

## Su Basması Stresi ve Geri Kazanım Uygulamasının Bazı Taze Fasulye Genotipleri Üzerine Etkileri\*

Çiğdem AYDOĞAN

Ece TURHAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir

**Özet:** Bu çalışmada 15 taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipinin su basması stresine toleransları ve geri kazanım kapasiteleri morfolojik ve fizyolojik açıdan araştırılmıştır. Bitkiler kontrollü sera koşullarında ortalama 30/17°C sıcaklık (gündüz/gece) ve %50 nemde yetiştirilmiştir. Fideler 3-4 yapraklı olduğu dönemde 7 gün süre ile su basması stresine maruz bırakılmış ve sonrasında 7 gün boyunca geri kazanım uygulamasına tabi tutulmuştur. Su basması uygulamasının sonunda genotiplere ait yaprak ve kök yaş-kuru ağırlıkları ile toplam klorofil miktarının önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Su basması uygulamalarına oranla geri kazanım uygulamalarının yaprak yaş-kuru ağırlığı ile toplam klorofil miktarında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte geri kazanım uygulamalarının kök yaş-kuru ağırlığına, olgun yaprakların yaprak alanına olan etkisi genotiplere göre farklılık göstermiştir. Su basması uygulaması sonunda bütün genotiplerin iyon sızıntısı (%) oranlarında artış belirlenmiştir ve bu oranların geri kazanım uygulamaları sonucu elde edilen oranlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Şeker Fasulye genotipinin göreceli olarak toleran, Y1 genotipinin ise nispeten hassas olduğu ortaya konulmuştur. İncelenen tüm parametreler dikkate alındığında fasulye genotiplerinin su basması stresine toleranslarının ve geri kazanım kabiliyetlerinin kök ve yaprak bölgesine göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Taze fasulye, *Phaseolus vulgaris* L., su basması stresi, geri kazanım kapasitesi, toplam klorofil, iyon sızıntısı

## The Effects of Waterlogging Stress and Recovery Treatment on Some Common Bean Genotypes

**Abstract:** Tolerance and recovery ability of green bean genotypes to waterlogging stress were investigated in terms of morphological and physiological in 15 genotypes. Plants were grown under controlled green house conditions at 30/17°C temperature (day/night) and 50 % relative humidity. When the plants have developed 3-4 true leaves seedlings were exposed to waterlogging stress for 7 days and then taken to normal growth conditions. At the end of waterlogging treatment both roots and leaves fresh and dry weight, total chlorophyll content values were significantly reduced. It was determined that recovery treatment, compared to waterlogging treatment, increased leaf fresh-dry weight, total chlorophyll content. Besides, root fresh and dry weight and old leaves' leaf area varied depending on genotype. After waterlogging treatment the degree of ion leakage (%) was increased at all genotypes more than the recovery treatment. Şeker Fasulye was determined as the tolerant genotype, whereas Y1 was determined as relatively more sensitive genotype. According to the general evaluation, tolerance to waterlogging stress and recovery capacity of green bean genotypes changed depending on root and leaf part.

**Keywords:** Common bean, *Phaseolus vulgaris* L., waterlogging stress, recovery capacity, total chlorophyll, ion leakage

### 1.Giriş

Stres, biyotik ve abiyotik faktörlerin ayrı ayrı ya da birlikte fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda belli değişimleri meydana getirmesi veya organizmada hasar oluşturma kapasitesi olarak tanımlanabilir (Levitt, 1980). Su fazlalığı; tuzluluk, kuraklık ve ekstrem sıcaklıklar gibi, türlerin dünya üzerinde dağılımını sınırlayan faktörler arasında yer almaktadır (Visser ve ark.,2003). Dünyada sulanabilir alanların üçte birinden fazlası nadiren veya daha sık su basmasından etkilenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde 10

milyon hektarlık tarım arazisinin su basması stresine maruz kaldığı belirtilmektedir (Samad ve ark., 2001). Toprağın kışın buzla kaplanması, ilkbahar yağışları ve aşırı yağışlar kök bölgesinde oksijen azlığına veya yokluğuna neden olan doğal olaylardır (Blokhina ve ark., 2003). Bitki örtüsünün kaldırılması (taşınması), su kanalları ve nehirlerin yataklarından ayrılması doğal ve tarımsal türler üzerine su basmasının etkilerini arttırmaktadır (Dat ve ark., 2004). Ayrıca yüzeyden sulama ve yetersiz drenaj nedeniyle de su basması koşulları oluşabilir (Kozłowski, 1997).

\*Bu çalışma Çiğdem Aydoğan'ın Yüksek Lisans tez çalışmasının bir parçasıdır.

Bitkiler, hayvanlar gibi, zorunlu aerob canlılardır. Ancak hareket edebilme yeteneklerinin olmaması nedeniyle şiddetli yağışlardan veya su baskınlarından sonra ortaya çıkan düşük oksijenli ortamlarda yaşayabilmeleri için çeşitli adaptasyon mekanizmaları geliştirmek zorundadırlar (Dennis ve ark., 2000). Toprakta bulunan fazla su, özellikle bitkileri fotosentez ve solunum yapmaları için ihtiyacı olan oksijen ve karbondioksitten yoksun bıraktığı için bitkiler üzerinde ağır bir baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle tarımsal verimlilik üzerine etkisi olan en önemli abiyotik faktörlerden biridir (Jackson ve ark., 2009). Tarıma elverişli arazilerdeki bitki yetiştiriciliğinin başarısı sellerin sıklığı ve fazlalığı ile belirlenmektedir (Visser ve ark., 2003).

Su fazlalığı, toprak oksijenini hızlı bir şekilde tüketir ve bitkinin metabolizmasını değiştirir böylece büyümeyi engeller. Azalan büyüme önce stomaların kapanmasıyla daha sonra; fotosentezde, karbonhidratların yer değiştirmesinde ve mineral alımında azalma ve değişen hormon dengesi ile kendini gösterir. Su fazlalığı toleransı, bitki türüne ve çeşidine, ekotipe göre değişkenlik gösterir. Ayrıca morfolojik ve fizyolojik adaptasyonlara bağlıdır (Kozlowski, 1984). Bitkilerin su basması koşullarına tepkileri arasında; gövde büyümesinin azalması, epinasti, düşük CO<sub>2</sub> asimilasyonu, düşük besin elementi alımı ve azalmış kök ve sürgün gelişimi, hastalık ve zararlılara duyarlılığın artması yer alır (Aloni ve Rosenshtein, 1982; Bradford ve Hsiao, 1982).

