hexaploid wheat, PNAS 111(32):1882-11887.

Farklı Derinliklere Kadar Yapılan Ekim Sulamalarının Çeşitli Tarihlerde Ekilmiş Kışlık Buğdayın Verim ve Kalitesine Etkisi

Ali ÜNLÜKARA[1], Fatih KOCABEYOĞLU[2]

[1]Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri, TÜRKİYE
[2]Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş., Kayseri, TÜRKİYE
Corresponding Author e-mail: unlukara@gmail.com

Özet: Son yıllarda sonbaharda ve nisan ayı yağışlarında hissedilir şekilde gözlenen düşüşler Orta Anadolu Bölgesinde tahıl tarımını önemli derecede etkilemektir. Bu olumsuz etkiyi en aza indirmek için buğdayda ekim sonrası yapılan farklı miktarlarda sulamaların ve farklı ekim tarihlerinin etkisi araştırılmıştır. Denemede 2 farklı ekim tarihi (D_1: Eylül sonu ve D_2: Ekimin 2.haftası) ve sulama yapılmayan S_0 konusuyla birlikte tohum ekimi sonrasında sırasıyla 0.4 m, 0.7 m ve 1.0 m derinliğe kadar kök bölgesi neminin tarla kapasitesine çıkarıldığı S_{40}, S_{70} ve S_{100} konuları bulunmaktadır. Kayseri'de Bloklarda Tesadüf Parseller Deneme Desenine göre planlanan çalışmada her bir konu 3 kez tekrarlanmıştır. Toprak nemi tüm konularda mart ayı sonlarına kadar artmış ve buğday gelişiminin artmasına paralel şekilde sulamanın başladığı mayıs ayı sonuna kadar azalmıştır. Farklı ekim sulamaları, kardeş sayısını, başak boyunu, tane sayısını, tohum verimini, hasat indeksini ve bin tane ağırlığını etkilerken ekim tarihleri ise bin tane ağırlığı ve tane verimini etkilemiştir. S_0, S_{40}, S_{70} ve S_{100} konularından sırasıyla 2346, 2451, 2623 ve 2985 kg/ha verim elde edilmesine karşılık D_1 konusundan 2350 ve D_2 konusundan 2853 kg/ha verim elde edilmiştir. Nisan ayı sonlarında başak ve çiçek oluşum dönemlerinde görülen geç donlar buğdayda kısırlığa neden olmuş ve tohum verimini önemli şekilde düşürmüştür. Erken ekim konusu (D_1) bu donlardan D_2 konusuna göre daha çok etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kışlık buğday, ekim sulaması, ekim tarihi, toprak nemi

Effects of Post-Sowing Irrigation Applications Performed Until Various Root Zone Depth on Winter Wheat Sown at Different Dates

Abstract: Considerable decreases in fall and April precipitations in Middle Anatolia affect grain culture markedly. Effects of various post-sowing irrigation and different sowing dates on wheat were investigated to moderate reducing rainfall effects. There were two wheat sowing dates (D_1: at late September and D_2: at second week of October) and non-irrigation treatment at post-sowing (S_0) and S_{40}, S_{70} and S_{100} post-sowing irrigation treatments in which soil moistures of 40, 70 and 100 cm root depths were completed to field capacity, respectively in the experiment. The experiment was carried out in Kayseri/Turkey according to completely randomized plot design in blocks. Soil moisture increased to late March and then decreased gradually to late May at time of starting irrigations complying with wheat growth. Various post-sowing irrigation applications affected tiller number, spike length, grain number, grain yield, harvest index and 1000-grain weight. Grain yields of D_1 and D_2 were 2350 and 2853 kg/ha, respectively while 2346, 2451, 2623 and 2985 kg/ha grain yields obtained from S_0, S_{40}, S_{70} and S_{100} treatment, respectively. Spring late freezing temperatures recorded during wheat flower and spike development stages at late April caused sterility and reduced grain yield, considerably. Early sowing treatment (D_1) was more affected from the late freezing temperatures than D_2.

Key words: Winter wheat, post-sowing irrigation, sowing date, soil moisture

Giriş

Türkiye'de 2013 yılında toplam 7.772.600 ha alandan 22.050.000 ton buğday

üretimi yapılmıştır. Ortama buğday verimi ise 2840 kg/ha'dır (Tüik, 2014).

Erken gelişme dönemlerinde yaşanan kuraklık daha erken çiçeklenmeye, bitki boyunun, yaprak alanının ve fertil kardeş sayısında azalmaya neden olur (Day and Intalap, 1970; Robertson and Giunta, 1994). Çıkış döneminde kuraklık oluştuğunda birim alandaki ideal bitki sayısı önemli düzeyde azalabilmekte, kardeşlenme döneminde ise kardeş oluşumu düşmekte (Rickman et al., 1983; Peterason et al., 1984; Li et al., 2004) ya da yapraklar normal boyutlarına oranla daha küçük şekilde gelişebilmektedir (Mian and Nafziger, 1994; Li et al., 2004).

Kardeşlenme döneminden sonra kök, yaprak, sap ve başak büyümesinin birlikte gerçekleştiği sapa kalkma döneminde bitkideki potansiyel dane sayısı başak gelişimine bağlı olarak belirlenir. Bu dönemde kuraklık fertil başak ve başakçık sayısını olumsuz yönde etkilemektedir (Hochman, 1982; Moustafa et al., 1996). Sapa kalkma ile çiçeklenme dönemleri arasında görülen kuraklık fertil başak, başaklardaki fertil başakçık ve başakçıktaki fertil çiçek sayısını azaltır (Harrell et al., 1993; Giunta et al., 1995). Başaklanma döneminde başlayan kuraklık çiçek ölümlerine neden olabilmektedir (Oosterhuis et al., 1983).

