudan ekim gibi terimlerin tümünü içinde barındırmaktadır. Toprak işleme, toprağın gözenek karakterlerini etkileyerek infiltrasyon ve su tutma kapasitesinin değişimine neden olmaktadır. Topraktaki makro gözenek miktarındaki artış, toprağın su tutma kapasitesi azaltırken, mikro gözeneklerin artışı ise toprağın su tutma kapasitesini artırmaktadır. Bitkisel üretimde verimi artıran en önemli etmenlerden biri farklı toprak işleme sistemlerinden uygun olanı seçmektir. Bununla birlikte; toprak işleme yoğunluğunun artışına paralel olarak tarla trafiği ve toprak sıkışması artmakta ve bunun sonucunda da infiltrasyon oranında azalma meydana gelmektedir.

Ülkemizin çoğunluğu yarı-kurak, bazı bölgeleri ise yarı-nemli iklime sahiptir. Her iki iklim bölgesinde de üretim sezonu boyunca düşen yağışların yetersiz ve

düzensiz olması nedeniyle bitki yetiştiriciliğinde, sulama yapılmasına, sulama imkânının olmadığı yerlerde ise topraktaki nemin korunmasının gereksinimi duyulmaktadır. Ülkemizde buğday tarımı, büyük ölçüde kuru koşullarda yapıldığı için verim düşük ve dolayısıyla buğday üreticisinin geliri de diğer ürün yetiştiricilerine göre daha az olmaktadır. Ayrıca bazı tarım bölgelerimizde yaşanan iklim özelliklerinden dolayı buğdaydan başka bir üründe karlı bir yetiştiricilik yapmak mümkün değildir. Bu nedenle; bu tarım alanlarımızda, buğdayla aynı yetiştirme sezonunda rekabete girecek ve marjinal kazancı yüksek başka bir ürün bulunmamaktadır.

Ülkemizde farklı toprak işleme uygulamalarının toprak nem içeriği üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır. Kahramanmaraş'ta buğday+buğday münavebesinde genellikle geleneksel toprak işleme tekniği ile ekim yapılmaktadır. Bu çalışmada, koruyucu toprak işleme tekniğinin toprakta nem içeriği değişimine etkisi gözlemlenmiş ve bunun için doğrudan ekim (DE), az işlenmiş ekim (AİE) ve geleneksel ekim (GE) teknikleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca sulamasız koşullarda anılan tekniklerin verim ve verim parametreleri üzerine etkileri de araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma, 2014 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi içerisindeki arazide yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı yerin denizden ortalama yüksekliği 512 m olup 37°35' N enlemi ve 36°48' E boylamında yer almaktadır (Şekil 1). Arazi hafif eğimli olup drenaj yetersizliği bulunmamaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının Google Earth görüntüsü

Araştırmanın yürütüldüğü bölgede kışları soğuk ve yağışlı, yazları kurak ve sıcak olan tipik Akdeniz ikliminin özellikleri görülmektedir. Araştırmanın

yapıldığı alanda buğdayın 2014 yılı yetiştirme dönemine ait iklim verileri deneme alanına konumlandırılmış iklim istasyonu ile ölçülmüştür. Araştırma alanında

buğday yetiştirme dönemine ait ölçülen yıllık ve uzun yıllık iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2014).

Çizelge 1. Araştırma alanında buğday yetiştirme dönemine ait yıllık ve uzun yıllık iklim verileri

Yıl	İklim Parametreleri	Aralık*	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
2014	Max.Sıcaklık (°C)	10.9	12.8	15.8	18.7	24.0	28.0	32.6
	Min. Sıcaklık (°C)	3.0	4.5	4.0	8.5	12.0	15.3	19.6
	Ort. Sıcaklık (°C)	5.6	9.8	8.8	12.8	16.4	20.8	21.4
	Yağış (mm)	48.7	76.5	27.0	112.4	30.2	10.3	6.0
	Oransal Nem (%)	78.0	73.9	54.2	56.3	58.9	50.2	51.9
	Rüzgar Hızı (m/s)	1.30	0.85	0.52	1.18	0.81	1.35	1.15
Uzun Yıllık (1954-2013)	Max.Sıcaklık (°C)	11.1	9.2	10.8	15.7	21.1	26.7	31.9
	Min. Sıcaklık (°C)	3.1	1.2	2.2	5.6	9.8	14.1	18.8
	Ort. Sıcaklık (°C)	6.6	4.8	6.3	10.6	15.4	20.3	25.2
	Yağış (mm)	128.9	129.6	114.3	96.2	75.5	41.0	6.6
	Oransal Nem (%)	69.7	71.1	73.2	52.5	51.9	51.0	41.5
	Rüzgar Hızı (m/s)	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	1.9	2.9

*Aralık ayına ait yıllık değerler 2013 yılına ait değerlerdir.

Bitkinin yetiştirme döneminin en yağışlı geçen ayı Mart olurken en kurak geçen ayı Haziran olmuştur. Uzun yıllık aylık yağış değerlerine göre Mart ayı hariç diğer bütün aylar nispeten kurak geçmiştir. Bu dönemde toplam yağış miktarı 311.1 mm olmuştur. Alanda yıllık toplam yağışın %40-45'i kış aylarında düşmektedir. Yağışın büyük bir bölümü yağmur şeklindedir.

Deneme alanının farklı noktalarından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin analizi sonucunda toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi deneme alanı topraklarının profil boyunca katmanların killi-tınlı ve killi olduğu saptanmıştır. Ayrıca 90 cm profil derinliğindeki kullanılabilir su miktarı 136.0 mm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	TK (Pv, %)	SN (Pv, %)	Hacim Ağ. (g/cm ³)	pH	EC (dS/m)	CaCO ₃ (%)	Bünye
0-30	28.8	11.5	1.4	6.9	0.02	1.6	CL (killi tınlı)
30-60	28.4	12.9	1.4	7.1	0.01	2.3	CL (killi tınlı)
60-90	25.2	12.5	1.3	7.2	0.02	2.2	C (killi)

Pv: Hacim yüzdesi cinsinden nem miktarı, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, EC: Elektriksel iletkenlik

Yürütülen bu denemede buğday çeşidi olarak bölgede yaygın olarak yetiştirilen Ceyhan-99 çeşidi kullanılmıştır. Ceyhan-99 çeşidi; kışa ve kurağa orta derecede dayanıklı ekmeklik bir buğday çeşididir.

