

Bazı Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin
Su Basması Stresine Toleransları ve
Geri Kazanım Kapasiteleri

Çiğdem Aydoğan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Ocak 2012

Waterlogging Stress Tolerance of
Some Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes
and Their Recovery Capacity

Çiğdem Aydoğın

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Horticulture

January 2012

Bazı Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin
Su Basması Stresine Toleransları ve
Geri Kazanım Kapasiteleri

Çiğdem Aydoğan

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Ece Turhan

Ocak 2012

ONAY

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Çiğdem Aydoğan'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Bazı Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Su Basması Stresine Toleransları ve Geri Kazanım Kapasiteleri” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr. Ece Turhan

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Ece Turhan

Üye : Prof. Dr. Ayşe Gül

Üye : Yrd. Doç. Dr. Yasemin Evrenosoğlu

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cenap Yılmaz

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nihal Kayan

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bazı taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin su basması stresine toleranslarının ve geri kazanım kapasitelerinin morfolojik ve fizyolojik açıdan araştırıldığı bu çalışmada 15 genotip kullanılmıştır.

Bitkiler kontrollü sera koşullarında ortalama 30/17 °C sıcaklıkta (gündüz/gece) ve \approx % 50 nemde yetiştirilmiştir. Fideler 3-4 yapraklı olduğu dönemde 7 gün süre ile su basması stresine maruz bırakılmış ve sonrasında 7 gün boyunca normal koşullar altında yetiştirilmiştir. Her iki uygulamanın sonunda genotiplere ait yaprak ve kök yaş-kuru ağırlıkları, genç ve yaşlı yaprakların yaprak alanı ve yaprak renginde meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Bununla birlikte, toplam klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı, turgor kaybı değerleri ve hücresel zararlanma derecesinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Analizlerin sonunda genotipler arasındaki fark ile genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca NAD(P)H oksidaz aktivitesinin su basması uygulamasında arttığı, geri kazanım uygulamasıyla azaldığı tespit edilmiştir. Katalaz ve Glutatiyon Redüktaz aktivitelerinin ise su basması uygulamasıyla azaldığı, geri kazanım uygulamasıyla arttığı belirlenmiştir. Yapılan bütün analizlerde geri kazanım uygulaması sonucu bütün genotiplerde bir iyileşme olduğu fakat hiçbir analizde kontrol seviyesine ulaşamadığı açıkça görülmüştür.

Sonuç olarak, değerlendirmeye alınan 15 taze fasulye genotipi içerisinde 40 günlük, Y3 ve Y4 genotiplerinin hassas genotipler olduğu ve 7günlük uygulama sonunda örneklenen organların kaybedildiği belirlenmiş ve geri kazanım uygulamalarına 12 genotiple devam edilmiştir. Kalan genotipler içerisinde Şeker Fasulye genotipinin su fazlalığına göreceli olarak tolerant olduğu, Y1 genotipinin ise nispeten daha 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: *Phaseolus vulgaris* L., Su Basması Stresi, Geri Kazanım Kapasitesi, Oksidatif Stres, Antioksidatif Enzim Metabolizması

SUMMARY

Tolerance and recovery ability to waterlogging stress of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes were investigated in terms of morphological and physiological in 15 genotypes.

Plants were grown under controlled greenhouse conditions at 30/17 °C (day/night) temperature with relative humidity \approx 50 %. When the plants had 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 each treatment changes in leaves and roots fresh and dry weight, young and old leaves' leaf area and leaf colour were determined. Besides, total chlorophyll content, leaf relative water content, turgor losses and the degree of cell injury were measured. Differences between genotypes, genotype and treatment interaction was statistically important at all analysis. NADPH-oxidase enzyme activity reduced during waterlogging treatment and increased at recovery period. In the contrary, waterlogging treatment degraded Catalase and Glutathione Reductase activity in leaves and roots. Activity of both enzymes increased during recovery treatment. It was obvious, from the analysis that at the end of recovery treatment there was an improvement in all genotypes but none of them reached to control values.

As a result, among evaluated 15 genotypes 40 Günlük, Y3 and Y4 genotypes were determined as sensitive genotypes and because of sampled organs' losses recovery treatment was handled with 12 genotypes. Among the survived genotypes 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: *Phaseolus vulgaris* L., Waterlogging Stress, Recovery Capacity, Oxidative Stress, Antioxidative Enzyme Metabolism

TEŞEKKÜR

Bu konuda çalışmam için beni yönlendiren ve çalışmalarım boyunca bilgisini ve tecrübesini benden esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Ece TURHAN'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim sürecince yardımını ve bilgisini esirgemeyen değerli Hocalarım Prof. Dr. Hatice GÜLEN, Doç. Dr. Meryem İPEK, Yrd. Doç. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Cenap YILMAZ, Yrd. Doç. Dr. Ahmet İPEK'e çok teşekkür ederim.

Çalışma materyali olarak kullanılan taze fasulye tohumlarını temin eden Yrd. Doç. Dr. Nezihe KÖKSAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımını ve desteğini gördüğüm Biyolog Anıl AKOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bitkilerin yetiştirilmesi aşamasında yardım aldığım Ziraat teknikerleri Nurfer AYGÜN ve Gamze ERYILMAZ'a teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi tez çalışmam boyunca da desteğini ve sabrını benden esirgemeyen sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER İZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1 Materyal	26
3.2 Yöntem	27
3.2.1 Denemenin kuruluşu	27
3.2.2 Su basması ve geri kazanım uygulamaları	27
3.2.3 İncelenen parametreler	28
3.2.3.1 Yaprak ve kök yaş- kuru ağırlığı	28
3.2.3.2 Yaprak alanı	28
3.2.3.3 Yaprak rengi	28
3.2.3.4 Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)	29
3.2.3.5 Toplam klorofil miktarı	30
3.2.3.6 Hücre membran zararı	30
3.2.4 Enzim Aktivitesi	31
3.2.4.1 NAD(P)H oksidaz aktivitesi	31

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.4.2 Katalaz (CAT) aktivitesi	32
3.2.4.3 Glutatiyon Redüktaz (GR) aktivitesi	32
3.3 Verilerin Değerlendirilmesi	33
4. SONUÇLAR	34
4.1 Su basması Uygulaması	34
4.1.1 Yaprak ve kök yaş ağırlığı	34
4.1.2 Yaprak ve kök kuru ağırlığı	41
4.1.3 Yaprak alanı	47
4.1.4 Yaprak rengi	54
4.1.5 Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)	54
4.1.6 Toplam klorofil	58
4.1.7 Hücre membran zararlanma oranı	62
4.2 Geri Kazanım Uygulaması	66
4.2.1 Yaprak ve kök yaş ağırlığı	66
4.2.2 Yaprak ve kök kuru ağırlığı	72
4.2.3 Yaprak alanı	78
4.2.4 Yaprak rengi	85
4.2.5 Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)	85
4.2.6 Toplam klorofil	89
4.2.7 Hücre membran zararlanma oranı	93
4.3 Enzim Aktivitesi	96
4.3.1 NAD(P)H oksidaz aktivitesi	96
4.3.2 Katalaz (CAT) aktivitesi	102
4.3.3 Glutatiyon Redüktaz (GR) aktivitesi	108

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5. TARTIŞMA	114
EK AÇIKLAMALAR- A	124
KAYNAKLAR DİZİNİ	139
EKLER	151

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1.1.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök yaş ağırlığı	40
4.1.2.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök kuru ağırlığı	46
4.1.3.1 Su basmasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç ve yaşlı yapraklarının yaprak alanı	53
4.1.5.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK).....	57
4.1.6.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil (mg/g TA) miktarı	61
4.1.7.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerdeki hücre membran zararlanması.....	65
4.2.1.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök yaş ağırlığı	71
4.2.2.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök kuru ağırlığı	77
4.2.3.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç ve yaşlı yapraklarının yaprak alanı	84
4.2.5.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK).....	88
4.2.6.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil (mg/g TA) miktarı	92
4.2.7.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerdeki hücre membran zararlanması.....	95
4.3.1.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerdeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi	98

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.3.1.2 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi	101
4.3.2.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki CAT aktivitesi	104
4.3.2.2 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki CAT aktivitesi	107
4.3.3.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki GR aktivitesi	110
4.3.3.2 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki GR aktivitesi	113

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1.1 Araştırmalarda kullanılan taze fasulye genotiplerinin orjinleri	26
4.1.1.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı	35
4.1.1.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	36
4.1.1.3 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlığı	38
4.1.1.4 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen kök yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	39
4.1.2.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı	42
4.1.2.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen yaprak kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	43
4.1.2.3 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök kuru ağırlığı	44
4.1.2.4 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen kök kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	45
4.1.3.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç yapraklarında yaprak alanı	50
4.1.3.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen genç yaprak alan değerlerindeki değişim oranları	48
4.1.3.3 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaşlı yapraklarında yaprak alanı	51
4.1.3.4 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen yaşlı yaprak alan değerlerindeki değişim oranları	52

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1.5.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK)	55
4.1.5.2 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki turgor kaybı (TK)	56
4.1.6.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinde toplam klorofil miktarı	59
4.1.6.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen toplam klorofil miktarlarındaki değişim oranları	60
4.1.7.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki hücre membran zararlanması	63
4.1.7.2 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki hücre membran zararlanması	64
4.2.1.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı	67
4.2.1.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	68
4.2.1.3 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlığı	69
4.2.1.4 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen kök kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	70
4.2.2.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı	73
4.2.2.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen yaprak kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	74
4.2.2.3 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök kuru ağırlığı	75

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.2.4 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen kök kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları	76
4.2.3.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç yapraklarında yaprak alanı	79
4.2.3.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen genç yaprakların yaprak alan değerlerindeki değişim oranları	80
4.2.3.3 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaşlı yapraklarında yaprak alanı	82
4.2.3.4 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen yaşlı yaprakların yaprak alan değerlerindeki değişim oranları	83
4.2.5.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK)	86
4.2.5.2 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki turgor kaybı (TK)	87
4.2.6.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinde toplam klorofil miktarı	90
4.2.6.2 Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen toplam klorofil miktarlarındaki değişim oranları	91
4.2.7.1 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki hücre membran zararlanması	93
4.2.7.2 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki hücre membran zararlanması	94
4.3.1.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi	97
4.3.1.2 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi	97

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.3.1.3 Geri kazanım koşullarına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi	99
4.3.1.4 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi	100
4.3.2.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi	102
4.3.2.2 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki CAT aktivitesi	103
4.3.2.3 Geri kazanım koşullarına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi	105
4.3.2.4 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki CAT aktivitesi	106
4.3.3.1 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR oksidaz aktivitesi	108
4.3.3.2 Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesi	109
4.3.3.3 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi	111
4.3.3.4 Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesi	112
A.1 Su Basması Koşullarında Yaprak Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	124
A.2 Su Basması Koşullarında Kök Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	124
A.3 Su Basması Koşullarında Yaprak Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	125
A.4 Su Basması Koşullarında Kök Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	125
A.5 Su Basması Koşullarında Genç Yaprak Alanı İnteraksiyon Tablosu	126
A.6 Su Basması Koşullarında Yaşlı Yaprak Alanı İnteraksiyon Tablosu	126
A.7 Su Basması Koşullarında Yaprak Oransal Su Kapsamı İnteraksiyon Tablosu	127

A.8	Su Basması Koşullarında Turgor Kaybı İnteraksiyon Tablosu	127
A.9	Su Basması Koşullarında Toplam Klorofil İnteraksiyon Tablosu	128
A.10	Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	128
A.11	Geri Kazanım Koşullarında Kök Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	129
A.12	Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	129
A.13	Geri Kazanım Koşullarında Kök Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu	130
A.14	Geri Kazanım Koşullarında Genç Yaprakların Yaprak Alanı İnteraksiyon Tablosu	130
A.15	Geri Kazanım Koşullarında Yaşlı Yaprakların Yaprak Alanı İnteraksiyon Tablosu	131
A.16	Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Oransal Su Kapsamı İnteraksiyon Tablosu	131
A.17	Geri Kazanım Koşullarında Turgor Kaybı İnteraksiyon Tablosu	132
A.18	Geri Kazanım Koşullarında Toplam Klorofil İnteraksiyon Tablosu	132
A.19	Su Basması Koşullarında Yaprak NADPH Oksidaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	133
A.20	Su Basması Koşullarında Kök NADPH Oksidaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	133
A.21	Geri Kazanım Koşullarında Yaprak NADPH Oksidaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	134
A.22	Geri Kazanım Koşullarında Kök NADPH Oksidaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	134
A.23	Su Basması Koşullarında Yaprak Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	135
A.24	Su Basması Koşullarında Kök Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	135
A.25	Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	136
A.26	Geri Kazanım Koşullarında Kök Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	136
A.27	Su Basması Koşullarında Yaprak Glutatyon Redüktaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	137

A.28	Su Basması Koşullarında Kök Glutasyon Redüktaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	137
A.29	Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Glutasyon Redüktaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	138
A.30	Geri Kazanım Koşullarında Kök Glutasyon Redüktaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu	138

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
RO \cdot	Alkoksi
L*	Beyazlık, Parlaklık/ Siyahlık
C ₆ H ₄ O \cdot	Fenoksi
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
\cdot OH	Hidroksil
CO ₂	Karbondioksit
a*	Kırmızılık/ Yeşillik
K _m	Michaelis sabiti
O ₂	Oksijen
HO ₂ \cdot	Perhidroksil
ROO \cdot	Peroksi
K-PO ₄	Potasyum fosfat
C*	Renk Doymunluğu, Chroma
h ^o	Renk Tonu, hue
°C	Santigrat derece
b*	Sarılık/ Mavilik
¹ O ₂	Singlet Oksijen
H ₂ O	Su
O ₂ ⁻	Süperoksit

Kısaltmalar **Açıklama**

ABA	Absisik asit
ACC	1 amino cyclopropane-1-carboxylic acid
ADH	Alcohol Dehydrogenase
ADP	Adenozin Difosfat

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ANOVA	Analysis of Variance
AO	Aktif Oksijen
APX	Askorbat Peroksidaz
ATP	Adenozin Trifosfat
BSA	Bovine Serum Albumin
CAT	Katalaz
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
dH ₂ O	Saf Su
DHAR	Dehidroaskorbat Redüktaz
dk	Dakika
DMF	Dimethylformamide (Dimetilformamid)
EC	Elektriksel İletkenlik
EDTA	Etilendiamin-Tetraasetik Asid
et al	Ve diğerleri
ETC	Elektron Taşıma Sistemi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g	Gram
GR	Glutatiyon Redüktaz
GSH	Glutatiyon, γ -glutamyl-cysteinyglycine
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
ISPA	Uluslararası Bitki Anaerobisis Derneği
MDAHR	Monodehidroaskorbat Redüktaz
MDH	Malik Dehidrogenaz
μ L	Mikrolitre
μ M	Mikromolar
mg	Miligram

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ml	Mililitre
mM	MiliMolar
nm	Nano Metre
NAD ⁺	Nikotinamid adenin dinüleotid
NADH	İndirgenmiş NAD ⁺
NAD(P)H	β -Nikotinamid adenin dinüleotid fosfat
PVPP	PolyVinylPolyPyrrolidone
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
RuBPCO	Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase
SOD	Süperoksitdismutaz
SS	Standart Sapma
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
vd	Ve diğerleri

1.GİRİŞ

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). 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 et al., 2000).

IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change)' nin yayınladığı rapora göre küresel ısınma sağanak yağışları arttırmıştır ve bu durum daha sık su basması yaşanmasına yol açmıştır (Rosenzweig et al., 2007). 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 et al., 2001). Toprağın kışın buzla kaplanması, ilkbahar yağışları ve aşırı yağışlar kök bölgesinde oksijen azlığına veya yokluğuna neden olan doğal olaylardır (Blokhina et al., 2003). Bitki örtüsünün kaldırılması (taşınması), su kanalları ve nehirlerin yataklarından ayrılması doğal ve tarımsal türler üzerine su basmasının etkilerini arttırmaktadır (Dat et al., 2004). Ayrıca yüzeyden sulama ve yetersiz drenaj nedeniyle de su basması koşulları oluşabilir (Kozłowski, 1997).

Su fazlalığı; tuzluluk, kuraklık ve ekstrem sıcaklıklar gibi türlerin dünya üzerinde dağılımını sınırlayan faktörlerin yanında yer almaktadır (Visser et al., 2003). Tarıma elverişli arazilerdeki bitki yetiştiriciliğinin başarısı sellerin sıklığı ve fazlalığı ile belirlenmektedir (Visser et al., 2003). Uluslararası Bitki Anaerobisis Derneği (ISPA) bitkinin havalanmasını engelleyen bu strese bitkinin cevabını belirleyen çalışmaların yapılmasının teşvik edilmesi ve koordine edilmesi konusunda 1975 yılında Leningrad'da yapılan XII. Uluslararası Botanik Kongresi'nde karar almıştır. Bu tarihten itibaren de ISPA üyeleri bu konu ile ilgili bilimsel toplantılar, konferanslar ve çalıştaylar düzenlemişlerdir.

Bitkiler daha sağlıklı büyüme gösterebilmek için devamlı değişen çevresel koşullara değişik şekillerde adapte olur. Özellikle zorunlu kaynakların bir veya birkaçının ortamda az bulunması ya da hiç olmaması durumunda bazı habitatlar ayrıcalıklı adaptasyonlara ihtiyaç duyar. Suyla tamamen doymuş olan topraklar bitki yaşamı için temel bir ihtiyaç olan oksijenden yoksun olurlar. Bu topraklardaki oksijen noksanlığının sebebi sudaki difüzyon hızının oksijenin kökler tarafından alınma hızından daha yavaş olmasıdır. Birkaç milimetre derinlikteki suda bile toprak oksijensiz kalır (Huang et al. 2003; Vartapetian et al. 2003).

Su fazlalığının önemli etkilerinden bazıları su ve besin maddesi alımının azalması ve solunum metabolizmasının yavaşlamasıdır (Dat et al., 2004). Uzun süreli su fazlalığı ise bitkinin solunum metabolizmasında çok derin etkileri olan anoksia koşullarına yol açar (Dat et al., 2004). Toprakta bulunan fazla su özellikle bitkilerin fotosentez ve solunum yapmaları için ihtiyacı olan oksijen ve karbondioksitten yoksun bıraktığı için bitkiler üzerinde ağır bir baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle türlerin yayılışı ve tarımsal verimlilik üzerine etkisi olan en önemli abiyotik faktörlerden biridir (Jackson et al., 2009).

Bitkilerin su basması stresine verdikleri tepkiler, bitki türü ve yaşı, su fazlalığının süresi ve zamanına bağlı olarak değişmektedir (Kozłowski, 1984).

Bitkiler stres koşullarına farklı şekillerde cevap verirler (Taiz and Zeiger 2006). Kaçış (escape), sadece koşulların uygun olduğu dönemde büyümedir. Sakınım (avoidance), bitkilerin stres faktörlerinin olumsuz etkilerini azaltması veya engellemesidir. Dış çevrede stres oluşturabilecek koşullar olmasına rağmen bitki hücrelerinin stresten uzak bir iç ortam oluşturmalarıdır (Taiz and Zeiger, 2006; Bailey-Seres and Voeselek, 2008). Tolerans, stres faktörlerinin etkisinin elimine edilmesi, azaltılması veya onarılmasıdır. Uyum (acclimation) ve adaptasyonda (adaptation), öncül bir strese maruz kalmanın sonucu olarak tolerans artmışsa, bitki uyumlanmış olarak kabul edilir. (Taiz and Zeiger, 2006). Sessizlik, dinlenme (quiescence), enerji ve karbonhidratların korunması, büyümenin kısıtlanması durumudur (Bailey-Seres and Voeselek, 2008).

Su basmasına meyilli alanlara adapte olmuş bitkilerin hepsi su basmasına tolerant değildir. Bazı bitkiler yağışsız geçen iki dönem arasında yaşam döngülerini tamamlar ve su basmasına dayanıklı tohumlar geliştirerek su basmasından kaçarlar (Bailey- Seres and Voeselek, 2008). Bazı bitkiler anatomik ve morfolojik özellikler geliştirerek sakınım gösterirler. Kloroplastların yaprak yüzeyine doğru çıkması, hücre duvarının ve kütikül tabakasının azalması dolayısıyla yaprak kalınlığının azalması CO₂ ve O₂ difüzyonunu kolaylaştıracak değişikliklerdir (Mommer et al., 2005; Mommer and Visser, 2005). Ancak kaçış ve sakınım stratejileri uzun süreli ve çok derin olmayan su fazlalığı koşulları için uygundur (Voeselek et al., 2004). Bitkiler daha kısa süreli fakat daha derin su fazlalığına sessizlik stratejisi ile cevap verirler (Perata and Voeselek, 2007).

Fasulyenin anavatanı olan Amerika kıtasından yayıldığı ve Amerika'da çok eskiden beri insanlar tarafından tüketildiği bilinmektedir. Bugün bütün dünyada büyük ölçüde üretilen *P. vulgaris* ile *P. coccienus* türleridir ve subtropik kuşakta yayılmışlardır. Ülkemizde yetiştirilen fasulyelerin hemen tamamı *P. vulgaris* türü içinde yer alır (Vural vd., 2000). 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). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) 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). Ülkemizin bütün bölgelerinde kolayca yetiştirilebilmesi üretiminin yayılmasını kolaylaştırmıştır (Vural vd., 2000). Baklagiller dünyanın bir çok bölgesinde insan beslenmesi açısından önemli bir yere sahiptir ve azot bağlayıcı özellikleriyle tarımsal üretimi arttırmak için ekim rotasyonunda kullanılmaktadır (Lakitan et al., 1992). Diğer taraftan taze fasulye su basması stresine hassas olan sebze türlerindedir (Singer et al., 1996).

Stres koşullarına toleransta tür, çeşit ve genotipler bazında yapılan araştırmalar sayesinde ümit vaat eden sonuçlara ulaşılması, gelecekte elde edilecek ürün verimliliği ve yetiştirilecek kültür çeşitleri açısından önemlidir. 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 ve ileride yapılacak moleküler biyolojik çalışmalara temel oluşturulması hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Toprakta oluşan aşırı su önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Else et al., 2009; Jackson et al., 2009). Fazla su; bitkiyi ihtiyacı olan oksijenden ve karbondioksitten yoksun bırakmaktadır (Jackson et al., 2009). Oksijen eksikliği veya anoksia bitkilerin yaşamları boyunca karşı karşıya kaldıkları yaygın bir çevresel sorundur (Blokhina et al., 2003).

Geçici veya sürekli su basması, sadece sağanak yağmurlardan kaynaklanmaz. Nehirlerin taşması, fırtına, yüzeyden sulama, sulama kanallarından su sızması, yetersiz drenaj (Kozłowski, 1984, 1997), taban suyu seviyesindeki artış (Alvino et al., 1983) gibi birçok faktör nedeniyle oluşabilir. Diğer taraftan bazı toprakların su tutma kapasitesi ve kabiliyeti yüksektir. Oysa bitkilerdeki solma topraktaki suyun çoğalmasıyla artar. Çünkü topraktaki su fazlaştıkça tuz ve gübrelerin bitkiler üzerindeki etkileri de çoğalır. Bu nedenle bitkiler su alamaz duruma gelir. Bitkinin topraktaki sudan yeterince faydalanamaması ise fizyolojik kuraklığa neden olur (Eriş, 2007).

Yapılan çalışmalarda bitkilerin serbest suya gereksinim duymalarına rağmen, kök çevresinde suyun fazla bulunması durumunda zararlı hatta ölümcül sonuçlar doğurabileceğine dikkat çekilmiştir (Horchani et al., 2009). Bitki, kök ortamındaki oksijensiz koşullara karşı koyamadığı için strese girmektedir (Taiz and Zeiger, 2006). Ancak aerobik toprak koşulları yeniden oluştuğu zaman, bitki büyümesi kaldığı yerden yavaşça devam etmektedir (Samad, 2001).

Drenajı ve yapısı iyi olan topraklarda içi gaz dolu porlar gaz halindeki oksijenin kolayca birkaç metre derinliğe girmesine izin verirler. Toprağın drenajı yetersiz ve yağmur ya da sulama aşırı olduğunda toprağın içi suyla dolar (Taiz and Zeiger, 2006). Su fazlalığında topraktaki porlar dolduğu için gaz halindeki O₂'nin difüzyonunu durdurur yani toprak ve atmosfer arasındaki oksijen geçişi engellenir (Taiz and Zeiger, 2006; Horchani et al., 2009). Bu durum köklerin çevresinde hipoksi veya anoksi koşullarının oluşmasına neden olur.

Yapılan araştırmalarda; su basması olan topraklarda birçok toksik maddenin biriktiğine dikkat çekilmiştir. Sulfur, Demir ve Manganın (Kozłowski, 1997; Armstrong and Armstrong , 1999; Greenway et al., 2006), propiyonik ve butirik asit gibi suda ozunur organik asitlerin su fazlalığı olan topraklarda oluştuğu belirtilmektedir (Armstrong and Armstrong, 1999; Greenway et al., 2006). Bunun yanında araştırmacılar; su basması esnasında Etanol, Asetaldehit ve Siyonojenik maddelerin kokler tarafından meydana getirildiğine değinmişlerdir (Kozłowski, 1997).

Su basması, buyuk agregatların parçalanarak toprağın fiziksel yapısında değişimlere neden olur. Toprak yoğunluğu ve porozitesi gaz difüzyonunu, kok gelişimini ve fonksiyonunu, stomatal iletkenliği etkiler (Probert ve Keating, 2000; Dat et al, 2004). Su fazlalığı nedeniyle toprak kimyasında meydana gelen değişim verimin azalmasına neden olmaktadır. Toprak denitrifikasyonu, aneorobik koşullarda gerçekleşmektedir. Su fazlalığı sonucu olarak nitrat miktarı bitkinin st yapraklarında yoğunlaşabilir ve birikebilir. Sonuç olarak verim de negatif etkilenmektedir (Kozłowski, 1997).

Toprak içindeki su fazlalığı, bitki yaşamı için temel ihtiyaç olan oksijenin hüreye yeterli olmayan düzeylerde aktarılmasına neden olmaktadır. Bu anoksi koşullar koklerdeki solunumu engeller ve toprak üstü organlarda zararlanmaya neden olur (Probert ve Keating, 2000; Dat et al., 2004). Bu bitki türlerinden taze fasulye; toprağın aşırı suyla dolması durumunda çevredeki kullanılabilir oksijenin, oksijensiz dokulara girişini sağlayamaz (Rao et al., 2002). Taze fasulye su streslerine hassas bir bitki olarak bilinmektedir (Singer et al., 1996).

Topraktaki oksijen yokluğuna karşı, stres etkilerini azaltmak için bitkiler farklı karakteristik tepkiler oluşturmuşlardır. Bu aklimasyonların birkaçı bir arada bulunabilir. Bitkiler yapısal veya su fazlalığından sonra oluşan biyokimyasal ve morfolojik özellikleri beraber geliştirebilirler. Kokte ve gövdede meydana gelen morfolojik ve anatomik değişiklikler oksijenin ve karbondioksitin alımını ve içsel taşınımını difüzyon veya kitle akışı ile sağlarlar (Aschi- Smiti et al., 2003; Colmer, 2003; Mommer et al., 2007; Colmer and Pedersen, 2008). Bu toprak altı organlarının

oksijensiz koşullarda gelişmesine izin verir. Bunlardan en önemli olanı aerenkima gelişimidir (Aschi- Smiti et al., 2003; Colmer, 2003).