Çiçeklenmede ortaya çıkan kuraklık, dane tutumuna olumsuz etkide bulunarak başaktaki dane sayısının düşmesine neden olurken, dane büyümesi döneminde yaşanan kuraklık ise hızlı yaşlanma nedeniyle özellikle dane büyüme süresini kısaltarak dane ağırlığının düşmesine neden olabilmektedir (Gooding et al., 2003; Shah and Paulsen, 2003). Çiçeklenme sonrası yaşanan su stresi esas olarak yaprak alanı süresini kısaltmak suretiyle tane ağırlığının azalmasına neden olur (Ficher and Wood, 1979). Tane dolum dönemindeki kuraklık stresi, yetersiz kalan asimilatların paylaşımı yönünden başak içi rekabeti artırması yanında başağın uç ve dip kısımlarında tane seti kaybına da yol açmaktadır (Steduto et al., 1986).

Sulanan alanlarda güzün buğday ekiminden sonra yapılacak sulamalar ile bitkinin çimlenmesi ve çıkışı yüksek oranda sağlanabilir. Zamanında yapılan ekim ve yeteri toprak nemi ile bitki uyku dönemi öncesi yeteri kadar kök gelişimi kaydeder. Gelişmiş iyi bir kök sistemi ile uyku dönemi sonrası buğday etkili şekilde gelişimine devam eder. Güzün yapılan sulamalar ve ardından gelen kış yağışları ile önemli oranda toprak nemi yükseldiği için sulama dönemi öncesi ilkbahar ve kış aylarında görülen kurak dönemlerden buğday en az şekilde etkilenir. Daha derin ve daha yüksek toprak nemi ile kurak dönemlerin etkisi ortadan kaldırılabilir. Ancak güzlük sulamalar ile bitki kök bölgesinin ne kadarlık bir kısmı sulanmalıdır? Sulanan kök bölgesi derinliği arttıkça kış ve ilkbahar aylarında düşen yağışın kök bölgesi altına sızma ihtimali de artacak ve yağışlardan etkili şekilde yararlanma oranı azalacaktır. Dolayısıyla sulama için harcanan zaman, enerji ve diğer masrafların önemli bir kısmı boşa gidecektir.

Bu çalışmayla farklı zamanlarda ekilen ve etkili kök bölgesi çeşitli derinliklere kadar sulanan buğdayın gelişimi, verimi ve çeşitli kalite özellikleri incelenerek sulanan alanlarda uygun ekim tarihinin ve uygun sulama derinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma 2014-2015 yetiştirme döneminde Erciyes Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERÜTAM) Mithatpaşa çiftliğinde yapılmıştır. Denemede İtalyan orijinli Esperia çeşidi kışlık buğday (*Triticumaestium* L.) kullanılmıştır. Ekmeklik buğday çeşidi olan Esperia'nın başak yapısı kılçıklı, başak rengi beyaz, dane rengi kırmızı ve taneleri serttir. Yatmaya dayanıklı olan Esperia buğday çeşidinin sulama şartlarında performansı iyidir (Anonymous, 2014). Dekara 18 kg veya 1 m^2 de 400 buğday olacak şekilde 18 cm sıra aralığında buğday tohumları 3-4 cm derinliğe gelecek şekilde ekim yapılmıştır. Bitkiye saf olarak 12 kg/da azot, 4 kg/da fosfor ve 4 kg/da potasyum uygulanmıştır. Fosfor ve potasyumun tamamı ekimde, azotun 1/3'ü ekimde, 1/3'ü uyku dönemi sonunda ve 1/3'ü ise başaklanma öncesi verilmiştir.

Denemede 2 farklı ekim tarihi (D_1= Eylül sonu ve D_2= Ekim ayının 2.haftası) bulunmaktadır. Ekim sulaması yapılmayan S_0 konusu ve 3 farklı derinlikte sulama konularıyla birlikte denemede toplam 8 konu yer almaktadır. Her bir tarihte gerçekleştirilen ekimden sonra toprak nemi 1. sulama konusunda S_1= 40 cm, 2. sulama konusunda S_2= 70 cm ve 3. sulama konusunda ise S_3= 100 cm derinliğe kadar tarla kapasitesine getirilmiştir. Ekim sonrası sulama yapılmayan S_0 konusu ise kontrol konusu olarak dikkate alınmıştır. Uyku döneminden sonra ise her parselde belirlenen toprak nemi tarla kapasitesine tamamlanacak şekilde sulamalara devam edilmiştir. Sulamalar toplam kullanılabilir nemin %50'si tüketilmeden önce damla sulama sistemi vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Bloklarda tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemede her bir konu 3 kez tekrarlanmıştır. Eni 2.7 m ve boyu 3.0 m olan her bir parselde 15 adet buğday sırası bulunmaktadır.

Toprak nemi 503 DR Hydroprobe marka nötron metre ile takip edilmiştir. Her bir parselde parsel ortasına yerleştirilen 5 cm dış çapında 10 atm PVC akses boruları içerisinde 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 120 cm ve 140 cm derinliklerden nem ölçümü alınmıştır. Yüzeyden itibaren 10 cm toprak tabakası nemi ise gravimetrik yönteme göre belirlenmiştir. Deneme başında elde edilen bir kalibrasyon eğrisi yardımı ile nötron metre ölçüm değerleri, hacimsel toprak nemine dönüştürülmüştür.