Çalışmada koruyucu toprak işleme sisteminde değerlendirilen geleneksel toprak işleme tekniği (GE) doğrudan ekim tekniği (DE) ve az işlenmiş ekim tekniği (AİE) karşılaştırılmıştır. Yöntemlere ilişkin detaylar ve yapılan kültürel işlemler Çizelge 3'de verilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme parselleri 4 x 50 =200 m² şekilde 12 cm sıra aralığında deneme

Bitki kök bölgesinin belirli derinliklerdeki nem içeriğinin takibinde toprak nem ölçer (TDR, Time Domain Reflectometry-Zaman Etkili Yansıma Ölçer) aleti kullanılmıştır. Deneme alanında toprağın nem içeriğini belirlemek üzere her parselde 3 ayrı noktadan

mibzeri ile ekilmiştir. Ekim işlemi sonrasındaki bakım işleri bütün parsellerde aynı yapılmıştır.

Çizelge 3. Toprak işleme teknikleri

Ekim Teknikleri	Kullanılan Ekipmanlar
DE	Doğrudan tahıl ekim makinesi
AİE	Rototiller ve merdanenin kombine alet olarak kullanımı
GE	Pulluk, Yaylı kültivatör + Diskli tırmık (2 kez) + Tapan + Tahıl ekim makinesi

ve her bir noktanın 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm derinliklerinden TDR problemleri Şubat ayında toprağa gömülerek haftada iki defa ölçümler alınmıştır, Aletin kalibrasyonu gravimetrik yöntem ile yapılmıştır.

Konuların sulamasız koşullardaki su tüketimlerinin hesaplanmasında bütçe eşitliğine dayanan nem azalma yöntemi kullanılmıştır (James, 1988). Bu amaçla 1 nolu eşitlikten yararlanılmıştır.

$$ET = P - R_f - C_r - D_p \pm \Delta S \quad (1)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm), P: Yağış (mm), R_f: Yüzeysel akış kayıpları (mm), C_r: Kılcal yükseliş (mm), D_p: Derine sızma miktarı (mm) ve ΔS: Kök bölgesinde toprak su içeriğindeki değişimdir (mm).

Deneme süresince düşen yağış miktarları ve bazı iklim parametreleri, deneme alanına yerleştirilen iklim istasyonu ile belirlenmiştir. Yapılan nem gözlemlerinde topraktaki nem tarla kapasitesinin üzerine çıkmadığı için yüzeysel akış ve derine sızma olmamıştır.

Araştırma alanında yetiştirilen bitkilerin gerçek su tüketimleri FAO tarafından geliştirilen Penman-Monteith yöntemine göre hesaplama yapan CROPWAT (8.0) paket programı yardımıyla hesaplanmıştır (Smith, 1991).

Referans bitki su tüketimi elde edildikten sonra, alanda tarımı yapılan bitkilerin k_c bitki katsayısı değerleri İlbeyi, (2001) tarafından yapılan doktora tez çalışmasından elde edilmiştir. Bu çalışmada farklı bölgeler için verilen k_c katsayılarından bölge şartlarına uygun (geçiş bölgeleri) olan k_c katsayısı aşağıdaki verilen Eşitlik 2'de göre referans bitki su tüketimi ile çarpılarak bitki su tüketimi değeri bulunmuştur.

$$ET = k_c \cdot ET_o \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi, (mm/gün), k_c : Bitki katsayısı ve ET_o : Referans bitki su tüketimidir (mm/gün).

Hesaplanan bitki su tüketiminin yağışlarla karşılanan miktarının belirlenmesi amacıyla yöre için verilen aylık ortalama yağış miktarları dikkate alınarak etkili yağış miktarları USDA-SCS yöntemine göre hesaplanmıştır (Ünlükalaycı, 1994; Beyribey, 1992).

Su kullanma randımanı aşağıda verilen Eşitlik 3 ile belirlenmiştir (Howell vd., 1990).

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (3)$$

Eşitlikte; WUE: Su kullanım randımanı (kg/ha mm), Y: Konulardan elde edilen buğday dane verimi (kg/ha) ve ET: Evapotranspirasyondur (mm).

Araştırmada verim ve verim unsurları ile ilgili olarak yapılan ölçüm ve tartımlar; her parselin kenarlarından ikişer sıra ve parsel başlarından 1'er m'si kenar tesiri olarak atıldıktan sonra kalan parsel alanında tesadüfen

seçilen 10 bitkinin ana sapsı etiketlererek, bu bitkiler üzerinde yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen parsellerde hasat işlemi yapılmıştır. Çalışmada her parsel için Kırtok (1982), Dinçer (1991), Akkaya ve Akten (1988), Uluöz (1965), uygulamış oldukları yöntemler esas alınarak; bitki boyu, başak boyu, başaktaki başakçık sayısı, başaktaki tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi, sap verimi, toplam verim, hasat indeksi ve tane nemi değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutularak farklar Duncan çoklu karşılaştırma yöntemine göre test edilmiştir. İstatistiki analizlerde SPSS Statistics 17.0 paket programından yararlanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kültürel İşlemler ve Fenolojik Gözlemler