Bitkilerin su basması koşullarına tepkileri arasında; gövde büyümesinin azaltılması, epinasti, düşük CO₂ asimilasyonu, düşük besin elementi alımı ve azaltılmış kök ve sürgün gelişimi, hastalık ve zararlılara duyarlılığın artması yer alır (Aloni and Rosenshtein, 1982; Bradford and Hsiao, 1982). Su fazlalığına tolerant bitkilerin temel morfolojik ve fizyolojik özellikleri içerisinde yavaş yaprak uzaması, düşük klorosis oranı, yüksek karbonhidrat depolama ve aerobik koşullara çabuk adapte olabilmeye yer alır (Setter et al., 1997; Ito et al.,1999; Ram et al., 2002; Jackson and Ram, 2003).

Oksijen, hücrede merkezi enerji üretimi sağlayan yollar için hayati önem taşır ve oksijenin varlığı ya da yokluğu metabolik aktiviteyi ve enerji üretimini belirler. Oksidatif fosforilasyon sırasında oksijen elektron alıcısı görevi yapar. Bu da, NADH' ten NAD⁺ oluşturarak hücresel metabolizma için gerekli olan ATP üretimini sağlar (Dennis et al., 2000; Jackson et al., 2009). Ancak bu durum sadece son oksidasyon için yeterli oksijenin bulunması durumunda gerçekleşir. Sitokrom oksidaz aşamasında oksijenin yerini nitritin almasıyla elektron taşınımı oksijensiz koşullarda belli bir aşamaya kadar devam eder (Igamberdiev and Hill, 2009). Domateste yapılan bir çalışmada uzun süreli hipoksi koşullarının solunumu azalttığı, ATP üretimini ve ATP/ADP oranını düşürdüğüne dikkat çekilmiştir (Gharbi et al., 2007). Kök solunum oranının su fazlalığı koşullarında hem toleranslı hem de hassas türlerde azaldığı belirlenmiştir (Liao and Lin, 2001).

Su basması koşulları uygun olmayan hava koşulları, doğru toprak işleme ve sulama tekniklerinin kullanılmaması ile birleştiğinde ağır verim kayıplarına neden olur (Dennis et al., 2000). Su fazlalığının olumsuz etkileri, yüksek sıcaklıklarda daha şiddetli görülmektedir. Aerobik toprak koşulları yeniden oluştuğu zaman, bitki büyümesi kaldığı yerden yavaşça devam etmektedir (Samad et al., 2001). Sıcaklık düşük ve bitkiler uyku halindeyken, oksijen çok yavaş azalır ve pek fazla zarar oluşmaz (Taiz and Zeiger, 2006).

Su basması ve düşük sıcaklık 112 günlük *Betula platyphylla* var. *japonica* fidesinin boy uzaması ve gövde çapının büyümesini; yaprak gelişimini; yaprakların, gövdenin ve köklerin büyümesini; kök gövde oranını azaltmıştır. Su basması, yaprakların yanmasına ve dökülmesine sebep olmuştur. Büyüme, su basmasında düşük sıcaklığa göre daha yavaşlamıştır. Su basması ve düşük sıcaklığın etkileşimi boy uzaması, yaprak oluşumu ve genişlemesini etkilemiştir ve yaprakların, köklerin ve gövdelerin kuru ağırlığında artışa neden olmuştur. Su basması ve düşük sıcaklıktaki büyüme miktarındaki azalma, yaprakların, bağıl büyüme oranları yerine köklerin ve gövdelerin kuru ağırlık artış analizi baz alındığında daha fazladır. Su basmasındaki büyümenin düşük sıcaklığa göre daha az olmasına bağlı olarak su basmasındaki bitkilerde yapraklar daha az ve küçük, yaralı yaprak miktarı daha fazla, kapalı stoma sayısı daha fazla ve köklerdeki çürükler daha büyüktür. Su basması ve düşük sıcaklık farklı fizyolojik mekanizmalarla büyümeyi yavaşlatmıştır (Tsukahara ve Kozlowski,1986).

Su fazlalığı, toprak oksijenini hızlı bir şekilde tüketir ve bitkinin metabolizmasını değiştirir böylece büyümeyi engeller. Azalan büyüme önce stomaların kapanmasıyla daha sonra; fotosentezde, karbohidratların 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).

Baklada yapılan bir çalışmada su fazlalığı koşullarının; büyümede güçlü bir azalma ile birlikte, yaprak alanı ve kuru madde miktarında düşmeye neden olduğu tespit edilmiştir (Pociecha et al., 2008). Karpuzda yapılan başka bir çalışmada su fazlalığı uygulamaları ile, aşılı karpuzda veya aşılı olmayan karpuzda büyüme ve gelişmenin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir (Yetisir et al., 2006). Soğanda yapılan bir çalışmada ise; su fazlalığı koşullarının soğanın büyüme ve gelişmesini kısıtlayıcı etkisinin olduğu ortaya koyulmuştur (Yiu et al., 2008).

İlgili oldukları taksonomik grupta su fazlalığına adaptasyon gösteren bitkiler olması bitkilerin uzun süreli suda yaşayabilmeleri için bazı anahtar kalıtsal karakterlere

ihtiyaç duyduğunun göstergesidir. Bu karakterler içerisinde ana köklerin yerine adventif kök oluşturabilme ve gövdelerini genişletebilme yeteneği ilk akla gelenlerdendir (Jackson et al., 2009). *Sesbania javanica* gövde genişlemesi ve adventif kök oluşumu nedeniyle su fazlalığına tolerans gösterip derin sularda yaşayabilmektedir. Genişleyen gövdeler ve kökler aerenkima açısından zengindir (Jackson, 2009). Mısır bitkisinde yapılan bir çalışmada su fazlalığı koşullarına toleransta adventif kök gelişiminin mısır bitkisinin en önemli davranışı olduğu belirtilmiştir (Yoshiro et al., 2005). Hıyar bitkisinde yapılan bir araştırmada da; su fazlalığı koşullarında oluşan elverişsiz toprak koşullarında, oksijen yetersizliğinden kaçınmak için adventif kök oluşumunun arttığı tespit edilmiştir (Walter et al., 2004).

Bitkiler fazla suya ve anaerobik koşullara maruz kaldıklarında kök ve sürgün sistemleri farklı tepkiler verir (Liao and Lin, 2001). Mangrov (Hindistan Sakız ağacı) fidelerinde 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 saatlik su fazlalığı koşullarında, maruz kalınan süre uzadıkça, yaprak kalınlığı, mezofil kalınlığı, palisad parankima kalınlığı, palisad-sünger oranı ve hipodermis kalınlığının azaldığı, fakat mezofil yaprak kalınlığı oranı, gövde ve öz çapı ve korteks kalınlığının arttığı belirlenmiştir (Xiao et al., 2009).

Ashraf ve Rehman (1999) tarafından yapılan bir çalışmada tohum ekiminden 42 gün sonra mısır fideleri 21 gün boyunca su fazlalığı stresine maruz bırakılmıştır. Sürgün ve kök yaş ağırlığı ve yaprak alanı ölçüldüğünde su fazlalığı uygulamalarının büyüme üzerine önemli derecede engelleyici etkisi görülmüştür. Susam bitkisinde yapılan bir çalışmada ise, su fazlalığı koşullarının büyümede gerilemeye, kuru madde miktarında, bitki başına yaprak sayısında ve tohum veriminde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Uzun süreli su fazlalığı koşulları, olgunlaşma zamanını kısaltmış, klorozu teşvik etmiş ve çiçek dökümüne sebep olmuştur (Mensah et al., 2006).

Güvercin bezelyesinde kısa süreli su fazlalığı uygulamalarının, stoma dayanımını arttırdığı, transpirasyon oranı ve net fotosentezi azalttığı belirlenmiştir. 2 gün devam eden su fazlalığı koşulları solma, kloroz, yaşlanma ve alt yapraklarda dökülmeye neden olmuştur. Yaprak alanı ve kuru maddedeki azalmalar çeşitlere göre farklılıklar göstermiştir (Takele and McDavid, 1995).

Orta derecede su fazlalığı altında bitkide; genellikle bodurlaşma, alt yapraklarda yaşlanma, sürgünlerde kısalma ve çiçeklerin verimsiz hale gelmesi gibi etkiler meydana gelmektedir (Samad et al., 2001). Yapılan araştırmalarda topraktaki aşırı suyun generatif gelişmeyi kısıtlayıcı etkileri de vurgulanmaktadır. Odunsu bitkilerde yapılan bir çalışmada topraktaki aşırı su koşullarında generatif gelişmenin yavaşladığı gözlemlenmiştir (Kozłowski, 1997).

Toprakta aşırı suyun varlığı sonucunda bitkilerde; çiçek tomurcuklarının oluşumunun, meyve tutumunun ve meyve gelişiminin, verimin sınırlandığı belirtilmektedir. Domateste yapılan bir çalışmada çiçeklenme, özellikle meyve oluşumu ve gelişiminin aşırı su koşullarında zarar gördüğü tespit edilmiştir (Horchani et al., 2009). Singer et al. (1996) Bronco ve Giza 3 taze fasulye çeşidiyle yaptıkları çalışmada su fazlalığının çiçek dökümüne neden olduğunu ve bakla oluşumunu baskıladığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmalarda odunsu bitkilerde zaman zaman sap kalınlığında artış gözlenebildiği tespit edilmiştir. Çünkü aşırı su altında odun dokusu hücrelerinin fazla artmasıyla kabuk dokusu büyümektedir. Bu anlamda aşırı su altında kök büyümesi genellikle gövde büyümesinden daha fazla etkilenir (Kozłowski, 1997).

Su basmasına tepkiler bitkinin tipine, su basmasının süresine ve zamanlamasına ve su basması suyunun durumuna göre değişir. Hareket eden su basması durgun su basmasına göre daha az zararlıdır; öyle ki su basmasına toleransı olan bitkiler dahi durgun su basması sebebiyle sıkça hasar görürler. Büyüme sezonundaki su basması, dinlenme dönemindeki su basmasına göre daha zararlıdır (Kozłowski, 1984). *Lotus tenuis*' te 15 gün süre ile uygulanan su fazlalığı koşulları erken yaz döneminde erken ilkbahar dönemine oranla daha zararlı olmuştur. Erken yaz döneminde büyümede önemli derecede azalma görülürken, erken ilkbahar döneminde bitki kuru madde üretiminde herhangi bir değişiklik olmadan bitkiler fizyolojik olaylara devam edebilmiştir (Striker et al., 2007). 7 gün boyunca su fazlalığı uygulanmış bakla (*Vicia faba* L. *minor*) bitkilerinden vejetatif aşamada olan bitkiler generatif aşamada olan bitkilerden daha çok zarar görmüştür (Pociecha et al., 2008).

Literatürde su fazlalığının tohum çimlenmesi üzerine de etki ettiği belirtilmektedir. Fide yastıklarında veya toprakta bulunan su fazlalığının, tohum çimlenmesini ve fide oluşumunu baskı altına aldığı veya tamamen engellediği bilinmektedir (Ismail et al., 2009). Soya fasulyesinde yapılan çalışmalarda su fazlalığı koşulları altında tohumların çimlenme esnasında zarar gördükleri belirlenmiştir. Çimlenme esnasında oluşan bu zararın nedeni; su fazlalığı koşullarında tohumların hızlı su alımlarının sonucu olarak tohum dokusunun fiziksel bozulması ile sonuçlanan emme zararı (Woodstock and Taylorson, 1981) ve topraktaki tohumların sudan yararlanamaması şeklinde açıklanmaktadır (Nakayama and Komatsu, 2008). Bu anlamda fazla suyun; soya fasulyesinin üretiminde önemli sıkıntılar yarattığı tespit edilmiştir (Nakayama and Komatsu, 2008). Amilaz aktivitesi boyunca nişasta rezervlerinin daha etkin kullanılması ve anaerobik solunum bazı çeşitlerin çimlenmeleri ve fide gelişimlerinin ilk aşamalarında oluşan oksijen yetersizliğinden daha az etkilenmelerini sağlar (Ismail et al., 2009).

Taze fasulyede yapılan su fazlalığı uygulamaları sonucunda yaprak sayısında azalma gözlenmiştir (Singer et al., 1996). Karpuzda yapılan araştırma sonucu su stresi altında bitkinin yaprak sayısının azaldığı bilinmektedir (Yetisir et al., 2006). Mısır ve soya fasulyesinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Rao et al., 2002, Nakayama and Komatsu, 2008). Baklada (*Vicia faba L. minor*) yapılan bir çalışmada 7 günlük su fazlalığı uygulamasıyla birlikte kuru ağırlıkta bir azalma meydana gelmiştir. Su fazlalığını takiben 7 günlük geri kazanım uygulanmıştır. Deneme sonunda kuru ağırlıkta bir artış meydana gelmişse de kontrol seviyesine ulaşamamıştır (Pociecha et al., 2008). Literatürde taze fasulye bitkisinde geri kazanım ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde su fazlalığı uygulamaları sonucunda bitkinin yaprak alanında da azalma gözlemlendiği belirtilmektedir. Çelik (2010) ile Celik and Turhan (2011) 5 farklı taze fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) genotipi ile yaptıkları çalışmada, kök bölgesinde oluşan 3 günlük su fazlalığı koşullarında yaprak alanının, kontrol bitkileriyle kıyaslandığında, Oturak genotipinde % 21, Beyaz fasulyede %18, Kökezde %14 azaldığını, Boncuk Sırık genotipinde ise arttığını tespit etmişlerdir. Singer vd. (1996)

da taze fasulyede aşırı su uygulamaları sonucu Giza 3 ve Bronco çeşitlerinde yaprak alanının azaldığını belirlemişlerdir (Singer et al., 1996). Buğdayda yapılan bir çalışmada, 25 gün kökün oksijensiz ortamda durması sonucunda, yaprak alanının % 83 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Samad et al., 2001). Else vd. (2009); domateste yaptıkları çalışmada su fazlalığı sonucunda yaprak alanının azaldığını tespit etmişlerdir. Karpuz, soya fasulyesi ve mısırdaki yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Yetisir et al., 2006, Nakayama and Komatsu, 2008, Rao et al., 2002).

Baklada (*Vicia faba L. minor*) yapılan bir çalışmada 7 günlük su fazlalığı uygulamasıyla birlikte yaprak alanı neredeyse yarı yarıya azalmıştır. Su fazlalığını takiben uygulanan 7 günlük geri kazanımla birlikte yaprak alanında bir artış meydana gelmişse de kontrol seviyesine ulaşamamıştır (Pociecha et al., 2008). Luo vd. (2011) su fazlalığı koşullarında, yaprak alanının kaçış stratejisi uygulayan *Alternanthera philoxeroides*' in su fazlalığı koşulları ortadan kalktıktan sonraki onuncu günde, yaprak alanının kontrol seviyesinin üzerine çıktığını, stres koşullarında dinlenme gösteren *Hemarthria altissima*'da ise kontrol seviyesinde kaldığını belirlemişlerdir. Dokuz gün süre ile su basmasına maruz bırakılan hassas (Pusa 207) ve toleran (ICP 301) güvercin bezelyesi çeşitlerinde yaprak alanının azaldığı, ICP 301 çeşidinin değerlerinin, Pusa 207 çeşidine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra ICP 301 çeşidinin geri kazanımının daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Kumutha et al., 2009).

Su fazlalığı; büyümeyi engellemesi yanında özellikle yapraklarda klorozların meydana gelmesine sebep olarak bitkileri zararlandırmaktadır. Zira, karpuzda (Yetisir et al., 2006) ve susamda (Mensah et al., 2006) yapılan çalışmada fazla suyun yapraklarda kloroza neden olduğu tespit edilmiştir. Literatürde su fazlalığı uygulamaları sonucu yaprak renginin de değiştiği bildirilmektedir. a* değerindeki artış klorofil kaybını, b* değerindeki azalma ise karotenoid kaybını göstermektedir. Karpuzda yapılan çalışmada su fazlalığı uygulamaları sonucu yapraklarda renk değişiminin gözlemlendiği tespit edilmiştir (Yetisir et al., 2006). Taze fasulye ile yapılan çalışmada 3 gün süre ile kök bölgesinde uygulanan su fazlalığının L* değerlerini azalttığı, a* ve b* değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada en yüksek a* değeri Beyaz fasulyede, en düşük değerler ise Boncuk Sırık ve Oturak genotiplerinde elde edilmiştir.

En yüksek b* değerine sahip genotipler Beyaz fasulye ve Kökez olurken en düşük değer Oturak genotipinin olmuştur (Turhan vd., 2011). Su basmasına dayanıklı (ICP 301) ve hassas olan (Pusa 207) güvercin bezelyeleriyle yapılan çalışmada, su basmasının yaprakların sararmasına ve kurummasına, sürgün ve dalların ölümüne neden olduğu belirtilmiştir. Su basmasının bu etkisinin Pusa 207 çeşidinde daha belirgin olduğu gözlenmiştir (Kumutha et al., 2009).

Literatürde su fazlalığı uygulamaları sonucunda bütün bitki türlerinde yaş ağırlığın önemli derecede azaldığı belirtilmektedir. Else et al. (2009) domateste yaptıkları çalışmada yaş ağırlığın su fazlalığı uygulamaları ile azaldığını belirtmişlerdir. Yetisir vd. (2006); karpuzda uyguladıkları su fazlalığı stresi sonucunda yaş ağırlığın önemli derecede azaldığını tespit etmişlerdir. Bunun yanında bitkinin kuru ağırlığında da su fazlalığı koşullarında önemli derecede azalma gözlenmiştir.

Taze fasulyede yapılan çalışmada ise su fazlalığı koşullarında yaprak kuru ağırlığında çok büyük bir değişim olmadığı, ancak, dayanıklı olan Giza3 çeşidinin hassas olan Bronco çeşidine oranla daha fazla kuru ağırlığa sahip olduğu belirtilmiştir (Singer et al., 1996). Çelik (2010) ile Celik and Turhan (2011) 5 farklı fasulye genotipi ile yaptıkları çalışmada, kök bölgesinde oluşan 3 günlük su fazlalığında yaprak kuru ağırlığındaki değişimin genotipe bağlı olarak farklılık gösterdiğini, kök kuru ağırlığının ise bütün çeşitlerde azaldığını belirtmişlerdir. Beyaz fasulyenin yaprak kuru ağırlığı %11, Kökez genotipinin yaprak kuru ağırlığının ise %17 azaldığını, fakat Boncuk Sırık, Sırık ve Oturak genotiplerinin yaprak kuru ağırlıklarının arttığını tespit etmişleridir. Kawano vd. (2009) tarafından *Oryza sativa* ve *O. glaberrima* ve tür içi hibritlerle yapılan başka bir çalışmada, Saligbeli, Balawe ve IR 49830 çeşitlerine ait 12 günlük çeltik bitkilerinde 7 günlük su fazlalığı uygulamasından önce ve sonra gelişen yaprakların kuru ağırlıklarındaki değişimleri incelemişlerdir. Her üç çeşitte de su basmasından önce gelişen yaprakların kuru ağırlıkları, su basmasından sonra gelişen yapraklardan daha yüksek bulunmuştur. Ancak Saligbeli ve IR 49830 çeşitlerinin yaprak kuru ağırlıkları su fazlalığı uygulamasından sonra kontrol bitkilerinden çok farklı bulunmazken, Balawe çeşidinin yaprak kuru ağırlığı kontrolden daha az bulunmuştur. Birçok *O. glaberrima* çeşidinin yaprak kuru ağırlığındaki artışın, su

fazlalığından bir gün sonra, tolerant olan çeşitlerden daha az olduğu tespit edilmiştir. Fakat Saligbeli çeşidi tolerant olan çeşitlerle benzer bir artış göstermiştir (Kawano et al., 2009).

Dokuz gün süre ile su basmasına maruz bırakılan hassas (Pusa 207) ve tolerant (ICP 301) güvercin bezelyesi çeşitlerinde toplam kuru ağırlığın azaldığı, ICP 301 çeşidinin kuru ağırlığının, Pusa 207 çeşidine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra ICP 301 çeşidinin geri kazanımının daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Kumutha et al., 2009). Yirmi günlük su basmasını takiben 10 günlük geri kazanım sonunda *A. philoxeroides*' in yaprak kuru ağırlığında %180 artış olurken, *H. altissima*'da bu oran %80'de kalmıştır (Luo et al., 2011).

Su basması altındaki bazı bitkilerde protoplazma ve protoplazmik membranların fiziksel değişimine bağlı olarak, köklerden pasif su alımı azalır. Su alımının hızla azalması toprak suyundaki yüksek CO₂ konsantrasyonuna bağlıdır. Bunun sonucunda su hareketinin kök korteksi boyunca ilerlemesine karşı olan direnç artar (Kozlowski, 1984).

Su basması, fizyolojik düzeyde bitki su ilişkilerini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Su basmasına hassas türlerde yaprak dehidrasyonu olsun olmasın stomalarda kapanma ve transpirasyonda azalma birkaç saat içinde ortaya çıkar (Bradford and Hsiao, 1982; Else et al., 1996). Buna karşın toleranslı türlerde bu parametreler haftalarca değişmemektedir (Insausti et al., 2001).

Ayrıca su fazlalığı uygulaması mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde yaprak su potansiyelini ve yaprak turgor potansiyelini azaltmış, ozmotik potansiyeli ise arttırmıştır. Klorofil a ve b miktarı, fotosentez, stoma iletkenliği ve transpirasyonun da azaldığı belirlenmiştir (Ashraf and Rehman 1999). Birçok çalışmanın ışığında farklı odunsu ve otsu türlerde su fazlalığı koşullarında düşük yaprak su potansiyelinde turgoru devam ettirebilmek için stoma kapanması teşvik edilmektedir (Salisbury and Ross, 1992). Vegetatif ve generatif aşamada bulunan mung fasulyeleriyle yapılan bir çalışmada yaprak su potansiyelinin 8 günlük su basması ve onu takiben 8 günlük geri

kazanım uygulamaları boyunca kontrol bitkilerinden çok farklı olmadığı belirlenmiştir (Ahmed et.al. 2002). Dell'Amico vd. (2001) domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. INCA 9(1)) bitkisine 36 saat süre ile su basması uygulaması yaptıktan sonra 108 saat geri kazanım uygulamıştır. Günlük ritim gösteren kontrol bitkilerinde yaprak su potansiyeli fotoperiyodun başlangıcında maksimum değerlere ulaşırken daha sonra aşamalı olarak azalarak fotoperiyodun 5. saatinde minimum değerlere ulaşmıştır. Su fazlalığı periyodunun ilk 6 saatlik kısmında, yaprak su potansiyeli değerleri azalmıştır. Sonrasında ise kontrol değerleri seviyesine kadar aşamalı olarak yükselmiştir. Yaprak su potansiyelinin bu geri kazanımı fotoperiyodun 11. saatinde saksılar drene olduğunda tamamlanmıştır. Su fazlalığı stresi, yaprak turgor basıncını aşamalı olarak azaltmıştır. Sonrasında ise yaprak turgor basıncı aşamalı bir geri kazanımla 11. saatte kontrol bitkilerinin yaprak turgor basıncı değerlerine yaklaşmıştır. Yaprak su potansiyelinde gözlemlendiği gibi yaprak turgor basıncı da 36 saatlik su fazlalığının ardından toprak drene edildiğinde geri kazanım sağlamıştır (Dell'Amico et al., 2001).

Çelik (2010) ile Celik and Turhan (2011) taze fasulye genotipleriyle yaptıkları çalışmada 3 günlük su fazlalığı uygulamasının sonunda yaprak oransal su kapsamının değişmediğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan dokuz gün süre ile su basmasına maruz bırakılan hassas ve tolerant güvercin bezelyesi çeşitlerinde yaprak oransal su kapsamının azaldığı, fakat dayanıklı olan ICP 301 çeşidine ait YOSK değerlerinin, hassas olan Pusa 207 çeşidine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra ICP 301 çeşidinin geri kazanım hızının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kumutha et al., 2009). Carrizo citrange ve Cleopatra mandarin anaçlarında 9 gün süreli su fazlalığı uygulaması ile anaçların yaprak oransal su kapsamı değerleri değişmezken, yaprak ozmotik potansiyeli Cleopatra anacında daha yüksek bulunmuştur. Yapraklardaki net CO₂ asimilasyon oranı ise Carrizo anacında daha fazla azalmıştır. Yaprak-su kullanma etkinliğinin Carrizo anacında daha az olduğu belirlenmiştir (Garcia-Sanchez et al., 2007).

Bradford (1983) domates bitkisinde yaptığı çalışmada su fazlalığına bitkinin başlangıçta verdiği cevabı tespit etmek amacı ile 24 saat süre ile kısa süreli su fazlalığı koşulunun stoma hareketlerini ve fotosentez kapasitesini etkilediğini, transpirasyon

miktarını azalttığını tespit etmiştir. Domateste yapılan bir çalışmada su fazlalığı uygulamaları sonucu yaprak su potansiyelinin düşmesi ile stomaların kapandığı, buna bağlı olarak da fotosentezin önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir (Else et al., 2009). Baklada yapılan çalışmada su fazlalığı koşullarında yaprak su potansiyelinin düşmesi ve beraberinde stomaların kapanması buna bağlı olarak da yaprak alanı ve kuru madde miktarının eksildiği gözlenmiştir (Pociecha et al., 2008). Karpuzda yapılan bir araştırmada ise; su fazlalığı uygulamaları ile bitkinin stoma hareketlerinin azaldığı ve buna bağlı olarak da fotosentez oranının eksildiği belirtilmiştir (Yetisir et al., 2006).

Yapılan araştırmalarda; su fazlalığının etki ettiği durumlar içerisinde üzerinde en fazla durulan fotosentezdir. Soğanda yapılan su fazlalığı uygulamaları sonucunda fotosentez miktarında azalma gözlenmiştir (Yiu et al., 2008). Baklada yapılan bir çalışmada; aşırı su koşullarında bitkinin fotosentez oranında güçlü bir azalma gözlenmiştir ki bunun kesinlikle stomaların hareketinin azalmasından kaynaklandığı belirlenmiştir (Pociecha et al., 2008). Ahmed vd. (2002) mung fasulyesiyle yaptıkları çalışmada su basması uygulamasıyla hem vejetatif hem de generatif dönemde fotosentez oranında hızlı bir düşüş olduğunu belirlemişlerdir. Geri kazanımın 4. gününden itibaren fotosentez oranında artış olduğu ve 8. gün sonunda bu oranın kontrol seviyesine ulaştığını belirlemişlerdir.

Su fazlalığı koşulları fotosentez aktivitesinde azalma ve biyokimyasal reaksiyonların bozulmasına neden olur (Pociecha et al., 2008). Börülce ve mısır bitkisinde, fotosentetik aktivitenin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (RuBPCO) aktivitesi her iki bitki türünde de önemli derecede azalmıştır (Mamdouh et al., 2001). Baklada yapılan bir çalışmada RuBPCO aktivitesinin su fazlalığı süresince değişmediği ancak geri kazanım uygulamasının sonunda 1/3'üne düştüğü tespit edilmiştir (Pociecha et al., 2008).

