



Araştırma Makalesi

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
26 (2): (2012) 25-30
ISSN:1309-0550



Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)'da Priming Uygulamalarının Kurak ve Normal Ortam Koşullarında Büyüme Parametreleri İle Bağlı Su İçeriği Değerleri Üzerine Etkileri¹

Elif ÖZDEMİR^{2,3}, Bayram SADE², Süleyman SOYLU², Emine ATALAY²

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 26.03.2012, Kabul Tarihi: 25.05.2012)

Özet

Araştırma priming uygulamalarının kurak ve normal koşullarda ekmeklik buğdayda büyüme parametreleri ile bağlı su içeriği değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla kontrollü iklim odasında ve bitki fizyolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme "tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine" göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede faktör olarak iki çeşit (Altay 2000, Kırış 66), iki ortam (kurak ve normal), beş uygulama (kontrol, saf su, %2 KCl, %0,5 KH₂PO₄, %0,1 NaCl) ve iki örneklem zamanı (çıkıştan sonra 7. ve 14. günler) ele alınmıştır. Çözümlerde on iki saat süreyle bekletilmiş tohumlar, çözeltiye aktarılmadan önceki nem içeriklerine dönüncüye kadar oda koşullarında kurutulduktan sonra kurak ve normal ortam saksularına ekilmişlerdir. Fidelerde çıkıştan sonraki yedi ve on dördüncü günlerde büyüme parametreleri (yaş ağırlık, kuru ağırlık, fide uzunluğu) ve bağlı su içeriği değerleri belirlenmiştir. Normal ortamda gelişen bitkilerdeki büyüme parametreleri kurak ortamda gelişen bitkilerden daha yüksek olmuştur. Araştırmada en yüksek yaş ağırlık 32,4083 mg ile KH₂PO₄ uygulamasından elde edilirken, benzer şekilde en yüksek kuru ağırlık (9,6206 mg) ve fide uzunluğu değerlerine de (10, 3793 cm) yine aynı uygulamada ulaşılmıştır. Elde edilen bulgulara göre tohuma yapılan ön uygulamaların kurak koşullarda kuraklık etkilerinin azaltılmasında kullanılabilir alternatif yaklaşımlardan olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik buğday, kuraklık, priming, büyüme parametreleri, bağlı su içeriği

Effects of Seed Priming on Growth Parameters and Relative Water Content of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) at Drought and Normal Conditions

Abstract

The study was conducted to determine effects of seed priming to growth parameters and relative water content at drought and normal conditions on bread wheat at controlled climate chamber and physiology laboratory. Effects of seed priming on growth parameters and relative water content measured using "randomized plot design with three replications", two bread wheat cultivars (Altay 2000, Kırış 66), two conditions (drought and normal) five treatments (control, distilled water, 2% KCl, 0,5% KH₂PO₄, 0,1% NaCl) and two sampling times (7 th and 14 th days after emergence) were factors. Seeds were soaked for twelve hours, than dried till back to untreated moisture level at room conditions, sowed normal and drought condition pots. Seventh and fourteenth days after emergence, growing parameters (fresh and dry weight, seedling height) and relative water content were determined. Growth parameters and relative water content values of seedlings at normal conditions higher than drought. At the research highest fresh weight was determined at KH₂PO₄ treatment (32,4083 mg), similar results were determined dry weight (9,6206 mg) and seedling length (10, 3793 cm) at the same treatment also. According to results, priming is an alternative approach can trigger resistance at drought conditions.

Key words: Bread wheat, drought, priming, growth parameters, relative water content

Giriş

Nüfus artışı başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde etkilerini dengesiz beslenme ve açlık olarak göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında ne seviyede olursa olsun insanoğlunun beslenme kaynaklarından genel olarak tahıllar özel olarak ise buğdayın yeri ve önemi tartışılmaz niteliktedir. Söz konusu durum ülkemiz için de geçerlidir. Buğday iyi bir besin hammaddesi oluşu, adaptasyon sınırının genişliği, üretim, taşıma, depolama ve işleme kolaylığı gibi nedenlerden dolayı dünya nüfusunun

yaklaşık %35¹ inin temel besin kaynağı durumundadır. Buğday tanesi yaklaşık %65–75 nişasta, %8–15 protein, %1–5 yağ, %1,5–3 şeker, %1–2 kül, %11–13 su içerir. Buğday tanesinde karbonhidrat, yağ ve proteinin yanında, insan ve hayvan beslenmesinde önemli derecede rol oynayan vitaminler de bulunmaktadır (Aslın, 1986).