Baklagiller dünyanın bir çok bölgesinde insan beslenmesi açısından önemli bir yere sahiptir ve azot bağlayıcı özellikleriyle tarımsal üretimi arttırmak için ekim rotasyonunda kullanılmaktadır (Lakitan ve ark., 1992). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre sebze üretimi genel olarak azalmasına karşı, 1989 yılında 383.000 ton olan taze fasulye üretimi 10 yılda neredeyse iki kat artmış ve en çok üretilen baklagil sebzesi olmuştur (Anonim, 2011). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2009 yılı verilerine göre dünya toplam taze fasulye üretimi 18.345.820 ton olup bu miktar içinde 603.653 tonluk üretim miktarı ile Türkiye, Çin ve Endonezya'dan sonra, 3. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2011). Ülkemizin bütün bölgelerinde kolayca

yetiştirilebilmesi üretiminin yayılmasını kolaylaştırmıştır (Vural ve ark., 2000). Diğer taraftan taze fasulye su basması stresine hassas olan sebze türlerindedir (Singer ve ark., 1996).

Yetiştiricilikte karşılaşılabilecek su basması stresi sorununa karşı, bu sorunları aşabilecek çalışmaların planlanabilmesi için öncelikle ülkemizde var olan genotiplerin farklı sürelerdeki su fazlalığına toleranslarının ve stres koşulları ortadan kalktıktan sonraki geri kazanımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu denemede üzerinde çalışılan 15 taze fasulye genotipinde su basması stresi altında meydana gelen zararlanmaların ve geri kazanım süresinde meydana gelen iyileşmelerin belirlenerek genotipler arasındaki farklılıkların morfolojik ve fizyolojik parametreler yardımıyla ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylece taze fasulye bitkisinin su basması stresi koşullarında geliştirdiği mekanizmanın açıklanması sağlanarak üretimi kısıtlayan ve verim kaybına yol açan su fazlalığı sorununu giderecek ıslah materyallerinin sağlanması, yeni üretim şekillerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Denemede Türkiye'nin değişik bölgelerinde kullanılan, farklı iklim koşullarına adapte olmuş 15 farklı taze fasulye genotipi kullanılmıştır. Denemede kullanılan genotipler ve toplandıkları yöreler Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme kontrollü sera koşullarında gerçekleştirilmiş olup, yetiştirme ortamı olarak; torf, perlit ve vermikulit (2:1:1) kullanılmıştır. Hazırlanan karışım 31,5 x 51,5 cm ebatlarındaki viyollere doldurulmuştur. Deneme süresince seradaki sıcaklık ortalama 30/17 °C (gündüz/gece), ortalama nem % 50 olarak belirlenmiştir.

Uygulamalara başlamadan tohum ekimi yapılan viyoller iki gruba ayrılmış (kontrol ve su basması) ve seraya tesadüfi bir şekilde yerleştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre her tekerrürde 12 bitki olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Tohum ekiminden 2 hafta sonra, bitkiler 3-4 yapraklı olduğu dönemde, su basması uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla bitkilerin bulunduğu viyoller plastik tepsilere yerleştirilmiş ve toprak yüzeyini kaplayacak şekilde çeşme suyu ile doldurulmuştur. Bitkiler 7 gün süre ile su basması stresine maruz

Çizelge 1. Denemede kullanılan taze fasulye genotipleri ve orjinleri.

GENOTİP	ORJİNİ	GENOTİP	ORJİNİ
40 Günlük	Erzurum, Tortum	Ferasetsiz	Bursa, Karacabey
Ayşe Kadın	Kırıkkale, Hodar Köyü	Papaz Şekeri	Samsun, Çarşamba
Balkız	Samsun, Bafra	Şeker Fasulye	Bursa, Karacabey
Beyaz Fasulye	Kırıkkale, Keskin	Yerel Genotip (Y1)	Mersin
Boncuk Ayşe	Bursa, Kemalpaşa	Yerel Genotip (Y2)	Mersin
Çangal	Samsun, Ünye	Yerel Genotip (Y3)	Mersin
Er Ayşe Kadın	Samsun, Çarşamba	Yerel Genotip (Y4)	Mersin
Eyri Oturak	Samsun, Bafra		

bırakılmıştır. Uygulamanın sonunda bitkilerin yarısı analiz yapılmak üzere laboratuvara götürülürken diğer yarısı da geri kazanım uygulamasına maruz bırakılmıştır. Geri kazanım uygulaması da 7 gün yapılmıştır. Geri kazanım uygulamaları için önce ortamda bulunan suyun drene olması beklenmiş daha sonra normal sulama rejimi uygulanmıştır. Kontrol bitkileri ise her gün düzenli olarak sulanmıştır.

Deneme sonunda sökülen bitkilerin yaprakları ve kökleri ayrılarak, kökleri yıkanıp, temizlenmiştir. Tartım amacıyla bitkilerden bir genç ve bir olgun yaprak alınmıştır, köklerinde 1/3'ü kullanılmıştır. Tartımlar 0,001 g'a duyarlı hassas terazide (Mettler Toledo MS204S/01, Switzerland) yapılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen örnekler 70 °C sıcaklıktaki etüvde (Mommert Universal Oven Une 600, Germany) 48 saat kurutulmuştur. Daha sonra yaprak ve köklerin kuru ağırlığı belirlenmiştir. Yaprak alanı ölçümü için ise uygulamaların sonunda her genotipten tesadüfi olarak üç bitki seçilmiş ve bu bitkilerin en gelişmiş yapraklarında yaprak alanı ölçülmüştür. Bitki yaprak alanı Portable Area Meter (LICOR – 3000 C, USA) ile ölçülmüş ve değerler cm<sup>2</sup> cinsinden verilmiştir. Ölçülen değerler 3 tekerrürün ortalaması şeklinde belirtilmiştir.

Taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil miktarı Moran ve Porath (1980)' in yöntemine göre belirlenmiştir. Toplam klorofil analizi için su basması ve geri kazanım uygulanan bitkilerden ve bunlara ait kontrol bitkilerinden yaprak örnekleri alınmış ve klorofil okuması spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) 652 nm dalga boyunda yapılmıştır. Bu şekilde 15 taze fasulye genotipinin klorofil miktarı aşağıdaki formülle belirlenmiştir:

Toplam Klorofil (mg / g T.A) = O.D 652 nm X 29 X seyreltme faktörü / mg T.A

mg / g T.A = 1 gram taze ağırlıktaki mg cinsinden klorofil miktarı

O. D 652 nm = 652 nm' deki okuma değeri

T.A=Taze Ağırlık

İyon sızıntısı değerleri Arora ve ark. (1998)' nin yöntemi esas alınarak hesaplanmıştır. Her uygulama için yapraklardan 1,5 cm çapında diskler ve 2 cm uzunluğunda kök parçaları alınmıştır. İyon sızıntısını belirlemek amacıyla örneklerin elektriksel iletkenliği EC metre (YSI 3200,USA) ile belirlenmiştir. Daha sonra otoklavda (Hirayama Hiclave HG -80, Japan) 121 °C de 20 dakika tutularak dokuların öldürülmesi sağlanmıştır ve sonra yine EC metre ile ikinci okuma oda sıcaklığında yapılmıştır. Yaprak ve kök örneklerinin iyon sızıntısı oranları ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

% İyon Sızıntısı= (O.D<sub>1</sub>/O.D<sub>2</sub>) X 100

O.D<sub>1</sub>= 1. Okuma değeri

O.D<sub>2</sub>= 2.Okuma değeri

Elde edilen sonuçlar “SPSS Statistics for Windows 13.0” istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılık ‘Duncan’ testi ile 0,05 önem seviyesinde ortaya konulmuştur.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Su basması uygulamasının etkisi

Su basması uygulaması sonunda ortalama yaprak yaş ağırlığı değerlendirildiğinde Şeker Fasulye ve Y4 en yüksek yaprak yaş ağırlığı değerine sahip olurken Y3 genotipinin en düşük yaprak yaş ağırlığı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Şeker Fasulye, Beyaz Fasulye, Papaz Şekeri en yüksek; Y3, 40

Günlük ve Er Ayşe Kadın en düşük kök yaş ağırlığı değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 2).