Sulamalarda parsele uygulanacak su miktarının hesaplanmasında Eşitlik 1 kullanılmıştır:

$$I = \frac{(P_{vtk} - P_v) \cdot D}{100} \cdot A \qquad (1)$$

Eşitlikte I her bir parsele uygulanan sulama suyu miktarı (litre), P_{vtk} toprağın tarla kapasitesi hacimsel nem yüzdesi (%), P_v toprağın sulama öncesi hacimsel nem yüzdesi (%), D bitki etkili kök derinliği (mm) ve A parsel alanıdır (m^2). Parsele uygulanacak su miktarı bir depo miktarı ayarlandıktan sonra damla sulama sistemi vasıtasıyla parsellere verilmiştir. Ekimden hemen sonra sulama konularının kök derinlikleri dikkate alınarak sulamalar yapılmıştır. Uyku döneminden sonra ise etkili kök derinliği 90 cm alınarak hasada 15 gün kalana kadar sulamalara devam edilmiştir. Gelişme dönemi boyunca bitki su tüketimi su bütçesi yöntemine göre Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır (James, 1988).

$$ET = I + P \mp \Delta S - d_p \qquad (2)$$

Eşitlikte; ET bitki evapotranspirasyonu (mm), I parsellere uygulanan sulama suyu miktarını (mm), P etkili yağışı (mm), ΔS ekim ve hasat toprak depo nem farkını (mm) ve d_p 140 cm toprak derinliği altına sızan su miktarını (mm) göstermektedir. Toprak nem ölçümlerini takip eden yağış olayları değerlendirilmiş ve etkili kök derinliği tarla kapasitesi nem düzeyini aşan yağış miktarları derine sızma olarak dikkate alınmıştır. Deneme alanına düşen yağış ve diğer iklim verileri Kayseri Erkilet Havalanı meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir. Tüketilen her bir m^3 su için üretilen tane için su kullanım etkinliği (WUE) belirlenmiştir (Howell et al., 1992).

Bitki ekiminden sonra bitkilerin çimlenme ve çıkış tarihleri kaydedilmiştir. Sapa kalkma dönemi öncesinde her bir konudaki kardeş sayısı belirlenmiş ve sapa kalkma dönemi ile birlikte bitki boyları her 2 haftada bir ölçülmüştür. Her bir parselde %50 başaklanmanın gözlendiği tarih başaklanma dönemi başlangıcı kabul edilmiş, hasatta en az 10 bitkide bitki başak sayısı ve her başaktaki tane sayısı sayılmıştır. Birim alandan elde edilen kuru biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi ve 1000 tane ağırlıkları saptanmıştır. Tanelerde protein yüzdesi Kjeldahl Yöntemi kullanılarak belirlenen azot içeriğinden hesaplanmıştır.

Sonuçlar SPSS 13.0 İstatistik paket programı yardımıyla varyans analizine ve çoklu karşılaştırma testine tabii tutulmuştur.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayseri Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen bazı iklim parametrelerinin buğday gelişme mevsimi boyunca değişimi Tablo 1'de ve özel olarak Nisan ayı boyunca değişim ise Tablo 2'de verilmiştir.

Nisan ayı minimum sıcaklıklar incelendiği zaman bu ayda 6 defa don olayı gözlenmiştir. Özellikle 24 ve 25 Nisan tarihlerinde yani buğdayın sapa kalkma evresinin sonunda bitki don stresi yaşamıştır.

Araştırmada ana amaç farklı tarihlerde yapılan 2 ayrı ekimde farklı derinliklerde yapılan ekim sonrası sulamaların buğday bitkisi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Ancak 2014 sonbahar ve 2015 ilkbahar aylarında ortalamanın üstünde yağış düşmüştür. Kayseri uzun yıllar yağış ortalamaları dikkate alındığında Eylül-Temmuz döneminde yani buğday gelişme dönemi yağış ortalaması 393.3 mm'dir. Ancak denemenin yürütülmüş olduğu 2014-2015 gelişme döneminde ise 671.3 mm yağış düşmüştür. Uzun yıllar ortalamasına göre yağış %70.7 oranında daha yüksek olmuştur.

Tablo 1. Buğday Gelişme Dönemi Boyunca İklim Parametrelerindeki Değişim

	T_{mak} (°C)	T_{min} (°C)	T_{ort} (°C)	n (saat)	Yağış (mm)	RH (%)	U_{10}
Eylül 2014	25.7	11.1	18.3	7.2	85.4	56.5	1.1
Ekim 2014	20.2	5.3	11.7	5.8	54.4	68.8	1.0
Kasım 2014	12.1	0.2	5.4	4.1	33.6	68.9	0.9
Aralık 2014	10.6	0.3	4.8	2.9	39.5	77.0	1.1
Ocak 2015	4.9	-4.8	-0.9	2.5	46.8	78.6	0.9
Şubat 2015	8.7	-2.6	2.3	3.5	72.7	70.9	1.2
Mart 2015	12.5	0.9	6.0	4.2	122.3	69.4	1.4
Nisan 2015	15.4	2.7	8.7	6.3	60.1	59.6	1.7
Mayıs 2015	22.9	7.8	15.3	8.4	57.2	59.7	1.3
Haziran 2015	25.5	10.7	18.0	8.5	98.8	66.9	1.2
Temmuz 2015	31.0	12.9	22.1	11.4	0.5	48.2	1.1
Toplam					671.3		

T_{mak}, T_{min} ve T_{ort}: En yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık (°C), n: Güneşlenme süresi; RH: Bağıl nem; U_{10}: 10 m yükseklikteki rüzgâr hızı