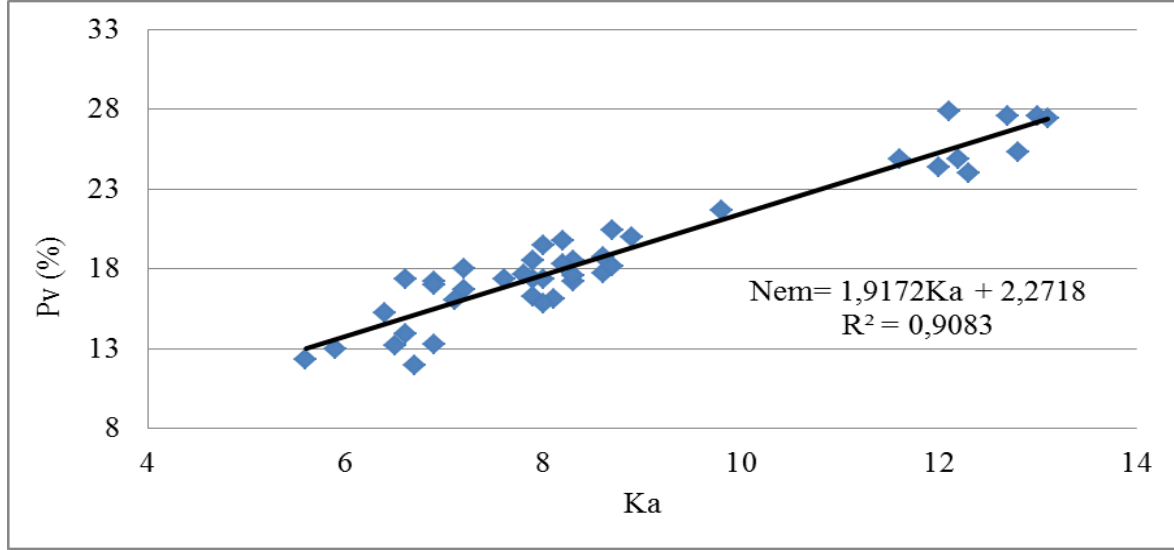
Çalışmada 2013 ve 2014 yıllarında tohum ekiminden hasada kadar geçen dönemde yapılan kültürel işlemler ve fenolojik gözlemler Çizelge 4'de verilmiştir. Bitkinin yetiştirme süresi 191 gün olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. Kültürel işlemler ve fenolojik gözlemler

Fenolojik Gözlemler	Tarihler
Parsellerin oluşturulması	25.11.2013
Toprak işleme ve ekim	02.12.2013
Çimlenme	13.12.2014
Kardeşlenme	21.03.2014
İlaçlama	23.03.2014
Sapa kalkma	25.03.2014
Başaklanma	14.04.2014
Çiçeklenme	22.04.2014
Süt olumu	05.05.2014
Hasat	11.06.2014

Toprak Nem İçeriği

Farklı toprak işleme tekniklerinin toprak nem içeriği üzerindeki etkisinin belirlemek amacıyla ekimden 77 gün sonra 18.02.2014 tarihinde TDR ölçümlerine başlanmıştır. Bu amaçla toprağın 15-45-75 cm derinliklere yerleştirilmiş TDR propları kullanılmıştır. Aletin kalibrasyonu gravimetrik yöntemle yapılmış ve elde edilen kalibrasyon grafiği Şekil 3'de verilmiştir. TDR kalibrasyon eğrisi kullanılarak okunan Ka sayım değerleri nem değerlerine dönüştürülmüştür. Çalışmada TDR ölçümlerine ait toprak nemi değerleri farklı toprak derinliklerine bağlı olarak (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) Şekil 4'de verilmiştir.