Su basması uygulamasına göre ortalama yaprak kuru ağırlığı değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipinin en yüksek, Y3 genotipinin ise en düşük yaprak kuru ağırlığı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Su basması uygulaması ile birlikte Beyaz Fasulye ve Şeker Fasulye en yüksek; 40 Günlük, Y2 ve Y3 genotipleri en düşük kök kuru ağırlığı değerine sahip olmuştur (Çizelge 2).

Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama olgun yaprak alanı oranları değerlendirildiğinde; Y4 en yüksek değere sahipken, Er Ayşe Kadın ve Papaz Şekeri en düşük yaprak alanı değerine sahip olmuştur (Çizelge 2).

Su basması uygulamasının etkisine bağlı olarak genotipler arasındaki toplam klorofil miktarları incelendiğinde, Ferasettsiz, Eyri Oturak ve Şeker Fasulye en yüksek; 40 günlük,

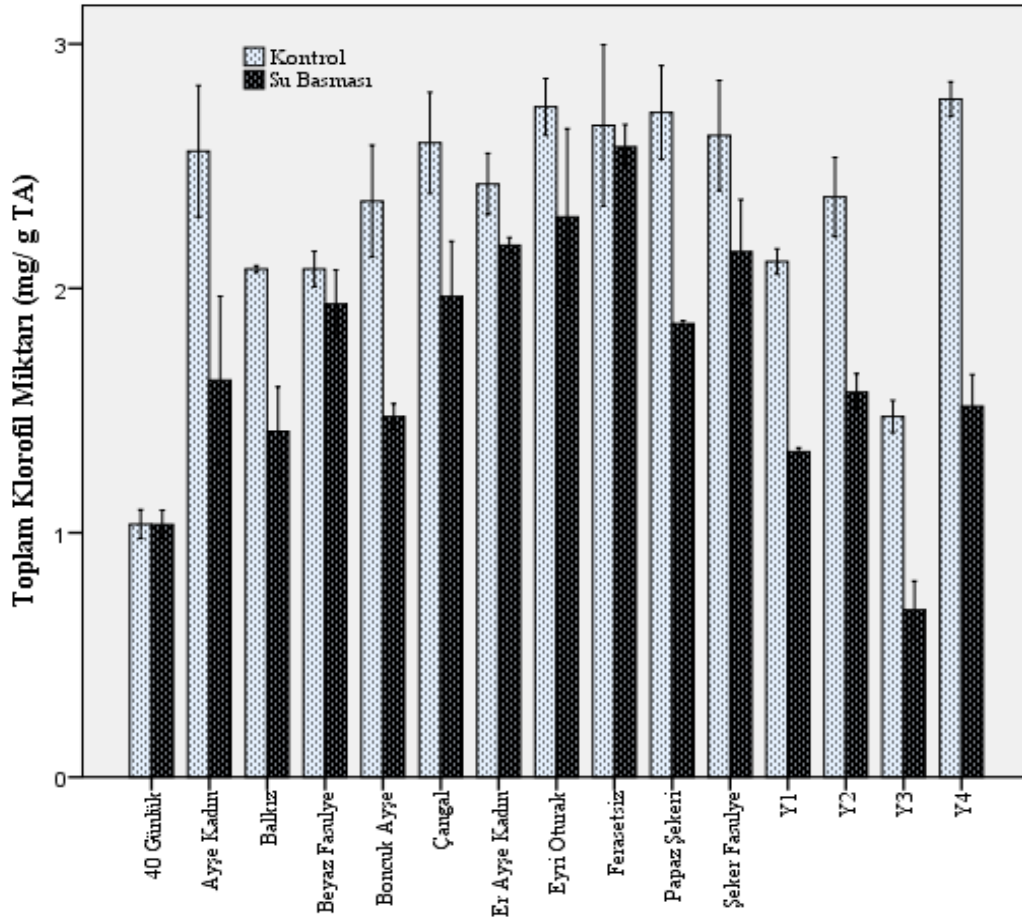
Y3, Balkız ve Y1 genotiplerinin ise en düşük toplam klorofil miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte 40 Günlük genotipinin klorofil içeriği bakımından su basması uygulamasından en az etkilenen genotip olduğu, Y3 ve Y4 genotiplerinin ise en fazla etkilenen genotipler olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Su basması uygulamasına bağlı olarak genotiplerin yapraklarındaki ortalama iyon sızıntısı değerlendirildiğinde en yüksek iyon sızıntısı değerleri %56,86 ile 40 Günlük, %49,87 ile Y4 ve %44,47 ile Y3 genotiplerinde bulunmuştur. Diğer genotiplerde ise iyon sızıntısı değerleri %30'un altında kalmıştır. Su basması uygulamasının etkisine bağlı olarak genotiplerin köklerindeki iyon sızıntısı miktarları incelendiğinde, %52, 74 ile Y1, %48,04 ile 40 Günlük, %47,56 ile Y3, %46,90 ile Y2 genotipleri en yüksek değerlere sahip olmuştur. Şeker Fasulye, Er Ayşe Kadın,

Çizelge 2. Su basması stresinin taze fasulye genotiplerinin yaprak yaş-kuru ağırlığı, kök yaş-kuru ağırlığı ve yaprak alanı değerleri üzerine etkisi