Biyotik ve abiyotik stres etmenleri çeşitli bitkilerde önemli ürün kayıplarına neden olmakta, insan ve hayvan beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Optimum koşullarda çeşitli bitkilerden biyotik ve abiyotik

¹Makale Arş. Gör. Elif ÖZDEMİR'in yüksek lisans tezinden üretilmiş olup, tez projesi 110 O 490 nolu TÜBİTAK Hızlı Destek Projesi ve 1110105 nolu BAP projesi ile desteklenmiştir.³

³Sorumlu Yazar: elifyetim@selcuk.edu.tr

tik stres etmenlerinin etkisiyle ortalama ürün kaybı %65 ile %87 arasında değişirken, abiyotik etmenlerin neden olduğu ortalama ürün kaybı %51 ile %82 arasında değişmektedir (Kacar ve ark., 2009).

Buğday tarımının sulanmaksızın yapıldığı alanlarda stres faktörlerinin bertaraf edilmesi son derece önemlidir. Serin iklim tahılları yetiştiriciliğinin yapıldığı ve su kaynaklarının kısıtlı olduğu alanlarda mevcut suyun etkin kullanımına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Priming uygulaması birçok tarım ürünüde farklı amaçlarla kullanılmış, birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamda priming kontrollü bir hidrasyon işlemidir. Priming ile ön çimlendirmedeki metabolik aktivitelerin ilerlemesine izin verilirken kökçük çıkışı önlenir. Araştırmacılar genel olarak priming uygulamasının fide çıkışı üniformite oranı arttırdığını, özellikle stres koşulları altında büyümeyi teşvik ettiğini ancak farklı stres faktörleri altında farklı etkileri olabildiğini gözlemlemişlerdir (Iqbal ve Ashraf, 2005).

Tohuma yapılan ön uygulamalar kuraklığa tolerans mekanizmalarının teşvik edilmesinde son derece etkin olarak kullanılabilir, fizyolojik yaklaşımları da içine alan, pratik, uygulaması kolay ve düşük maliyetli uygulamalardır. Bu çalışma çifçiler tarafından uygulanması kolay, pratik ve getirisi yüksek olan priming uygulamalarının ekmeclik buğday (*Triticum aestivum* L.)' da çimlenme ve ilk gelişme döneminde meydana getirdiği fizyolojik parametrelerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen bulguların çimlenme, çıkış ve verim öğeleri üzerinde önemli pozitif etkileri olan priming uygulamasıyla bitkide meydana gelen metabolik ve fizyolojik reaksiyonların anlaşılmasına, tetikleyici faktörlerin belirlenerek artırılmasına yönelik tedbirlerin alınmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Priming uygulamalarının ekmeclik buğdayda büyüme parametreleri ve bağıl su içeriği değerleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırma S.Ü. Ziraat Fakültesi Kontrollü İklim Odasında ve Fizyoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Denemede ön çalışmalara olumlu tepki veren Altay 2000 çeşidi ile ön çalışmalara olumlu tepki vermeyen Kırac 66 ekmeclik buğday çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Denemeler "tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseni" ne göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme konuları; priming uygulamaları (kontrol, saf su, %2 KCl, %0,5 KH₂PO₄, %0,1 NaCl; Giri ve Schillinger, 2003), çeşitler (Altay 2000 ve Kırac 66), ortamlar (kurak koşullar, normal koşullar) ve örnekleme zamanları (çıkıştan sonraki 7. ve 14. günler) şeklinde ele alınmıştır. Saksı başına 100'er tohum kullanılmış, uygulamalar 24°C' de oda koşullarında 12 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Giri ve Schillinger, 2003).