Bununla beraber zarar gören fotosentez miktarı da özellikle genç fidelerde Fv/Fw (maximum quantum yield of PSII) oranının düşmesine neden olabilmektedir. Vejetatif bitkilerde su fazlalığı koşulları ortadan kalktıktan sonra, Fv/Fw oranı kontrol seviyesine gelmektedir (Pociecha et al., 2008; Luo et al., 2011). Ancak meydana gelen

bu geri kazanımın hızı bitkinin gelişim safhasına ve strese verdiği cevaba bağlı olarak değişmektedir. Kaçış stratejisi uygulayan *Alternanthera philoxeroides* üç gün içerisinde fotosentez miktarını normal seviyeler çıkartırken, stres koşullarında dinlenme gösteren *Hemarthria altissima* için bu süre altı gündür (Luo et al., 2011). Vejetatif aşamadaki bakla bitkilerinde geri kazanım çok hızlı gerçekleşmiş ve kontrol seviyesine ulaşmıştır, generatif aşamadaki bitkilerde Fv/Fw oranında daha az bir düşüş gerçekleşmesine karşın geri kazanım çok daha yavaş olup hiçbir zaman kontrol seviyesine ulaşamamıştır. (Pociecha et al., 2008). Mung fasulyesiyle yapılan bir araştırmada su basması koşullarının Fv/Fw oranının hızlı bir şekilde düşmesine neden olduğunu belirlenmiştir. Bu oran en düşük seviyeye su basması uygulamasının 8. gününde ulaşırken, bu günden sonra başlanılan geri kazanım uygulamasının ilk 4 gününde de devam etmiştir. Ancak 6. günde Fv/Fw oranının hızlı bir şekilde artmış ve geri kazanım uygulamasının 8. gününde kontrol seviyesine ulaşmıştır (Ahmed et al., 2002).

Bununla birlikte; yüksek fotosentetik oranların su fazlalığı stresi durumlarında bitkinin tolerans faktörlerinden olduğuna dikkat çekilmiştir (Nabben et al., 1999). Samad vd. 'nin (2001) su fazlalığına toleransın son derece kalıtsal bir özellik olduğunu ileri sürdüklerini bildirmişlerdir. Zira mısır bitkisinde yapılan bir çalışmada; amaç aneorobik stres koşullarına karşı daha toleranslı ve farklı olan genlerin belirlenmesi olmuştur (Subbaiah and Sachs, 2003).

Fotosentez ürünlerinin işlevini belirlemek için kullanılan klorofil floresanının topraktaki su fazlalığından zarar görebileceği belirtilmiştir. Diğer taraftan aşırı su fazlalığında, suyun ve minerallerin taşınmasının sınırlı olmasının yaprak epinastisine neden olduğu ve bu durumun fotosentez aktivitesinde azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Bradford and Hsiao, 1982; Pezeshki, 2001). Sena Gomes ve Kozlowski (1988) 46 günlük *Hevea brasiliensis* fidesinin 12 hafta boyunca su basmasına maruz bırakılmasıyla epinastinin arttığı, klorofil içeriğinin azaldığı, etilen üretiminin hızlandığı, büyümenin engellendiği, köklerdeki çürümenin arttığı, lentisel boyutunun arttığı ve adventif kök oluşumunu arttığını belirtmişlerdir.

Araştırmacılar su fazlalığı koşullarında yetiştirilen bitkilerde; en önemli değişimlerden birisinin de toplam klorofil miktarında eksilme olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan alışmalar; su fazlalığı stresinde özellikle vegetatif dönemde yapraklarda klorofil a ve klorofil b miktarının azaldığını göstermektedir (Pociecha et al., 2008). Brölce ve mısır bitkisinde, su fazlalığı sonunda klorofil ve karotenoid miktarının düştüğü tespit edilmiştir (Mamdouh et al., 2001). Baklada yapılan çalışmada; su fazlalığı koşullarında özellikle vejetatif dönemde baklanın yapraklarında klorofil a ve klorofil b miktarında düşüş gözlenmiştir ki bu azalmanın su fazlalığı koşulları sona erdikten sonra da devam ettiği belirlenmiştir (Pociecha et al., 2008).

Su fazlalığına maruz kalan mısır bitkisinin yapraklarındaki toplam klorofil miktarının azaldığı belirlenmiştir (Rao et al., 2002). Domateste yapılan bir çalışmada; su fazlalığı koşulları altında yetişen bitkilerde toplam klorofil miktarında azalma tespit edilmiştir (Else et al., 2009). Soğanda yapılan çalışmada; su fazlalığı sonucunda toplam klorofil miktarında azalma gözlenmiştir (Yiu et al., 2008). Taze fasulyede yapılan bir çalışmada su fazlalığı uygulamaları sonucunda toplam klorofil miktarında azalma belirlenmiştir. Yapılan çalışmada; nispeten hassas Bronco eşidinde, aşırı su seviyesinde klorofil miktarında hızlı bir azalma gözlenmiştir. Buna karşılık Giza3 eşidinde aşırı su seviyesinde bile çok fazla tolerans gösterdiği tespit edilmiştir (Singer et al., 1996). Farklı orjinlere sahip 5 farklı taze fasulye genotipinin 3 gün su fazlalığına maruz bırakılmasıyla klorofil miktarının azaldığı, bu azalmanın çeşitlere göre farklılık gösterdiği ancak en fazla azalmanın %28'den yüksek bir oranla Sırık genotipine ait olduğu belirtilmiştir (elik, 2010; Celik and Turhan, 2011). Kumutha vd. (2009)' nin su basmasına dayanıklı ve hassas iki farklı güvercin bezelyesiyle yaptığı çalışmada 6 günlük su basması sonucunda toplam klorofil miktarının önemli bir düzeyde azaldığını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada hassas Pusa 207 eşidinin klorofil miktarı %56 azaldığı, tolerant ICP 301 eşidinde ise bu azalışın %49 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım uygulaması sonunda da ICP 301, Pusa 207 oranla daha iyi ve hızlı bir geri kazanım göstermiştir.

Su basması koşullarında bitki hormonlarının üretimi arasındaki denge bozulmaktadır (Dat et al., 2004). Su fazlalığında gibberellin ve sitokinin seviyesi azalır, absisik asit ve etilen seviyelerinde bir artış meydana gelmektedir (Reid and Crozier, 1971; Hiron and Wright; 1973, Jackson, 2002).

Su fazlalığı stresinin bir diğer etkisi; bitkide üretilen belli hormonları uyarmaktır. Anaerobik koşullarda; büyük yoğunluktaki bu hormonlar köklerden bırakılmaktadır, yaprak ve köklerde etki edebilmektedir. Etilen; su fazlalığı olan topraklardaki mikroorganizmalar ve köklerden üretilmektedir. Etilenin hormonal etkisi aşırı su fazlalığı altında serbest bırakılmasıdır. Su hareketi ile kaçan etilen köklerde ve diğer su altındaki dokularda üretilmektedir (Taiz and Zeiger, 2006). Literatürde, etilenin yaprak yaşlanmasının başlamasına neden olduğu (Kozwowski, 1997) ve programlanmış hücre ölümünde rol aldığı (Asai et al.,2000) belirtilmektedir. Bu nedenle yaşlı yapraklar etilen hormonuna olan duyarlılıkları nedeniyle su fazlalığına daha hassastır (Pociecha et al., 2008). Ayrıca etilenin su fazlalığına maruz bırakılmış bitkiler tarafından, mikrobiyal metabolizma ile üretildiği tespit edilmiştir (Kozwowski 1997).

Yapılan çalışmada; toprakta aşırı su fazlalığından sonra oksijen miktarının azaldığı; bununla birlikte köklerde 1 amino cyclopropane-1-carboxylic acid (ACC)'in biriktiği belirtilmiştir (Morgan and Drew, 1997). Aşırı su fazlalığında sınırlı oksijen bulunmasıyla ACC oksidaz enzimi tarafından ACC oksidasyonu önlenerek etilen formu oluşacaktır. Eğer ACC enzimi bitkinin diğer bölümlerine yayılabilirse, ACC sürgün boyunca taşınabilecek, yaprak epinastisi, gövdede irileşme ve adventif kök oluşumu gerçekleşebileceği belirtilmiştir (Igamberdiev et al., 2005).

Su fazlalığı stresinin köklerde absisik asit (ABA) üretimini ve yapraklara ABA taşınımını uyardığı belirtilmektedir (Taiz and Zeiger, 2006). Jackson ve Hall (1987); bezelyede yaptıkları çalışmada; aşırı sudan dolayı bitkinin köklerinden dışarı herhangi bir işaret gidememesi nedeniyle yapraklarda ABA artışının olduğunu belirtmişlerdir.

Oksijen kıtlığında membran ve lipid bütünlüğü bitki yaşamı için anahtar faktörlerdir. Anoksia koşullarında membran bütünlüğünün bozulması zararlanmanın bir

belirtisidir ve lipid konsantrasyonu ile içeriğinin (Hetherington et al., 1982; Chirkova et al., 1998; Blokhina et al. 'den (2003)), lipid peroksidasyonunun aktivasyonunun (Crawford et al., 1994; Chirkova et al., 1998, Blokhina et al.'den: 2003) ve iyon sızıntısının (Chirkova et al., 1991a,b, Blokhina et al. 'den: 2003)) ölçülmesi ile ölçülebilir. Crawford ve Braendle' a göre (1996), oksijensiz kalan dokudan serbest yağ asitlerinin salınımı ve iyon sızıntısı arasında bir korelasyon bulunmuştur (Blokhina et al., 2003).

Hücre membran stabilitesi stres toleransını belirlemek için yaygın bir şekilde kullanılır ve yüksek membran stabilitesi abiotik stress koşullarına toleransla doğru orantılıdır (Premachandra et al., 1992). Diğer taraftan su basmasına veya anaerobik koşullara maruz bırakılan bitkilerin kök ve gövde sistemleri farklı tepkiler verir. 5 farklı bölgeye adapte olmuş taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipiyle yapılan çalışmada 3 günlük su fazlalığı uygulaması sonucunda yaprakların köklere oranla daha fazla zararlandığı belirlenmiştir. Yapraklarda en yüksek zararlanma Beyaz fasulyede (%12,90), en düşük zararlanma Kökezde (%1,62) tespit edilmiştir. Ancak Kökez genotipinin köklerinde meydana gelen % 38,75 oranındaki zararlanma ile en çok zararlanan genotip olduğu, % 7,22 zararlanma oranıyla Beyaz fasulye genotipi kök bölgesinde en az zarar gören genotip olarak belirlenmiştir (Çelik, 2010; Celik and Turhan, 2011).

Olası fitotoksinlerin oluşumunun engellenmesi su basması koşullarında bitkinin yaşamını arttıran bir mekanizmadır. Köklerin oksijen azlığı sırasında oluşan nitrikoksitin detoksifiye edilmesinde özel bir fitogloblin yer alır. Ayrıca bu fitogloblin, fermantasyon için alternatif bir kaynak olarak Nikotinamid adenin dinüleotid (NAD⁺)'in yeniden oluşmasını sağlar (Dordas et al., 2003). Reaktif oksijen türleri (ROS) su basmasına maruz kalan bitkileri etkileyen olası fitotoksinlerdir.

Serbest (çiftleşmemiş) elektronların diğer adıyla serbest radikallerin konsantrasyonundaki artış hücrenin strese olan duyarlılığını belirten ilk tepkidir. Birbirlerine kolayca dönüşebilen (Edreva, 1998), su basması stresine maruz kalan bitkilerde oluşan (Jackson and Colmer, 2005) serbest radikaller; süperoksit (O₂⁻),

hidroksil (OH^\cdot), perhidroksil (HO_2^\cdot), peroksi (ROO^\cdot), alkoksi (RO^\cdot), fenoksi ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}^\cdot$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve singlet oksijen ($^1\text{O}_2$) formlarıdır (Edreva, 1998; Jackson and Colmer, 2005). Bu formların hepsine birlikte reaktif oksijen türleri (ROS) veya aktif oksijen (AO) denilmektedir.

Aktif oksijen, H_2O ' nun oluşumu ile sonlanan bir seri elektron transferi esnasında, normal oksijenden (O_2) bir elektronun indirgenmesiyle oluşur. Bu olay NAD(P)H oksidaz, ksantin oksidaz, lipoksigenaz, peroksidaz gibi enzimler tarafından katalize edilebildiği gibi (Edreva, 1998; Blokhina et al., 2003) enzimlerin etkisi olmadan kloroplastlarda ışık enerjisi ile kendiliğinden de oluşabilmektedir (Edreva, 1998).

ROS kloroplastlardaki (Asada, 1999) ve mitokondrideki (Vartapetian and Andreeva, 1986) elektron taşıma sisteminin (ETC) yan ürünü olarak da oluşabilir. Aktif indirgen elektron taşıyıcılarıyla, bitki mitokondriyal ETC, hücreler arası ROS oluşumunun olası sebebidir (Blokhina et al., 2003). Braidot vd. (1999) yüksek yapılı bitkilerin mitokondrisinde hidrojen peroksit oluşumu olduğunu ve oksidatif fosforilasyonla düzenlenebileceğini bildirmiştir.

Savunma ya da sinyal fonksiyonlarından yararlanmak için AO üretmek zorunda olan bitki, oksidatif stresten kaçınmak içinde AO birikimini engellemek zorundadır. Böyle bir durumda bitki AO üretimini engellemek yerine, AO' in neden olduğu potansiyel reaksiyonları kontrol altına alır. Bunun için bitkiler AO birikimiyle eş zamanlı olarak ortaya çıkan ve AO'ni temizleyen, oksidatif strese karşı savunma mekanizmasını kullanır. Bu mekanizma sayesinde bitki; AO üretimi ve temizlenmesi arasında bir denge oluşturur. AO' ni temizleyen sistemlerde koruyucu enzimler ve antioksidanlar olmak üzere temel iki metabolit grup görev yapar (Mckersie and Lehsem, 1994; Edreva, 1998). Düşük redoks potansiyeline sahip antioksidanlar, fenoller, flavonoidler, tokoferoller, karotenoidler, poliaminler ve askorbik asit (C vitamini) yer alır. Bitkilerde AO' in temizlenmesinde rol alan başlıca koruyucu enzimler; peroksidaz, katalaz (CAT, EC.1.11.1.6), süperoksitdismutaz (SOD, EC.1.15.1.1) ve glutatyon Redüktazdır (GR, EC.1.6.4.2) (Edreva, 1998; Blokhina et al., 2003).

Oksijen yokluğu koşullarında ROS oluşumu ksantin oksidaz gibi enzimlerle başlatılır. Daha sonraki enzimatik aşama, süper oksit anyonunun süperoksitdismutazın katalize ettiği reaksiyonla H_2O_2 ' ye dönüşmesidir. Nispeten stabil olması nedeniyle H_2O_2 seviyesi, bitki hücresinin hemen her yerinde bulunan katalaz ve peroksidazlar tarafından kontrol edilir. Bunun dışında peroksidazlar, NADH'ın okside edildiği kompleks reaksiyonla O_2^- ve H_2O_2 oluşumunu da katalize edebilir. Daha sonra NAD' radikali O_2 'yi O_2^- 'ye indirger (Lamb and Dixon, 1997). Elstner' e göre (1987), peroksidazlar ve katalaz hücre içindeki ROS konsantrasyonunun düzenlenmesinde ve H_2O_2 ' in aktivasyonu ve deaktivasyonunda önemli bir rol oynar (Blokhina et al., 2003). Glutatiyon (GSH) sitotoksik H_2O_2 ' i temizler, diğer reaktif oksijen türleriyle enzimatik olmayan bir şekilde hareket eder (Larson, 1988). Ancak GSH' ın antioksidatif koruma mekanizmasındaki temel görevi suda çözünen güçlü bir antioksidan olan askorbik asidi tekrar oluşturabilme yeteneğidir (Foyer and Halliwell, 1976, Noctor and Foyer, 1998).

Stres altındaki bitkilerde reaktif oksijen türlerinin (ROS) sentezi artmaktadır (Dat et al., 2000). Yüksek seviyedeki ROS miktarı bitkilerde protein, membran lipitleri ve nükleik asitler gibi hücre bileşenleri üzerinde zarara neden olmaktadır (Blokhina et al., 2003; Dionisio- Sese ve Tobita, 1998). Hücrede meydana gelen bu zararlanmalar nedeniyle sitoplazmada protein agregasyonu, hücre parçalanmasını takiben ozmotik duyarlılığın yitirilmesi ve solma gerçekleşmektedir (Mckersie and Lehsem, 1994; Edreva, 1998).

Su fazlalığı stresi (Hossain et al., 2009), düşük oksijen konsantrasyonları ve yeniden oksijenli ortama dönüş (Blokhina et al., 2003) süperoksit (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve singlet oksijen (1O_2) ve hidroksi radikaller gibi reaktif oksijen türlerinin oluşumunu teşvik eder (Blokhina et al., 2003; Hossain et al. 2009).

Kimyasal (enzimatik olmayan) ve enzimatik antioksidan sistemlerini içeren, reaktif oksijen türlerine karşı oluşan koruma mekanizmaları su basmasına tolerant olan bitkiler için gerekli özelliklerdir (Blokhina et al., 2003). Bu mekanizmalar lipidler ve diğer makro molekülleri oksidatif hasardan korur (Visser et al., 2003).

Oksidatif stres koşullarında oluşan antioksidatif enzimlerin miktar ve aktiviteleri üzerinde farklı görüşler vardır. Farklı dokularda antioksidatif enzim miktarlarında artış ve azalışlar belirlenmiştir. Böyle farklılıkların oluşmasının sebebi bitki türlerinin strese verdikleri özel tepkiler ve çalışmaların yapıldığı koşullar arasındaki farklılıklardır.

Tüm bitkide anoksia veya kök bölgesinde hipoksia uygulanmış buğday bitkilerinde askorbat ve glutatyonun indirgen formlarında bir artış gözlenmiştir. Ancak tekrar oksijenli koşullara dönüldüğünde indirgenme düzeylerinde bir azalış belirlenmiştir. Monodehidroaskorbat Redüktaz (MDAHR, EC.1.6.5.4), dehidroaskorbat Redüktaz (DHAR, EC.1.8.5.1) ve glutatyon Redüktaz aktiviteleri keskin bir şekilde azalmıştır (Biemelt et al., 1998). Uzun süreli su basmasına maruz bırakılan mısır bitkisinin yapraklarında GR, askorbat peroksidaz (APX, EC.1.11.1.11), CAT, SOD aktivitesinin inhibe edildiği, kısa süreli uygulamanın ise aktivitede artışa neden olduğu belirlenmiştir (Yan et al., 1996).

Su basmasına tolerant (ICP 301) ve hassas (Pusa 207) güvercin bezelyesi çeşitleriyle yapılan çalışmada, su basmasından sonraki 2 günde toplam süper oksit radikallerinin miktarı her iki çeşitte de kontrol seviyesinin altına düştüğü, ama sürenin uzamasıyla, 6. günde kontrol seviyesinden % 53 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hassas olan genotipteki O_2^- miktarının tolerant olana oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım uygulaması sonucu Pusa 207 çeşidinin O_2^- miktarı artarken, ICP 301 çeşidinin O_2^- miktarı azalmış ve kontrol seviyesine düşmüştür. Su basmasının ICP 301 çeşidinin SOD aktivitesini arttırdığı ancak Pusa 207 çeşidinde 2 günlük bir artıştan sonra uygulama süresinin artmasıyla azaldığı belirlenmiştir. Geri kazanım süresince SOD aktivitesi tolerant çeşitte artarken, hassas çeşitte azalmıştır. Her iki çeşidin APX aktivitesi 2 günlük su basması sonunda keskin bir şekilde artış gösterdikten sonra Pusa 207 çeşidinde azalmış, ICP 301 çeşidinde ise artmıştır. Bunun aksine geri kazanım süresince Pusa 207 çeşidinin APX aktivitesi artmış, ICP 301 çeşidinin APX aktivitesi azalmıştır. GR ve CAT enzimlerinin aktiviteleri her iki genotipte de ilk 2 gün içerisinde artmıştır. Ancak sürenin uzamasıyla birlikte her iki enzimin aktiviteleri hassas olan çeşitte azalırken tolerant olan çeşitte artmıştır. Geri kazanım uygulamasıyla GR ve CAT enzimlerinin aktivitelerinde meydana gelen

değişim APX enzimidekiyle benzerlik göstermiştir. Yapılan bütün enzim analizlerinde değişim oranları farklı olsada tolerant olan ICP 301 çeşidinin enzim aktivitesinin hassas olan Pusa 207 çeşidinden, her iki uygulamada da daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kumutha et al., 2009).

Ahmed vd. (2002) farklı gelişme dönemlerinde bulunan (vegetatif, generatif) mung fasulyesiyle yaptıkları çalışmada; su basması koşullarının SOD, CAT, APX, GR aktivitelerinin, her iki dönemde de ilk 6-12 saat içerisinde arttığını daha sonrasında ise hızlı bir şekilde kontrol seviyesinin altına düştüğünü belirlemişlerdir. Geri kazanım uygulamasıyla aktivitelerin kontrol seviyesine ulaştığı belirlenmiştir. Ancak vegetatif aşamadaki bitkilerin geri kazanımının daha hızlı olduğu (12-24 saat), generatif aşamadaki bitkilerin ise daha geç olduğu (1-2 gün) tespit edilmiştir (Ahmed et al., 2002).

Bunun yanı sıra, su basması toleransının morfolojik açıklamalarının yetersizliğine işaret etmiş ve su basmasına tolerans göstermeyen türlerin glikoliz ve etanol üretimi hızında azalma görüldüğünü; tolerans gösteren türlerde glikoliz hızında azalma olmadığını ve metabolik değişikliğe uğrayarak etanol yerine malat üretildiği tasarısını ortaya koymuştur (Crawford, 1969: McManmon and Crawford' dan, (1971)). Su basmasına tolerans göstermeyen türlerin Michaelis sabiti (Km) değerlerinde fark edilir bir düşüş belirlenmiş ve bunun uygun asetaldehid seviyelerinde alkoldehidrogenaz (ADH) reaksiyonlarının hızlanarak su basması durumunda glikolizin hızlanmasına işaret eden bir faktör olabileceği tespit edilmiştir (McManmon and Crawford, 1971). Crawford ve McManmon' a göre (1968) havalandırılmamış koşullarda tolerans göstermeyen az sayıdaki türde kök malik dehidrogenaz (MDH) aktivitesinin arttığı belirlenmiştir (McManmon and Crawford, 1971). Mung fasulyesinde yapılan bir çalışmada su fazlalığı uygulamaları sonucunda ADH enzim aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir (Sairam et al., 2008). Ayrıca marul (*Lactuca sativa* L.) fideleriyle yapılan bir çalışmada 48 saatlik su basması stresine bağlı olarak ADH aktivitesinin 3.2 kat, etanol miktarının ise 7 kat arttığı belirlenmiştir (Kato-Noguchi and Saito, 2000). Literatürde su basması stresi koşullarında taze fasulye bitkisinde NAD(P)H oksidaz aktivitesi ve antioksidant enzim metabolizması ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

Bölümümüzde de 2009 yılında başlayan, su basması stresi ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Yapılan çalışmalarda farklı taze fasulye genotiplerine farklı sürelerde uygulanan su basması stresinin fizyolojik ve morfolojik etkileri incelenmektedir. Bunların dışında karbonhidrat, antioksidatif enzim ve protein mekanizmasıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bazı taze fasulye genotiplerinin su basması stresine toleranslarının ve geri kazanım kapasitelerinin araştırıldığı bu çalışma; 2011 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait plastik sera ve Fizyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Denemede Türkiye'nin değişik bölgelerinde kullanılan, farklı iklim koşullarına adapte olmuş 15 farklı taze fasulye genotipi kullanılmıştır. Denemede kullanılan genotiplere ait tohumlar Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Yrd.Doç.Dr. Nezihe Köksal'dan temin edilmiştir. Kullanılan genotipler ve orjinleri Çizelge 3.1.1' de, genotiplere ait tohumların görünümü ise Şekil Ek 1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Araştırmada kullanılan taze fasulye genotiplerinin 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		

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kuruluşu

Denemede yetiştirme ortamı olarak; torf, perlit ve vermikulit (2:1:1) kullanılmıştır. Hazırlanan karışım 31,5 x 51,5 cm ebatlarındaki viyollere doldurulmuştur. Her viyolde 12 bitki olacak şekilde tohum ekimi yapılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre her tekerrürde 12 bitki olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir.

3.2.2 Su basması ve geri kazanım uygulamaları

Tohum ekimi yapılan viyoller seraya tesadüfi bir şekilde yerleştirilmiştir. Deneme süresince seradaki sıcaklık ortalama 30/ 17 °C (gündüz/gece), ortalama nem % 50 olarak belirlenmiştir.

Tohumların ekiminden 2 hafta sonra bitkiler 3-4 yapraklı olduğu dönemde su basması uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla bitkilerin bulunduğu viyoller toprak yüzeyini kaplayacak şekilde çeşme suyu ile doldurulmuştur. Bitkiler 7 gün süre ile su basması stresine maruz 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. Bitkilerin su basması uygulaması sırasındaki görünümü Ek 2' de verilmiştir. Dayanıklı genotiplerin deneme sonundaki görünümü Ek 3'te, hassas genotiplerin deneme sonundaki görünümü ise Ek 4' te verilmiştir.

3.2.3. İncelenen parametreler

Bütün uygulamalar sonunda sökülen bitkilerde farklı sürelerdeki su basması ve geri kazanım uygulamalarının etkileri çeşitli fizyolojik ve morfolojik parametreler incelenerek belirlenmiştir.

3.2.3.1. Yaprak ve kök yaş- kuru ağırlığı

Deneme sonunda sökülen bitkilerin yaprakları ve kökleri ayrılarak, kökleri yıkanıp, temizlenmiştir. Tartım amacıyla bitkilerden bir genç ve bir yaşlı yaprak alınmıştır, köklerinde 1/3'ü kullanılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen örnekler 70 °C sıcaklıktaki etüvde (Memmert Universal Oven Une 600, Germany) 48 saat kurutulmuştur. Daha sonra yaprak ve köklerin kuru ağırlığı belirlenmiştir. Tartımlar 0,001 g'a duyarlı hassas terazide (Mettler Toledo MS204S/01) yapılmıştır. Ölçülen değerler 3 tekerrürün ortalaması şeklinde belirtilmiştir.

3.2.3.2. Yaprak alanı

Bitki yaprak alanı Portable Area Meter (LICOR – 3000 C, USA) ile ölçülmüş ve değerler cm^2 cinsinden verilmiştir. Bütün bitkilerden her uygulama için bir genç bir de yaşlı yapraktan olmak üzere iki ölçüm yapılmıştır. Genç ve yaşlı yaprakların ortalamaları ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.2.3.3. Yaprak rengi

Bütün uygulamalar sonunda sökülen bitkilerden alınan yapraklarda Minolta CR-400 Colorimeter (Japan) cihazı kullanılarak, CIELAB (L^* a^* b^*) renk alanında yansıtıldığı gibi ölçülerek yapılmıştır. Cihazın ışıklayıcısı D65, kalibrasyon standartları ise $Y= 93.5$, $x= 0.3158$, $y= 0.3323$ tür.