Genotip	Yaş Ağırlık (g)		Kuru Ağırlık (g)		Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )
	Yaprak	Kök	Yaprak	Kök	
40 Günlük	0,830 <sup>bcd</sup>	0,785 <sup>g</sup>	0,119 <sup>cd</sup>	0,051 <sup>ef</sup>	29,93 <sup>bc</sup>
Ayşe Kadın	0,862 <sup>bc</sup>	1,192 <sup>bc</sup>	0,143 <sup>b</sup>	0,070 <sup>cde</sup>	26,93 <sup>cd</sup>
Balkız	0,494 <sup>hi</sup>	1,053 <sup>cde</sup>	0,079 <sup>g</sup>	0,080 <sup>bcd</sup>	25,87 <sup>cde</sup>
Beyaz Fasulye	0,722 <sup>def</sup>	1,364 <sup>a</sup>	0,122 <sup>cd</sup>	0,110 <sup>a</sup>	25,90 <sup>cde</sup>
Boncuk Ayşe	0,570 <sup>gh</sup>	1,186 <sup>bc</sup>	0,107 <sup>def</sup>	0,067 <sup>cdef</sup>	24,28 <sup>de</sup>
Çangal	0,700 <sup>ef</sup>	1,003 <sup>de</sup>	0,096 <sup>efg</sup>	0,071 <sup>cd</sup>	32,06 <sup>b</sup>
Er Ayşe Kadın	0,757 <sup>cde</sup>	0,792 <sup>g</sup>	0,090 <sup>fg</sup>	0,067 <sup>cdef</sup>	17,96 <sup>f</sup>
Eyri Oturak	0,896 <sup>b</sup>	0,817 <sup>fg</sup>	0,134 <sup>bc</sup>	0,061 <sup>def</sup>	25,58 <sup>cde</sup>
Ferasettsiz	0,623 <sup>fg</sup>	0,940 <sup>ef</sup>	0,078 <sup>g</sup>	0,075 <sup>cd</sup>	27,21 <sup>cd</sup>
Papaz Şekeri	0,675 <sup>ef</sup>	1,424 <sup>a</sup>	0,107 <sup>def</sup>	0,084 <sup>bc</sup>	17,59 <sup>f</sup>
Şeker Fasulye	1,156 <sup>a</sup>	1,325 <sup>ab</sup>	0,208 <sup>a</sup>	0,095 <sup>ab</sup>	25,91 <sup>cde</sup>
Y1	0,816 <sup>bcd</sup>	1,106 <sup>cd</sup>	0,111 <sup>de</sup>	0,074 <sup>cd</sup>	31,89 <sup>b</sup>
Y2	0,448 <sup>i</sup>	0,975 <sup>de</sup>	0,085 <sup>g</sup>	0,051 <sup>ef</sup>	22,22 <sup>e</sup>
Y3	0,247 <sup>j</sup>	0,767 <sup>g</sup>	0,044 <sup>h</sup>	0,049 <sup>f</sup>	27,25 <sup>cd</sup>
Y4	1,101 <sup>a</sup>	0,834 <sup>fg</sup>	0,142 <sup>b</sup>	0,075 <sup>cd</sup>	40,79 <sup>a</sup>
Uygulamalar					
Kontrol	0,790 <sup>a</sup>	1,463 <sup>a</sup>	0,131 <sup>a</sup>	0,090 <sup>a</sup>	26,26
Su Basması Stresi	0,657 <sup>b</sup>	0,704 <sup>b</sup>	0,092 <sup>b</sup>	0,051 <sup>b</sup>	27,01
ANOVA					
Genotip	*	*	*	*	*
Uygulama	*	*	*	*	öd
GenotipxUygulama	*	*	*	*	*

\*0,05 seviyesinde önemli, öd= önemli değil



Şekil 1. Su basması stresinin taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil miktarı üzerine etkisi

Ferasetsiz, Beyaz Fasulye, Ayşe Kadın ve Çangal genotipleri ise daha düşük iyon sızıntısı değerlerine sahip olmuştur (Şekil 2).

7 gün süre ile devam eden su basması uygulaması sonunda, değerlendirmeye alınan 15 taze fasulye genotipi içerisinde 40 günlük, Y3 ve Y4 genotiplerinin hassas genotipler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu genotiplerde örneklenen organların tamamen kaybedilmesi nedeniyle geri kazanım uygulamalarına 12 genotiple devam edilmiştir.

### 3.2. Geri kazanım uygulamasının etkisi

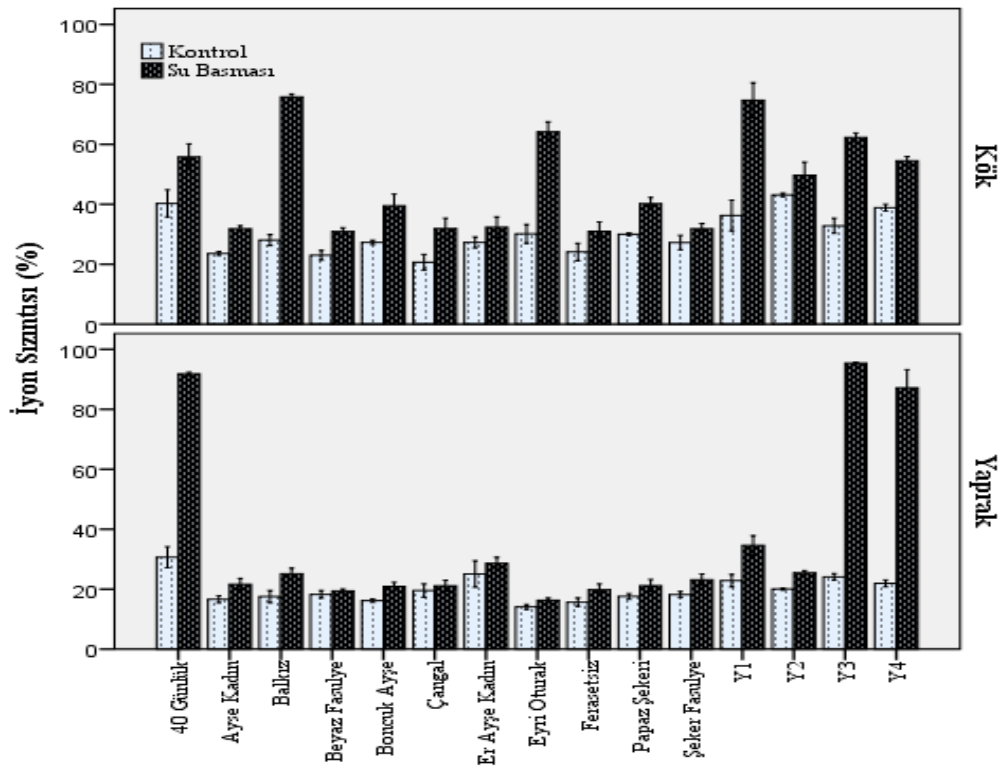
Geri kazanım uygulaması sonunda ortalama yaprak yaş ağırlığı değerlendirildiğinde Ferasetsiz en yüksek ve Y1 en düşük yaprak kuru ağırlığı değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 3). Geri kazanım uygulamalarına göre, Ferasetsiz en yüksek kök yaş ağırlığına sahip iken, Beyaz Fasulye ve

Boncuk Ayşe en düşük kök yaş ağırlığı değerine sahip olmuştur (Çizelge 3).

Geri kazanım koşullarının fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı üzerindeki önem derecesi Çizelge 3'te gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak kuru ağırlığı değerlendirildiğinde Çangal ve Eyri Oturak en yüksek, Y1 en düşük yaprak kuru ağırlığı değerlerine sahip olmuştur. Geri kazanım uygulamaları sonunda genotiplere ait kök kuru ağırlığı değerlerine göre, Ayşe Kadın en yüksek, Balkız ise en düşük kök kuru ağırlığı değerine sahip olmuştur.

Genotiplere göre ortalama olgun yaprak alanı oranları değerlendirildiğinde; Ferasetsiz ve Er Ayşe Kadın en yüksek değere sahipken, Y2 ve Şeker Fasulye en düşük yaprak alanı değerine sahip olmuştur.