Tablo 2. Nisan Ayı İklim Parametrelerindeki Günlük Değişim

GÜN	T_{mak} (°C)	T_{min} (°C)	T_{ort} (°C)	n (saat)	Yağış (mm)	RH (%)	U_{10} ($m.s^{-1}$)
1	17.2	2.1	9.5	4.5	4.0	66.7	1.2
2	17.1	2.9	9.2	7.6	---	64.7	2.6
3	12.6	2.5	7.8	6.4	2.9	62.2	2.1
4	8.5	4.9	3.8	3.9	4.4	61.4	2.1
5	17.4	-4.7	7.5	2.0	0.2	52.8	1.1
6	18.5	2.8	12.1	9.5	---	48.7	1.6
7	20.7	8.9	11.7	9.5	---	55.7	1.9
8	15.0	2.5	10.1	6.5	0.0	71.0	1.9
9	16.8	9.0	11.6	4.1	3.9	55.0	6.3
10	6.4	2.5	2.4	4.9	2.7	81.0	1.4
11	3.8	-1.1	1.8	0.2	8.6	70.0	1.3
12	6.0	1.1	3.4	0.0	4.5	74.0	1.1
13	6.0	1.5	3.0	0.0	0.3	75.0	1.2
14	14.3	-2.9	6.2	0.0	0.0	59.0	0.9
15	16.6	-1.3	8.1	8.1	---	58.0	1.0
16	17.9	2.2	10.0	6.4	0.0	57.4	1.1
17	20.9	1.6	12.4	10.4	---	50.4	1.3
18	23.0	4.0	14.0	11.2	---	49.2	1.6

19	23.4	6.2	16.6	9.6	---	36.6	2.8
20	14.7	7.4	9.3	12.5	7.6	81.1	1.4
21	13.1	5.6	8.1	12.0	13.5	60.9	1.7
22	9.4	2.7	4.8	2.3	0.6	69.5	1.8
23	2.9	0.2	1.5	2.3	3.5	84.2	1.2
24	10.5	-1.4	4.5	0.0	3.4	56.7	1.7
25	18.8	-2.4	9.8	8.0	---	48.5	1.0
26	19.4	3.5	11.3	11.1	---	49.5	1.2
27	20.1	3.5	12.7	6.5	---	48.1	1.1
28	23.2	3.1	14.8	10.3	0.0	48.2	0.9
29	25.6	9.3	17.2	11.0	---	42.9	2.4
30	21.2	6.1	14.2	7.2	---	49.5	1.7

T_{mak}, T_{min} ve T_{ort}: En yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık (°C), n: Güneşlenme süresi; RH: Bağıl nem; U_{10}: 10 m yükseklikteki rüzgâr hızı

Yazlık buğdayın gelişme dönemi 100-130 gün arasında değişim göstermesine karşın kışlık buğday 180-250 gün arasında bir döneme ihtiyaç duyar. Yöreye uygun buğday çeşidi seçiminde gün uzunluğu ve sıcaklık faktörleri anahtar faktörlerdir. Buğdayın soğuklanma gereksinimi, kışa dayanımı ve gün uzunluğuna duyarlılığına göre buğday çeşitleri yazlık veya kışlık olarak gruplandırılabilirler. Uzun günlerde normal başaklanmanın gerçekleşmesi için kışlık buğdaylar soğuk bir döneme veya soğuklanmaya (vernalizasyon) ihtiyaç duyarlar. Gelişme dönemi başlarında kışlık buğdaylar -20°C sıcaklarına kadar dona karşı kuvvetli bir direnç sergilerler. Bu don direnci baharda aktif gelişme döneminde kaybolur. Başak gelişimi ve çiçeklenme esnasında görülen don, başakların kısırlaşmasına yol açar. Bu nedenle bazı zamanlar kış donlarından ziyade bahar donları kışlık buğdaya daha zararlı olur (Doorenbos and Kassam, 1986). İşte Nisan ayı sonlarında görülen bu donlar deneme bitkisi olan Eksperia çeşidi buğdaya zarar vermiş ve verimde önemli kayıplara yol açmıştır.

Toprak Nemi

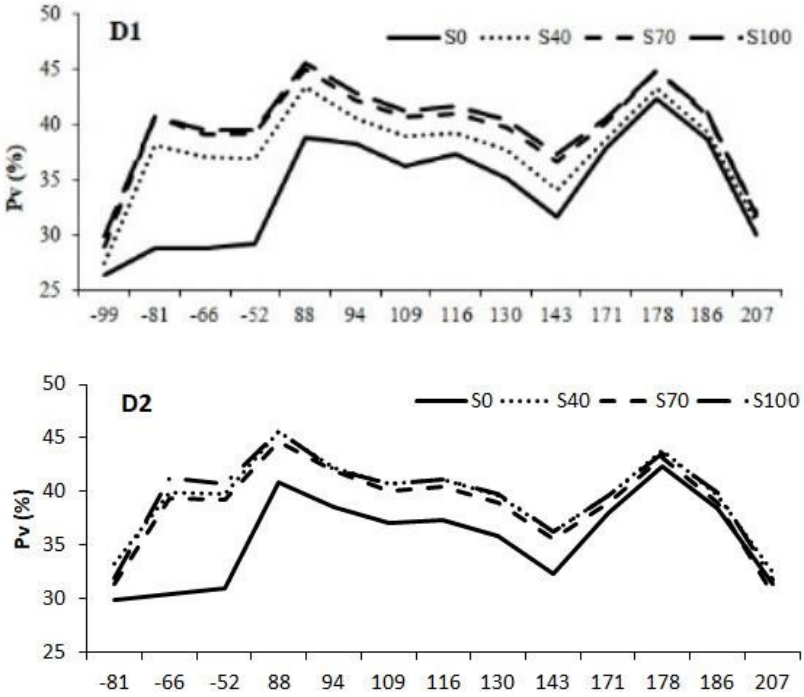
Güzün iki farklı tarihte ekim yapılan buğday bitkisinin 100 cm kök derinliği boyunca ekimden hasada kadar yapılan nem ölçüm sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir.