Tohumlar her priming etkeni ve çeşit için geçirgen bez torbalara aktarılmış, torbalar tohumları askıda tutacak şekilde hazırlanmış priming çözeltilerine daldırılmıştır. Çözeltilerde bekletilen tohumlar, önce çeşme suyuyla solüsyonlardan arındırılmış, ardından saf sudan geçirilmiştir. Ön uygulama yapılmış tohumlar, işleme tabi tutulmadan önceki nem içeriklerine (%13) ulaşmaya kadar, ortalama 48 saat, oda koşullarında belli aralıklarla karıştırılarak kurutulmuştur (Giri ve Schillinger, 2003). Her bir saksıya ait tohumlar fungusit (Thiram, %80 WP, 300g/100 kg) ile ilaçlanarak ekime hazır hale getirilmiştir. Ardından tohumlar 48 saat süreyle 390 ml saf su ile sature olmuş 5 cm kalınlığındaki toprak katmanının bir cm derinliğine elle ekilmiş, saksılara ekim derinliği 4 cm olacak şekilde 3 cm kuru toprak ilave edilmiştir. Kurak koşullardaki saksılara deneme süresince herhangi bir sulama işlemi uygulanmazken, normal koşullardaki saksılara birer gün ara ile 75'er ml su verilmiştir.

Büyüme parametrelerinin belirlenmesi için priming uygulanmış gruplardaki her bir saksıdan çıkıştan sonraki 7. ve 14. günlerde 2' şer adet bitki örneği alınmış, fide uzunluğu belirlenip, yaş ağırlıkları tartılıp ortalamaları alınarak kaydedilmiştir. Örnekler etüve 70°C de 72 saat kurutulduktan sonra ortalama kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Priming uygulanmış gruplardaki her bir saksıdan çıkıştan sonraki 7. ve 14. günlerde her tekerrürdeki bitkilerden 2' şer örnek alınmış, yaş ağırlıkları tartılarak kaydedilmiş, elde edilen verilerle bağıl su içeriği değerleri aşağıdaki formüle uygulanarak hesaplanmıştır (Şeflek, 2010).

Bağıl Su İçeriği = (Yaş ağırlık-Kuru ağırlık/Turgorlu ağırlık-Kuru ağırlık) x 100

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Büyüme Parametreleri

Yaş ağırlık

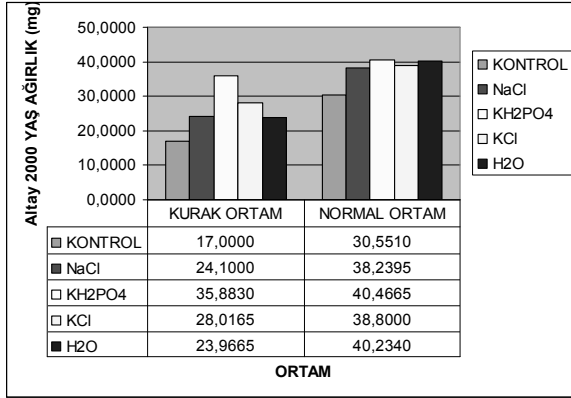
Araştırmada yaş ağırlık değerleri üzerine çeşit, ortam, örnekleme zamanı, uygulama faktörleri ile çeşit x ortam x uygulama interaksyonunun önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 1, Şekil 2).

Araştırmada yaş ağırlık ilk örnekleme tarihine göre 2. örnekleme tarihinde %31 oranında yükselmiştir (sırasıyla 24,6370 mg; 32,1520 mg). Bu artışın bitkilerin daha uzun süre fotosentez yapmalarından kaynaklandığı düşünülmüştür (Sade, 2000).

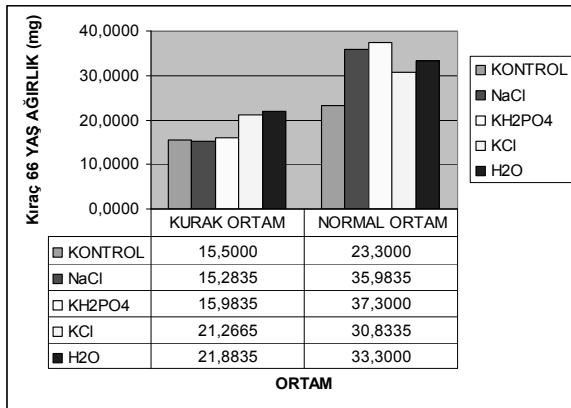
Araştırmada bitkide yaş ağırlık üzerine çeşit x ortam x uygulama interaksyonu önemli etki sağlamış olup, Altay 2000 x normal ortam x KH₂PO₄, Altay 2000 x normal ortam x H₂O, Altay 2000 x normal ortam x KCl, Kırac 66 çeşidi x normal ortam x KH₂PO₄ interaksyonları ilk sırada yer almıştır. En düşük yaş ağırlık değerleri ise Kırac 66 x kurak ortam x kontrol ve