Su Basması Stresi ve Geri Kazanım Uygulamasının Bazı Taze Fasulye Genotipleri Üzerine Etkileri



Şekil 2. Su basması stresinin taze fasulye genotiplerinin kök ve yapraklarında iyon sızıntısı oranı üzerine etkisi

Çizelge 3. Geri kazanım uygulamasının taze fasulye genotiplerinin yaprak yaş-kuru ağırlığı, kök yaş-kuru ağırlığı ve yaprak alanı değerleri üzerine etkisi

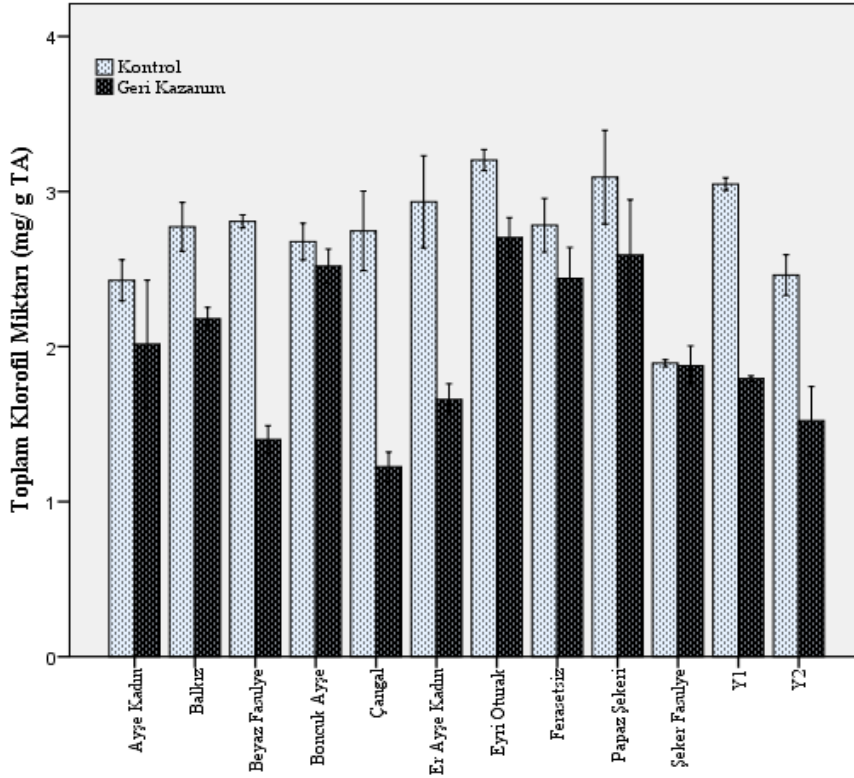
Genotip	Yaş Ağırlık (g)		Kuru Ağırlık (g)		Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )
	Yaprak	Kök	Yaprak	Kök	
Ayşe Kadın	0,896 <sup>cd</sup>	0,954 <sup>d</sup>	0,112 <sup>cde</sup>	0,093 <sup>a</sup>	28,70 <sup>cd</sup>
Balkız	0,959 <sup>c</sup>	0,943 <sup>d</sup>	0,113 <sup>cde</sup>	0,055 <sup>cd</sup>	28,79 <sup>cd</sup>
Beyaz Fasulye	0,745 <sup>def</sup>	0,722 <sup>e</sup>	0,123 <sup>bcd</sup>	0,067 <sup>bc</sup>	25,18 <sup>de</sup>
Boncuk Ayşe	0,753 <sup>de</sup>	0,707 <sup>e</sup>	0,093 <sup>ef</sup>	0,044 <sup>d</sup>	26,14 <sup>cd</sup>
Çangal	1,311 <sup>a</sup>	1,320 <sup>b</sup>	0,156 <sup>a</sup>	0,077 <sup>b</sup>	33,99 <sup>b</sup>
Er Ayşe Kadın	1,156 <sup>ab</sup>	1,128 <sup>c</sup>	0,125 <sup>bc</sup>	0,069 <sup>bc</sup>	38,25 <sup>a</sup>
Eyri Oturak	0,964 <sup>c</sup>	1,068 <sup>cd</sup>	0,138 <sup>ab</sup>	0,056 <sup>cd</sup>	29,58 <sup>cd</sup>
Ferasetsiz	1,234 <sup>a</sup>	1,496 <sup>a</sup>	0,103 <sup>def</sup>	0,077 <sup>b</sup>	39,89 <sup>a</sup>
Papaz Şekeri	1,058 <sup>bc</sup>	1,042 <sup>cd</sup>	0,126 <sup>bc</sup>	0,056 <sup>cd</sup>	30,20 <sup>bc</sup>
Şeker Fasulye	0,711 <sup>ef</sup>	0,950 <sup>d</sup>	0,092 <sup>ef</sup>	0,075 <sup>b</sup>	21,57 <sup>ef</sup>
Y1	0,581 <sup>f</sup>	1,124 <sup>c</sup>	0,087 <sup>f</sup>	0,076 <sup>b</sup>	30,70 <sup>bc</sup>
Y2	0,721 <sup>ef</sup>	1,170 <sup>c</sup>	0,102 <sup>def</sup>	0,070 <sup>bc</sup>	20,44 <sup>f</sup>
Uygulamalar					
Kontrol	0,997 <sup>a</sup>	1,469 <sup>a</sup>	0,133 <sup>a</sup>	0,089 <sup>a</sup>	27,50 <sup>b</sup>
Su Basması Stresi	0,849 <sup>b</sup>	0,616 <sup>b</sup>	0,095 <sup>b</sup>	0,045 <sup>b</sup>	30,93 <sup>a</sup>
ANOVA					
Genotip	*	*	*	*	*
Uygulama	*	*	*	*	*
GenotipxUygulama	*	*	*	*	*

\*0,05 seviyesinde önemli

Gerri kazanım uygulamasının etkisine bağlı olarak genotipler arasındaki toplam klorofil miktarları incelendiğinde, Eyri Oturak en yüksek toplam klorofil miktarına sahipken, Şeker Fasulye genotipinin en düşük toplam klorofil miktarına sahip olduğu tespit edilmiŐtir (Şekil 3).

Gerri kazanım uygulaması sonunda ortalama yaprak iyon sızıntısı değerleri incelendiğinde Y1, Ferasetiz, Balkız en yüksek; Şeker Fasulye, Beyaz Fasulye ve Papaz Şekeri genotipleri ise en düşük iyon sızıntısı

değerlerine sahip olmuŐtur. Gerri kazanım koŐullarının fasulye genotiplerinin köklerindeki iyon sızıntısı değerleri üzerine etkileri incelendiğinde %60,50 ile angal genotipi en yüksek değere sahip olurken, Şeker Fasulye genotipi %29,13 ile en düşük iyon sızıntısı değerine sahip olmuŐtur (Şekil 4). Gerri kazanım uygulaması sonunda Şeker Fasulye genotipinin su fazlalığına göreceli olarak tolerant olduğu, Y1 genotipinin ise nispeten daha hassas olduğu saptanmıŐtır.