Her iki grafikten de gözlenebileceği gibi ekim sulamaları sonucu toprak nemi sulanmayan konuya göre daha yüksek bir seyir izlemiştir. İlk ekimde en yüksek nem 70 cm ve 100 cm kök derinliği dikkate alınarak yapılan sulama uygulamalarında gözlenirken daha sonra 40 cm konusu ve en az nem sulanmayan 0 cm konusunda gözlemlenmektedir. İkinci ekimde ise en yüksek toprak nemi 40, 70 ve 100 cm kök derinliği dikkate alınarak yapılan sulama konularında gözlenirken en az toprak nemi ekimde sulanmayan 0 cm konusunda gözlemlenmektedir. Tüm konularda toprak nemi kış yağışları sonucu 29 mart (yılın 88. günü) tarihine kadar artış göstermiş ve sonrasında uyku döneminden çıkan buğdayın gelişimine paralel şekilde toprak nemi 23 mayıs (143. gün) tarihine kadar azalmıştır. Mayıs ve haziran aylarında yapılan sulama ve yağışlar nedeni ile toprak nemi tüm konularda tekrardan yükselmiş ve haziran sonlarından hasada kadar düşüş göstermiştir. 2015 yılı mayıs ve haziran aylarında yağışların ortalamanın üstünde seyretmesi nedeni ile S_0 konusunda kök bölgesi ortalama nemi artış göstererek diğer sulama konularına yaklaşmıştır.

Buğdayın kış uyku dönemi sonrası mayıs ayı son haftalarına kadar giderek toprak neminde gözlenen azalma dikkat çekicidir. Özellikle ilkbaharda bitkinin sapa kalkma ve çiçeklenme dönemini içine alan bu dönemde yaşanacak su stresi bitki verimini olumsuz yönde etkileyecektir. İşte ekim sulamaları sonucu bu dönem sonundaki toprak nemi, sonbahar ekiminde sulanmayan S_0 konusuna göre sulanan konularda D_1 için %2.5-5.6 ve D_2 için %3.2-3.9 daha yüksek bulunmuştur.

Bitki boyu, kardeşlenme ve kuru biyokütle

Her bir parselde 10 farkı bitkiden boy ölçümleri alınmıştır. Hasat bitki boyu 59.9 cm ile 80.3 cm arasında değişim göstermiştir. Eksperia çeşidi buğdayın ortalama boyu 74 cm belirlenmiştir. Bitki boyundaki varyasyon üzerine farklı ekim sulamaları ve farklı ekim tarihlerinin etkisi önemli bulunmamıştır. 23 Eylül 2014 tarihinde yapılan ilk ekim için bitki boyu 74 cm ve 10 Ekim 2014 tarihinde yapılan ikinci ekim için bitki boyu 73.8 cm olarak belirlenmiştir. Farklı derinlikte yapılan ekim sulamalarına göre ortalama bitki boyu S_0, S_{40}, S_{70} ve S_{100} konuları için sırasıyla 72.9 cm, 77.1 cm, 74.4 cm ve 71.3 cm olarak saptanmıştır.



Şekil 1. Farklı ekim tarihlerinde ekim sonrası farklı sulama uygulamalarında buğday gelişme dönemi boyunca 1 m toprak derinliği için nem değişimi (-99: 23.09.2014; -81: 11.10.2014; -66: 26.10.2014; -52: 9.11.2014 ve 207: 26.7.2015)

Tablo 3. Eksperia çeşidi buğdayın boyu, kardeşlenmesi ve kuru biyo kütlesi üzerine farklı ekim tarihlerinin ve farklı ekim sonrası sulamaların etkisi

	Hasat bitki boyu (cm)				
	S_0	S_{40}	S_{70}	S_{100}	Ortalama
D_1	73.6	78.7	76.0	67.6	74.0
D_2	72.2	75.5	72.7	75.0	73.8
Ortalama	72.9	77.1	74.4	71.3	73.9
	Kardeş sayısı (adet)				
D_1	3.07 bc	3.00 bc	3.23 b	3.00 bc	3.08
D_2	4.57 a	3.40 b	2.53 c	3.07 bc	3.39
Ortalama	3.82 a	3.20 ab	2.88 b	3.04 b	3.24
	Bitki kuru biyokütle verimi (kg.ha^{-1})				
D_1	9817	13523	13465	9769	11644
D_2	15173	13479	10874	11348	12719
Ortalama	12495	13501	12170	10559	12181
	Hasat indeksi				
D_1	0.171	0.155	0.190	0.352	0.208
D_2	0.185	0.221	0.205	0.237	0.210
Ortalama	0.179 b	0.188 b	0.196 b	0.294 a	0.209

Denemede kardeş sayısı ortalama 3.24 adet belirlenmiş olup 1.8 ile 5.0 adet arasında değişim göstermiştir. Kardeş sayısına farklı ekim sulamalarının etkisi

önemli bulunmuştur. Farklı ekim tarihlerinin etkisi önemli bulunmamasına karşılık ekim tarihleri ile farklı ekim sulamaları etkileşiminin etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 3).

En fazla kardeş sayısı D_1 için S_{70} konusunda ve D_2 için ise S_0 konusunda gözlenirken en az kardeş sayısı D_1 için S_0, S_{40} ve S_{100} konularında ve D_2 için S_{70} ve S_{100} konularında gözlenmiştir (Tablo 3).

S_0 konusunda ortalama 3.82 adet en fazla sayıda kardeşlenme gözlenirken sulamalar sonucunda kardeş sayısı azalmıştır. Önemli derecede yağışlı geçen 2014-2015 yılında yağışların etkisi ile toprak profilindeki azotun alt katmanlara inmesinden dolayı bitki kardeşlenme sayısının azalmış olacağı söylenebilir.