Kıraç 66 çeşidi x kurak ortam x KH_2PO_4 interaksyonlarından elde edilmiştir.

Araştırmada kontrole göre tohum priming uygulamaları ile yaş ağırlıkta %37 (KCl) ile 50 (KH_2PO_4) arasında değişen oranlarda artış görülmüştür. Nitekim Elkoca (2007) priming uygulamalarının büyüme parametreleri üzerine olumlu etkileri olduğunu bildirmiştir.



Şekil 1. Altay 2000 çeşidine ait yaş ağırlık bakımından ortam x uygulama interaksyonu



Şekil 2. Kıraç 66 çeşidine ait yaş ağırlık bakımından ortam x uygulama interaksyonu

[LSD(çeşit x ortam x uygulama; 0,01) : 10,34]

Yaş ağırlık değerleri çeşit x ortam interaksyonu bakımından incelendiğinde; Altay 2000 çeşidinin kurak ortamda 25,7932 mg olarak ölçülen yaş ağırlık değeri normal ortama göre (37,6582 mg) önemli ölçüde düşmüştür. Benzer şekilde Kıraç 66 çeşidinin kurak ortam yaş ağırlık değerleri (17,9834 mg) de normal ortam değerlerine (32, 1434 mg) göre önemli ölçüde düşük olmuştur. Elde edilen bulgular yaş ağırlık değerleri bakımından Altay 2000 çeşidinin priming uygulamalarına Kıraç 66 çeşidine göre daha iyi tepki verdiğini göstermekte, her iki çeşitte de kurak ortamda yaş

ağırlıktaki azalmalar göze çarpmaktadır. Şenay ve ark., (2005) ekmeklik buğdayda kuraklığa da neden olan yüksek tuzluluğun çimlenme oranı, fide boyu ve kök uzunluğunu azalttığını bildirmiştir. Nitekim Sekmen ve ark., (2005) tuz stresi altındaki domates fidelerinde zamanla artan stres etkinliğinin yaş ağırlıkta azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Nikolaeva ve ark., (2008) da ekmeklik buğdayda kuraklığın ilerleyen dönemlerinde yapraklarda %5,1 ile %6,6 arasında yaş ağırlık kaybının görüldüğünü bildirmişlerdir.

Kuru ağırlık

Araştırmada kuru ağırlık değerleri üzerine çeşit, ortam, örnekleme zamanı, uygulama, çeşit x örnekleme zamanı, ortam x örnekleme zamanı interaksyonlarının önemli olduğu belirlenmiştir.

Ekim öncesi priming uygulamaları yapılan saksılarda belirlenen ortalama kuru madde ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek kuru madde ağırlıklarına 9,6204 mg ve 8,7417 mg ile KH_2PO_4 ve H_2O ile prime edilen tohumların ekildiği saksılarda ulaşılmış olup, söz konusu bitkiler istatistik olarak ilk grubu oluşturmuşlardır.