Her bir bitki için biri genç diğeri yaşlı yaprakтан olmak üzere 2 okuma yapılmıştır. Renk değerleri L* (beyazlık, parlaklık/ siyahlık), a* (kırmızılık/ yeşillik), b* (sarılık/ mavilik) olarak ifade edilmiştir. Daha sonra renk doygunluğu (Chroma, C*) ve ton (hue, h°) değerleri McGuire (1992)' in yöntemiyle belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$$

$$h^{\circ} = \arctan(b/a)$$

C* değerleri donukluğu (düşük değerler) ve parlaklığı (yüksek değerler); h° değerleri ise 0° de kırmızı mor, 90° de sarı, 180° de mavimsi yeşil, 270° de mavi rengi belirtir.

3.2.3.4. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)

15 taze fasulye genotipinin yapılan uygulamalar sonunda YOSK ve TK değerlerini belirlemek amacıyla alınan yaprak örneklerinden 1,5 cm çaplı 3'er disk çıkartılmıştır. Disklerin öncelikle taze ağırlıkları, 4 saat saf suda bekletildikten sonra turgor ağırlıkları ve 70 °C de 24 saat tutulduktan sonra kuru ağırlıkları kaydedilmiş ve elde edilen verilere bağlı olarak YOSK ve TK hesaplanmıştır. Değerler % olarak ifade edilmiştir (Barr and Weatherley, 1962).

Taze fasulye genotiplerinin YOSK ve TK değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$YOSK = (Y.A - K.A) / (T.A - K.A) X 100$$

$$TK = (T.A - Y.A) / T.A X 100$$

YOSK = Yaprak oransal su kapsamı

Y.A = Yaş Ağırlık

TK = Turgor kaybı

K.A = Kuru Ağırlık

T.A = Turgor Ağırlığı

3.2.3.5. Toplam klorofil miktarı

Toplam klorofil analizi için su basması ve geri kazanım uygulanan bitkilerden ve bunlara ait kontrol bitkilerinden alınan yapraklardan 1,5 cm çaplı 2 adet disk hassas terazide tartıldıktan sonra cam şişelere konulmuştur. Her örnek üzerine 2,5 mL DMF (Dimetil Formamid) eklenmiştir. Bu örnekler + 4 °C de buzdolabında 72 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Okuma yapılmadan önce örneklerin karanlık bir ortamda oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir ve daha sonra spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) 652 nm dalga boyunda absorbans okunmuştur (Moran and Porath, 1980). Bu şekilde belirlenen 5 fasulye genotipinin klorofil miktarı aşağıdaki formülle belirlenmiştir.

$$\text{Toplam Klorofil (mg / g T.A)} = \text{O.D 652 nm} \times 29 \times \text{seyreltme faktörü} / \text{mg T.A}$$

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

3.2.3.6. Hücre membran zararı

Hücre membran zararlanması Arora vd. (1998)' nin yöntemi esas alınarak hesaplanmıştır. Her uygulama için yapraklardan 1,5 cm çapında diskler ve 2 cm uzunluğunda kök parçaları alınmıştır. Alınan örnekler saf suda yıkandıktan sonra, havlu kağıtta hafifçe kurulanmış ve deney tüplerine alınmıştır (her tüpe bir yaprak diski veya bir kök parçası konulmuştur). Yaprak disklerinin ve kök parçalarının üzerine 20 mL saf su eklenmiştir. Örnekler 24 saat boyunca orbital çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 2010, Germany) inkübasyona bırakılmıştır. Meydana gelen iyon 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. Örnekler otoklavdan çıkarıldıktan sonra 4 saat süre

ile orbital alkalıyıcıda inkübasyona bırakılmıştır ve sonra yine EC metre ile ikinci okuma oda sıcaklığında yapılmıştır.

$$\% \text{ İyon Sızıntısı} = (O.D_1/O.D_2) \times 100$$

O.D₁= 1. Okuma değeri O.D₂= 2.Okuma değeri

$$\% \text{ Zararlanma} = [(\text{ İyon sız. (U.)} - \% \text{ İyon sız. (K.)}) / 100 - \% \text{ İyon sız. (K.)}] \times 100$$

U= Uygulama K= Kontrol

Bu yöntemle genotiplerin hücre membran zararlanmaları yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Enzim Aktivitesi

Enzim aktiviteleri hücre membran zararlanması sonuçlarına göre toleranslı ve hassas olarak belirlenen genotipler arasından birer tane genotip seçilerek yapılmıştır. Bu amaçla Şeker Fasulye ve Y1 genotipleri enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim ekstraktının hazırlanmasındaki tüm adımlar + 4 °C’de gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.1 NAD(P)H oksidaz aktivitesi

Reaktif oksijen türlerinin oluşumunu katalize eden NAD(P)H oksidaz aktivitesini belirlemek amacıyla her uygulama için yaprak ve köklerden yaklaşık 1.0 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler 4° C’de % 1.0 polyvinilpolyprolidon (PVPP) ve 5 ml ekstraksiyon çözeltisi ile porselen havanda öğütülmüştür. Ekstraksiyon çözeltisi için; pH 7.0 olan 100 mM K-fosfat tamponu, 0.1 mM etilendiamin-tetraasetik asid (EDTA) ve %0.1 Triton kullanılmıştır. Oluşan homojenize bitki örnekleri, 4°C’de 15 000g’de 20

dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj edildikten sonra ayrışan sıvı kısımdan, 1,5 ml' lik mikro santrifüj tüplerine aktarılmıştır. NAD(P)H oksidaz Cakmak ve Marschner (1988)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Reaksiyon karışımı (1,5 ml) için; p.H 7.0 olan 0.1M K-PO₄ (Potasyum fosfat) tamponu, 0.1mM EDTA ve 50µM NADPH veya NADH içermektedir. Reaksiyon 200µl enzim ekstraktının eklenmesiyle başlamıştır. NADPH veya NADH'nin oksidasyonu 340 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) tespit edilmiştir.

3.2.4.2 Katalaz aktivitesi

Katalaz aktivitesini belirlemek amacıyla her uygulama için yaprak ve köklerden yaklaşık 1 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler 4° C'de % 1.0 PVPP ve 5 ml ekstraksiyon çözeltisi ile porselen havanda öğütülmüştür. Ekstraksiyon çözeltisi için (Moran et al., 1994); pH 7.0 olan 100 mM K-fosfat tamponu, 0.1 mM EDTA ve %0.1 Triton kullanılmıştır. Oluşan homojenize bitki örnekleri, 4°C'de 15 000g'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj edildikten sonra ayrışan sıvı kısımdan, enzim analizi için 1,5 ml' lik mikro santrifüj tüplerine aktarılmıştır. CAT enzim aktivitesi H₂O₂'nin 240 nm'de (E=39,4 mM cm⁻¹) degradasyonu esasına göre belirlenmiştir (Rao et al., 1996).

3.2.4.3 Glutasyon Redüktaz aktivitesi

Glutasyon Redüktaz aktivitesini belirlemek amacıyla her uygulama için yaprak ve köklerden yaklaşık 500 mg örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler 4° C'de % 1.0 PVPP ve 5 ml ekstraksiyon çözeltisi ile porselen havanda öğütülmüştür. Ekstraksiyon çözeltisi için; pH 7.6 olan 50 mM K-fosfat tamponu, 0.1 mM EDTA kullanılmıştır. Oluşan homojenize bitki örnekleri, 4°C'de 15 000g'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj edildikten sonra ayrışan sıvı kısımdan, enzim analizleri için 1,5 ml' lik mikro santrifüj tüplerine aktarılmıştır. GR aktivitesi Foyer ve Halliwell (1976)'a göre 340 nm'de (E=6,2 mM cm⁻¹), β-Nikotinamid adenin dinüleotid fosfat (NAD(P)H) oksidasyonu esas alınarak belirlenmiştir.

Ayrıca yaprak ve kök dokularındaki protein konsantrasyonunun strese bağlı olarak nasıl değiştiğini belirlemek için Bradford (1976) yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla 100 µl enzim santrifüğü üzerine 5 ml Bradford çözeltisi ilave edilmiştir. Oluşan renk spektrofotometrede 595 nm’de standartlara göre belirlenmiştir (Örnekler 15 dk. içerisinde okunmuştur). Standart olarak 0-600 µg/ml (ppm) arasında hazırlanan Bovine Serum Albumin (BSA) kullanılmıştır. Her bir enzim için aktivite nmol/mg protein biriminde hesaplanmıştır.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

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.

4. SONUÇLAR

4.1. Su Basması Uygulaması

4.1.1. Yaprak ve kök yaş ağırlığı

Çizelge 4.1.1.1’de su basması koşullarının fasulye genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak yaş ağırlığı değerlendirildiğinde Şeker Fasulye (1,156 g) ve Y4 (1,101 g) en yüksek yaprak yaş ağırlığı değerine sahip olurken Y3 genotipinin 0,247 g ile en düşük yaprak yaş ağırlığı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki farkta önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1.2’de verilen kontrol ve su basması uygulamalarında genotiplerin yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları karşılaştırıldığında Y3 (% 57,04), Çangal (%47,71), Y1 (% 39,50), Boncuk Ayşe (%36,02), Y2 (%33,60), Balkız (%30,83), Şeker Fasulye (%27,38), Y4 (%26,70), Er Ayşe Kadın (%23,87), Ayşe Kadın (%5,20) ve Eyri Oturak (%0,23)’da yaprak yaş ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Su basması uygulamasının 40 Günlük (%6,58), Ferasetsiz (%73,35), Beyaz Fasulye (%24,76) ve Papaz Şekeri (%14,11) genotiplerinde yaprak yaş ağırlığını arttırdığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.1.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı.

Genotip	Yaprak Yaş Ağırlığı (g)
40 Günlük	0,830 ^{bcd}
Ayşe Kadın	0,862 ^{bc}
Balkız	0,494 ^{hi}
Beyaz Fasulye	0,722 ^{def}
Boncuk Ayşe	0,570 ^{gh}
Çangal	0,700 ^{ef}
Er Ayşe Kadın	0,757 ^{cde}
Eyri Oturak	0,896 ^b
Ferasetsiz	0,623 ^{fg}
Papaz Şekeri	0,675 ^{ef}
Şeker Fasulye	1,156 ^a
Y1	0,816 ^{bcd}
Y2	0,448 ⁱ
Y3	0,247 ^j
Y4	1,101 ^a
Uygulamalar	
Kontrol	0,790 ^a
Su Basması Stresi	0,657 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.1.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Yaprak Yaş Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	0,8020	0,8585	+ 7,05
Ayşe Kadın	0,8901	0,8438	-5,20
Balkız	0,6060	0,4192	-30,83
Beyaz Fasulye	0,6290	0,7847	+24,76
Boncuk Ayşe	0,6941	0,4440	-36,02
Çangal	0,9197	0,4809	-47,71
Er Ayşe Kadın	0,8599	0,6547	-23,87
Eyri Oturak	0,8966	0,8945	-0,23
Ferasetsiz	0,4325	0,7497	+73,35
Papaz Şekeri	0,6308	0,7198	+14,11
Şeker Fasulye	1,2979	0,9425	-27,38
Y1	1,0176	0,6157	-39,50
Y2	0,5170	0,3433	-33,60
Y3	0,3453	0,1484	-57,04
Y4	1,3109	0,9608	-26,70

Su basması uygulamaları ile birlikte kök yaş ağırlığındaki değişimler Çizelge 4.1.1.3' de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Şeker Fasulye 1,325 g, Beyaz Fasulye 1,364 g, Papaz Şekeri 1,424 g, ile en yüksek kök yaş ağırlıklarına sahip iken, Y3 0,767 g, 40 Günlük 0,785 g ve Er Ayşe Kadın 0,792 g ile en düşük kök yaş ağırlığı değerlerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol'de 1,463 g olan kök yaş ağırlığı, su basması stresi koşullarında 0,704 g olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyonunda %5 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.2'de sunulmuştur.

Kontrol ve su basması uygulamasının karşılaştırıldığı Çizelge 4.1.1.4'de, 40 Günlük, Çangal ve Papaz Şekeri dışında bütün genotiplerin kök yaş ağırlığının su basması koşullarında azaldığı belirlenmiştir. En yüksek değişim oranları ise Kontrol uygulamasına göre % 97,11 artan Çangal ve % 84,63 azalan Y2 genotiplerinde belirlenmiştir. Su basması uygulamasına bağlı olarak genotiplerin yaprak ve kök yaş ağırlığında meydana gelen değişimler Şekil 4.1.1.1' de gösterilmiştir.

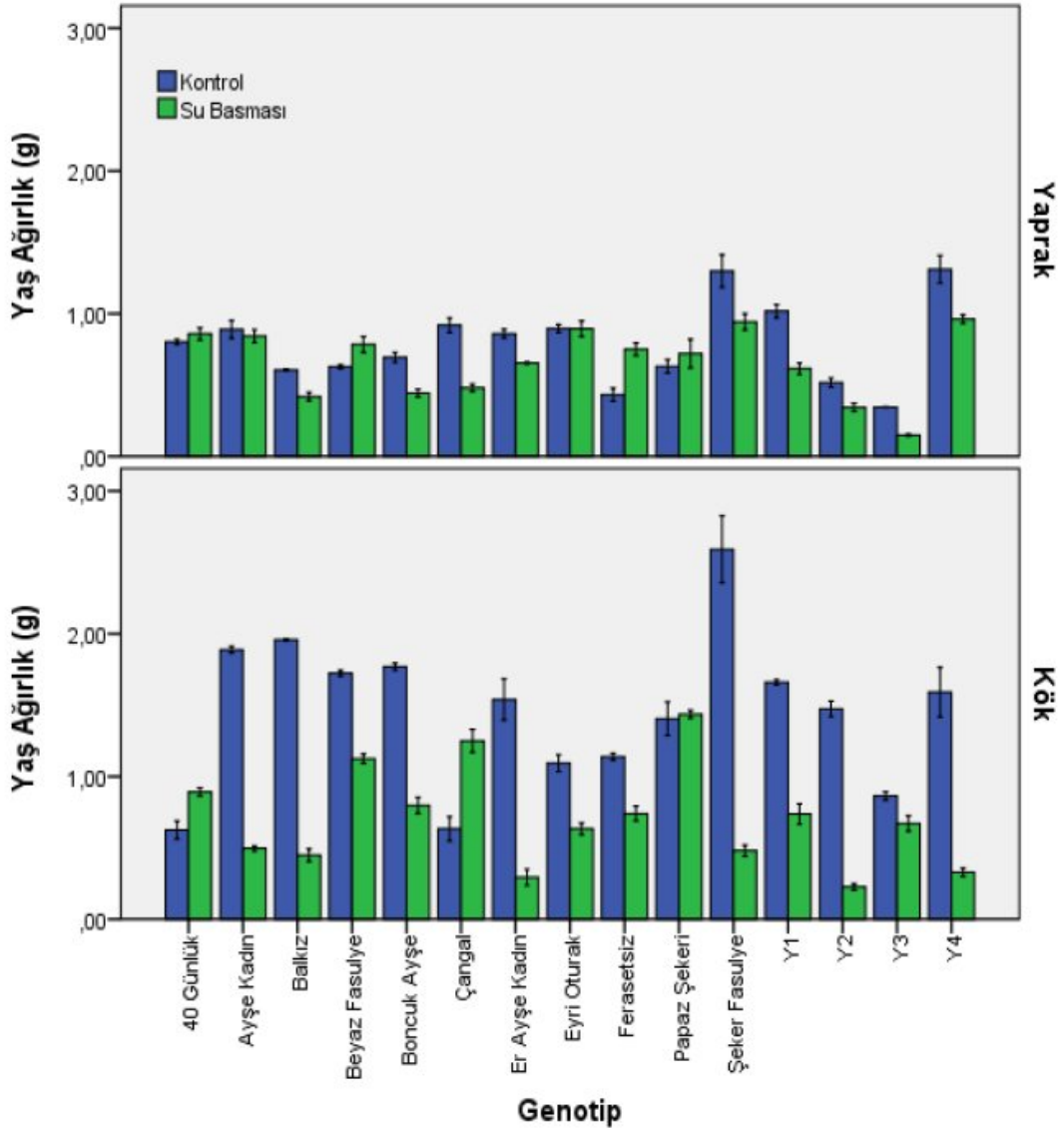
Çizelge 4.1.1.3. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlığı.

Genotip	Kök Yaş Ağırlığı (g)
40 Günlük	0,785 ^g
Ayşe Kadın	1,192 ^{bc}
Balkız	1,053 ^{cde}
Beyaz Fasulye	1,364 ^a
Boncuk Ayşe	1,186 ^{bc}
Çangal	1,003 ^{de}
Er Ayşe Kadın	0,792 ^g
Eyri Oturak	0,817 ^{fg}
Ferasetsiz	0,940 ^{ef}
Papaz Şekeri	1,424 ^a
Şeker Fasulye	1,325 ^{ab}
Y1	1,106 ^{cd}
Y2	0,975 ^{de}
Y3	0,767 ^g
Y4	0,834 ^{fg}
Uygulamalar	
Kontrol	1,463 ^a
Su Basması Stresi	0,704 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.1.4. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen kök yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Kök Yaş Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	0,6249	0,8916	+ 42,68
Ayşe Kadın	1,8881	0,4958	-73,74
Balkız	1,9574	0,4492	-77,05
Beyaz Fasulye	1,7234	1,1247	-34,74
Boncuk Ayşe	1,7694	0,7974	-54,93
Çangal	0,6334	1,2485	+97,11
Er Ayşe Kadın	1,5391	0,2932	-80,95
Eyri Oturak	1,0934	0,6333	-42,07
Ferasettsiz	1,1384	0,7405	-34,95
Papaz Şekeri	1,4045	1,4365	+2,28
Şeker Fasulye	2,5915	0,4800	-81,48
Y1	1,6600	0,7374	-55,57
Y2	1,4735	0,2265	-84,63
Y3	0,8638	0,6706	-22,37
Y4	1,5905	0,3291	-79,32



Şekil 4.1.1.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök yaş ağırlığı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.1.2. Yaprak ve kök kuru ağırlığı

Çizelge 4.1.2.1’de su basması koşullarının fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak kuru ağırlığı değerlendirildiğinde Şeker Fasulye (0,208 g) en yüksek yaprak kuru ağırlığı değerine sahip bulunmuştur. Y3 (0,044 g) genotipinin ise en düşük yaprak kuru ağırlığı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında da istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki etkileşimde %5 seviyesinde önemli bulunmuş ve tablosu Çizelge A.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.1.2.2’de verilen kontrol ve su basması uygulamalarında genotiplerin yaprak kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları karşılaştırıldığında Papaz Şekeri (%33,37) ve Beyaz Fasulye (% 15,46)’de yaprak kuru ağırlığının arttığı, diğer bütün genotiplerde ise azaldığı belirlenmiştir. En az değişim ise %13,87 ile Şeker Fasulye genotipinde görülmüştür.

Su basması uygulamaları ile birlikte kök kuru ağırlığındaki değişimler Çizelge 4.1.2.3’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Beyaz Fasulye ve Şeker Fasulye sırasıyla 0,110 g ve 0,095 g ile en yüksek kök kuru ağırlığına sahip iken, 40 Günlük ve Y2 0,051g ve Y3 0,049 g ile en düşük kök kuru ağırlığı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 0,090 g olan kök kuru ağırlığı, su basması stresi koşullarında 0,051 g olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip arasındaki etkileşimde %5 seviyesinde önemli bulunmuş, tablosu Çizelge A.4’te sunulmuştur.

Kontrol ve su basması uygulamasının karşılaştırıldığı Çizelge 4.1.2.4’de, Çangal ve 40 Günlük dışında bütün genotiplerin kök kuru ağırlığının su basması koşullarında azaldığı belirlenmiştir. En fazla değişim oranı ise % 81,19 ile Y4 genotipinde meydana gelmiştir. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök ve yaprak kuru ağırlığında meydana gelen değişimler Şekil 4.1.2.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.2.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı.

Genotip	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)
40 Günlük	0,119 ^{cd}
Ayşe Kadın	0,143 ^b
Balkız	0,079 ^g
Beyaz Fasulye	0,122 ^{cd}
Boncuk Ayşe	0,107 ^{def}
Çangal	0,096 ^{efg}
Er Ayşe Kadın	0,090 ^{fg}
Eyri Oturak	0,134 ^{bc}
Ferasetsiz	0,078 ^g
Papaz Şekeri	0,107 ^{def}
Şeker Fasulye	0,208 ^a
Y1	0,111 ^{de}
Y2	0,085 ^g
Y3	0,044 ^h
Y4	0,142 ^b
Uygulamalar	
Kontrol	0,131 ^a
Su Basması Stresi	0,092 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.2.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen yaprak kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	0,1496	0,0873	-41,61
Ayşe Kadın	0,1767	0,1092	-38,20
Balkız	0,0999	0,0643	-35,60
Beyaz Fasulye	0,1132	0,1307	+15,46
Boncuk Ayşe	0,1266	0,0765	-39,61
Çangal	0,1127	0,0784	-30,38
Er Ayşe Kadın	0,1175	0,0715	-39,09
Eyri Oturak	0,1527	0,0784	-24,65
Ferasettsiz	0,0799	0,0752	-5,94
Papaz Şekeri	0,0888	0,1184	+33,37
Şeker Fasulye	0,2197	0,1893	-13,87
Y1	0,1444	0,0884	-38,76
Y2	0,1059	0,0526	-50,38
Y3	0,0618	0,0269	-56,50
Y4	0,2116	0,0952	-55,01

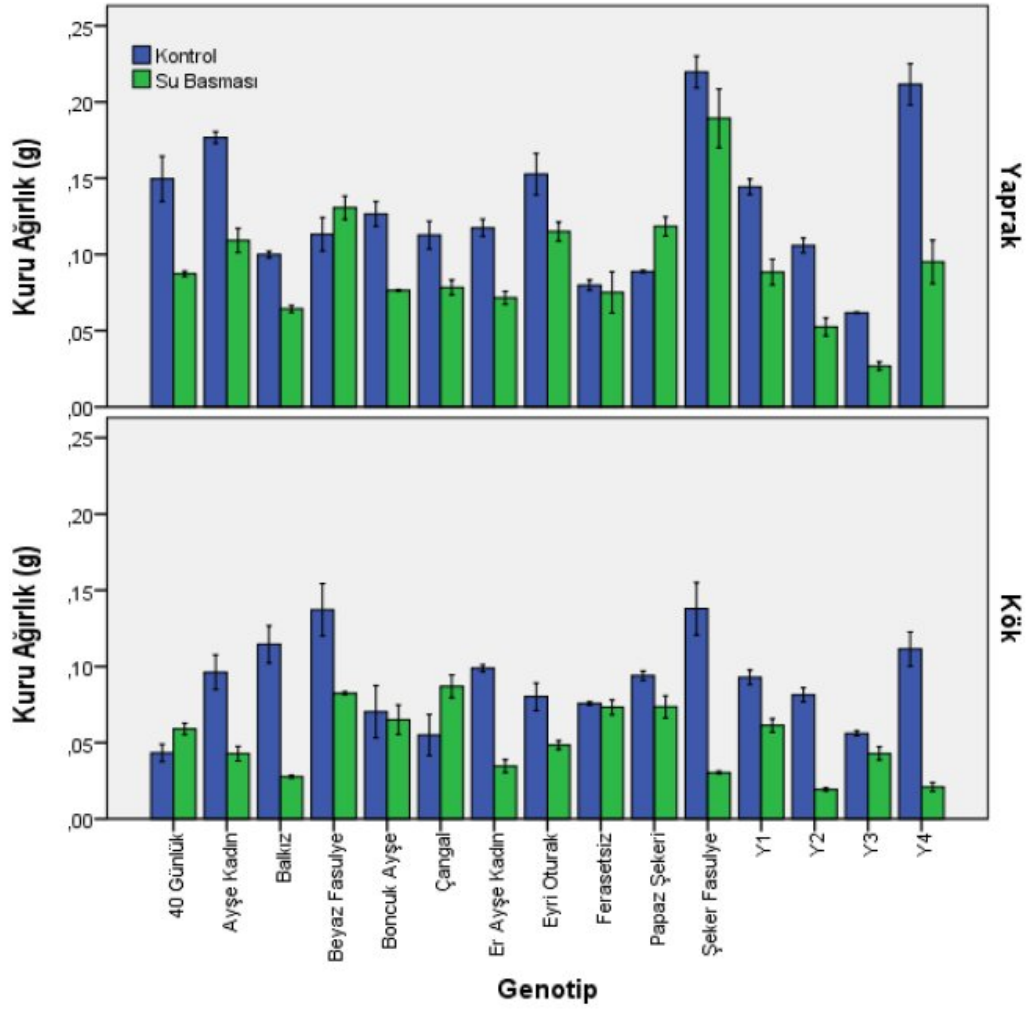
Çizelge 4.1.2.3. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök kuru ağırlığı.

Genotip	Kök Kuru Ağırlığı (g)
40 Günlük	0,051 ^{ef}
Ayşe Kadın	0,070 ^{cde}
Balkız	0,080 ^{bcd}
Beyaz Fasulye	0,110 ^a
Boncuk Ayşe	0,067 ^{cdef}
Çangal	0,071 ^{cd}
Er Ayşe Kadın	0,067 ^{cdef}
Eyri Oturak	0,061 ^{def}
Ferasesiz	0,075 ^{cd}
Papaz Şekeri	0,084 ^{bc}
Şeker Fasulye	0,095 ^{ab}
Y1	0,074 ^{cd}
Y2	0,051 ^{ef}
Y3	0,049 ^f
Y4	0,075 ^{cd}
Uygulamalar	
Kontrol	0,090 ^a
Su Basması Stresi	0,051 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.2.4. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen kök kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Kök Kuru Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	0,0433	0,0590	+36,36
Ayşe Kadın	0,0962	0,0428	-55,52
Balkız	0,1145	0,0278	-75,76
Beyaz Fasulye	0,1372	0,0824	-39,94
Boncuk Ayşe	0,0703	0,0650	-7,54
Çangal	0,0550	0,0869	+57,90
Er Ayşe Kadın	0,0988	0,0346	-64,96
Eyri Oturak	0,0801	0,0484	-39,58
Ferasetsiz	0,0757	0,0732	-3,30
Papaz Şekeri	0,0940	0,0735	-21,77
Şeker Fasulye	0,1379	0,0304	-77,95
Y1	0,0929	0,0613	-33,94
Y2	0,0814	0,0194	-76,16
Y3	0,0561	0,0429	-23,53
Y4	0,1114	0,0210	-81,19



Şekil 4.1.2.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök kuru ağırlığı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.1.3. Yaprak alanı

Genotipler ve uygulamalar itibariyle fasulye genotiplerinin genç yapraklarında yaprak alanı oranları Çizelge 4.1.3.1. ve Şekil 4.1.3.1’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama yaprak alanı oranları değerlendirildiğinde; Şeker Fasulye 21,65 cm² ile en yüksek değere sahipken, Y4 (8,96 cm²), Ferasetsiz (9,10 cm²), Y1 (9,15 cm²) ve Y2 (9,16 cm²), en düşük yaprak alanı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 13,37 cm² olan yaprak alanı, su stresi koşullarında 10,17 cm² ye kadar düşmüştür. Buna göre genotipler arasındaki fark ve uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun da %5 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.5’ te verilmiştir.