Buğday toprak üstü aksamı hasatta tartılmış ve hava kuru biyokütle verimi elde edilmiştir. Biyokütle verimi 6204 ile 19259 kg.ha^{-1} arasında değişim göstermiş olup ortalama 12181 kg.ha^{-1} biyokütle verimi elde edilmiştir (Tablo 3). Biyokütle verimindeki büyük varyasyona rağmen konular arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Ortalama olarak D_1 için 11644 kg.ha^{-1} ve D_2 için 12719 kg.ha^{-1} biyokütle verimi elde edilirken S_0, S_{40}, S_{70} ve S_{100} sulama konularından sırasıyla 12495, 13501, 12170 ve 10559 kg.ha^{-1} ortalama biyokütle elde edilmiştir

Tablo 4. Farklı ekim sulamaları ve buğday ekim tarihine göre başak özellikleri

	Başak boyu (cm)				
	S_0	S_{40}	S_{70}	S_{100}	Ortalama
D_1	8.34 a	8.09 ab	8.13 ab	6.80 c	7.84
D_2	7.90 ab	7.78 b	7.33 bc	7.66 b	7.67
Ortalama	8.12 a	7.93 a	7.73 ab	7.23 b	7.75
	Başak tane sayısı (adet)				
D_1	384	390	416	338	379
D_2	382	398	390	349	379
Ortalama	383 ab	394 a	403 a	344 b	379
	Başak tane verimi (g)				
D_1	12.8 b	13.1 b	15.3 a	10.7 c	13.0
D_2	11.9 bc	13.7 ab	11.8 bc	12.0 bc	12.4
Ortalama	12.4 ab	13.4 a	13.6 a	11.3 b	12.7
	Başak sayısı (adet/1m)				
D_1	119.7	165.3	136.3	104.3	131.4
D_2	161.3	143.0	123.3	164.7	148.1
Ortalama	140.5	154.2	129.8	134.5	139.8

İlk ekim tarihi: 23.9.2014; İkinci ekim: 11.10.2014

Başak özellikleri

Başak boyu ortalama 6.80-8.34 cm arasında değişim göstermiş ve ortalama 7.75 cm saptanmıştır. Ekim sulamaları ve ekim sulaması ile ekim tarihi etkileşimi, başak boyu üzerinde önemli derece farklılığa neden olmuştur. Farklı ekim tarihleri başak boyunu önemli derecede etkilememiştir. En uzun başaklar S_0 konusunda (8.12 cm) ve S_{40} konusunda (7.93 cm) belirlenirken, en kısa başak boyu S_{100} konusunda (7.23 cm) belirlenmiştir. Ekim sonrası yüksek oranda yapılan sulamalar sonucu başak boyu küçülmüş ve uygulanan su miktarı artarken başak boyu da buna paralel şekilde kısalmıştır (Tablo 4). D_1 ekim tarihi için en uzun başaklar I_0 ve en kısa I_{100} konusundan, D_2 ekim tarihi için ise en uzun S_0 ve en kısa ekim sonrası sulama yapılan tüm konulardan elde edilmiştir.

Her bir başaktan elde edilen tane sayıları 307-432 adet arasında değişmiş ve ortalama her başaktan 379 adet buğday tohumu elde edilmiştir. Başaklardaki tane sayısı üzerine ekim sonrası yapılan farklı sulama uygulamaları önemli derecede etkili olmuştur (Tablo 4). Bir başaktan en az sayıda tohum S_{100} konusundan alınırken en fazla tohum S_{40} ve S_{70} konusundan alınmıştır.

Başaklardan ortalama 10.7 ile 15.3 g arasında değişen tane verimi elde edilmiştir. Denemede bir başağın ortalama tane verimi 12.7 g saptanmıştır (Tablo 4). Ekim sonrası

sulamalar başak tane verimini önemli şekilde etkilenmiştir. Farklı tarihlerde yapılan ekimden önemli derecede etkilenmemesine karşılık ekim sonrası sulama miktarları ile ekim tarihi etkileşiminin etkisi de başak tane verimini etkilemiştir (Tablo 4). En yüksek başak tane verimi S_{40} ve S_{70} konularından elde edilmiştir (13.4 ve 13.6 g). S_{100} konusundan 11.3 g ile en düşük ve S_0 konusundan 12.4 g alınmıştır. Ekim yapıldıktan sonra 2014 güzünde ve sonrasındaki dönemde ortalamanın %70.7 kadar üstünde yağış düşmüştür. S_{100} konularında kök bölgesinin büyük bir kısmının tarla kapasitesi düzeylerinde olması ve yağışla gelen nemin topraktaki bazı besin maddelerini daha aşağılara indirmesinin böyle bir sonuca neden olduğu söylenebilir. D_1 konusunda en yüksek başak tane verimi S_{70} konusundan elde edilirken en düşük S_{100} konusundan elde edilmiştir. D_2 konusunda ise en yüksek başak tane verimi S_{40} konusundan alınmıştır. Diğer konular arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır. Her iki ekim tarihi dikkate alındığında en yüksek başak tane verimi birinci ekimde S_{70} konusundan sonra S_{40} ve S_0 konularında gözlenmektedir.

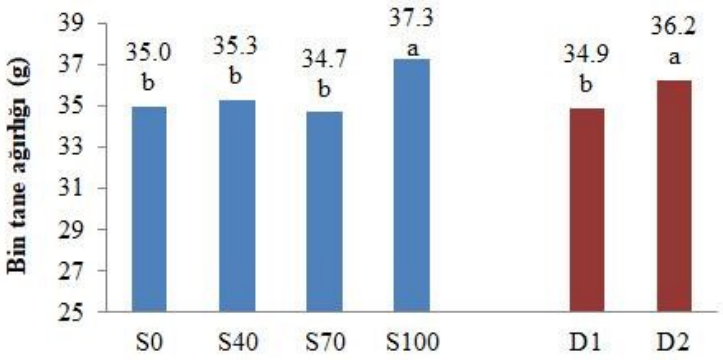
Denemede 1 m sıra uzunluğunda bulunan bitkilerdeki başak adedi sayılmıştır. Buna göre 1 m sırada ortalama başak sayısı 104-165 adet arasında ortalama 140 adet saptanmıştır (Tablo 4). Başak sayısındaki değişim üzerine farklı ekim tarihleri ve ekim sonrası sulamaların etkisi önemli bulunmamıştır.