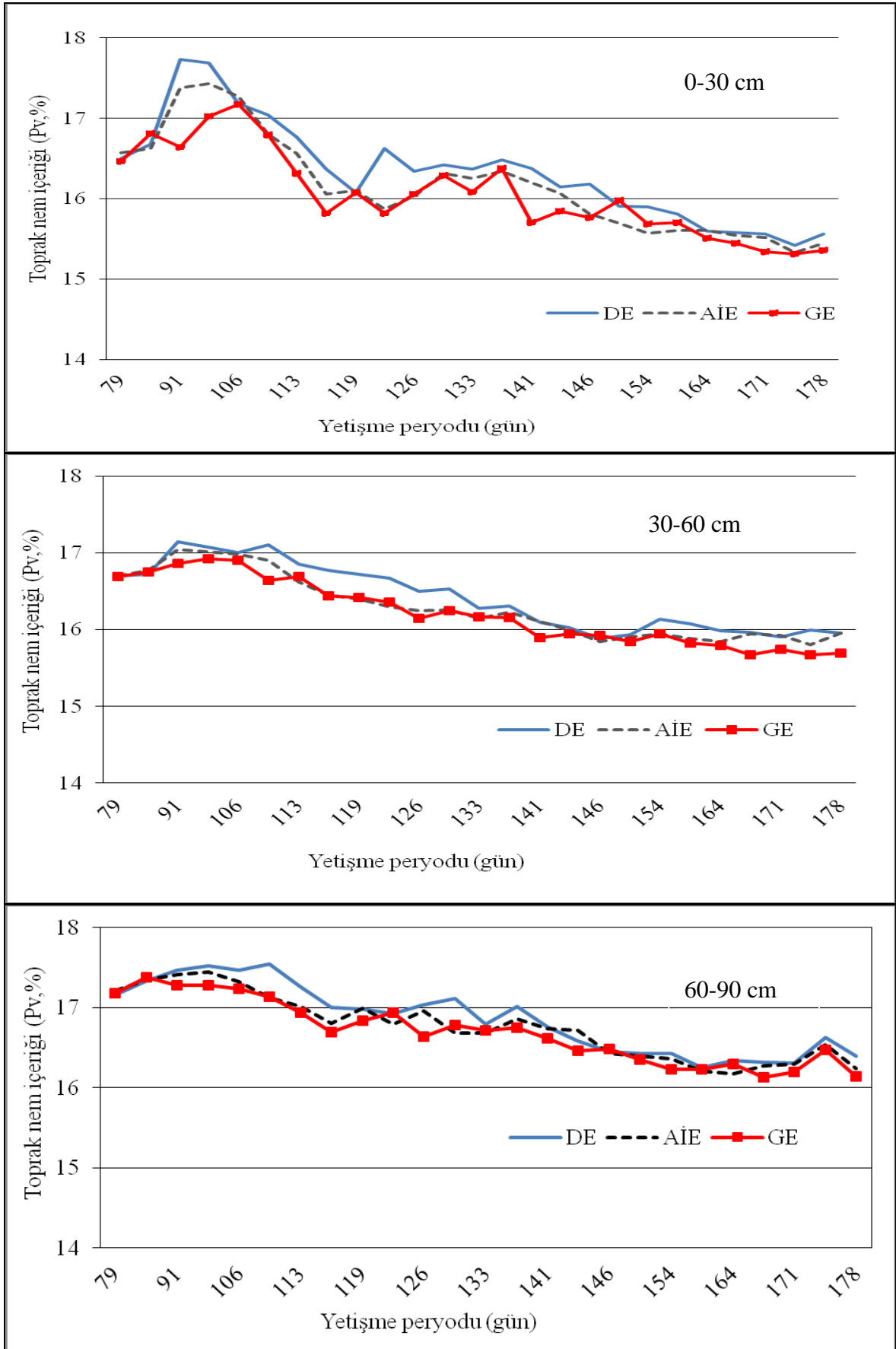


Şekil 3. TDR kalibrasyon eğrisi

Şekil 4'de 0-30 cm derinlikte konular arasında yetiştirme periyodu boyunca farklı nem değerleri elde edilmiştir. Yağışlara bağlı olarak grafikte yükselme ve alçalmalar olsa da toprakta nemin en iyi korunduğu ekim yöntemi DE tekniği olurken, AİE ve GE tekniğinde bu durum tam olarak gözlenememiştir. 0-30 cm toprak katmanında yetiştirme periyodunun ilk zamanlarında farklı ekim teknikleri arasında nem içeriği yüksek çıkarken hasata doğru bu fark azalmış ve sırasıyla DE'de %15.6, AİE'de 15.4 ve GE'de 15.3 olarak bulunmuştur. Farklı ekim yöntemlerinin uygulandığı parsellerin 30-60 ve 60-90 cm'sinde nem düzeyleri büyükten küçüğe doğru DE, AİE ve GE teknikleri şeklinde bir sıralama göstermişlerdir. Fakat bu değerler 0-30 cm toprak katmanına göre daha yakın çıkmıştır. Hasatta 30-60 cm toprak katmanında nem değerleri DE'de %15.9, AİE'de 15.9 ve GE'de 15.6 iken 60-90 cm toprak katmanında ise nem değerleri DE'de %16.4, AİE'de 16.2 ve GE'de 16.1 olarak bulunmuştur. Hasatta 0-30 cm katmana göre 30-60 ve 60-90 katmanındaki nem değerleri daha yüksek çıkmıştır. Her üç katmanda vejetasyon devresi boyunca topraktaki nem seviyesi 0-30, 30-60 ve 60-90 katmanlarda sırasıyla kullanılabilir nemin %50'sinin tüketildiği kritik nem seviyeleri olan %20.1, %20.7 ve %18.8 olan nem düzeylerinin altında kalmıştır. Hoogmoed ve Rawitz (1979), Hollanda'da yürüttükleri bir araştırmada, kuru tarımda buğday ve fiğ veriminin mutlak suretle toprak nemine bağlı olduğu, toprak işleminin azalması ile toprağın fiziksel ve kimyasal

şartlarının iyileştiği ve bununda verimde artış sağladığını ortaya koymuşlardır. Toprak su içeriğini ise, sıfır toprak işlemede geleneksel işlemeye göre ilk ay yüksek, takip eden aylarda ise daha düşük bulmuşlardır. İnfiltrasyon sıfır toprak işlemede daha fazla olmasına rağmen, bu sistemde su kullanımı ve verimin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Kışlık buğday daha çok sulama imkânı olmayan kurak tarım arazilerinde yetiştirilmektedir. Bunun nedeni kış ve erken ilkbahar yağışlarından maksimum seviyede faydalanmaktır. Kurak geçen yıllarda yağış miktarı ve bunun vejetasyon dönemindeki dağılımı (yağış rejimi) yıldan yıla büyük değişiklikler göstermektedir. Özellikle kış ve ilbaharda görülen mevsim kuraklıkları buğday üretiminde büyük sapmalara neden olmaktadır. DE tekniği tarla trafiğini en aza indirerek toprak sıkışmasını ortadan kaldırması, toprağın infiltrasyon hızını artırması gibi olumlu etkilerinden dolayı yağışın depolanmasına hız kazandırır. Bu durum yıl içinde görülen kuraklıkların olumsuz etkisinin azalmasına neden olur. GE tekniğinde ise, tarla trafiğinin fazla olması toprak sıkışması, toprağın infiltrasyon hızını azalması gibi olumsuz etkilerinden dolayı yağışın depolanmasını azaltır. Ayrıca GE'de nemli toprak katmanının yukarı çıkarılması buharlaşmanın artmasına, dolayısıyla toprakta aşırı nem kaybına neden olur. Bu nedenle kurak bölgelerde, korumalı toprak işleme sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasının tarımsal sürdürülebilirlik ve üretkenliğin iyileştirilmesi için önemli bir fırsat olduğu düşünülebilir (Godwin 1990).



Şekil 4. Buğdayın yetiştirme periyodu boyunca toprak nem içeriğinin değişimi

Bitki Su Tüketimi (ET)

Sulamasız koşullarda bitki su tüketimi değerleri Çizelge 5’de verilmiştir. Sulamasız koşullarda bitkinin tükettiği su miktarı istatistiki açıdan önemsiz bulunmasına rağmen tekniklere göre farklılık

göstermiştir. Bitki su tüketimi (ET) değeri en yüksek GE tekniğinde bulunurken en düşük DE tekniğinde bulunmuştur.