Kontrol ile su basması uygulamalarında genotiplerin genç yapraklarda yaprak alanı değerleri karşılaştırılarak değişim oranları Çizelge 4.1.3.2’ de gösterilmiştir. Buna göre 40 Günlük, Ayşe Kadın ve Y3 dışında tüm genotiplerin yaprak alanı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ancak en yüksek azalma % 57,74 ile Y4 genotipinde olmuştur. Bunu % 53,83 Çangal ile Şeker Fasulye % 51,89 genotipleri izlemiştir.

Çizelge 4.1.3.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç yapraklarında yaprak alanı.

Genotip	Yaprak Alanı (cm ²)
40 Günlük	11,02 ^{bc}
Ayşe Kadın	11,73 ^{bc}
Balkız	11,83 ^{bc}
Beyaz Fasulye	13,33 ^b
Boncuk Ayşe	9,41 ^c
Çangal	13,33 ^b
Er Ayşe Kadın	12,50 ^b
Eyri Oturak	11,44 ^{bc}
Ferasetsiz	9,10 ^c
Papaz Şekeri	12,05 ^{bc}
Şeker Fasulye	21,65 ^a
Y1	9,15 ^c
Y2	9,16 ^c
Y3	10,89 ^{bc}
Y4	8,96 ^c
Uygulamalar	
Kontrol	13,09 ^a
Su Basması Stresi	10,04 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.3.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen genç yapraklarının yaprak alanı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Genç Yaprak Alanı (cm ²)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	10,03	12,02	+19,88
Ayşe Kadın	11,01	12,81	+16,31
Balkız	12,22	11,25	-7,95
Beyaz Fasulye	13,58	13,08	-3,68
Boncuk Ayşe	10,26	8,84	-13,87
Çangal	16,99	7,85	-53,83
Er Ayşe Kadın	14,70	9,20	-37,45
Eyri Oturak	13,25	8,72	-34,21
Ferasettsiz	9,16	9,07	-1,02
Papaz Şekeri	12,45	11,65	-6,37
Şeker Fasulye	29,24	14,07	-51,89
Y1	11,96	6,34	-46,98
Y2	10,45	7,88	-24,57
Y3	8,44	12,52	+48,38
Y4	12,59	5,32	-57,74

Genotipler ve uygulamalar itibariyle fasulye genotiplerinin yaşı yapraklarında yaprak alanı oranları Çizelge 4.1.3.3. ve Şekil 4.1.3.1’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama yaprak alanı oranları değerlendirildiğinde; Y4 (40,79 cm²) en yüksek değere sahipken, Er Ayşe Kadın (17,96 cm²) ve Papaz Şekeri (17,60 cm²) en düşük yaprak alanı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 26,26 cm² olan yaprak alanı, su stresi koşullarında 27,01 cm² olmuştur. Buna göre genotipler arasındaki fark önemli bulunurken, uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca genotip ve uygulamalar arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.6’da verilmiştir.

Kontrol ile su basması uygulamalarında genotiplerin yaşı yapraklarında yaprak alanı değerleri karşılaştırılarak değişim oranları Çizelge 4.1.3.4’ de gösterilmiştir. Buna göre yaprak alanındaki değişim genotiplere göre farklılık göstermiştir. En yüksek artış % 59,04 ile Ferasettsiz genotipinde, en yüksek azalma ise %32,87 ile Y2 genotipinde olmuştur.

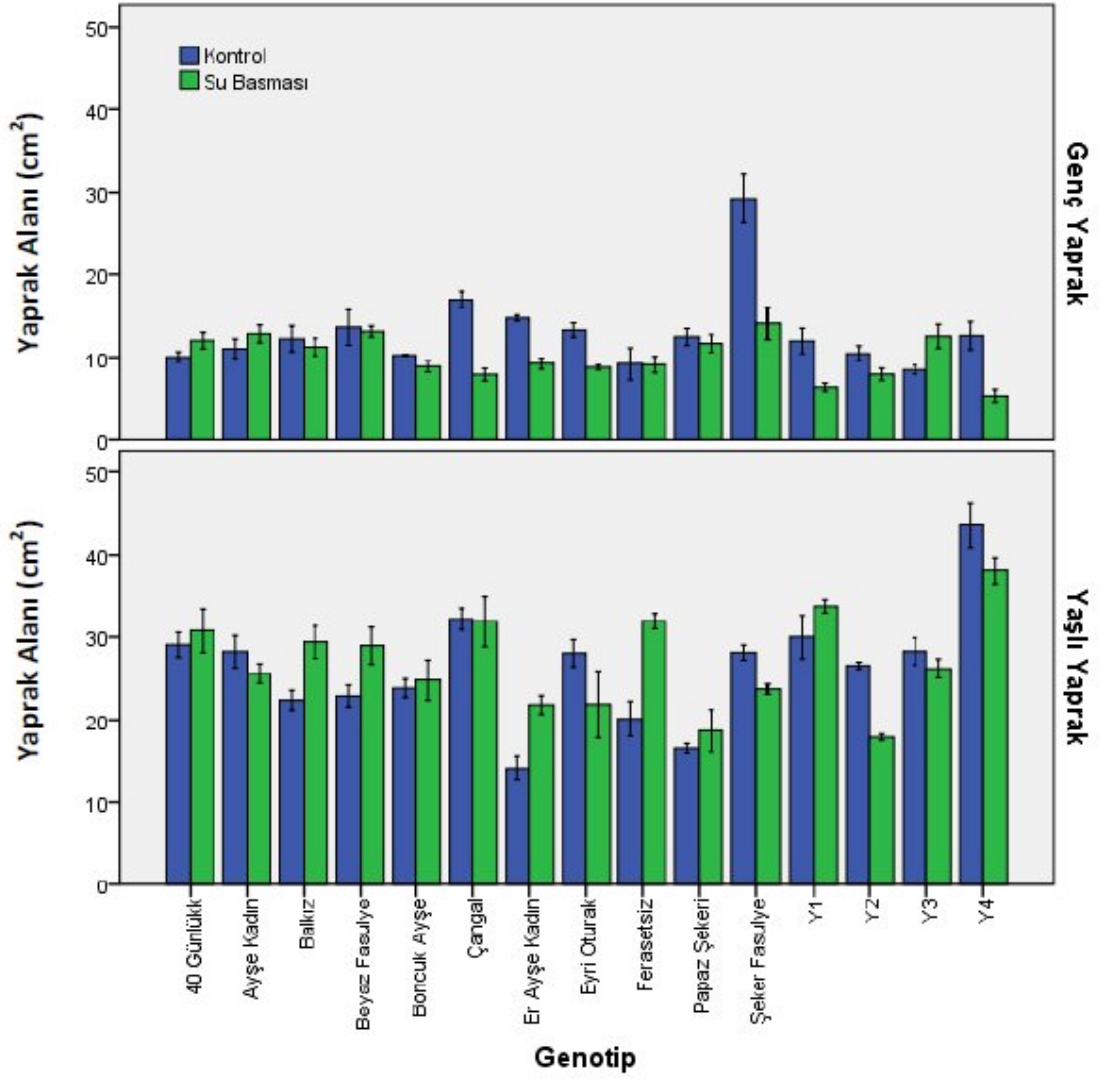
Çizelge 4.1.3.3. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaşlı yapraklarında yaprak alanı.

Genotip	Yaprak Alanı (cm ²)
40 Günlük	29,93 ^{bc}
Ayşe Kadın	26,93 ^{cd}
Balkız	25,87 ^{cde}
Beyaz Fasulye	25,90 ^{cde}
Boncuk Ayşe	24,28 ^{de}
Çangal	32,06 ^b
Er Ayşe Kadın	17,96 ^f
Eyri Oturak	25,58 ^{cde}
Ferasetsiz	27,21 ^{cd}
Papaz Şekeri	17,59 ^f
Şeker Fasulye	25,91 ^{cde}
Y1	31,89 ^b
Y2	22,22 ^e
Y3	27,25 ^{cd}
Y4	40,79 ^a
Uygulamalar	
Kontrol	26,26
Su Basması Stresi	27,01
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	öd
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.3.4. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen yaşlı yapraklarının yaprak alanı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Yaşlı Yaprak Alanı (cm ²)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	29,07	30,79	+5,94
Ayşe Kadın	28,26	25,60	-15,86
Balkız	22,35	29,40	+31,57
Beyaz Fasulye	22,85	28,95	+26,71
Boncuk Ayşe	23,78	24,78	+4,19
Çangal	32,22	31,90	-0,98
Er Ayşe Kadın	14,12	21,80	+54,40
Eyri Oturak	28,06	21,86	-22,10
Ferasettsiz	20,10	31,96	+59,04
Papaz Şekeri	16,54	18,65	+12,79
Şeker Fasulye	28,15	23,68	-15,86
Y1	30,01	33,77	+12,53
Y2	26,59	17,85	-32,87
Y3	28,29	26,21	-7,34
Y4	43,57	38,01	-12,75



Şekil 4.1.3.1. Su basmasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç ve yaşlı yapraklarının yaprak alanı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.1.4. Yaprak rengi

Su basması koşulları bütün genotiplerin L değerlerini arttırmıştır. a* değerleri, Beyaz Fasulye, Er Ayşe Kadın, Eyri Oturak ve Ferasetsiz genotipleri dışında bütün genotiplerde kontrol uygulamasına göre azalmıştır. b* değerleri bakımından ise bütün genotiplerde artış belirlenmiştir. L* ve b* değerlerine paralel olarak C değerlerinde de artış gözlenmiştir. h° değerleri de bütün genotiplerde azalma göstermiştir (Ek 5).

4.1.5. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)

Çizelge 4.1.5.1'de su basması uygulamasının fasulye genotiplerinin yapraklarındaki YOSK üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama YOSK oranları değerlendirildiğinde; Beyaz Fasulye % 49,39 ile en yüksek YOSK'na sahip iken, Y3 (% 19,20) ve Balkız (%27,82) genotiplerinin ise, en düşük YOSK değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol uygulamasının YOSK değeri %39,76 iken su basması uygulamasının YOSK değeri %33,70 olmuştur. Buna göre genotipler ve uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge A.7).

Su basması uygulamalarının taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki TK üzerindeki önem derecesi Çizelge 4.1.5.2'de sunulmuştur. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama TK oranları değerlendirildiğinde; Y3 (%78,48) ve Balkız (%69,38) ortalama en yüksek TK'na sahip iken, Beyaz Fasulye (% 48,48) en düşük TK'na sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise, Kontrolde %56,18 olan TK su basması uygulamasıyla %65,53 olmuştur. Buna göre genotipler ve uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve su basması uygulamaları arasındaki interaksiyonun % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge A.8). Şekil 4.1.5.1'de su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin YOSK ve TK değerlerinde meydana gelen değişimler verilmiştir.

Çizelge 4.1.5.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK).

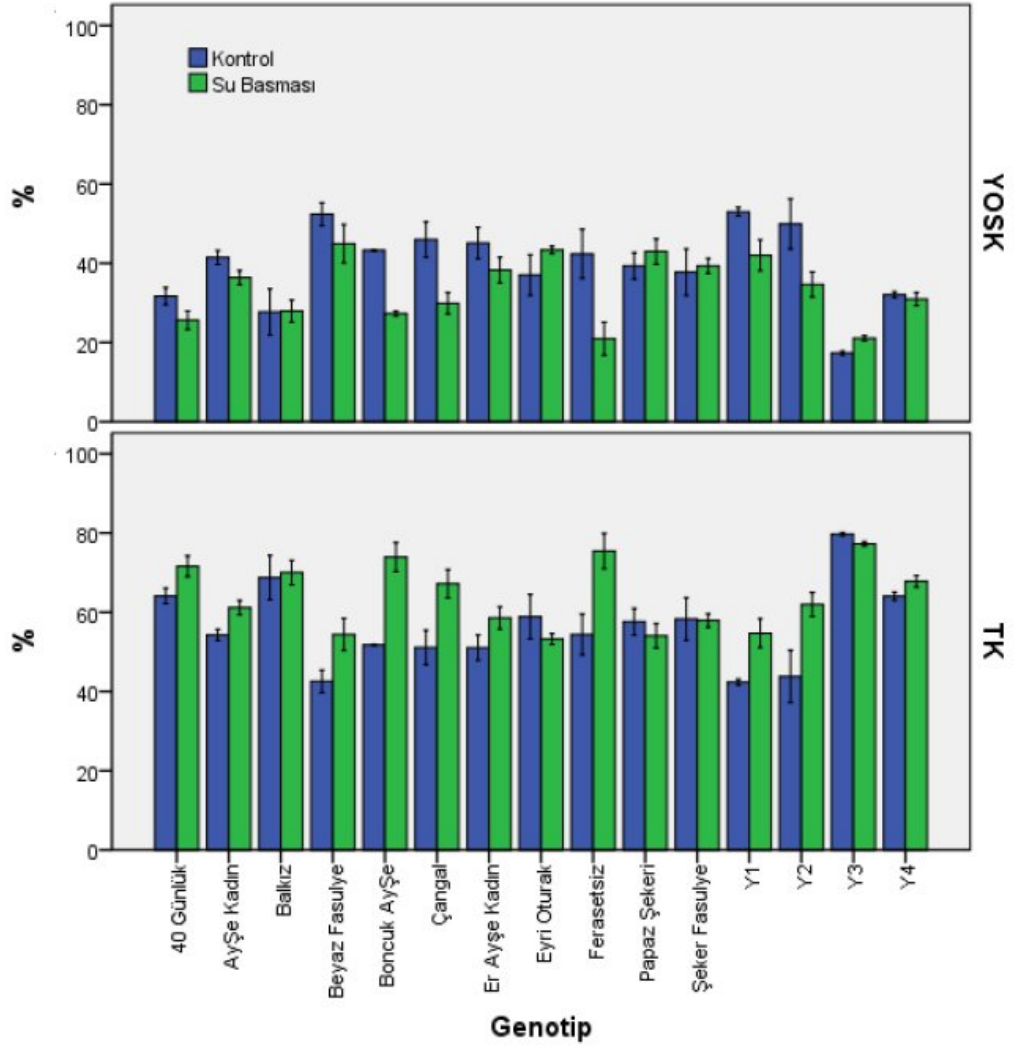
Genotip	YOSK (%)
40 Günlük	28,66 ^e
Ayşe Kadın	39,42 ^{cd}
Balkız	27,82 ^e
Beyaz Fasulye	49,39 ^a
Boncuk Ayşe	35,28 ^{cde}
Çangal	37,92 ^{cd}
Er Ayşe Kadın	41,69 ^{bc}
Eyri Oturak	39,54 ^{cd}
Ferasetsiz	31,65 ^{de}
Papaz Şekeri	40,79 ^{bc}
Şeker Fasulye	38,54 ^{cd}
Y1	47,49 ^{ab}
Y2	42,27 ^{abc}
Y3	19,20 ^f
Y4	31,62 ^{de}
Uygulamalar	
Kontrol	39,76 ^a
Su Basması Stresi	33,70 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.5.2. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki turgor kaybı (TK).

Genotip	TK (%)
40 Günlük	67,85 ^b
Ayşe Kadın	57,02 ^d
Balkız	69,38 ^b
Beyaz Fasulye	48,48 ^e
Boncuk Ayşe	65,06 ^{bc}
Çangal	59,16 ^{cd}
Er Ayşe Kadın	54,80 ^{de}
Eyri Oturak	56,61 ^d
Ferasetsiz	64,92 ^{bc}
Papaz Şekeri	56,19 ^{de}
Şeker Fasulye	58,11 ^{cd}
Y1	48,54 ^e
Y2	52,87 ^{de}
Y3	78,48 ^a
Y4	65,53 ^{bc}
Uygulamalar	
Kontrol	56,18 ^b
Su Basması Stresi	65,53 ^a
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.1.5.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK). Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.1.6. Toplam klorofil

Su basması uygulamaları ile birlikte toplam klorofil miktarındaki değişimler Şekil 4.1.6.1 ve Çizelge 4.1.6.1’de verilmiştir. Su basması uygulamasının etkisine bağlı olarak genotipler arasındaki toplam klorofil miktarları incelendiğinde, Ferasetsiz 2,62 mg/g TA, Eyri Oturak 2,52 mg/g TA ve Şeker Fasulye 2,39 mg/g TA ile en yüksek toplam klorofil miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. 40 günlük (1,03 mg/g TA), Y3 (1,08 mg/ gTA), Balkız (1,75 mg/g TA) ve Y1 (1,80 mg/g TA) genotiplerinin en düşük toplam klorofil miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 2,31 mg/g TA olan toplam klorofil miktarı, Su basması stresi koşullarında 1,71 mg/g TA olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca uygulamalar arasındaki farkta istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge A.9).

Kontrol ile su basması uygulamalarında genotiplerin toplam klorofil miktarları karşılaştırılarak değişim oranları Çizelge 4.1.6.2’ de gösterilmiştir. Buna göre tüm genotiplerin toplam klorofil miktarlarında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ancak en fazla azalma % 53,62 ile Y3 genotipinde olmuştur. Bunu % 45,29 ile Y4, %37,39 ile Boncuk Ayşe, % 36,90 ile Y1, % 36,60 ile Ayşe Kadın genotipleri izlemiştir. En az azalma ise % 0,09 ile 40 Günlük genotipinde bulunmuştur.

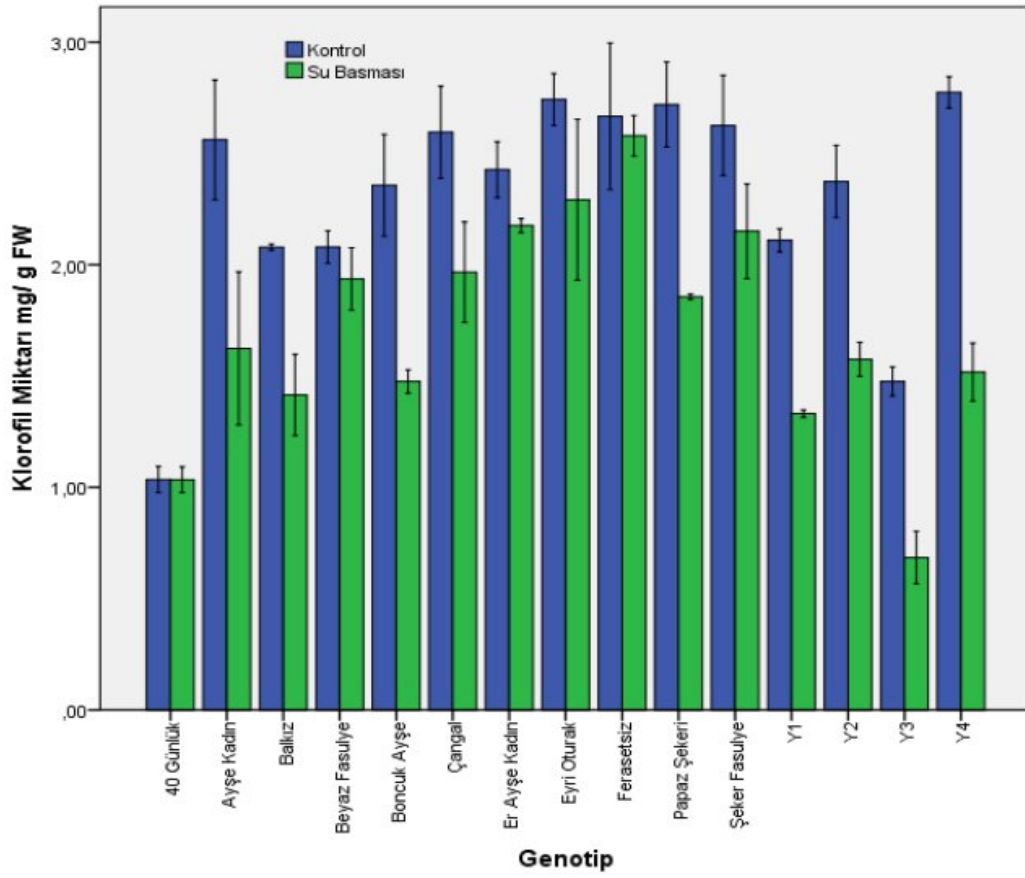
Çizelge 4.1.6.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil miktarı.

Genotip	Toplam Klorofil (mg/gTA)
40 Günlük	1,03 ^h
Ayşe Kadın	2,19 ^{bcdef}
Balkız	1,75 ^g
Beyaz Fasulye	2,01 ^{cdefg}
Boncuk Ayşe	1,92 ^{efg}
Çangal	2,34 ^{abcd}
Er Ayşe Kadın	2,30 ^{abcde}
Eyri Oturak	2,52 ^{ab}
Ferasetsiz	2,62 ^a
Papaz Şekeri	2,37 ^{abcd}
Şeker Fasulye	2,39 ^{abc}
Y1	1,80 ^{fg}
Y2	1,97 ^{defg}
Y3	1,08 ^h
Y4	2,27 ^{abcde}
Uygulamalar	
Kontrol	2,31 ^a
Su Basması Stresi	1,71 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.6.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile su basması uygulamasında belirlenen toplam klorofil miktarlarındaki değişim oranları.

Genotipler	Toplam Klorofil Miktarı (mg/gTA)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Su Basması	
40 Günlük	1,04	1,03	-0,09
Ayşe Kadın	2,56	1,62	-36,60
Balkız	2,08	1,41	-31,94
Beyaz Fasulye	2,08	1,94	-6,91
Boncuk Ayşe	2,36	1,48	-37,39
Çangal	2,60	1,97	-24,22
Er Ayşe Kadın	2,43	2,18	-10,36
Eyri Oturak	2,74	2,29	-16,42
Ferasettsiz	2,67	2,58	-3,28
Papaz Şekeri	2,72	1,86	-31,77
Şeker Fasulye	2,63	2,15	-18,10
Y1	2,11	1,33	-36,90
Y2	2,37	1,58	-33,64
Y3	1,48	0,68	-53,62
Y4	2,77	1,52	-45,29



Şekil 4.1.6.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinde toplam klorofil (mg/g TA) miktarı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.1.7. Hücre membran zararlanma oranı

Genotipler ve su basması uygulaması itibariyle taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki zararlanma oranları Çizelge 4.1.7.1’de verilmiştir. Genotiplere göre zararlanma oranı değerlendirildiğinde; Y3 %93,93, 40 Günlük %88,21 ve Y4 %83,54 ile en yüksek zararlanma oranına sahipken, Şeker Fasulye %2,02 ve Beyaz Fasulye % 2,19 ile en düşük zararlanma değerine sahip olmuştur. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Su basması uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki zararlanma oranları Çizelge 4.1.7.2’de verilmiştir. Ortalama hücre membran zararlanma oranları değerlendirildiğinde; Y1 (%69,29) ve Balkız (%66,38) en yüksek değere sahipken, Şeker Fasulye (%8,45) en düşük zararlanma oranına sahip olmuştur. Su basması uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki zararlanma oranları Şekil 4.1.7.1’de verilmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

7 günlük su basması uygulamasının sonunda 40 Günlük, Y3 ve Y4 genotiplerinin en yüksek zararlanma oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Örnekleme yapılan organlar, uygulama sonunda kaybedildiği için bu genotiplerde geri kazanım uygulamasına gidilmemiş ve yapılacak enzim analizleri için bu üç genotipten sonra en hassas olan Y1 genotipi kullanılmıştır.

Çizelge 4.1.7.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki hücre membran zararlanması.

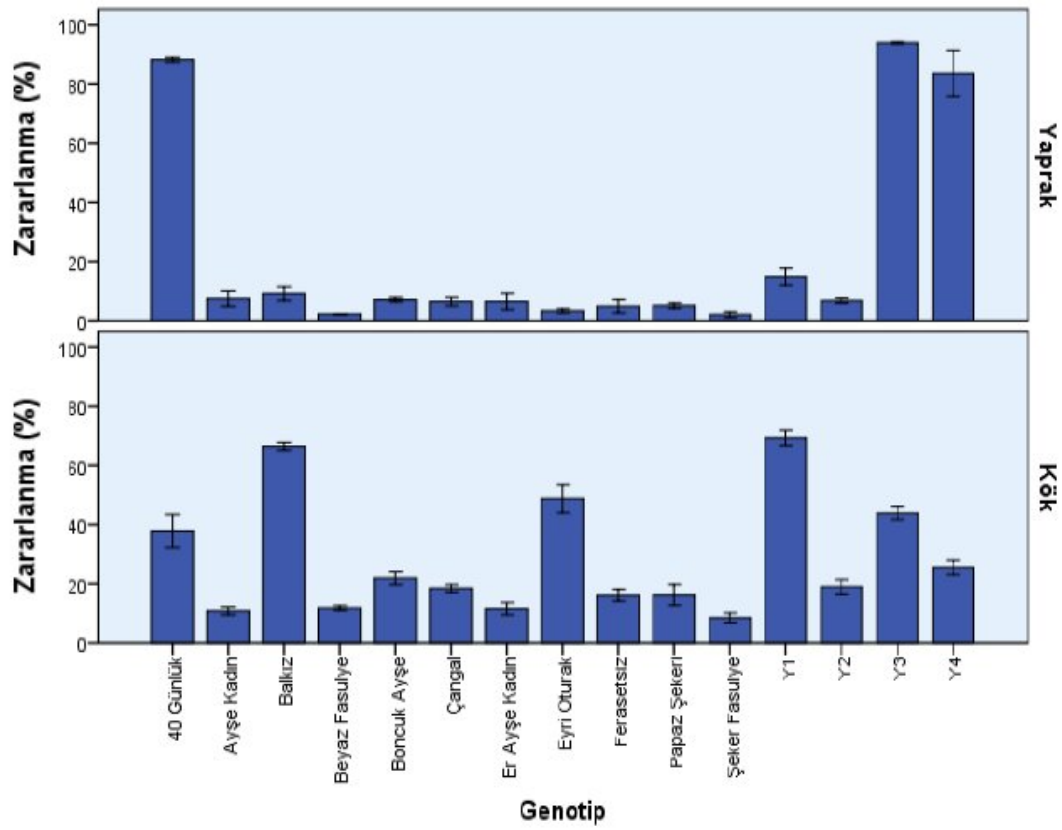
Genotip	Zararlanma (%)
40 Günlük	88,21 ^{ab}
Ayşe Kadın	7,49 ^{cd}
Balkız	9,20 ^{cd}
Beyaz Fasulye	2,19 ^d
Boncuk Ayşe	7,15 ^{cd}
Çangal	6,50 ^{cd}
Er Ayşe Kadın	6,56 ^{cd}
Eyri Oturak	3,33 ^d
Ferasetsiz	4,91 ^d
Papaz Şekeri	5,13 ^d
Şeker Fasulye	2,02 ^d
Y1	14,91 ^c
Y2	6,79 ^{cd}
Y3	93,93 ^a
Y4	83,54 ^b
Genotip	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.1.7.2. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki hücre membran zararlanması.