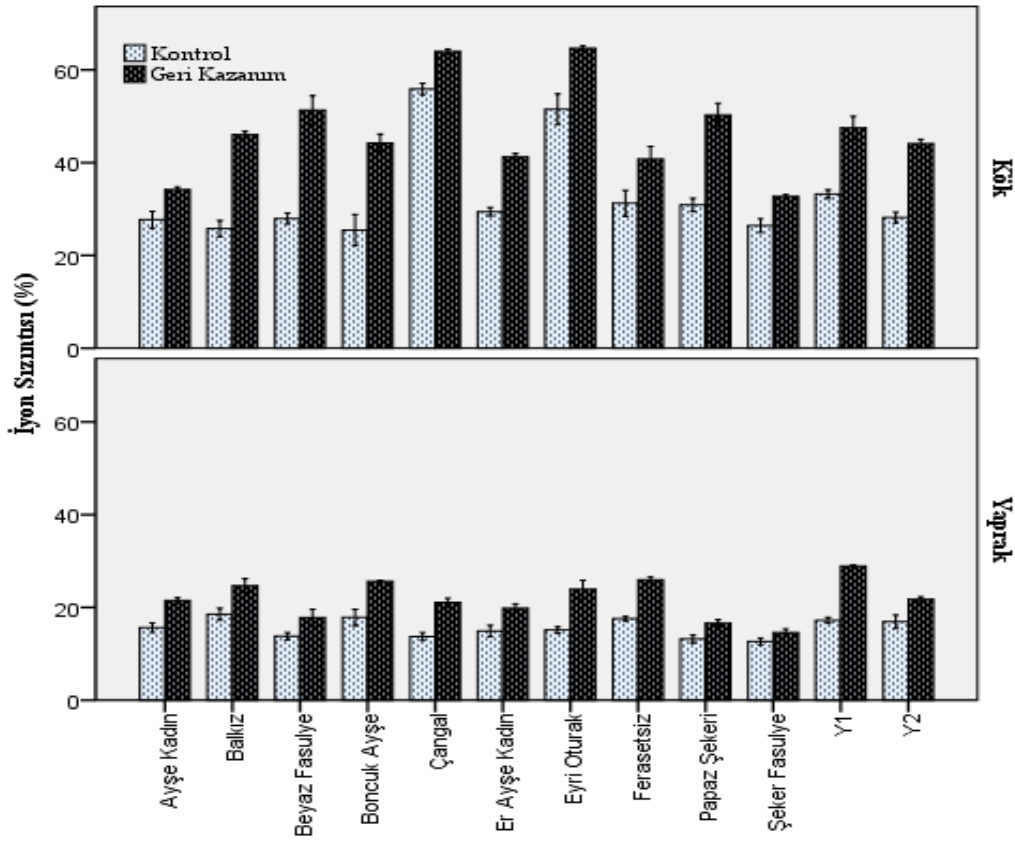
Şekil 3. Gerri kazanım uygulamasının taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil miktarı üzerine etkisi

#### 4.TartıŐma

Bitkiler kısa süreli fakat derin su fazlalığına sessizlik stratejisi ile cevap verirler (Perata ve Voeselek, 2007). Sessizlik, dinlenme (quiescence), enerji ve karbonhidratların korunması, büyümenin kısıtlanması durumudur (Bailey-Seres ve Voeselek, 2008).

Fide döneminde 7 gün süre ile su basmasına maruz bırakılan 15 taze fasulye genotipinde su basmasına bağlı olarak genotiplerinin yaprak yaŐı ağırlığında meydana gelen deėiŐimler farklılıklar gstermiŐtir. Taze

fasulye genotiplerine uygulanan gerri kazanım sonunda da yaprak yaŐı ağırlığı değerlerindeki deėiŐim oranları genotiplere göre farklılık gstermiŐtir. Su basmasına bağlı olarak, denemeye alınan genotiplerden 40 Günlük, Çangal, Papaz Şekeri dıŐında bütün genotiplerinin kök yaŐı ağırlığının su basması koŐullarında azaldığı belirlenmiŐtir. Diğer taraftan kök yaŐı ağırlığının gerri kazanım uygulamaları sonunda da kontrolden daha az olduğu belirlenmiŐtir. Fakat kök yaŐı ağırlığının Şeker Fasulye, Ayye Kadın, Y1 ve Y2 genotiplerinde su basmasına oranla daha fazla olduğu tespit edilmiŐtir.



Şekil 4. Geri kazanım uygulamasının taze fasulye genotiplerinin kök ve yapraklarında iyon sızıntısı oranı üzerine etkisi

Su basmasına bağlı olarak Papaz Şekeri ve Beyaz Fasulye’de yaprak kuru ağırlığının arttığı, diğer bütün genotiplerde ise azaldığı belirlenmiştir. Çangal ve 40 Günlük dışında bütün genotiplerin kök kuru ağırlığının su basması koşullarında azaldığı belirlenmiştir. En fazla değişim oranı (% 81,19) Y4 genotipinde meydana gelmiştir. Deneme sonunda kök kuru ağırlığının geri kazanım koşullarında da kontrol uygulamasına göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Çelik (2010) ve Celik ve Turhan (2011) 5 farklı fasulye genotipi ile yaptıkları çalışmada yaprak yaş ağırlığının genotiplere göre farklılık gösterdiğini, kök kuru ağırlığının ise bütün genotiplerde azaldığını belirlemişlerdir. Else ve ark. (2009) domateste yaptıkları çalışmada da, yaş ve kuru ağırlığın fazla su uygulaması ile azaldığını tespit etmişlerdir. Yetisir ve ark. (2006) karpuzda yaptıkları çalışmalarda su fazlalığı sonucunda bitkinin kuru ağırlığında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Luo ve ark. (2011) su basması stresine farklı tepkiler veren *Alternanthera philoxeroides* ve *Hemarthria*

*altissima* türlerinde yaptıkları çalışmada 20 günlük su basmasını takiben uyguladıkları 10 günlük geri kazanım sonunda bitkilerin kuru ağırlığında farklı derecelerde artış belirlenmişlerdir. Kumutha ve ark. (2009) güvercin bezelyesinde yaptıkları çalışmada toplam kuru ağırlığın su basması koşullarında azaldığını, geri kazanım uygulamaları ile arttığını tespit etmişlerdir. Pociocha ve ark. (2008) bakla bitkisinde yapılan bir çalışmada ise 7 günlük su fazlalığı nedeniyle azalan kuru ağırlığın 7 günlük geri kazanım uygulamasıyla arttığını ancak kontrol seviyesine ulaşmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Su basmasına bağlı olarak değerlendirilen genotiplerin olgun yapraklarının yaprak alanındaki değişimin genotiplere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Geri kazanım uygulamalarında Şeker Fasulye, Ayşe Kadın, Er Ayşe Kadın ve Y2 dışında tüm genotiplerin yaprak alanı değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Su basması sonucunda yaprak