Çizelge 5. Sulamasız koşullarda bitki su tüketimi değerleri

Konular	Toplam Yağış (mm)	Etkil Yağış (mm)	ΔS (mm)	ET (mm)*
DE	305.1	268.8	45.8	314.6
AİE	305.1	268.8	53.6	322.4
GE	305.1	268.8	57.2	326.0

*Sulamasız (kuru) Koşullarda, ΔS: Tohum ekiminde ve hasatta ölçülen topraktaki nem farkı

Çalışmada deneme alanına konumlandırılmış iklim istasyonundan elde edilen parametreler kullanılarak FAO tarafından geliştirilen CROPWAT (8.0) paket programı yardımıyla Penman-Monteith yöntemine göre ETo değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 6). Sulama suyu miktarının belirlenmesinde kullanılan etkili yağış

değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Buğday bitkisi Haziran ayı içerisinde hasat edildiği için ve bu ayda sulama gerekli olmadığından yetiştirme sezonu boyunca en yüksek günlük referans bitki su tüketimi (ET₀) değeri 4.15 mm/gün olarak Mayıs ayında gerçekleşmiştir.

Çizelge 6. ETo değerleri ve hesaplama parametreleri

Aylar*	Min. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Oransal Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	Güneşlenme Süresi (saat)	Güneş Radyasyonu (mj/m ² /gün)	ETo (mm/gün)
Ocak	4.5	12.8	74	0.9	3.8	2.5	0.38
Şubat	4.0	15.8	54	0.5	6.0	5.7	0.43
Mart	8.5	18.7	56	1.2	6.2	9.5	1.55
Nisan	12.0	24.0	59	0.8	6.6	13.9	2.44
Mayıs	15.3	28.0	50	1.4	8.0	18.4	4.15
Haziran	19.6	32.6	52	1.2	10.3	22.3	5.10
Temmuz	23.0	35.9	51	2.6	10.4	21.7	6.55
Ağustos	23.1	37.4	52	2.2	9.4	17.9	5.67
Eylül	18.4	31.5	50	1.7	8.2	12.6	3.63
Ekim	11.2	24.9	54	1.2	6.6	7.1	1.54
Kasım	9.8	19.7	64	0.6	4.0	3.0	0.45
Aralık	1.6	10.5	71	1.0	3.5	1.8	0.42
Ortalama	12.6	24.3	57	1.3	6.9	11.40	2.69

*Temmuz-Aralık aylarına ait değerler 2013, Ocak-Haziran aylarına ait değerler 2014 yıllarına aittir.

Çizelge 7. Çalışma alanına ait yağış ve etkili yağış değerleri

Aylar*	Yağış (mm)	Etkili Yağış (mm)
Ocak	76.5	67.1
Şubat	27.0	25.8
Mart	112.4	92.2
Nisan	30.2	28.7
Mayıs	10.3	10.1
Haziran	6.0	5.9
Temmuz	0.0	0.0
Ağustos	0.0	0.0
Eylül	37.5	35.3
Ekim	35.1	33.1
Kasım	28.7	27.4
Aralık	48.7	44.9
Toplam yağış	412.4	370.6

*Temmuz-Aralık aylarına ait yıllık değerler 2013, Ocak-Haziran aylarına ait yıllık değerler 2014 yıllarına aittir.

Çizelge 8’de ise sulanan koşullarda kışlık buğday için sulama zamanı planlaması verilmiştir. Sulama zamanı planlamasına göre kışlık buğday bitkisinin toplam net sulama suyu ihtiyacı 232.4 mm’dir. Bitki tarafından kullanılan gerçek ET ise 501.2 mm’dir. Sulamasız koşullar dikkate alındığında bitkinin yetiştirme sezonu boyunca 501.2-321.0=180.2 mm nem açığı söz konusu olmuştur. Topraktaki nem düzeyi, bitki için daha çok kritik nem düzeylerinde kalmıştır.

Ergül (2011) yaptığı çalışmada en yüksek bitki su tüketimi değerini 334 mm ile nadas-buğday ekim nöbetinde, daha sonra 320 mm ile mercimek-buğday ve 310 mm ile buğday-buğday ekim nöbetinde bulmuştur. Yapılan bu çalışmada da buğdayın su tüketimi sulamasız koşullarda benzer sonuçlar vermiştir.

Çizelge 8. Kışlık buğday için sulama zamanı planlaması

Bitki cinsi	: Kışlık buğday	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 136 mm/m			
Meteoroloji istasyonu	:Avşar yerleşkesi	Tarla su uygulama randımanı	: % 70			
Bitki hasat tarihi	: 11 Haziran					
Sulama seçeneği: Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)						
Sulama no	Sulama aralığı (gün)	Sulama Tarihi	Yetiştirme devresi*	Uygulanan net su miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (L/s/ha)
1	141	21 Nisan	C	95.3	138.3	0.87
2	157	7 Mayıs	C	68.6	96.3	0.72
3	174	24 Mayıs	D	68.5	97.4	0.70
SON	SON	11 Haziran	D			
Toplam brüt sulama suyu miktarı		: 332.0 mm	Toplam yağış		: 305.1 mm	
Toplam net sulama suyu miktarı		: 232.4 mm	Etkili yağış		: 268.8 mm	
Bitki tarafından kullanılan gerçek su		: 501.2 mm	Yağış kaybı		: 36.3 mm	
Sulama programının etkinliği		: % 100	Yağış etkinliği		: % 88.1	

*A:Başlangıç devresi. B: Geliştirme devresi. C: Olgunlaşma devresi. D: Hasat devresi

Su Kullanım Randımanı (WUE)

Farklı toprak işleme tekniklerinin WUE (%) üzerine etkisi Çizelge 4,6'da verilmiştir. Ekim teknikleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Buna rağmen çizelgede görüldüğü gibi en yüksek WUE değeri doğrudan ekim tekniğinde (10.67) elde edilirken bunu sırasıyla az işlenmiş ekim tekniği (9.63) ve geleneksel ekim tekniği (9.46) izlemiştir.