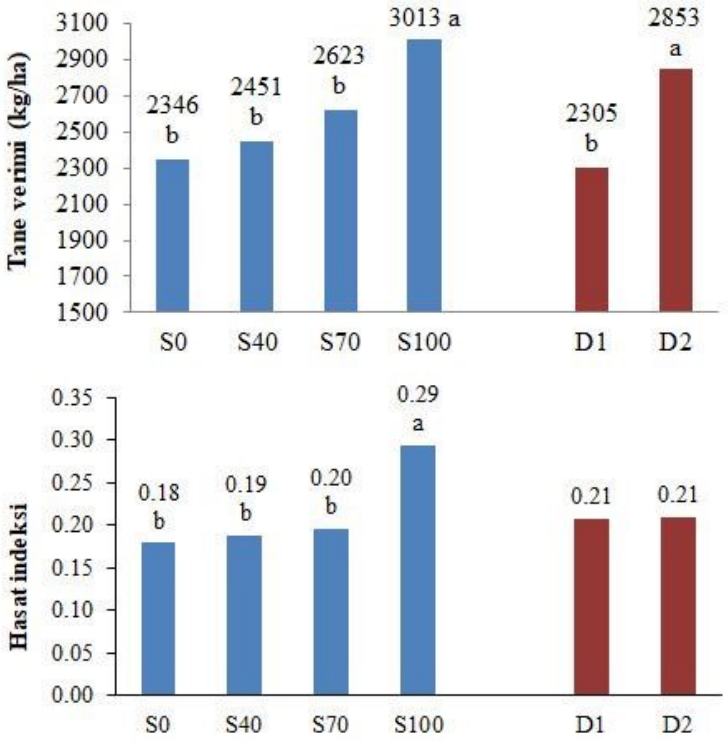
Bin tane ağırlığı, tane verimi, hasat indeksi ve protein oranı

Denemede ortalama bin tane ağırlığı 34.1 ile 38.1 g arasında ortalama 35.6 g saptanmıştır. Bin tane ağırlığı üzerine ekim tarihleri ve ekim sonrası sulama miktarları önemli derecede etkili olmuştur (Şekil 2).

Şekil 2'den de görülebileceği gibi ekim sonrası sulamaları sonucu en yüksek bin tane ağırlığı S_{100} konularından 37.3 g elde edilirken en düşük bin tane ağırlıkları S_0, S_{40} ve S_{70} konularından sırasıyla 35.0, 35.3 ve 34.7 g elde edilmiştir. Bin tane ağırlığının başaktaki tane sayısıyla ters şekilde değiştiği bu sonuçlardan anlaşılmaktadır. Başaklarda en fazla tane bulunan S_0, S_{40} ve S_{70} konularında bin tane ağırlığı daha düşük iken en az sayıda tane bulunan S_{100} konusunda ise artmıştır. Ekim tarihlerine göre en yüksek bin tane ağırlığı D_2 konusundan 36.2 g ve en düşük ise D_1 konusundan 34.9 g elde edilmiştir (Şekil 2).

Denemede ortalama tane verimi 2591 kg.ha^{-1} ve ortalama olarak tane verimi 1989-3126 kg.ha^{-1} arasında değişim göstermiştir. Tane verimindeki bu değişime ekim tarihleri ve farklı ekim sonrası sulamaların etkisi önemli bulunmuştur (Şekil 3). Sulu tarım şartlarında ortalama 1 hektardan 2591 kg tohum verimi oldukça düşüktür. Bitki başak çıkışına yakın tarihlerde Nisan sonlarında görülen donlar tohum veriminin olumsuz şekilde etkilemiş ve deneme alanı etrafındaki tarım alanlarında buğday rekoltesinde önemli düşüşlere yol açmıştır. Sulama konuları dikkate alındığında en yüksek tane verimi S_{100} konusundan ortalama 2985 kg.ha^{-1} elde edilmiştir. S_0 konusuna göre (2346 kg.ha^{-1}) buğday veriminde artan sulamaya bağlı olarak artışlar söz konusu olmasına karşılık S_0, S_{40} ve S_{70} konuları aynı grupta yer almıştır (Şekil 3).





Şekil 2. Buğday bin tane ağırlığı, buğday verimi ve hasat indeksi üzerine farklı ekim sulamaları ve ekim tarihlerinin etkisi

Figure 2. Different post-harvest irrigations and sowing dates on wheat one thousand weight, yield and harvest index

Başak boyu, başak tane sayısı ve başak tane verimi daha düşük olmasına karşın S_{100} konusunda hem bin tane ağırlığının hem de hasat indeksinin yüksek olması nedeniyle buğday verimi yüksek çıkmıştır. Ekim tarihleri dikkate alındığında ise Ekim ayının 10.günü yapılan ekim konusundan elde edilen 2853 $kg.ha^{-1}$ buğday verimi Eylül ayının 23.günü yapılan ekim konusundan alınan 2350 $kg.ha^{-1}$ buğday veriminden daha yüksek bulunmuştur. D_1 konusu erken ekildiği için fizyolojik gelişme olarak D_2 konusunun sürekli önünde yer almış ve Nisan sonlarında görülen donlardan daha fazla zarar görerek daha fazla verim kaybetmiş olabilir.