alanının azalmasının yapraklardan su kaybını azaltmak için oluşan bir adaptasyon olduğu belirtilmektedir (Pociecha ve ark., 2008). Literatürde su fazlalığı uygulamaları sonucunda soya fasulyesinde (Nakayama ve Komatsu, 2008), buğdayda (Samad ve ark., 2001), mısırdada (Rao ve ark., 2002), domateste (Else ve ark., 2009), karpuzda (Yetisir ve ark., 2006) yaprak alanının azaldığı tespit edilmiştir. Taze fasulyede aşırı su uygulamaları sonucunda Giza 3 ve Bronco çeşitlerinde yaprak alanının azaldığı belirlenmiştir (Singer ve ark., 1996). Kökez, Beyaz Fasulye, Sırık, Boncuk Sırık, Oturak taze fasulye genotipleriyle yapılan başka bir çalışmada ise yaprak alanının Kökez, Beyaz Fasulye, Sırık, Oturak genotiplerinde azaldığı ancak Boncuk Sırık genotipinde arttığı tespit edilmiştir (Çelik, 2010; Celik ve Turhan, 2011). Güvercin bezelyesiyle yapılan çalışmada fazla suyun yaprak alanını azalttığı, geri kazanım uygulamasının ise yaprak alanında artış sağladığı tespit edilmiştir (Kumutha ve ark., 2009). Baklada yapılan çalışmada su basması nedeniyle azalan yaprak alanının geri kazanım uygulamasıyla arttığı fakat kontrol seviyesine ulaşmadığı tespit edilmiştir (Pociecha ve ark., 2008). Araştırmacıların bulguları ve çalışmadan elde edilen sonuçların aynı doğrultuda olduğu görülmektedir.

Su fazlalığı uygulaması 15 taze fasulye genotipinde toplam klorofil miktarını azaltmıştır. Ancak en fazla azalma Y3 ve Y4 genotiplerinde belirlenmiştir. Geri kazanım uygulamasında tüm genotiplerin toplam klorofil miktarlarının kontrolden daha az olduğu tespit edilmiştir ve en az değişim ise Şeker Fasulye’de belirlenmiştir. Çalışmalar, su fazlalığı stresinde özellikle vegetatif dönemde yapraklarda klorofil a ve klorofil b miktarının azaldığını göstermektedir (Pociecha, ve ark., 2008). Domateste (Else ve ark., 2009), soğanda (Yiu ve ark., 2008) ve mısırdada (Rao ve ark., 2002) yapılan çalışmalarda da; su fazlalığı sonucunda toplam klorofil miktarlarında azalma belirlenmiştir. Giza3 ve Bronco taze fasulye çeşitlerinde yapılan su fazlalığı çalışmasında da toplam klorofil miktarında azalma tespit edilmiştir (Singer ve ark., 1996). Kökez, Sırık, Boncuk Sırık, Beyaz Fasulye, Oturak taze fasulye genotipleriyle yapılan çalışmada da toplam klorofil miktarında azalma belirlenmiştir (Çelik, 2010, Celik ve Turhan, 2011). Baklada yapılan çalışmada

klorofil miktarı su basması uygulaması sonunda önemli miktarda azalma göstermiş ancak geri kazanım uygulamaları klorofil miktarında artış sağlamamıştır (Pociecha ve ark., 2008). Bu bağlamda bu çalışmada elde edilen veriler literatürle uyumludur.

Hücre membran stabilitesi stres toleransını belirlemek için yaygın bir şekilde kullanılır ve yüksek membran stabilitesi abiotik stres koşullarına toleransla doğru orantılıdır (Premachandra ve ark., 1992). Bununla birlikte iyon sızıntısı testi, zararlanmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan hücre membranındaki fonksiyon bozuklukları nedeniyle sitoplazmadan apoplastik sıvıya sızan iyonların miktarının belirlenmesi prensibine dayanmaktadır (Eugenia ve ark., 2003). Stres uygulamaları sonrası söz konusu eriyiklerin sızıntı miktarının tespiti, doku zararlanmalarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Palta ve ark., 1982). Diğer taraftan bitkiler fazla suya ve anaerobik koşullara maruz kaldıklarında kök ve sürgün sistemleri farklı tepkiler verir (Liao ve Lin, 2001). İyon sızıntısı testi ile belirlenen zararlanma oranı sonuçlarına göre genotiplerin kök ve yaprakları su basması uygulamasına farklı sonuçlar vermiştir. Taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki zararlanma oranı değerlendirildiğinde; Y3 (%44,47), 40 Günlük (%56,86) ve Y4 (%49,87) en yüksek iyon sızıntısı değerine sahipken, diğer genotiplerdeki zararlanma %30’un altında kalmıştır. Geri kazanım uygulaması sonunda ortalama yaprak iyon sızıntısı değerleri incelendiğinde Y1 genotipi en yüksek, Şeker Fasulye genotipi ise en düşük iyon sızıntısı değerlerine sahip olmuştur.

Su basması uygulamasının etkisine bağlı olarak genotiplerin köklerindeki iyon sızıntısı miktarları incelendiğinde, %52, 74 ile Y1 genotipi en yüksek değere sahip olmuştur. En düşük iyon sızıntısı değerleri ise %25 ile %29 arasında olmuştur. Geri kazanım koşullarının taze fasulye genotiplerinin köklerindeki iyon sızıntısı değerleri incelendiğinde Çangal genotipi en yüksek değere sahip olurken, Şeker Fasulye genotipi en düşük iyon sızıntısı değerine sahip olmuştur.

Çelik (2010) ve Celik ve Turhan (2011) tarafından 5 farklı bölgeye adapte olmuş taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipleriyle yapılan çalışmada 3 günlük su fazlalığı

uygulaması sonucunda yaprakların köklere oranla daha fazla zararlandığı belirlenmiştir. Kök bölgesinde Beyaz Fasulye’de en az zararlanma tespit edilirken, en yüksek zararlanma Kökez ve Sırık genotiplerinde belirlenmiştir. Genotiplerin yaprak kısımlarında ise en yüksek zararlanma Beyaz Fasulye, en az zararlanma ise Kökez genotipinde olmuştur (Çelik, 2010, Celik ve Turhan, 2011).

## 5. Sonuç

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bazı taze fasulye genotiplerinin su fazlalığına tepkilerinin belirlenmesinde ve genotipler arasındaki farklılığın ortaya çıkarılmasında yaprak alanı, toplam klorofil miktarı ve zararlanma derecesinin göstergesi olan iyon sızıntısı oranlarının belirlenmesinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan genotipler içerisinde Şeker Fasulye genotipinin su basması stresine göreceli olarak tolerant olduğu, 40 Günlük, Y3 ve Y4 genotipinin ise en hassas genotipler olduğu belirlenmiştir. Bu üç genotipten sonra en hassas genotipin ise Y1 genotipi olduğu tespit edilmiştir. Bundan sonra yapılması gereken ise; stres uygulama süresini arttırarak ve örnekleme zamanları sıklaştırılarak moleküler düzeyde çalışmalarla su basması stresine dayanımda içsel mekanizmanın daha iyi anlaşılmasıdır. Bu çalışmaların sonucunda su basmasına toleranslı taze fasulye çeşitlerinin ıslah edilebilmesi için gerekli materyal sağlanabilecektir.