Çizelge 9. Toprak işleme tekniklerine göre WUE değerleri

Konular	Tane Verimi (t/ha)	Bitki Su Tüketimi (ET, mm)	WUE (t/ha mm)
DE	3358	314.6	10.67
AİE	3107	322.4	9.63
GE	3085	326.0	9.46

Ergül (2011), iki yıl boyunca toprak işlemez ve toprak işlemeli konularda yaptığı çalışmada su kullanım etkinliği açısından birinci yıl ana parseldeki toprak işleme konuları arasındaki farklılık %5 seviyesinde önemli çıkarken ikinci yıl önemsiz çıkmıştır. Toprak işlemez konuda su kullanım etkinliği birinci ve ikinci yıl sırasıyla 3.61 ve 3.99 kg/ha mm, toprak işlemeli konu ise birinci ve ikinci yıl sırasıyla 7.21 ve 6.93 kg/ha mm olarak bulunmuştur.

Jin ve ark. (2009) buğday-mısır ekim nöbetinde korumalı toprak işleme yöntemi ile buğdayda % 30.1 ve mısırdaki % 6.8 oranında su kullanım etkinliğinin arttığını belirlemişlerdir. Qingjie ve ark., (2009), kontrollü tarla trafiği konularında (sıfır toprak işlemeli ve sığ toprak işlemeli) su kullanım etkinliğinin, izledikleri 6 yılın 4'ünde geleneksel toprak işleme uygulamasından daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

So ve ark. (2009) soya bitkisinde su kullanım etkinliğinin sıfır toprak işlemede geleneksel toprak

işlemeye göre arttığını belirlemişlerdir. Wagger ve Cassel (1993) su kullanım etkinliğinin silajlık mısırdaki sıfır toprak işleme ile arttığı, tane mısırdaki ise farklı toprak işleme sistemlerinde değişmediğini gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da WUE değerinin DE tekniğinde GE tekniğine göre % 13 arttığı belirlenmiştir.

Bitkisel Parametreler

Kuru koşullarda yetiştirilen buğday denemesinde elde edilen bitkisel parametrelere ait değerlere ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi sadece başak boyu istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Ölçülen diğer parametreler; bitki boyu, başakçık sayısı, başaktaki tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi, sap verimi, toplam verim, hasat indeksi ve tane nemi ise önemsiz çıkmıştır. Fakat konular arasında DE tekniğinde elde edilen değerler diğer tekniklere göre büyük çıkmıştır.

Farklı toprak işleme tekniklerinin uygulandığı buğday denemesinde bitkinin yetiştirme periyodu boyunca bitki boylarının gelişme durumunu incelemek için ekimin 110. gününden itibaren bir hafta arayla ölçümler yapılmıştır. Çalışmada elde edilen buğday bitki boylarının zamana göre değişimi Şekil 5' te gösterilmiştir.

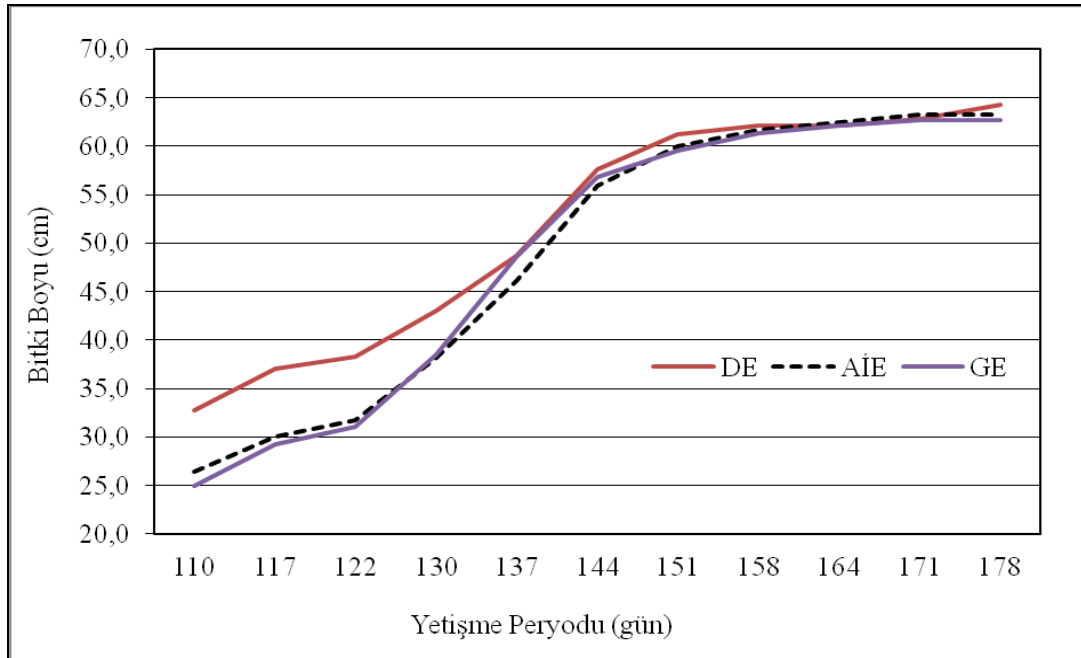
Denemede bitki boyları ekimden 144. güne kadar hızlı bir artış gösterirken daha sonraki günlerde artış hızı azalmıştır. Burada ekimden 144. güne kadar yağın yağışların etkisiyle bitki boylarında hızlı bir artış olduğu daha sonra yağışların kesilmesi dolayısıyla topraktaki nem eksikliğine bağlı olarak bitki boylarındaki artış hızının azaldığı gözlemlenmiştir. Hasatta bitki boyu yaklaşık 60-65 cm dolaylarında sabit kalmıştır. Ekim tekniklerine bakıldığında konular arasında istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli çıkmıştır. 64.3 cm ile en yüksek değeri doğrudan ekim tekniği vermiştir. Bunu 63.1 cm ile az işlenmiş ekim tekniği ve 60.6 cm ile