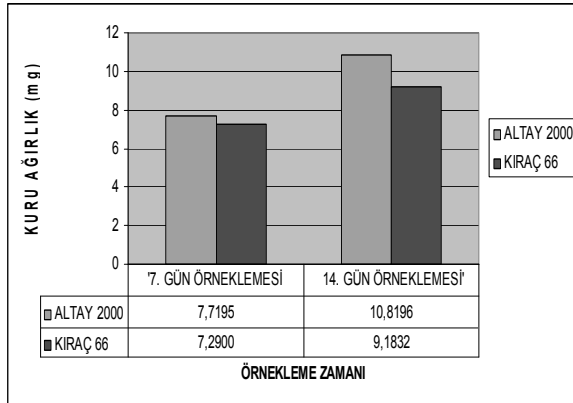
En düşük değere (8,1913 mg) ile hiçbir işlem yapılmayan kontrol grubu saksılarında ulaşılmış olup, NaCl ve KCl uygulamaları da aynı grupta yer almıştır. Bu sonuçlardan KH_2PO_4 ve H_2O ile priming uygulamasının, ilk gelişme dönemi kuru madde üretimini olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Araştırmada bitkide kuru madde ağırlığı üzerine çeşit x örnekleme zamanı interaksyonu önemli etkide bulunmuş olup, Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşitlerinin 14. gün kuru madde değerleri ilk ve ikinci grupta (a ve b) yer alırken (sırasıyla 10,8196 mg; 9, 1832 mg) bu çeşitlerin 7. gün kuru madde değerleri aynı gruba (c) dâhil olmuştur (sırasıyla 7,7195 mg; 7,2900 mg). Bu sonuçlar çeşitler arasındaki kuru madde üretim farklılığının 7. günde oluşmadığını, asıl farklılığın 14. günde oluştuğunu göstermektedir (Şekil 3). Her iki çeşitte de ikinci örnekleme zamanında görülen kuru ağırlık artışı, artan süreye bağlı olarak daha fazla fotosentez yapılmasından kaynaklanabilir.

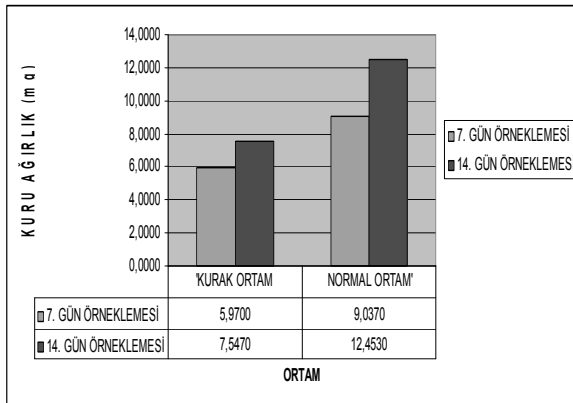
Ortam x örnekleme zamanı interaksyonu da önemli bulunmuş olup, ilk örnekleme zamanına göre ikinci örnekleme zamanındaki kuru madde ağırlık artışı, normal ortamda %38 iken kurak ortamda %26 olmuştur (Şekil 4).

Su stresinin değişik fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlarla ilişkili olarak zaman geçtikçe büyüme ritminde bir azalmaya neden olduğu görülmüştür (Şekil 4). Araştırmada kuraklık stresi altında %37 oranında kuru madde kaybı ortaya çıkmıştır. Bu kaybın hücre bölünmesinin azalması, büyümesinin yavaşlaması, kuraklığa toleransta rol oynayan osmoprotektant proteinlerin sentezinin duraklaması (Kalefetoğlu ve Ekmekçi,

2005), gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. Kuru ağırlık bakımından çeşit x örnekleme zamanı interaksyonu



Şekil 4. Kuru ağırlık bakımından ortam x örnekleme zamanı interaksyonu

[LSD(çeşit x örnekleme zamanı; 0,05) : 0,8205]

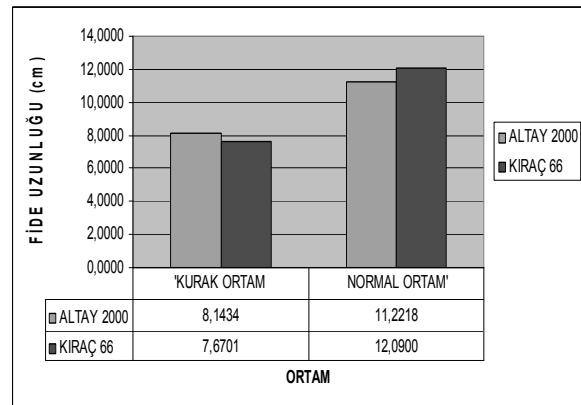
[LSD(ortam x örnekleme zamanı; 0,01) : 1,0880]

Fide uzunluğu

Araştırmada fide uzunluğu değerleri üzerine ortam, örnekleme zamanı, uygulama, çeşit x ortam (Şekil 5), çeşit x uygulama, ortam x uygulama (Şekil 6), çeşit x ortam x uygulama, interaksyonlarının önemli olduğu belirlenmiştir.