Genotip	Zararlanma (%)
40 Günlük	37,81 ^c
Ayşe Kadın	10,78 ^{fg}
Balkız	66,38 ^a
Beyaz Fasulye	11,78 ^{fg}
Boncuk Ayşe	21,91 ^{de}
Çangal	18,38 ^{def}
Er Ayşe Kadın	11,55 ^{fg}
Eyri Oturak	48,74 ^b
Ferasetsiz	16,08 ^{efg}
Papaz Şekeri	16,21 ^{efg}
Şeker Fasulye	8,45 ^g
Y1	69,29 ^a
Y2	18,91 ^{def}
Y3	43,86 ^{bc}
Y4	25,53 ^d
Genotip	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.1.7.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki hücre membran zararlanması. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.2. Geri Kazanım Uygulaması

4.2.1. Yaprak ve kök yaş ağırlığı

Geri kazanım koşullarının fasulye genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı üzerindeki önem derecesi Çizelge 4.2.1.1'de gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak yaş ağırlığı değerlendirildiğinde Feraset-siz (1,234 g) en yüksek yaprak kuru ağırlığı değerine sahipken, Y1 (0,581 g) en düşük yaprak kuru ağırlığı değerlerine sahip olmuştur. Buna göre hem genotipler hem de uygulamalar arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyonunda önemli olduğu tespit edilmiş ve tablosu Çizelge A.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.2.1.2'de verilen kontrol ve geri kazanım uygulamalarında genotiplerin yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları karşılaştırıldığında Y1 (% 73,03) genotipinde yaprak yaş ağırlığının en çok azaldığı belirlenmiştir. Geri kazanım uygulaması Çangal (36,68), Ayşe Kadın (%14,18) ve Feraset-siz (%2,80) genotiplerinde yaprak yaş ağırlığını arttırmıştır.

Geri Kazanım uygulamaları ile birlikte kök yaş ağırlığındaki değişimler Çizelge 4.2.1.3'de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Feraset-siz 1,496 g ile en yüksek kök yaş ağırlığına sahip iken, Beyaz Fasulye 0,722 g ve Boncuk Ayşe 0,707 g ile en düşük kök yaş ağırlığı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol'de 1,469 g olan kök yaş ağırlığı, geri kazanım koşullarında 0,616 g olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistikî olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyon tablosu Çizelge A.11'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2.1.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı.

Genotip	Yaprak Yaş Ağırlığı (g)
Ayşe Kadın	0,896 ^{cd}
Balkız	0,959 ^c
Beyaz Fasulye	0,745 ^{def}
Boncuk Ayşe	0,753 ^{de}
Çangal	1,311 ^a
Er Ayşe Kadın	1,156 ^{ab}
Eyri Oturak	0,964 ^c
Ferasetsiz	1,234 ^a
Papaz Şekeri	1,058 ^{bc}
Şeker Fasulye	0,711 ^{ef}
Y1	0,581 ^f
Y2	0,721 ^{ef}
Uygulamalar	
Kontrol	0,997 ^a
Geri Kazanım	0,849 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2.1.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Yaprak Yaş Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	0,8364	0,9550	+14,18
Balkız	1,0001	0,9168	-8,33
Beyaz Fasulye	0,8897	0,5994	-32,63
Boncuk Ayşe	0,7710	0,7340	-4,80
Çangal	1,1075	1,5138	+36,68
Er Ayşe Kadın	1,3595	0,8509	-37,42
Eyri Oturak	1,1428	0,7859	-31,23
Ferasesiz	1,2206	1,2547	+2,80
Papaz Şekeri	1,2520	0,9291	-25,79
Şeker Fasulye	0,7371	0,6854	-7,01
Y1	0,9145	0,2466	-73,03
Y2	0,7307	0,7141	-2,27

Çizelge 4.2.1.3. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlığı.

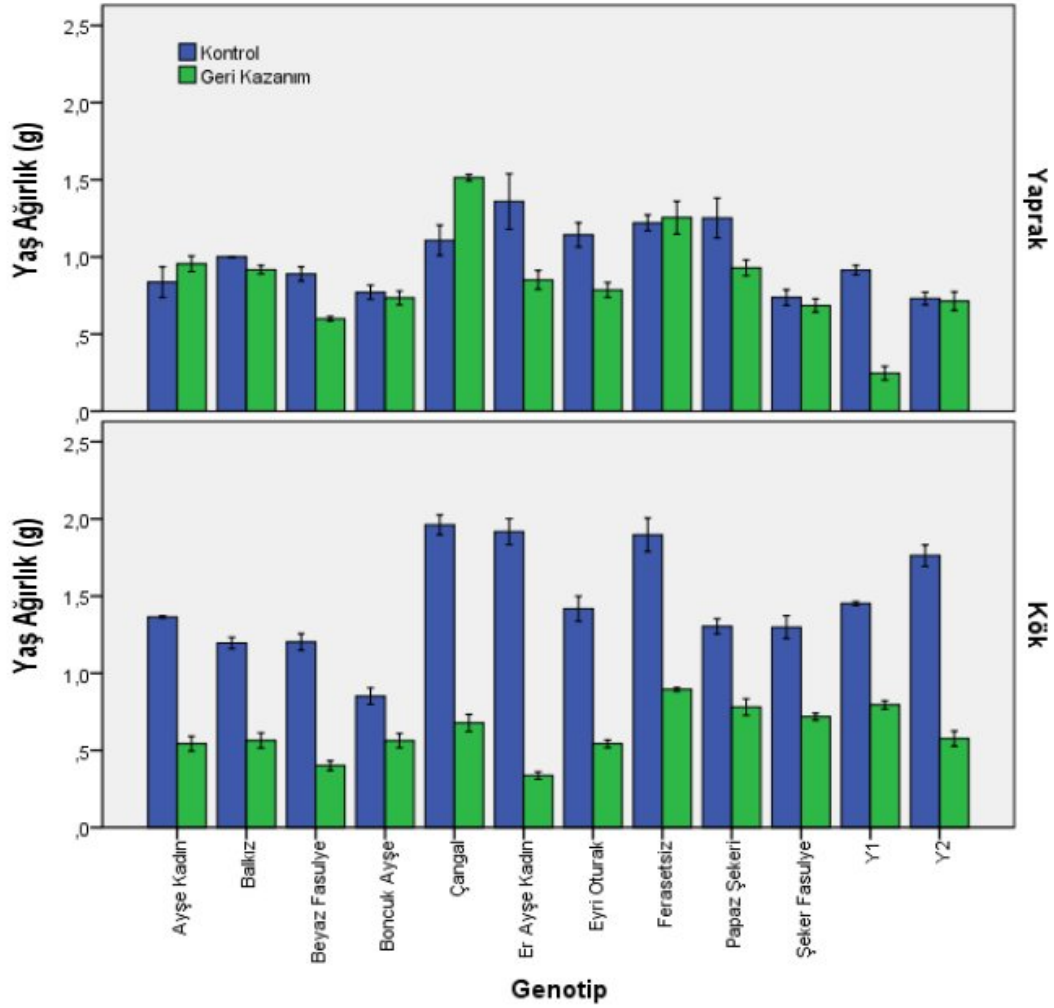
Genotip	Kök Yaş Ağırlığı (g)
Ayşe Kadın	0,954 ^d
Balkız	0,943 ^d
Beyaz Fasulye	0,722 ^e
Boncuk Ayşe	0,707 ^e
Çangal	1,320 ^b
Er Ayşe Kadın	1,128 ^c
Eyri Oturak	1,068 ^{cd}
Ferasesiz	1,496 ^a
Papaz Şekeri	1,042 ^{cd}
Şeker Fasulye	0,950 ^d
Y1	1,124 ^c
Y2	1,170 ^c
Uygulamalar	
Kontrol	1,469 ^a
Geri Kazanım	0,616 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Kontrol ve geri kazanım uygulamasının karşılaştırıldığı Çizelge 4.2.1.4’de, bütün genotiplerin kök yaş ağırlığının geri kazanım uygulamalarında daha az olduğu belirlenmiştir. En fazla değişim oranı ise % 82,41 ile Er Ayşe Kadın genotipinde meydana gelmiştir. Şekil 4.2.1.1’de geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök yaş ağırlığı üzerindeki önem derecesi verilmiştir.

Çizelge 4.2.1.4. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen kök kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Kök Yaş Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	1,3646	0,5432	-60,20
Balkız	1,1959	0,5644	-52,81
Beyaz Fasulye	1,2022	0,4021	-66,55
Boncuk Ayşe	0,8515	0,5629	-33,89
Çangal	1,9611	0,6781	-65,42
Er Ayşe Kadın	1,9177	0,3373	-82,41
Eyri Oturak	1,4180	0,5427	-61,73
Ferasetsiz	1,8964	0,8947	-52,82
Papaz Şekeri	1,3040	0,7808	-40,13
Şeker Fasulye	1,2983	0,7179	-44,70
Y1	1,4529	0,7952	-45,27
Y2	1,7625	0,5764	-67,30



Şekil 4.2.1.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök yaş ağırlığı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.2.2. Yaprak ve kök kuru ağırlığı

Geri kazanım koşullarının fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı üzerindeki önem derecesi Çizelge 4.2.2.1’de gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak kuru ağırlığı değerlendirildiğinde Çangal (0,156 g) ve Eyri Oturak (0,138 g) en yüksek yaprak kuru ağırlığı değerine sahipken, Y1 (0,087 g) en düşük yaprak kuru ağırlığı değerlerine sahip olmuştur. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında da önemli bir fark bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyonda %5 seviyesinde önemli bulunmuş olup tablosu Çizelge A.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.2.2’de verilen kontrol ve geri kazanım uygulamalarında genotiplerin yaprak kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları karşılaştırıldığında bütün genotiplerin yaprak kuru ağırlığının daha az olduğu belirlenmiştir. En yüksek değişim oranı Y1 (% 69,02)’de, en düşük değişim oranı Şeker Fasulye (9,01 g) ve Y2 (7,82 g)’de tespit edilmiştir.

Geri kazanım uygulamaları sonunda genotiplere ait kök kuru ağırlığı değerleri Çizelge 4.2.2.3’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Ayşe Kadın 0,093 g ile en yüksek kök kuru ağırlığına sahip iken, Balkız 0,044 g ile en düşük kök kuru ağırlığı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 0,89 g olan kök kuru ağırlığı, geri kazanım koşullarında 0,045 g olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyon tablosu Çizelge A.13’te sunulmuştur.

Çizelge 4.2.2.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı.

Genotip	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)
Ayşe Kadın	0,112 ^{cde}
Balkız	0,113 ^{cde}
Beyaz Fasulye	0,123 ^{bcd}
Boncuk Ayşe	0,093 ^{ef}
Çangal	0,156 ^a
Er Ayşe Kadın	0,125 ^{bc}
Eyri Oturak	0,138 ^{ab}
Ferasetsiz	0,103 ^{def}
Papaz Şekeri	0,126 ^{bc}
Şeker Fasulye	0,092 ^{ef}
Y1	0,087 ^f
Y2	0,102 ^{def}
Uygulamalar	
Kontrol	0,133 ^a
Geri Kazanım	0,095 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2.2.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen yaprak kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	0,1199	0,1046	-12,79
Balkız	0,1304	0,0945	-27,51
Beyaz Fasulye	0,1592	0,0860	-45,98
Boncuk Ayşe	0,1030	0,0825	-19,88
Çangal	0,2273	0,1545	-32,04
Er Ayşe Kadın	0,1505	0,0864	-42,62
Eyri Oturak	0,1608	0,1227	-23,65
Ferasettsiz	0,1309	0,0751	-42,61
Papaz Şekeri	0,1437	0,1084	-24,54
Şeker Fasulye	0,0958	0,0871	-9,01
Y1	0,1320	0,0409	-69,02
Y2	0,1068	0,0984	-7,82

Çizelge 4.2.2.3. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin kök kuru ağırlığı.

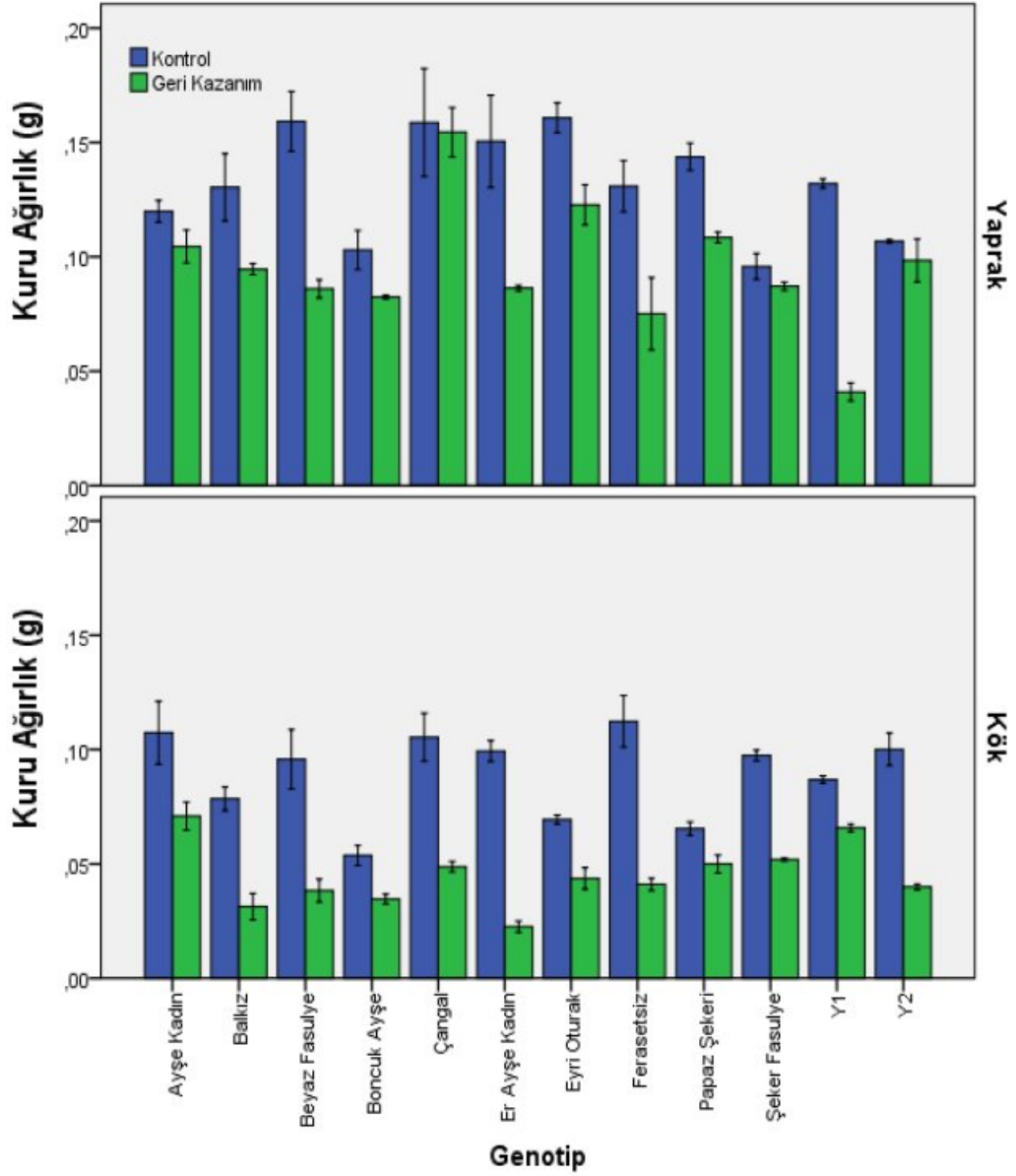
Genotip	Kök Kuru Ağırlığı (g)
Ayşe Kadın	0,093 ^a
Balkız	0,055 ^{cd}
Beyaz Fasulye	0,067 ^{bc}
Boncuk Ayşe	0,044 ^d
Çangal	0,077 ^b
Er Ayşe Kadın	0,069 ^{bc}
Eyri Oturak	0,056 ^{cd}
Ferasetsiz	0,077 ^b
Papaz Şekeri	0,056 ^{cd}
Şeker Fasulye	0,075 ^b
Y1	0,076 ^b
Y2	0,070 ^{bc}
Uygulamalar	
Kontrol	0,089 ^a
Geri Kazanım	0,045 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Kontrol ve geri kazanım uygulamasının karşılaştırıldığı Çizelge 4.2.2.4’de, bütün genotiplerin kök kuru ağırlığının geri kazanım koşullarında daha az olduğu belirlenmiştir. En fazla değişim oranı ise % 63,45 ve % 60,04 ile sırasıyla Ferasettsiz ve Balkız ile Y2 genotiplerinde meydana gelmiştir. Şekil 4.2.2.1’de geri kazanım koşullarının fasulye genotiplerinin yaprak kuru ağırlığı üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir.

Çizelge 4.2.2.4. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen kök kuru ağırlığı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Kök Kuru Ağırlığı (g)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	0,1074	0,0709	-33,96
Balkız	0,0785	0,0314	-60,04
Beyaz Fasulye	0,0958	0,0383	-59,97
Boncuk Ayşe	0,0537	0,0346	-35,55
Çangal	0,1054	0,0488	-53,70
Er Ayşe Kadın	0,0994	0,0226	-77,31
Eyri Oturak	0,0694	0,0421	-39,32
Ferasettsiz	0,1124	0,0411	-63,45
Papaz Şekeri	0,0655	0,0499	-23,71
Şeker Fasulye	0,0974	0,0520	-46,64
Y1	0,0869	0,0658	-24,28
Y2	0,1001	0,0400	-60,04



Şekil 4.2.2.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaprak ve kök kuru ağırlığı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.2.3. Yaprak alanı

Genotipler ve uygulamalar itibariyle fasulye genotiplerinin genç yapraklarının yaprak alanı oranları Çizelge 4.2.3.1 ve Şekil 4.2.3.1’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama yaprak alanı oranları değerlendirildiğinde; Papaz Şekeri (16,71 cm²) ve Ferasetsiz (15,04 cm²) en yüksek değere sahipken, Şeker Fasulye (8,13 cm²) ve Boncuk Ayşe (8,95cm²) en düşük yaprak alanı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 14,39 cm² olan yaprak alanı, geri kazanım koşullarında 10,42 cm² ye kadar düşmüştür. Buna göre genotipler arasındaki fark ve uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulamalar arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.14’ te verilmiştir.

Kontrol ile geri kazanım uygulamalarında genotiplerin genç yapraklarının yaprak alanı değerleri karşılaştırılarak değişim oranları Çizelge 4.2.3.2’ de gösterilmiştir. Buna göre Şeker Fasulye, Ferasetsiz ve Papaz Şekeri dışında tüm genotiplerin yaprak alanı değerlerinin kontrol uygulamasından daha az olduğu gözlemlenmiştir. Ancak en yüksek değişim oranı % 60,73 ile Ayşe Kadın genotipinde olmuştur. Bunu % 55,03 ile Balkız ve % 48,40 ile Eyri Oturak genotipleri izlemiştir.

Çizelge 4.2.3.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç yapraklarında yaprak alanı.

Genotip	Yaprak Alanı (cm ²)
Ayşe Kadın	11,84 ^{de}
Balkız	10,26 ^{ef}
Beyaz Fasulye	12,33 ^{bcd}
Boncuk Ayşe	8,95 ^e
Çangal	12,22 ^{cde}
Er Ayşe Kadın	13,80 ^{bcd}
Eyri Oturak	14,87 ^{abc}
Ferasetsiz	15,04 ^{ab}
Papaz Şekeri	16,71 ^a
Şeker Fasulye	8,13 ^f
Y1	10,76 ^{ef}
Y2	12,61 ^{bcd}
Uygulamalar	
Kontrol	14,39 ^a
Geri Kazanım	10,42 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2.3.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen genç yapraklarının yaprak alanı değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Genç Yaprak Alanı (cm ²)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	18,63	7,31	-60,73
Balkız	15,32	6,89	-55,03
Beyaz Fasulye	12,47	12,12	-2,83
Boncuk Ayşe	12,17	6,80	-44,07
Çangal	13,93	11,09	-20,41
Er Ayşe Kadın	16,35	11,24	-31,29
Eyri Oturak	18,44	9,52	-48,40
Ferasetsiz	14,73	15,50	+5,23
Papaz Şekeri	16,55	16,96	+2,50
Şeker Fasulye	7,65	8,85	+15,64
Y1	12,86	7,61	-40,82
Y2	13,59	11,14	-18,03

Genotipler ve uygulamalar itibariyle fasulye genotiplerinin yaşı yapraklarının yaprak alanı oranları Çizelge 4.2.3.3 ve Şekil 4.2.3.1’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama yaprak alanı oranları değerlendirildiğinde; 39,89 cm² ile Ferasettsiz ve 38,25 cm² ile Er Ayşe Kadın en yüksek değere sahipken, 20,44 cm² ile Y2 ve 21,57 cm² ile Şeker Fasulye en düşük yaprak alanı değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 27,50 cm² olan yaprak alanı, geri kazanım koşullarında 30,93 cm²’ye kadar çıkmıştır. Buna göre genotipler arasındaki fark ve uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulamalar arasındaki interaksiyonda istatistiki olarak önemli bulunmuş ve tablosu Çizelge A.15’te verilmiştir.

Kontrol ile geri kazanım uygulamalarında genotiplerin yaşı yaprak alanı değerleri karşılaştırılarak değişim oranları Çizelge 4.2.3.4’de gösterilmiştir. Buna göre Şeker Fasulye, Ayşe Kadın, Er Ayşe Kadın ve Y2 dışında tüm genotiplerin yaprak alanı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak en yüksek artış % 77,13 ile Çangal genotipinde olmuştur. En yüksek azalma da % 33,53 ile Er Ayşe Kadın genotipinde olmuştur.

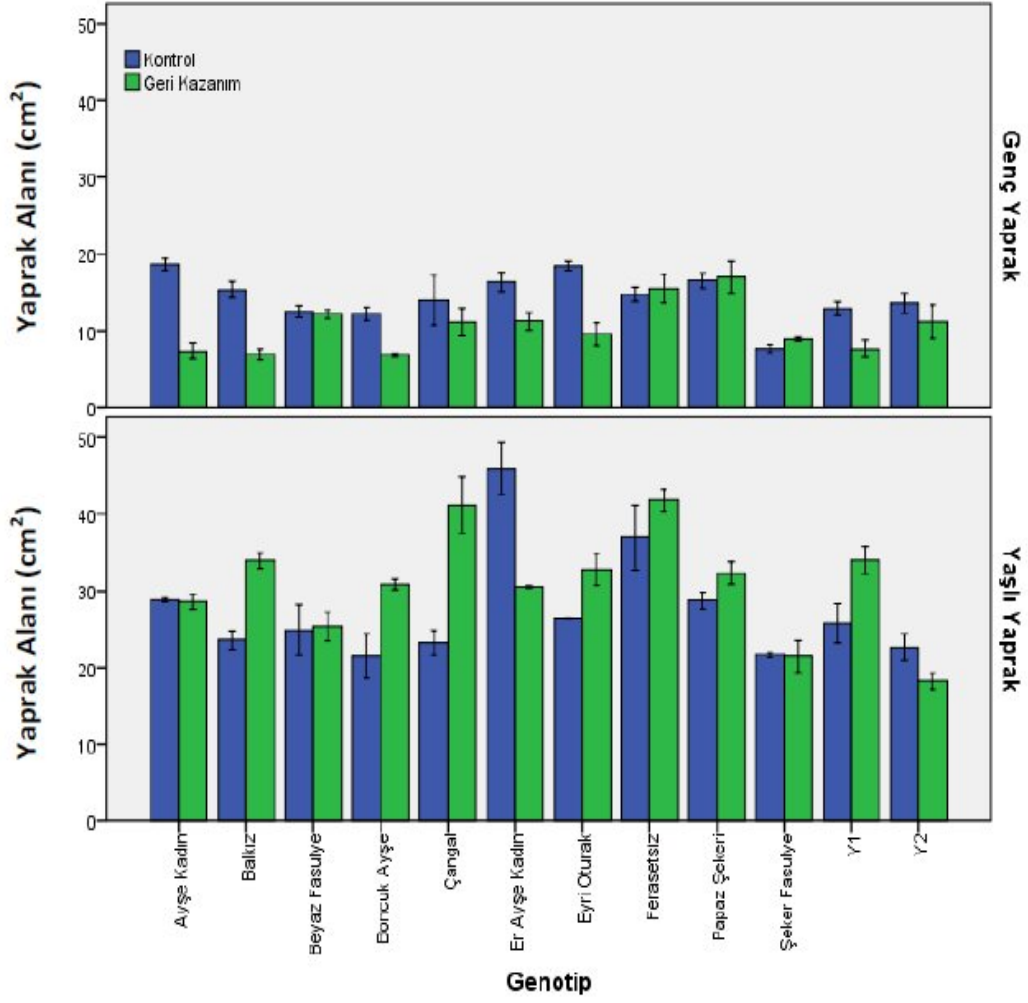
Çizelge 4.2.3.3. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yaşlı yapraklarının alanı.

Genotip	Yaprak Alanı (cm ²)
Ayşe Kadın	28,70 ^{cd}
Balkız	28,79 ^{cd}
Beyaz Fasulye	25,18 ^{de}
Boncuk Ayşe	26,14 ^{cd}
Çangal	33,99 ^b
Er Ayşe Kadın	38,25 ^a
Eyri Oturak	29,58 ^{cd}
Ferasetsiz	39,89 ^a
Papaz Şekeri	30,20 ^{bc}
Şeker Fasulye	21,57 ^{ef}
Y1	30,70 ^{bc}
Y2	20,44 ^f
Uygulamalar	
Kontrol	27,50 ^b
Geri Kazanım	30,93 ^a
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2.3.4. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen yaşlı yaprak alan değerlerindeki değişim oranları.

Genotipler	Yaşlı Yaprak Alanı (cm ²)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	28,81	28,60	-0,73
Balkız	23,61	33,97	+43,89
Beyaz Fasulye	24,90	25,37	+1,92
Boncuk Ayşe	21,45	30,84	+43,81
Çangal	23,24	41,16	+77,13
Er Ayşe Kadın	45,96	30,55	-33,53
Eyri Oturak	26,35	32,80	+24,48
Ferasetsiz	36,96	41,85	+12,25
Papaz Şekeri	28,77	32,34	+12,42
Şeker Fasulye	21,66	21,43	-1,08
Y1	25,76	34,00	+31,97
Y2	22,62	18,26	-19,29



Şekil 4.2.3.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin genç ve yaşlı yapraklarının yaprak alanı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.2.4. Yaprak rengi

Geri kazanım koşullarında bütün genotiplerin L değerleri, kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. a* değerleri, bütün genotiplerde kontrol uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur. b* değerlerinin bakımından ise Şeker Fasulye dışındaki bütün genotiplerde kontrolden yüksek olduğu belirlenmiştir. L*,a*,b* değerlerine paralel olarak, Şeker Fasulye ve Ferasetsiz dışındaki bütün genotiplerde, C* değerlerinde artış gözlenmiştir. h° değerleri de kontrol uygulamasına göre bütün genotiplerde daha düşük olduğu belirlenmiştir (Ek 6).

4.2.5. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)

Çizelge 4.2.5.1 ve Şekil 4.2.5.1'de geri kazanım uygulamasının fasulye genotiplerinin yapraklarındaki YOSK üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama YOSK oranları değerlendirildiğinde; Y1 %81,50 ile en yüksek YOSK'na sahip iken, bunu %80,85 ile Boncuk Ayşe takip etmiştir. Ayşe Kadın (%62,52) genotipinin ise, en düşük YOSK değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol'de %77,15 olan YOSK değeri, geri kazanım uygulamasında %67,88 olmuştur. Buna göre genotipler ve uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge A.16).