## Kaynaklar

- Aloni, B. and G., Rosenshtein, 1982. Effect of flooding on tomato cultivars: The relationship between proline accumulation and other morphological and physiological changes. *Physiologia Plantarum*, 56: 513-517.
- Anonim, 2011. TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Anonymous, 2011. FAO: Food and Agricultural Organization of United Nations: Economic and Social Department: Statistical Division. <http://www.fao.org>
- Arora, R., D.S., Pitchay and B.C., Bearce, 1998. Water-stress-induced heat tolerance in Geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins? *Physiologia Plantarum*, 103:24-34.
- Bailey-Seres, J. and L.A.C.J., Voesenek, 2008. Flooding Stress: Acclimations and Genetic Diversity. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 313-339.
- Blokhina, O., E., Virolainen and K.V., Fagerstedt, 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen

- deprivation stress: a Review. *Annals of Botany*, 91: 179-194.
- Bradford, K.J. and T.C., Hsiao, 1982. Stomatal behavior and water relations of waterlogged tomato plants. *Plant Physiology*, 70: 1508-1513.
- Celik, G. and E., Turhan, 2011. Genotypic variation in growth and physiological responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to flooding. *African Journal of Biotechnology*, 10 (38): 7372- 7380.
- Çelik, G., 2010. Bazı Taze Fasulye Genotiplerinde Kök Bölgesinde Oluşan Su Fazlalığına Toleransın Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir, 82 s.
- Dat, J.F., N., Capelli, H., Folzer, P. Bourgeade and P.M., Badot, 2004. Sensing and signalling during plant flooding. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42: 273-282.
- Dennis, E.S., R., Dolferus, M., Ellis, M., Rahman, Y., Wu, F.U., Hoeren A., Grover, K.P., Ismond, A.G., Good and W.J., Peacock, 2000. Molecular Strategies for Improving Waterlogging Tolerance in Plants. *Journal of Experimental Botany*, 51(342): 89-97.
- Else, M.A., F., Janowiak, C.J., Atkinson and M.B., Jackson, 2009. Root signals and stomatal closure in relation to photosynthesis, chlorophyll a fluorescence and adventitious rooting of flooded tomato plants. *Annals of Botany*, 103: 313-32.
- Eugenia, M., S., Nunes and G.R., Smith, 2003. Electrolyte leakage assay capable of quantifying freezing resistance in rose clover. *Crop Sci.*, 43:1349-1357.
- Jackson, M.B., K., Ishizawa and O., Ito, 2009. Evolution and mechanisms of plant tolerance to flooding stress. *Annals of Botany*, 103(2): 137-142.
- Kozłowski, T.T., 1984. Plant responses to flooding of soil. *Bioscience*, 34 (3): 162-167.
- Kozłowski T.T., 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology Monograph* No.1.
- Kumutha, D., K., Ezhilmathi, R.K., Sairam, G.C., Srivastava, P.S., Deshmukh and R.C., Meena, 2009. Waterlogging induced oxidative stress and antioxidant activity in pigeonpea genotypes. *Biologia Plantarum*, 53 (1): 75-84.
- Lakitan, B., D.W., Wolfe and R.W., Zobel, 1992. Flooding Affects Snap Bean Yield and Genotypic Variation in Leaf Gas Exchange and Root Growth Response. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117(5):711-716.
- Levitt, J., 1980. Chilling, Freezing and High Temperature Stresses in: Responses of Plants to Environmental Stresses I. Published By Academic Press, Inc., 2nd Edition, 607.
- Liao, C.T. and C.H., Lin, 2001. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. *Proc. Natl. Sci. Counc. Roc(B)*, 25 (3):148-157.
- Luo, F-L., K.A., Nagel, H., Scharr, B., Zeng, U., Schurr and S. Matsubara, 2011. Recovery dynamics of growth, photosynthesis and carbohydrate accumulation after de-submergence: a comparison between two wetland plants showing escape and quiescence strategies. *Annals of Botany*, 107: 49-63, 2011.

- Moran, R. and D., Porath, 1980. Chlorophyll determination in intact tissues using N,N-Dimethylformamide. *Plant Physiology*, 65(3):478-479.
- Nakayama, N. and S., Komatsu, 2008. Water uptake by seeds in yellow-seeded soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars with contrasting imbibition behaviors. *Plant Production Science*, 11: 415-422.
- Palta, J.P., K.G., Jensen and P.H., Li, 1982. Cell membrane alterations following a slow freeze thaw cycle: ion leakage, injury and recovery in: *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress*, Volume 2. Edited Li P.H. and Sakai A. Published By the Acad.Press, N.Y., 221-242.
- Perata P. and L.A.C.J., Voesenek, 2007. Submergence tolerance in rice requires *Sub1A*, an ethylene-response-factor-like gene. *Trends Plant Sci.*, 12:43-46
- Pociecha, E., J., Koscielniak and W., Filek, 2008. Effect of root flooding and stage of development on the growth and photosynthesis of field bean (*Vicia faba* L. *minor*). *Acta Physiol. Plant*, 30: 529-535.
- Premachandra, G.S., H., Saneoka, K. Fujita, and S., Ogata, 1992. Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany*, 43: 1569-1576.
- Rao, R., Y., Li, H.H., Bryan, S.T., Reed, and F., D'Ambrosio, 2002. Assessment of foliar sprays to alleviate flooding injury in corn (*Zea Mays* L.). *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 115: 208-211.
- Samad, A., C.A., Meisner, M., Saifuzzaman, and M., van Ginkel, 2001. Waterlogging tolerance in: *Application of Physiology in Wheat Breeding*. Edited M.P., Reynolds, J.I. Ortiz-Monasterio, and A. McNab, Published By Mexico, D.F.: CIMMYT, 136-144.
- Singer, S.M., Y.I., Helmy, A.N., Karas and A.F., Abou-Hadid, 1996. Growth and development of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under water- stress. *Cahiers Options Mediterraneennes*, 31: 241-250.
- Visser, E.J.W., L.A.C.J., Voesenek, B.B., Vartapetian and M.B., Jackson, 2003. Flooding and plant growth. *Annals of Botany*, 91: 107-109.
- Vural H., D., Eşiyok ve İ., Duman, 2000. *Kültür Sebzeleeri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, 440 s., İzmir.
- Yetisir, H., M., Caliskan, S., Soylu and M., Sakar., 2006. Some physiological and growth responses of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto *Lagenaria Siceraria* to flooding. *Environmental and Experimental Botany*, 58: 1-8.
- Yiu, J.C., C.W., Liu, C.T., Kuo, M.J., Tseng, Y.S., Lai and W.J., Lai, 2008. Changes in antioxidant properties and their relationship to paclobutrazol-induced flooding tolerance in Welsh Onion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1222-1230.