geleneksel ekim tekniği izlemiştir. Burada doğrudan ekim tekniğinde toprak yüzeyindeki buğday anızının yağışların etkinliğini artırarak bitki boylarının fazla olmasına neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 10. Toprak işleme tekniklerinin bitkisel parametrelerindeki varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Konular	Bitki Boyu (cm)	Başak boyu (cm)	Başakçık Sayısı (adet)	Başaktaki Tane Sayısı (adet)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Tane Verimi (kg/da)	Sap Verimi (kg/da)	Toplam Verim (kg/da)	Hasat İndeksi (%)	Tane Nemi (%)
GE	64.30	7.94a	16.27	38.90	35.48	335.83	535.20	871.00	39.20	13.29
DE	63.13	7.81a	16.00	38.70	35.21	310.66	514.73	825.39	38.01	13.23
AİE	60.60	7.36b	15.43	38.37	35.13	308.55	480.57	806.54	39.10	13.23
Önemlilik Derecesi	ö.d.	P<0.05	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d.: önemli değil



Şekil 5. Bitki boyunun zamana göre değişimi

Koç (2004)'de yapmış olduğu bir çalışmada, Çukurova koşullarında yetiştirilen Adana-99 buğday çeşidinde, bitki boylarının ekimden 164 gün sonraya dek susuz ve sulanan konuda hızla arttığını, daha sonra hasada dek sabit kaldığını belirlemiş olup, susuz konuda bitki boyunun 89.5 cm; sulanan konuda ise, 96 cm'ye dek ulaştığını belirlemiştir. Gill ve ark. (1990) ise, Hindistan, ABD, SSCB, Kanada, Macaristan, Avustralya ve Meksika'dan temin ettikleri 485 yazlık tritikale hattı ile yaptıkları bir çalışmada; tritikale hatlarında bitki boyunu 44.8–172.4 cm arasında değiştiğini bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada elde edilen bitki boyu değerleri benzer sonuçlar vermiştir.

Turan (2008) yaptığı çalışmada Ceyhan-99'un bitki boyunu 97.6 cm olarak bulmuştur. Araştırmacı bitkinin vejetasyon dönemi boyunca 522.2 mm yağış meydana geldiğini belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada bitkinin

vejetasyon dönemi boyunca 211.1 mm yağış meydana gelmiştir. Kış aylarındaki yağışın mevsim normallerinden düşük olması buğdayda bitki boyunun azalmasına neden olmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, doğrudan ekim, azaltılmış toprak işleme ve geleneksel toprak işleme tekniklerinin toprak nem içeriği ve ürün verimine etkisinin araştırılması amacı ile yapılmıştır. Toprak nem içeriği 0-30 cm toprak katmanında yetiştirme periyodunun ilk zamanlarında konu edilen ekim teknikleri arasında farklılık gösterirken hasada doğru bu fark azalmış ve sırasıyla DE'de %15.6, AİE'de 15.4 ve GE'de 15.3 olarak bulunmuştur. Toprak katmanının 30-60 ve 60-90 cm'sinde ise nem düzeyleri büyükten küçüğe doğru DE, AİE ve GE teknikleri şeklinde bir sıralama göstermiştir. Toprak katmanının 30-

60 cm'sinde DE'de %15.9, AİE'de 15.9 ve GE'de 15.6 iken 60-90 cm'sinde ise DE'de %16.4, AİE'de 16.2 ve GE'de 16.1 olarak bulunmuştur. Hasatta nem değerleri 30-60 ve 60-90 cm katmanında 0-30 cm katmanına göre daha yüksek çıkmıştır. Her üç katmanda vejetasyon devresi boyunca topraktaki nem seviyesi 0-30, 30-60 ve 60-90 katmanlarda sırasıyla kullanılabilir nemin %50'sinin tüketildiği kritik nem seviyeleri olan %20.1, %20.7 ve %18.8 olan nem düzeylerinin altında kalmıştır.

Sulamatsız kuru koşullarda bitkinin tükettiği su miktarı 188.3-199.7 mm arasında değişmiştir. Çalışma alanına yerleştirilen iklim istasyonu, toprak ve bitki verileri kullanılarak CROPWAT 8.0 bilgisayar paket programı ile kışık buğday için yapılan sulama zamanı planlamasına göre bitki tarafından kullanılan gerçek su 304.2 mm bulunmuştur. Dolayısıyla kurak koşullarda yetiştirilen kışık buğday bitkisinde 304.2-194.7=109.5 mm nem açığı söz konusu olmuştur. Vejetasyon süresi boyunca topraktaki nem düzeyi, bitki için daha çok kritik nem düzeyinin altında kalmıştır. Bu durum bitki veriminde düşüslere neden olmuştur.

İncelenen bitkisel parametrelerden başak boyu % 5 olasılık düzeyin de istatistiksel olarak önemli olarak bulunmuşlardır. En uzun başak boyu 7.9 cm ile DE tekniğinde elde edilmiş olup, bunu 7.8 cm ile AİE yöntemi izlemiştir. En kısa başak boyu ise, GE metodunda 7,4 cm olarak ölçülmüştür.

Bitki boyları açısından ekim teknikleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmezken, 64.3 cm ile en fazla bitki boyu DE tekniğinde elde edilirken, bunu sırasıyla 63.1 cm ile AİE ve 60.6 cm ile GE teknikleri izlemiştir. Bin tane ağırlığı, başaktaki başakçık sayısı, başaktaki tane sayısı, toplam verim, sap verimi, hasat indeksi ve tane nemi bakımından varyasyon analizinde toprak işleme teknikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmamıştır. Buna rağmen en yüksek sonuçlar DE tekniğinde görülmüştür.