Geri kazanım uygulamalarının taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki TK üzerindeki önem derecesi Çizelge 4.2.5.2 ve Şekil 4.2.5.1'de sunulmuştur. Uygulamalar ve genotiplere göre ortalama TK oranları değerlendirildiğinde; Y1 (% 16,18) ve Boncuk Ayşe (%16,22) ortalama en düşük TK'na sahip iken, Ayşe Kadın (% 33,15) en yüksek TK'na sahip olmuştur. Uygulamalar kıyaslandığında, Kontrol uygulaması ortalama % 19,58 TK değerine sahip iken, geri kazanım uygulaması ortalama % 28,41 TK değerine sahip olmuştur. Buna göre genotipler ve uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve geri kazanım uygulamaları arasındaki interaksiyon % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge A.17).

Çizelge 4.2.5.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK).

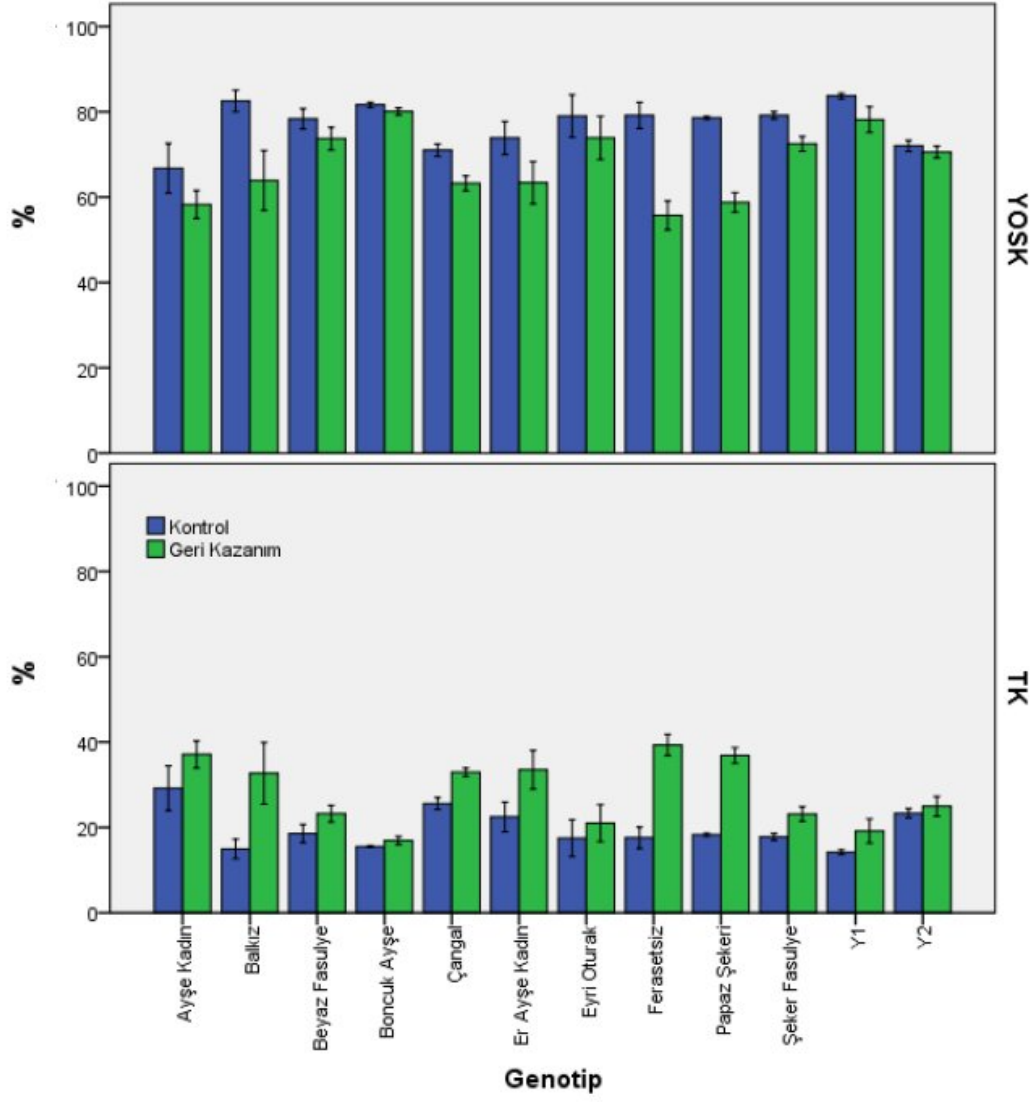
Genotip	YOSK (%)
Ayşe Kadın	62,52 ^e
Balkız	75,07 ^{abc}
Beyaz Fasulye	76,03 ^{ab}
Boncuk Ayşe	80,85 ^a
Çangal	67,13 ^{de}
Er Ayşe Kadın	67,57 ^{de}
Eyri Oturak	76,45 ^{ab}
Ferasetsiz	67,44 ^{de}
Papaz Şekeri	68,68 ^{cde}
Şeker Fasulye	75,83 ^{ab}
Y1	81,50 ^a
Y2	71,30 ^{bcd}
Uygulamalar	
Kontrol	77,15 ^a
Geri Kazanım	67,68 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2.5.2. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki turgor kaybı (TK).

Genotip	TK (%)
Ayşe Kadın	33,15 ^a
Balkız	22,05 ^{cde}
Beyaz Fasulye	20,89 ^{de}
Boncuk Ayşe	16,22 ^e
Çangal	29,26 ^{ab}
Er Ayşe Kadın	29,09 ^{ab}
Eyri Oturak	19,24 ^{de}
Ferasetsiz	28,45 ^{ab}
Papaz Şekeri	27,59 ^{abc}
Şeker Fasulye	20,47 ^{de}
Y1	16,18 ^e
Y2	24,13 ^{bcd}
Uygulamalar	
Kontrol	19,58 ^b
Geri Kazanım	28,41 ^a
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.2.5.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK). Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.2.6. Toplam klorofil

Geri kazanım uygulamaları ile birlikte toplam klorofil miktarındaki değişimler Çizelge 4.2.6.1 ve Şekil 4.2.6.1’de verilmiştir. Su basması uygulamasının etkisine bağlı olarak genotipler arasındaki toplam klorofil miktarları incelendiğinde, Eyri Oturak 3,00 mg/g TA ile en yüksek toplam klorofil miktarına sahipken, Şeker Fasulye (1,88 mg/g TA) genotipinin en düşük toplam klorofil miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 2,74 mg/g TA olan toplam klorofil miktarı, geri kazanım koşullarında 1,99 mg/g TA olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca uygulamalar arasındaki farkta istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge A.18).

Kontrol geri kazanım uygulamalarında genotiplerin toplam klorofil miktarları karşılaştırılarak değişim oranları Çizelge 4.2.6.2’ de gösterilmiştir. Buna göre tüm genotiplerin toplam klorofil miktarlarının kontrolden daha az olduğu gözlemlenmiştir. Ancak en fazla değişim % 55,41 ile Çangal genotipinde olmuştur. Bunu % 50,13 ile Beyaz Fasulye, % 43,46 ile Er Ayşe, % 41,17 ile ise Y1 genotipleri izlemiştir. En az değişim işe % 0,87 ile Şeker Fasulye, %5,87 ile Boncuk Ayşe genotiplerinde olmuştur.

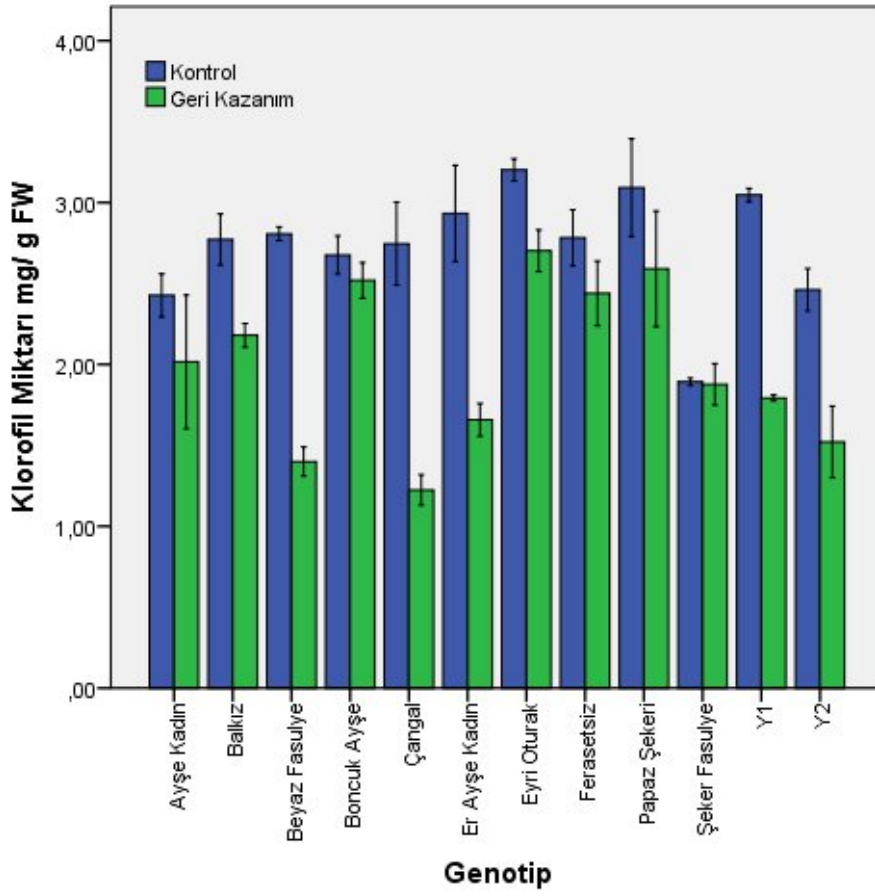
Çizelge 4.2.6.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil miktarı.

Genotip	Toplam Klorofil (mg/gTA)
Ayşe Kadın	2,26 ^{cdef}
Balkız	2,48 ^{cd}
Beyaz Fasulye	2,10 ^{def}
Boncuk Ayşe	2,60 ^{bc}
Çangal	1,99 ^{ef}
Er Ayşe Kadın	2,30 ^{cde}
Eyri Oturak	3,00 ^a
Ferasetsiz	2,61 ^{bc}
Papaz Şekeri	2,89 ^{ab}
Şeker Fasulye	1,88 ^f
Y1	2,29 ^{cde}
Y2	2,09 ^{ef}
Uygulamalar	
Kontrol	2,74 ^a
Geri Kazanım	1,99 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2.6.2. Taze fasulye genotiplerinin kontrol örnekleri ile geri kazanım uygulamasında belirlenen toplam klorofil miktarlarındaki değişim oranları.

Genotipler	Toplam Klorofil Miktarı (mg/gTA)		Değişim Oranı (%)
	Kontrol	Geri Kazanım	
Ayşe Kadın	2,43	2,02	-16,92
Balkız	2,77	2,18	-21,39
Beyaz Fasulye	2,81	1,40	-50,13
Boncuk Ayşe	2,68	2,52	-5,87
Çangal	2,75	1,22	-55,41
Er Ayşe Kadın	2,93	1,66	-43,46
Eyri Oturak	3,20	2,70	-15,60
Ferasetsiz	2,78	2,44	-12,33
Papaz Şekeri	3,09	2,59	-16,22
Şeker Fasulye	1,89	1,88	-0,87
Y1	3,05	1,79	-41,17
Y2	2,46	1,52	-38,20



Şekil 4.2.6.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin toplam klorofil (mg/g TA) miktarı. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.2.7. Hücre membran zararlanma oranı

Genotipler ve geri kazanım uygulaması itibariyle taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki zararlanma oranları Çizelge 4.2.7.1’de verilmiştir. Genotiplere göre yapraklardaki zararlanma oranı değerlendirildiğinde; Şeker Fasulye %2,18 ile en düşük zararlanma oranına sahipken, Y1 %14,10 ile en yüksek zararlanma değerine sahip olmuştur. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2.7.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki hücre membran zararlanması.

Genotip	Zararlanma (%)
Ayşe Kadın	6,93 ^{cdef}
Balkız	7,53 ^{cde}
Beyaz Fasulye	2,57 ^{gh}
Boncuk Ayşe	9,50 ^{bcd}
Çangal	8,51 ^{bcde}
Er Ayşe Kadın	6,86 ^{def}
Eyri Oturak	10,37 ^c
Ferasetsiz	11,30 ^{ab}
Papaz Şekeri	3,97 ^{fgh}
Şeker Fasulye	2,18 ^h
Y1	14,10 ^a
Y2	5,83 ^{efg}
Genotip	*

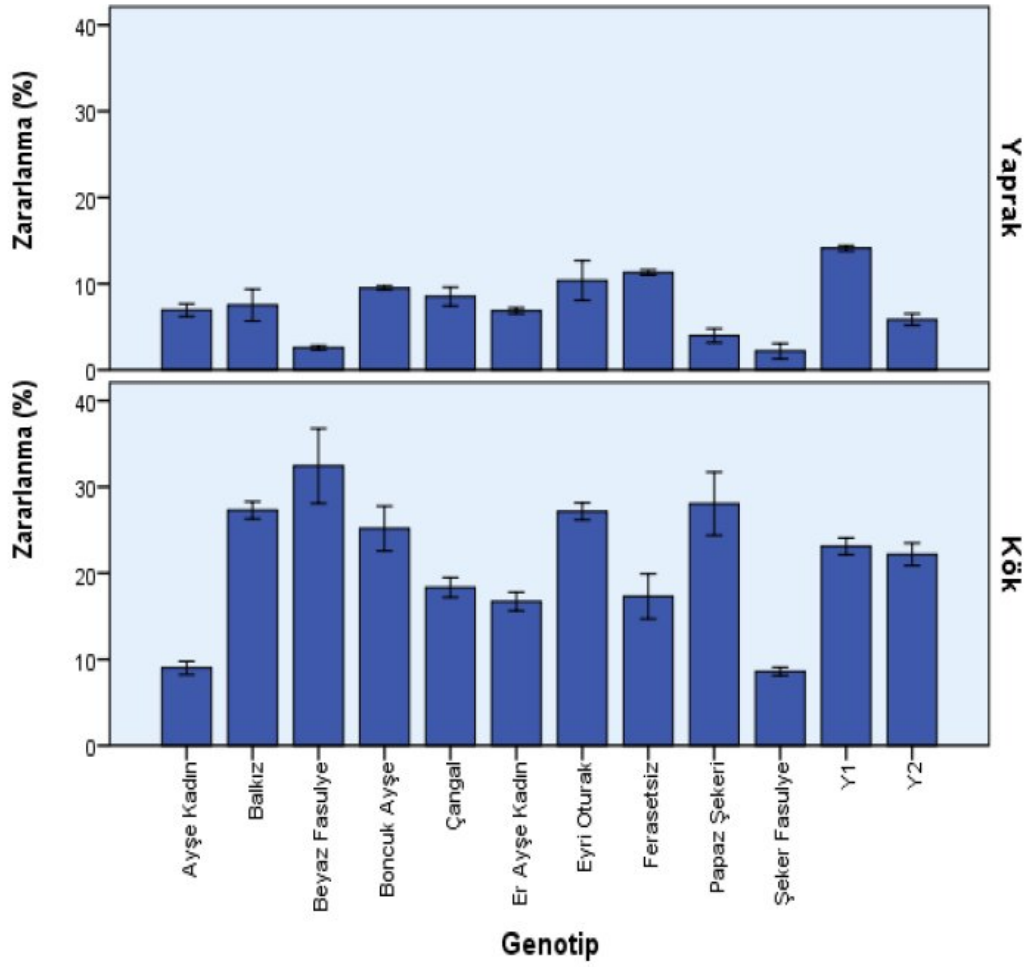
*0,05 seviyesinde önemli

Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki zararlanma oranları izelge 4.2.7.2’de verilmiştir. Ortalama hücre membran zararlanma oranları değerlendirildiğinde; Beyaz Fasulye (%32,42) en yüksek değere sahipken, bunu Balkız (% 27,29), Eyri Oturak (%27,15), Boncuk Ayşe (%25,18), Y1 (%23,11) genotipleri takip etmiştir. şeker Fasulye (%8,59) ve Ayşe Kadın (%8,99) genotipleri ise en düşük zararlanma oranına sahip olmuştur. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. şekil 4.2.7.1’de geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki hücre membran zararlanma oranları verilmiştir.

Çizelge 4.2.7.2. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki hücre membran zararlanması.

Genotip	Zararlanma (%)
Ayşe Kadın	8,99 ^d
Balkız	27,29 ^{ab}
Beyaz Fasulye	32,42 ^a
Boncuk Ayşe	25,18 ^{ab}
angal	18,33 ^c
Er Ayşe Kadın	16,71 ^c
Eyri Oturak	27,15 ^{ab}
Ferasetsiz	17,30 ^c
Papaz şekeri	28,04 ^b
şeker Fasulye	8,59 ^d
Y1	23,11 ^{bc}
Y2	22,17 ^{bc}
Genotip	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.2.7.1. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki hücre membran zararlanması. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

İncelenen tüm parametreler dikkate alındığında fasulye genotiplerinin su basması stresine toleranslarının ve geri kazanım kabiliyetlerinin kök ve yaprak bölgesine göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Kök bölgesinde su basması stresine en dayanıklı olan genotipler Şeker Fasulye, Ayşe Kadın, Er Ayşe Kadın genotipleri olduğu belirlenmiştir. En hassas genotipler ise Y1, Balkız ve Y3 genotipleri olmuştur. Yapraklarda ise en dayanıklı genotipler Şeker Fasulye, Beyaz Fasulye, Papaz Şekeri genotipleri olurken; 40 Günlük, Y1, Y3 ve Y4 genotiplerinin en hassas genotipler olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Enzim Aktivitesi

4.3.1 NAD(P)H oksidaz aktivitesi

Çizelge 4.3.1.1’de su basması koşullarının fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak NAD(P)H oksidaz aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipi 3,84 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 4,31nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 3,18 nmol/mg protein olan NAD(P)H oksidaz aktivitesi, Su basması stresi koşullarında 4,96 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.19’da verilmiştir. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi Şekil 4.3.1.1’de verilmiştir.

Su basması uygulamaları ile birlikte köklerdeki NAD(P)H oksidaz enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.3.1.2’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1 genotipi 5,35 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 4,72nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 3,76 nmol/mg protein olan NAD(P)H aktivitesi, su basması stresi koşullarında 6,31 nmol/ mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyonunun %5 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.20’de sunulmuştur. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi Şekil 4.3.1.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.1.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi.

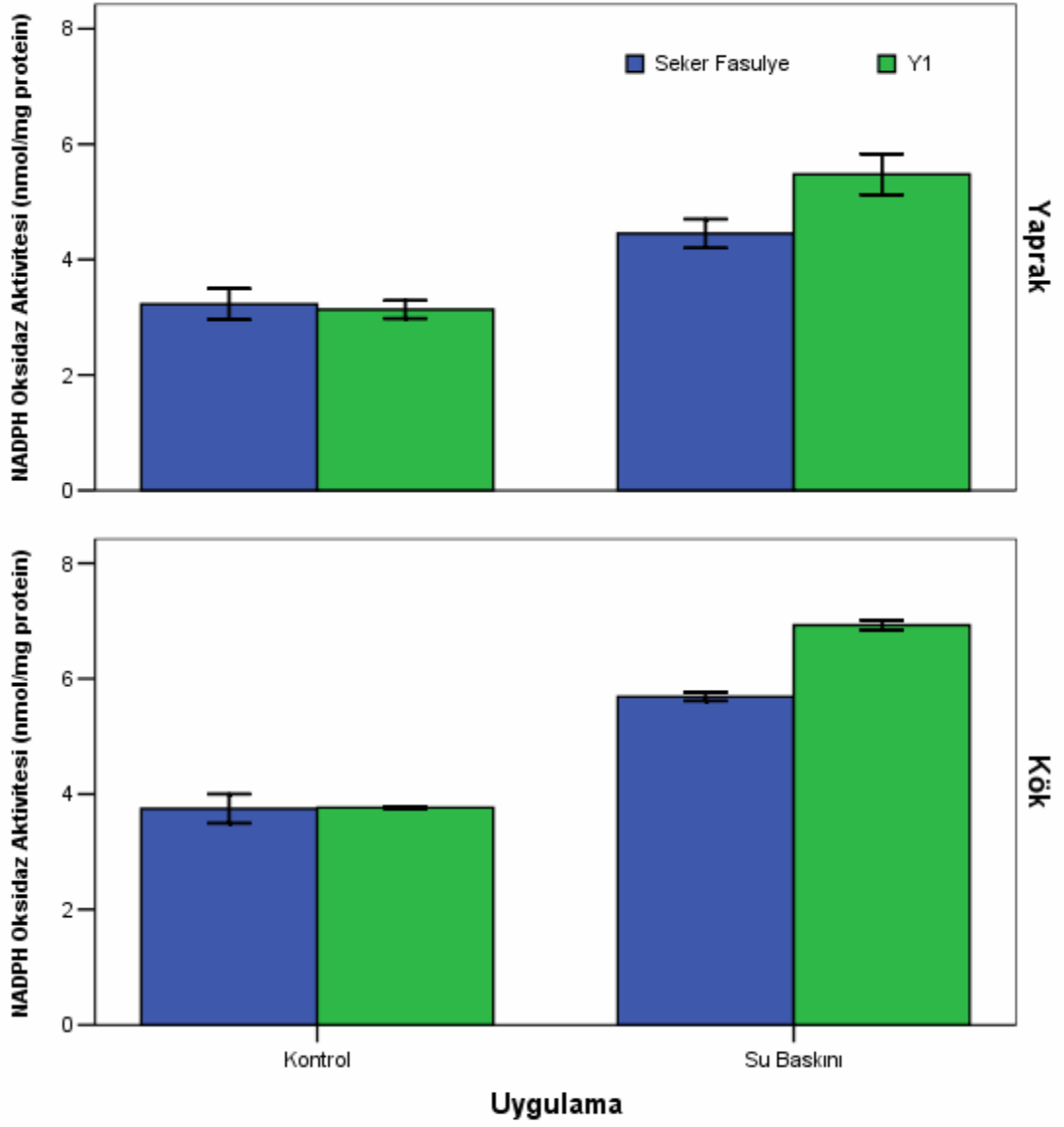
Genotip	NADPH oksidaz (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	3,84
Y1	4,31
Uygulamalar	
Kontrol	3,18 ^b
Su basması Stresi	4,96 ^a
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil

Çizelge 4.3.1.2. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi.

Genotip	NADPH oksidaz (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	4,72 ^b
Y1	5,35 ^a
Uygulamalar	
Kontrol	3,76 ^b
Su Basması Stresi	6,31 ^a
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.3.1.1. Su baskısı stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

Çizelge 4.3.1.3'de geri kazanım koşullarının fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak NAD(P)H oksidaz aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipi 3,53 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 4,02 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 3,26 nmol/mg protein olan NAD(P)H oksidaz aktivitesi, geri kazanım koşullarında 4,29 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.1.3. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi.

Genotip	NADPH oksidaz (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	3,53
Y1	4,02
Uygulamalar	
Kontrol	3,26 ^b
Geri Kazanım	4,29 ^a
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

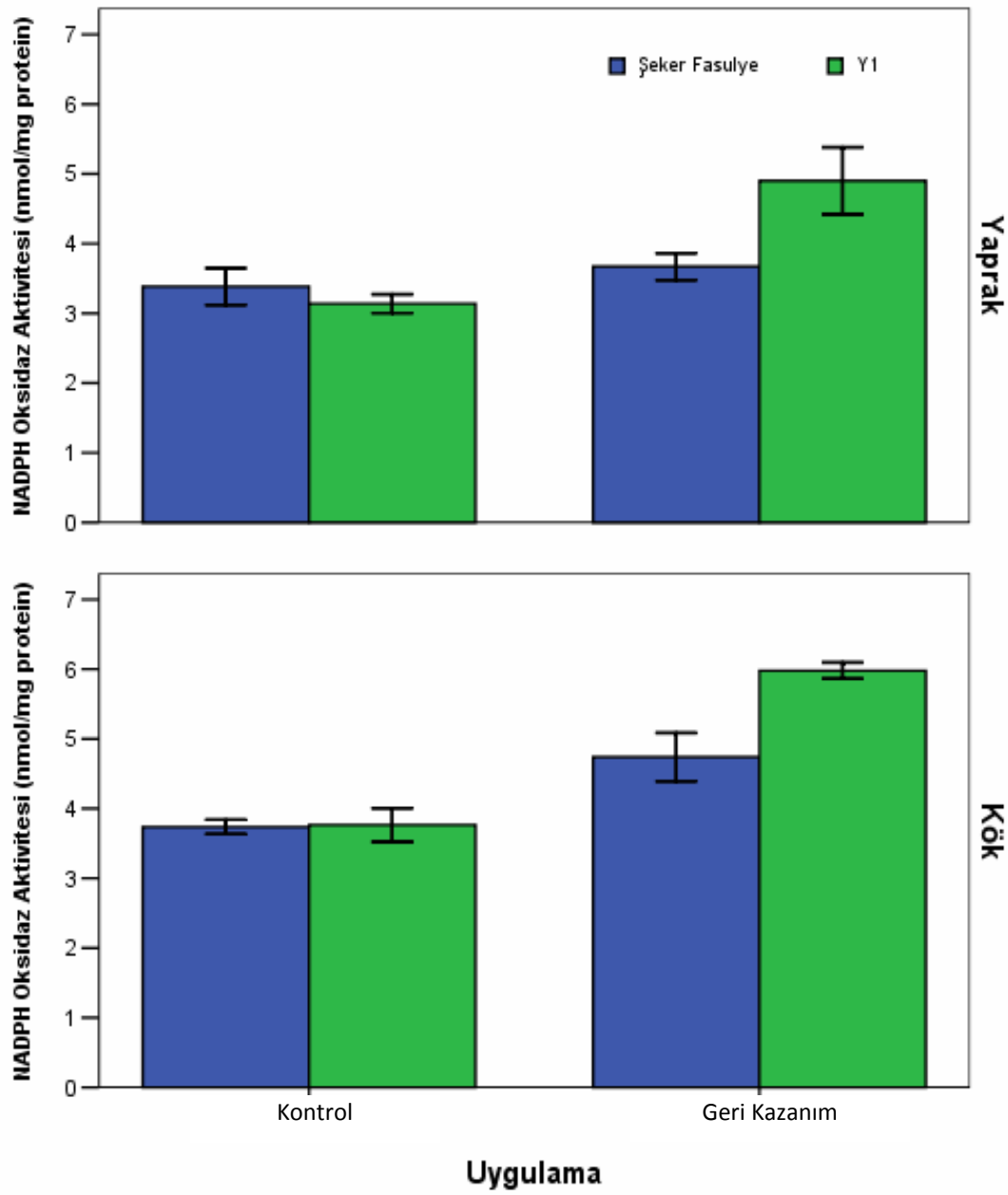
*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil

Geri kazanım uygulamaları ile birlikte köklerdeki NAD(P)H oksidaz enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.3.1.4 ve Şekil 4.3.1.2’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1genotipi 4,872 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 4,237 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 3,751 nmol/mg protein olan NAD(P)H oksidaz aktivitesi, geri kazanım koşullarında ise 5,359 nmol/ mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyonunun %5 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.22’de sunulmuştur.

Çizelge 4.3.1.4. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi.