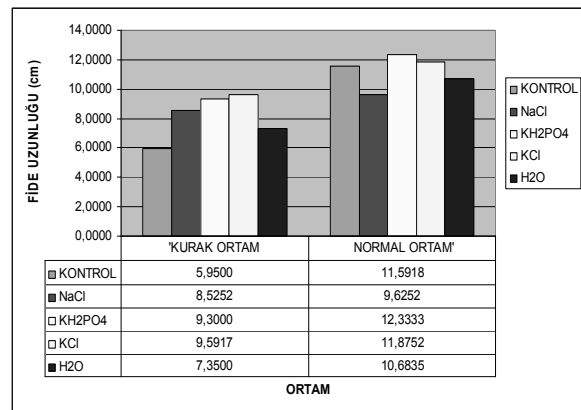
Çeşit x ortam x uygulama interaksyonunda, Altay 2000 çeşidinin normal ortamda en yüksek fide uzunluğu değerine KH_2PO_4 uygulamasından elde edilmiş fidelerde ulaşılmış (12,3333 cm), en düşük fide uzunluğu değeri ise kurak ortam kontrol grubu bitkilerinden (5,9500 cm) elde edilmiştir. Kırış 66 çeşidinde en yüksek fide uzunluğu değerine normal ortam H_2O uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerde ulaşılmış, en düşük fide uzunluğu değerine ise 6,2252 cm ile kurak ortam NaCl uygulamasında ulaşılmış ve

kontrol ile aynı grupta yer almışlardır. Araştırma bulgularına benzer şekilde Köşkeröğlü (2006) da tuz stresinin mısır fidelerinde stres parametreleri ve prolin birikimi üzerine etkileri konulu çalışmasında stres koşullarının artmasıyla birlikte bitki boyu, gövde çapı, gövde ve kök yas ve kuru ağırlığının azaldığını bildirmiştir. Tohuma yapılan priming uygulamaları büyüme proseslerini hızlandırmakta, DNA replikasyonunu artırarak, protein sentezini teşvik etmektedir (Giri ve Schillinger, 2003). Kontrole kıyasla uygulamaya tabi tutulmuş bitkilerde görülen istatistikî farklılık priming uygulamalarının teşvik edici etkileriyle açıklanmaktadır.



Şekil 5. Fide uzunluğu bakımından çeşit x ortam interaksyonu

[LSD(çeşit x ortam; 0,05) : 0,8204]



Şekil 6. Altay 2000 çeşidinde fide uzunluğu bakımından ortam x uygulama interaksyonu

[LSD(ortam x uygulama; 0,01) : 1,720]

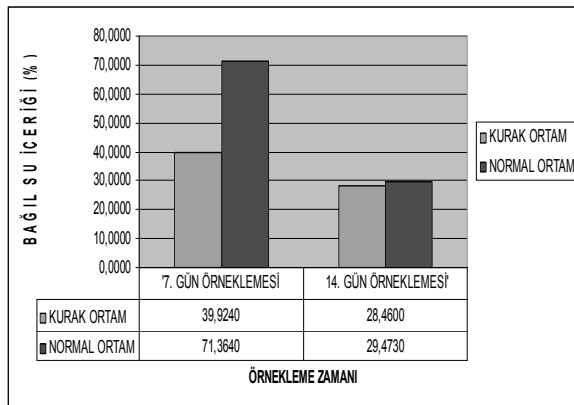
Fide uzunluğu parametresinden elde edilen bulgular örnekleme zamanı bakımından incelendiğinde, 14. gün deki fide uzunluğu değerlerinin (10,8910 cm), 7. gün fide uzunluğu değerlerinden (8,6720 cm) yüksek olduğu görülmekte, bu durum geçen zamanla birlikte

artan fotosentez süresinin büyüme üzerine etkisi ile açıklanmaktadır.

Bağıl Su İçeriği

Araştırmada bağıl su içeriği değerleri üzerine çeşit, ortam, örnekleme zamanı faktörleri ile ortam x örnekleme zamanı (Şekil 7) interaksiyonlarının önemli olduğu belirlenmiştir.