Hasat İndeksi

Ortalama 0.21 olan hasat indeksi denemede ortalama 0.16 ile 0.35 arasında değişim göstermiştir. Hasat indeksinde oluşan bu değişim üzerine farklı ekim sulamalarının etkisi önemli bulunmuştur (Şekil 2). En yüksek hasat indeksi S_{100} konusunda 0.29 ve en düşük S_0, S_{40} ve S_{70} konularında sırasıyla 0.18, 0.19 ve 0.20 saptanmıştır. Ekim tarihlerinin hasat indeksine etkisi önemli bulunmamıştır. Nisan ayı sonlarında görülen donlar nedeniyle hasat indeksi oldukça düşük çıkmıştır.

Protein Oranı

Denemede ortalama protein oranı %8.6-10.5 arasında değişmiş olup deneme ortalaması %9.6 şeklinde saptanmıştır. Protein oranı üzerine farklı dönemlerde gerçekleştirilen ekimin ve ekimde uygulanan farklı sulamaların etkisi önemli bulunmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Farklı ekim tarihleri ve ekim sonrası farklı sulama uygulamalarının etkisinin Kayseri şartlarında araştırıldığı bu çalışmada tüm gelişme dönemi boyunca bitki kök bölgesi nemi ekimden sonra sulama yapılmayan konudan daha yüksek bulunmuştur.

Ekim sonrası 100 cm toprak derinliği dikkate alınarak yapılan sulamalar soncunda bin tane ağırlığı, hasat indeksi ve buğday verimi artmıştır.

Kış uyku dönemini atlatan buğdayın giderek don direncinin azalması ve Nisan sonlarında hemen bitki başakları çıkışı öncesinde görülen geç donlar buğday verimini önemli oranda düşürmüştür. Eylül sonlarında yapılan ekime göre Ekim ayının 2.haftasında yapılan ekim konusunda bitki fizyolojik olarak daha geride olduğu için söz konusu Nisan geç donlarından daha az etkilenmiş ve 2.ekim tarihinde daha yüksek verim sağlanmıştır. Bu bölgede ilkbahar geç donlarına karşı daha toleranslı çeşitlerin kullanılması ve ekim ayı öncesinde tohum ekiminden kaçınılması yararlı olacaktır.

Teşekkür

Bu araştırma, Erciyes Üniversitesi BAP Birimi tarafından desteklenen FYL-2015-5738 nolu proje sonuçlarına dayanmaktadır. Yardımları ve özverili çalışmaları nedeniyle tüm BAP personelini teşekkürü borç biliriz.

Kaynaklar

Anonymous 2014. http://www.tasaco.com/Tohum.aspx?cesit=31

Day A.D, Intalap S., 1970. Some Effects of Soil Moisture on the Growth of Wheat. Agronomy Journal, 62: 27-29.

Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1986. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome.

Fischer R.A., Wood J.T., 1979. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. III. Yield Associations with Morpho physiological Traits. Australian Journal of Agricultural Research, 30: 1001-1020.

Giunta F., Motzo R., Deidda M., 1995. Effects of Drought on Leaf Area Development, Biomass Production and Nitrogen Uptake of Durum Wheat Grown in a Mediterranean Environment. Australian Journal of Agricultural Research, 46: 99-111.

Gooding, M. J., Ellis R. H., Shewry P. R., Schofield J. D., 2003. Effects of Restricted Water Availability and Increased Temperature on the Grain Filling, Drying and Quality of Winter Wheat. Journal Of Cereal Science 3: 295-309.

Harrell D.M., Wilhelm W.W., Mc Master G.S., 1993. Scales: A Computer Program to Convert Among Three Development Stage Scales for Wheat. Agronomy Journal, 85: 758-763.

Howell T.A., Cuenca R.H., Solomon K.H.,1992. Crop Yield Response in: Management of Farm Irrigation Systems, Hoffman G.J., Howell T.A., Solomon K.H., (eds.), American Society of Agricultural Engineers, 90-122 pp.

Hochman, Z.V.I. 1982. Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment. Field Crops Res., 5: 55-67.

Li, Z-Z., Li, W-D., Li, W-L., 2004. Dry-period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi-arid regions. Agricultural Water Management, 65: 133-143.

Moustafa, M.A., Boersma, L. & Kronstad, W.E. 1996. Response of four spring wheat cultivers to drought stress. Crop Sci., 36: 982-986.

Oosterhuis, D.M. & Cartwright, P.M. 1983. Spike differentiation and floret survival in semi dwarf spring wheat as affected by water stress and photo-period. Crop Sci., 23:711-716.

James L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley & SonsInc., Singapore, 512 pp.

Mian, M.A.R., Nafziger, E.D. 1994 Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. Crop Sci., 34: 169-171.

Peterson, C.M., Klepper, B., Pumphrey, F.B., Rickman, R.W. 1984. Restricted rooting decreases tillering and growth of winter wheat. Agron. J., 76: 861-863.

Rickman, R.W., Klepper, B.L., Peterson, C.M. 1983. Time distribution for describing appearance of specific

culms of winter wheat. Agron. J., 75 : 551-556

Robertson M.J., Giunta M.J., 1994. Responses of Spring Wheat Exposed to Pre-anthesis Water Stress. Australian Journal of Agricultural Research, 45: 19-35.

Shah N.H., Paulsen G.M., 2003. Interaction of drought and high temrature on photosynthesis and grain-filling of wheat. Plant and Soil 257: 219-226.

Steduto P., Alvino A., Magliulo V., Sisto L., 1986. Analysis of the Physiological and Reproductive of Five Wheat Varieties Under Rainfed and Irrigated Conditions in Southern Italy. Drought Resistance in Plants. Meeting Held in Amalfi, 19-23 October, Belgium, 131-149.

Tüik 2014. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001