Kahramanmaraş ilinde küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişiminin, en çok tarım sektörünü etkileyeceği yadsınamaz bir gerçektir. Sıcaklık artışı ve yağış azalmasının öngörüldüğü Kahramanmaraş ilinde tarımsal verimliliğin doğrudan etkileyeceği düşünüldüğünde, iklim değişikliğinin toprak nemi üzerindeki etkilerini inceleyen farklı toprak işleme tekniklerinin sonuçları, gerek bölgesel ekonomiye ve gerekse kırsal kesimdeki sosyal refaha etkilerinin büyük olacağı düşünülmektedir. Kısa sürede değiştiremeyeceğimiz ve dünyanın büyük bir bölümünü etkileyecek olan olası iklim değişiminin sonuçları ile başa çıkabilmemiz, ancak onu, izleyebilmemiz ve eğer varsa alınabilecek önlemleri alabilmemize bağlı olacaktır. Bitki gelişim periyodunda bitki için gerekli nemin toprakta yeterli miktarda bulunması verim açısından çok önemlidir. Küresel ısınmadan kaynaklanan aşırı sıcaklıktan kaynaklanan toprak nemi kayıplarını azaltabilmek için Kahramanmaraş ili gibi yarı kurak ve kurak iklim bölgelerinde DE tekniğinin kullanımına önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, A., Akten, Ş. 1988. Susuz Koşullarda Yetiştirilen Bazı Kışık Buğdayların Toplam Verimi, Dane Verimi Ve Hasat İndeksi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der., 19 (1-4): 133-144.
- Anonim. 2014. Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü Envanter Kayıtları, Kahramanmaraş.
- Anonim, 2015. www.dsi.gov.tr/docs/sunumlar/ust-gnmd-sunumu.pptx?sfvrsn=2 (Erişim: Eylül 2015).
- Beyribey, M., 1992. GAP Sulama Projelerinde Sulama Suyu İhtiyacı ve Sistem Kapasitesi Üzerine Bir Araştırma, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No:1245, S.25-28, Ankara.
- Biber, Ç., Kara T., 2006. Mısır Bitkisinin Bitki Su Tüketimi Ve Kısıtlı Sulama Uygulamaları. J. of Fac. of Agric., OMU, 21(1), 140-146.
- Brady, N. C., Weil, R. R. 1996. The nature and properties of soils. (No. Ed. 11). Prentice-Hall Inc., New York, USA
- Diñer, M.N. 1991. Çukurova Bölgesinde Bitki Büyüme Düzenleyicisi Kullanılarak Yetiştirilen Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Farklı Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Ergül, F. 2011. Farklı Toprak İşleme ve Ekim Nöbeti Sistemleri Altında Su Bütçesi, Bazı Toprak Fiziksel Özellikleri ve Buğday Verimindeki Değişimlerin Saptanması, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 82s.
- Godwin, R.J. 1990. Agricultural Engineering in Development Tillage for Crop Production in Areas of Low Rainfall. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Hoogmoed, W., Rawitz, E. 1979. Soil Tillage in Dry Tropical Regions. Proceedings of The International Soil Tillage Research Organization, ISTRO (8th Conference), Volume, 1, 21-26. Lİndwall, C.W. and Anderson, D.T., (1981). Agronomic Evalat İon of Minimum Tillage Systems of Summer Fallow in Southern Alberta. Canadian J. Plant Sci., 61,(2), 247-253
- Howell, T.A., Cuenca, H.A., Solomon, K.H. 1990. Crop Yield Response Management of Farm Irrigation Systems. Trans. ASAE Monograph Chap S. USA
- İlbeyi, A. 2001. Türkiye'de Bitki Su Tüketimleri Tahmininde Kullanılacak Bitki Katsayılarının Belirlenmesi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 179 s.
- İşler N., 2012. Farklı Toprak Düzenleyicilerin Toprak Nemi Üzerine Etkileri ve HYDRUS 2D ile Modellenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc, New York. 543s.

- Jin, H., Qingjie, W., Hongwen, L., Lijin, L., Huanwen, G. 2009. Effect of Alternative Tillage and Residue Cover on Yield and Water Use Efficiency in Annual Double Cropping System in North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 104(1); 198-205.
- Kırtok, Y. 1982. Çukurova'nın Taban ve Kırak Koşullarında Ekim Zamanı, Azot Miktarı ve Ekim Sıklığının ki Arpa Çeşidinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri Üzerine Araştırmalar. *ÇÜ Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ayrı Baskı, Yıl 13, Sayı:3-4*.
- Koç, D.L. 2004. Çukurova Koşullarında Bowen Oranı Enerji Dengesi Yöntemiyle Buğday Su Tüketiminin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 34-40, Adana*.
- Smith, M. 1991. Introduction to Irrigation System Performance: Comparative Analysis of Case Studies. Improved Irrigation System Performance for Sustainable Agriculture. Proceedings of the Regional Workshop Organised by FAO in Bangkok, Thailand. 22-26 October 1990, p. 25-35, Rome.
- So, H.B., Grabski, A., Desborough, P. 2009. The Impact of 14 Years of Conventional and No-Till Cultivation on the Physical Properties and Crop Yields of a Loam Silt at Grafton NSW, Australia. *Soil and Tillage Research*, 104(1); 180-184.
- Turan, İ. 2008. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Buğday, Arpa Ve Tritikale Çeşitlerinin Verim Ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi, *KSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 42s*.
- Uluöz, M. 1965. Buğday, Un Ve Ekmek Analiz Metodları. *E.Ü.Ziraat Fakültesi. Yayınları No: 57. E.Ü. Matbaası, Bornova*.
- Ünlükalaycı, A. 1994. Konya Ilgın Atlantı Ovası Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. *A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara*.
- Wagger, M.G., Cassel, D.K. 1993. Corn yield and water-use efficiency as affected by tillage and irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57; 229-234.