En yüksek bağıl su içeriği değeri %48,1654 değeri ile Altay 2000 çeşidinde belirlenirken, Kıraç 66 çeşidi %36,4335 değeri ile ikinci sırada yer almıştır. Ortam x örnekleme zamanı interaksiyonuna göre, normal ortamda 7. ve 14. gün örnekleme zamanı arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülürken, kurak ortamda farklılık önemli olmamıştır (Şekil 7). Kurak ortamda bu farklılığın önemli çıkmayışi kuraklık stresi etkisinin erken dönemlerde görülmesiyle ilişkilendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına benzer olarak Özpay (2008) çalışmasında kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin normal ortama göre bağıl su içeriğinde azalma gösterdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Çoban (2007) nohut ile ilgili araştırmasında kurak koşullarda bağıl su içeriği miktarının azaldığını bildirmiştir.



Şekil 7. Bağıl su içeriği bakımından ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

[LSD (ortam x örnekleme zamanı; 0,01) : 14]

Priming uygulamalarının Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeçlik buğday çeşitlerinde kurak koşullarda meydana getirdiği tepkiler incelendiğinde ön uygulamaların, bitkide ilk gelişme dönemi yaş ağırlığı, kuru madde ağırlığı ile fide uzunluğu değerlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Araştırmada büyüme parametreleri üzerine priming uygulamalarının yanında yetiştirme ortamı, çeşit ve bunların interaksiyonlarında etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen bulgulara göre buğday fidelelerinde yaş ağırlık, kuru ağırlık ve fide uzunluğu değerleri kurak ortama göre normal ortamda, birinci örnekleme zamanına göre ikinci örnekleme zamanında

önemli artışlar göstermiştir. Çeşitlerin uygulamalara gösterdikleri tepkiler birbirinden farklı olmuş genel anlamda KH_2PO_4 uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen fidelerin büyüme parametrelerinin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular tohuma yapılan ön uygulamaların bitki büyüme parametreleri değerlerinde normal ve kurak ortamlarda kontrole kıyasla önemli ölçüde artış sağlandığını göstermiş, bu uygulamaların strese tolerans mekanizmalarının teşvikinde kullanılabilecek alternatif bir yaklaşım olabileceği teorisini desteklemiştir.

Kaynaklar

- Aslın, H., 1986. Çeşitli *Triticum* (Buğday) türlerinde morfolojik, anatomik ve bazı fizyolojik Özellikler üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yüksek Lisans Tezi.
- Çoban, S., 2007. Nohut genotiplerinde kuraklığa bağlı fizyolojik parametreler ve mineral beslenme üzerine salisilik asidin etkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yüksek Lisans Tezi.
- Elkoca, E., 2007, Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. (38):113–120.
- Giri, G., S., Schillinger, W., F., 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield. *Crop Science*. (43):2135–2141.
- Iqbal, M., Ashraf, M., 2005, Changes in growth, photosynthetic capacity and ionic relations in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) due to pre-sowing seed treatment with polyamines. *Plant Growth Regulation*. (46):19–30.
- Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009. Bitki fizyolojisi. *Nobel Yayın Dağıtım*. 485–531. Ankara.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. (18):723–740.
- Köşkeroğlu, S., 2006. Tuz ve su stresi altındaki mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerinin araştırılması. *Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yüksek Lisans Tezi.
- Nikolaeva, M., K., Maevskaya, S., N., Shugaev, A., G., Bukhov, N., G., 2008. Effect of drought on chlorophyll content and antioxidant enzyme activities in leaves of three wheat cultivars varying in productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*. (57):94–102.
- Özpay, T., 2008. Taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin kuraklık stresine olan tepkilerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yüksek Lisans Tezi.

- Sade, B., 2000. Bitki fizyolojisi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*. Konya. 29–133.
- Sekmen, A., H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H., Türkan, İ., 2005. Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. (42):85–95.
- Şeflek, A., 2010. Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) çeşitlerinin verim, bazı morfolojik, fenolojik ve fizyolojik özelliklerinin tespiti. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yüksek Lisans Tezi.
- Şenay, A., Kaya, M., D., Atak, M., Çiftçi, C., Y., 2005. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 5 sayfa.