Genotip	NADPH oksidaz (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	4,24 ^b
Y1	4,87 ^a
Uygulamalar	
Kontrol	3,75 ^b
Geri Kazanım	5,36 ^a
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.3.1.2. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki NAD(P)H oksidaz aktivitesi. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.3.2. Katalaz (CAT) aktivitesi

Çizelge 4.3.2.1'de su basması koşullarının fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak CAT aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipi 29,56 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 26,26 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 32,47 nmol/mg protein olan CAT aktivitesi, Su basması stresi koşullarında 23,36 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.23'te verilmiştir. Su basması uygulamaları ile birlikte yapraklardaki CAT enzim aktivitesindeki değişimler Şekil 4.3.2.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi.

Genotip	CAT (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	29,56
Y1	26,26
Uygulamalar	
Kontrol	32,47 ^a
Su Basması Stresi	23,36 ^b
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

*0,05 seviyesinde önemli

öd= önemli değil

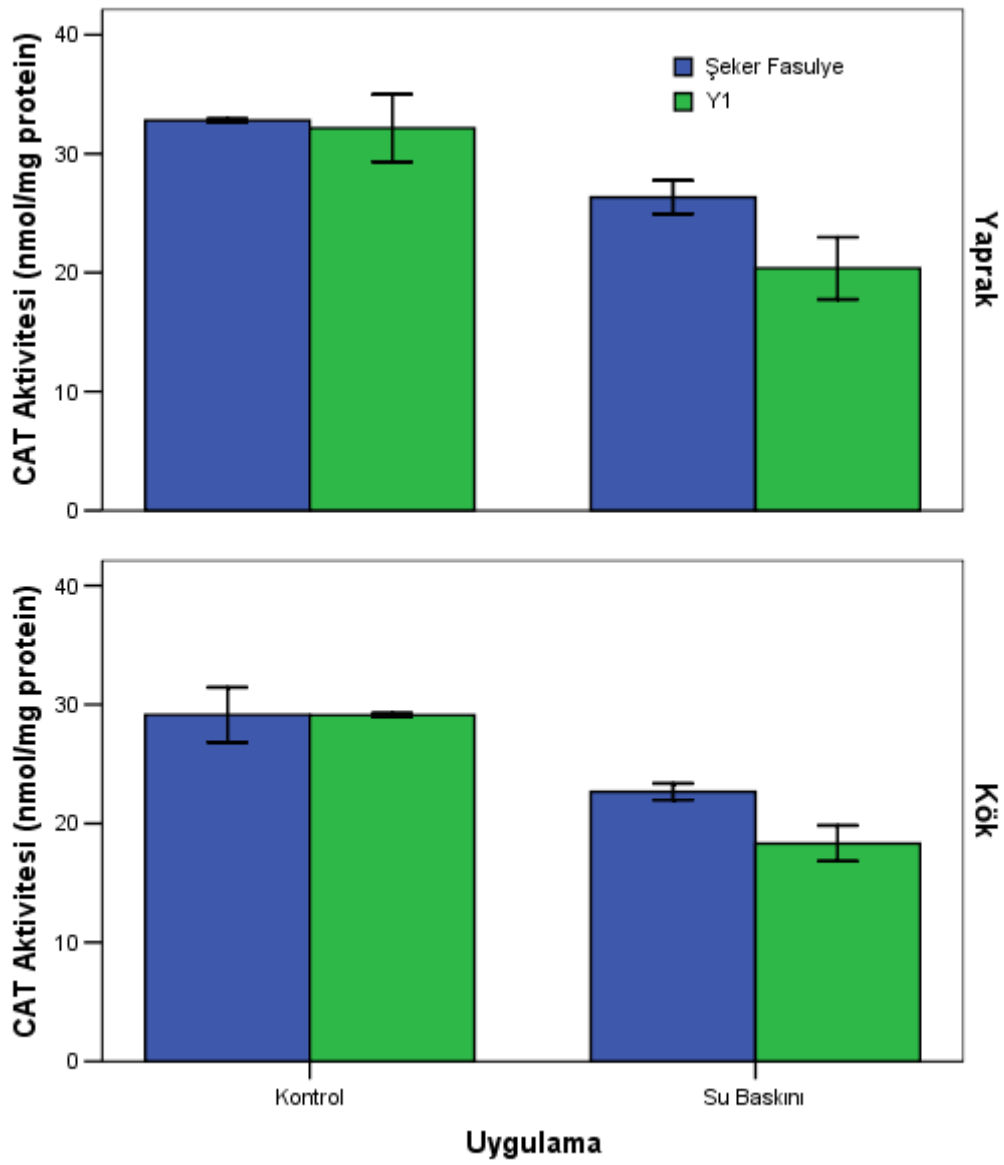
Su basması uygulamaları ile birlikte köklerdeki CAT enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.3.2.2’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1 genotipi 23,719 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 25,917 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 29,128 nmol/mg protein olan CAT aktivitesi, su basması stresi koşullarında 20,497 nmol/ mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyon tablosu Çizelge A.24’te sunulmuştur. Su basması uygulamaları ile birlikte köklerdeki CAT enzim aktivitesindeki değişimler Şekil 4.3.2.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2.2. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki CAT aktivitesi.

Genotip	CAT (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	25,91
Y1	23,72
Uygulamalar	
Kontrol	29,13 ^a
Su Basması Stresi	20,50 ^b
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

*0,05 seviyesinde önemli

öd= önemli değil



Şekil 4.3.2.1. Su baskısı stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki CAT aktivitesi. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

Çizelge 4.3.2.3'de geri kazanım koşullarının fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak CAT aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipinde 31,93 nmol/mg protein ve Y1 genotipinde 28,05 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 32,52 nmol/mg protein olan CAT aktivitesi, geri kazanım koşullarında 27,46 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ve tablosu Çizelge A.25'te verilmiştir. Geri kazanım uygulamalarına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.3.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2.3. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi.

Genotip	CAT (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	31,93 ^a
Y1	28,05 ^b
Uygulamalar	
Kontrol	32,52 ^a
Geri Kazanım	27,46 ^b
ANOVA	
Genotip	*
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

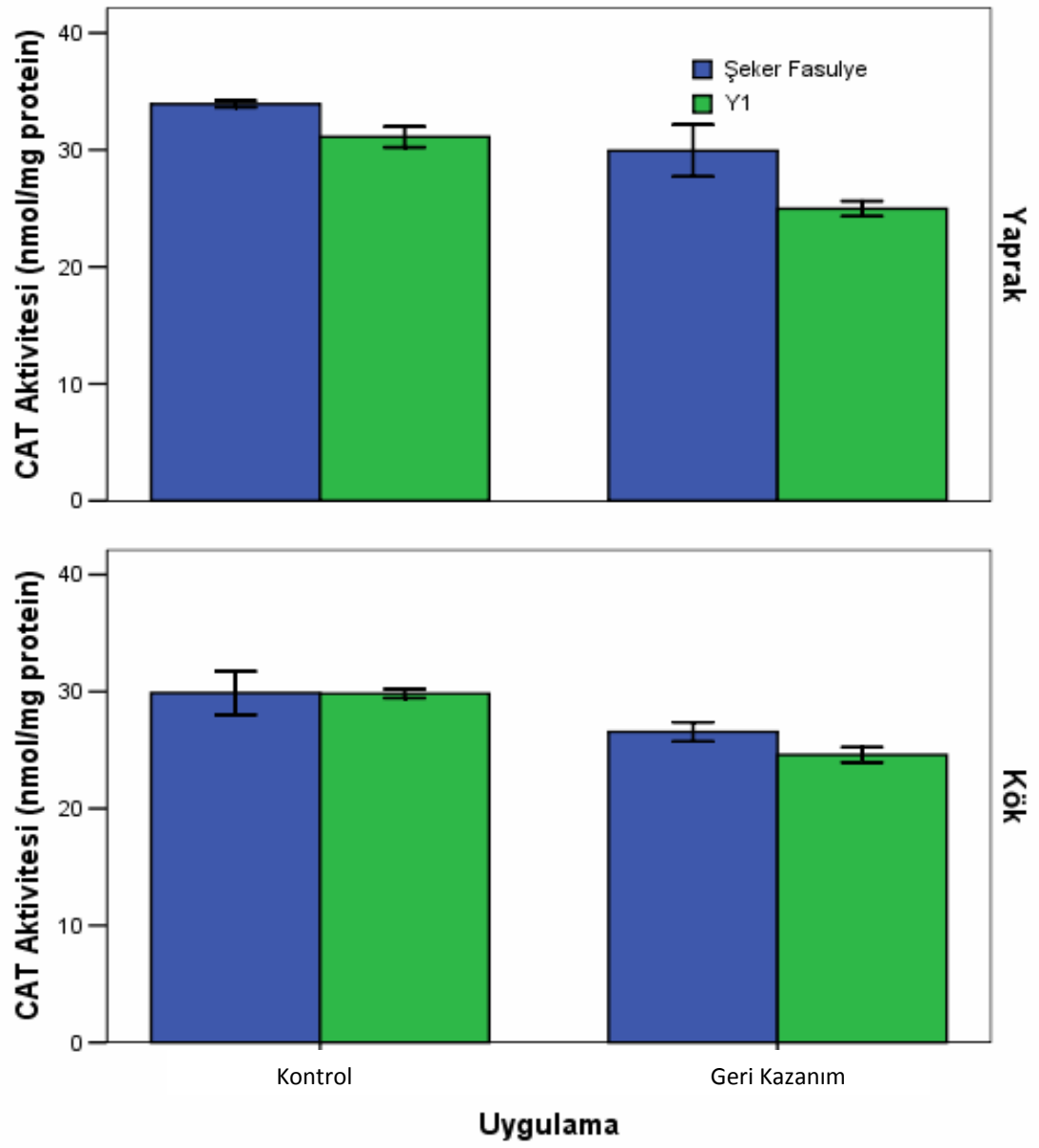
*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil

Geri kazanım uygulaması ile birlikte köklerdeki CAT enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.3.2.4’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1 genotipi 27,211 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 28,220 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 29,855 nmol/mg protein olan CAT aktivitesi, geri kazanım koşullarında ise 25,577 nmol/ mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyonun %5 seviyesinde önemli olmadığı belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.26’da sunulmuştur. Geri kazanım uygulamalarına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki CAT aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.3.2.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2.4. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki CAT aktivitesi.

Genotip	CAT (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	28,22
Y1	27,21
Uygulamalar	
Kontrol	29,86 ^a
Geri Kazanım	25,58 ^b
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil



Şekil 4.3.2.2. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki CAT aktivitesi. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.3.3. Glutasyon Redüktaz (GR) aktivitesi

Çizelge 4.3.3.1’de su basması koşullarının taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak GR aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipi 1,92 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 1,74 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 2,17 nmol/mg protein olan GR aktivitesi, Su basması stresi koşullarında 1,49 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.27’de verilmiştir. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.3.3.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.3.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi.

Genotip	GR (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	1,92
Y1	1,74
Uygulamalar	
Kontrol	2,17 ^a
Su Basması Stresi	1,49 ^b
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

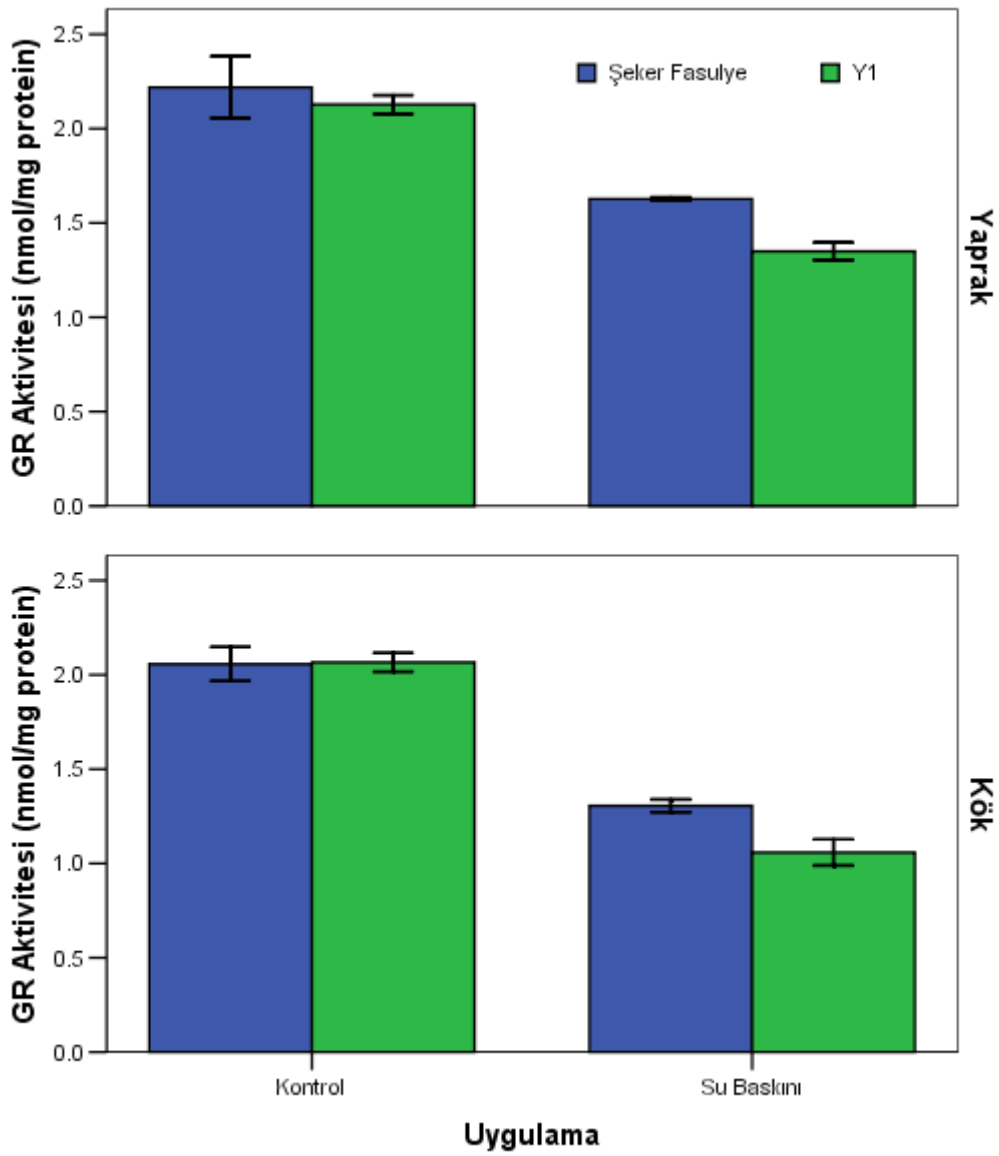
*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil

Su basması uygulamaları ile birlikte köklerdeki GR enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.3.3.2 ve Şekil 4.3.3.1’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1 1,56 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye 1,68 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 2,06 nmol/mg protein olan GR aktivitesi, su basması stresi koşullarında 1,18 nmol/ mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmuştur. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyonun önemli olmadığı belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.28’de sunulmuştur. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.3.3.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.3.2. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesi.

Genotip	GR (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	1,68
Y1	1,56
Uygulamalar	
Kontrol	2,06 ^a
Su Basması Stresi	1,18 ^b
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	*
GenotipxUygulama	öd

*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil



Şekil 4.3.3.1. Su basması stresine bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki GR aktivitesi. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

Çizelge 4.3.3.3’de geri kazanım koşullarının taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi üzerindeki önem derecesi gösterilmiştir. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak GR aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipi 2,18 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 1,99 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında Kontrol uygulamasında 2,13 nmol/mg protein olan GR aktivitesi, geri kazanım koşullarında 2,05 nmol/mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark da önemli bulunmamıştır. Ayrıca genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon tablosu Çizelge A.29’da verilmiştir. Geri kazanım uygulamalarına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.3.3.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.3.3. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi.

Genotip	GR (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	2,18
Y1	1,99
Uygulamalar	
Kontrol	2,13
Geri Kazanım	2,05
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	öd
GenotipxUygulama	öd

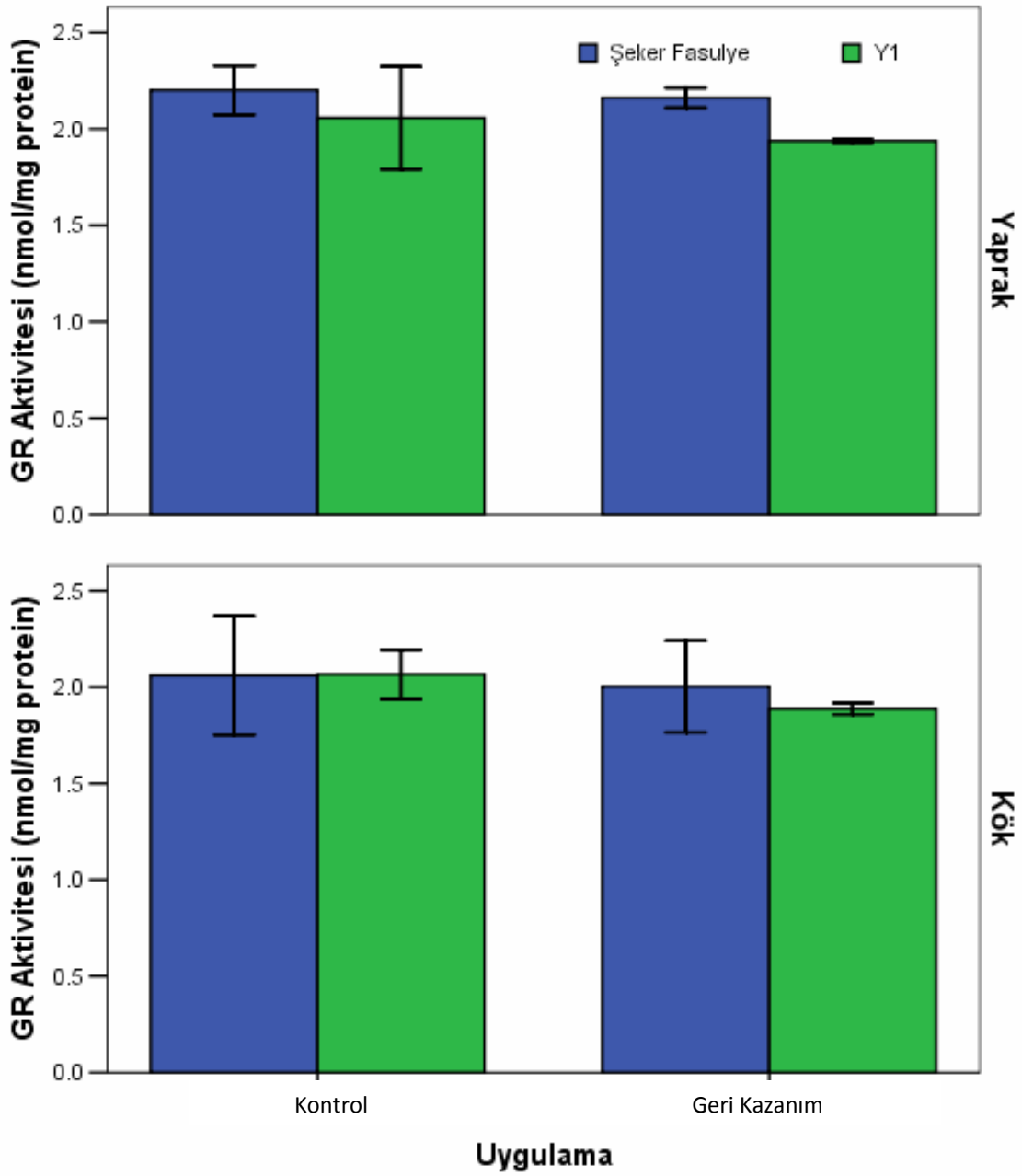
*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil

Geri kazanım uygulamaları ile birlikte köklerdeki GR enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.3.3.4’de verilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1 genotipi 1,98 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 2,03 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise Kontrol’de 2,06 nmol/mg protein olan GR aktivitesi, geri kazanım koşullarında ise 1,95 nmol/ mg protein olarak belirlenmiştir. Buna göre genotipler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar arasındaki fark da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca uygulama ve genotip interaksiyonun önemli olmadığı belirlenmiş ve tablosu Çizelge A.30’da sunulmuştur. Geri kazanım uygulamalarına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.3.3.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.3.4. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesi.

Genotip	GR (nmol/mg protein)
Şeker Fasulye	2,03
Y1	1,98
Uygulamalar	
Kontrol	2,06
Geri Kazanım	1,95
ANOVA	
Genotip	öd
Uygulama	öd
GenotipxUygulama	öd

*0,05 seviyesinde önemli
öd= önemli değil



Şekil 4.3.3.2. Geri kazanım uygulamasına bağlı olarak taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki ve köklerindeki GR aktivitesi. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Su fazlalığı; tuzluluk ve ekstrem sıcaklıklar gibi, türlerin dünya üzerinde dağılımını sınırlayan faktörlerin arasında yer almaktadır (Visser et al.,2003). Su fazlalığı; sağanak yağış ve sulama suyunun sızma olmaksızın uzun süre toprak yüzeyinde birikmesi (Samad et al., 2001), nehirlerin taşması, fırtına, yüzeyden sulama, sulama kanallarından su sızması, yetersiz drenaj (Kozlowski,1984, 1997), taban suyu seviyesindeki artış (Alvino et al., 1983) gibi birçok faktör nedeniyle oluşabilir. Su fazlalığının önemli etkilerinden bazıları su ve besin maddesi alımında azalma ve metabolizmada yavaşlamadır. Uzun süreli su fazlalığı ise anoksia koşullarına yol açar (Dat et al., 2004).

Fide döneminde 7 gün süre ile su basmasına maruz bırakılan 15 taze fasulye genotipinde su basmasına bağlı olarak genotiplerin yaprak yaş ağırlığında meydana gelen değişimler farklılıklar göstermiştir. Y1, Y2, Y3, Y4, Er Ayşe Kadın, Ayşe Kadın, Eyri Oturak, Çangal, Balkız, Boncuk Ayşe ve Şeker Fasulye genotiplerinde yaprak yaş ağırlığının azaldığı tespit edilirken, Ferasetsiz, Papaz Şekeri, Beyaz Fasulye ve 40 Günlük genotiplerinde yaprak yaş ağırlığının arttığı belirlenmiştir. Taze fasulye genotiplerine uygulanan geri kazanım sonunda da yaprak yaş ağırlığı değerlerindeki değişim oranları genotiplere göre farklılık göstermiştir. Ancak Beyaz Fasulye, Papaz Şekeri, Y1 genotipleri dışındaki bütün genotiplerde yaş ağırlık kontrol seviyesine yaklaşmıştır. Hatta Ayşe Kadın, Çangal, Ferasetsiz genotiplerinde kontrol seviyesinin üzerine çıkmıştır. Su basmasına bağlı olarak, denemeye alınan genotiplerden 40 Günlük, Çangal, Papaz Şekeri dışında bütün genotiplerin kök yaş ağırlığının su basması koşullarında azaldığı belirlenmiştir. Diğer taraftan kök yaş ağırlığının geri kazanım uygulamaları sonunda da kontrolden daha az olduğu belirlenmiştir. Fakat kök yaş ağırlığının Şeker Fasulye, Ayşe Kadın, Y1 ve Y2 genotiplerinde su basmasına oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Su basmasına 7 gün süre ile maruz bırakılan 15 taze fasulye genotipinde su fazlalığına bağlı olarak Papaz Şekeri ve Beyaz Fasulye'de yaprak kuru ağırlığının

arttığı, diğer bütün genotiplerde ise azaldığı belirlenmiştir. 7 günlük geri kazanım uygulaması sonucu Y1, Ferasetsiz, Er Ayşe Kadın, Çangal, Papaz Şekeri ve Beyaz Fasulye genotiplerinin kuru ağırlıklarının kontrol uygulamasıyla arasındaki fark, su basması uygulamasına oranla artış gösterirken, Şeker Fasulye, Ayşe Kadın, Eyri Oturak, Balkız, Boncuk Ayşe ve Y2 genotiplerinde azalma göstermiştir. Çangal ve 40 Günlük dışında bütün genotiplerin kök kuru ağırlığının su basması koşullarında azaldığı belirlenmiştir. En fazla değişim oranı ise % 81,19 ile Y4 genotipinde meydana gelmiştir. Deneme sonunda kök kuru ağırlığının geri kazanım koşullarında da kontrol uygulamasına göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Ancak Şeker Fasulye ve Ayşe Kadın genotiplerinin kök kuru ağırlığının geri kazanım uygulamasıyla arttığı ve su basması koşullarından daha fazla olduğu belirlenmiştir.

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. Singer vd. (1996) ise Giza3 ve Bronco taze fasulye çeşitleriyle yapılan çalışmada yaprak kuru ağırlığında çok büyük değişim olmadığını, ancak hassas olan çeşidin kuru ağırlığının tolerant çeşide göre daha az olduğunu belirlemişlerdir. Else vd. (2009) domateste yaptıkları çalışmada da, yaş ve kuru ağırlığın fazla su uygulaması ile azaldığını tespit etmişlerdir. Yetisir vd. (2006) karpuzda yaptıkları çalışmalarda su fazlalığı sonucunda bitkinin kuru ağırlığında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Luo vd. (2011) su basması stresine farklı tepkiler veren iki türde yaptıkları çalışmada 20 günlük su basmasını takiben uyguladıkları 10 günlük geri kazanım sonunda bitkilerin kuru ağırlığında farklı derecelerde artış belirlemişlerdir. Kumutha vd. (2009) güvercin bezelyesinde yaptıkları çalışmada toplam kuru ağırlığın su basması koşullarında azaldığını, geri kazanım uygulamaları ile arttığını tespit etmişlerdir. Pociğcha vd. (2008) bakla bitkisinde yapılan bir çalışmada ise 7 günlük su fazlalığı nedeniyle azalan kuru ağırlığın 7 günlük geri kazanım uygulamasıyla arttığını ancak kontrol seviyesine ulaşamadığını tespit etmişlerdir.

Su basması uygulamasının sonucu olarak genç yaprak alanının genellikle azaldığı belirlenmiştir. Genç yaprak alanı değerleri karşılaştırıldığında 40 Günlük, Ayşe Kadın ve Y3 genotipleri dışında tüm genotiplerin yaprak alanı değerlerinde

azalma olduğu tespit edilmiştir. En fazla azalma ise Y4 (% 57,74), Çangal (% 53,83) ve Şeker Fasulye (% 51,89) genotiplerinde olmuştur. Geri kazanım uygulamasının sonuçlarına göre Şeker Fasulye, Papaz Şekeri ve Ferasetsiz dışında tüm genotiplerin yaprak alanı değerlerinin kontrol uygulamasından daha az olduğu belirlenmiştir. Ancak en yüksek değişim oranı % 60,73 ile Ayşe Kadın genotipinde olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre su basmasına bağlı olarak değerlendirilen genotiplerin yaşlı 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. En yüksek artış % 77,13 ile Çangal genotipinde olmuştur. Su basması sonucunda yaprak alanının azalmasının yapraklardan su kaybını azaltmak için oluşan bir adaptasyon olduğu belirtilmektedir (Pociecha et al., 2008). Literatürde su fazlalığı uygulamaları sonucunda soya fasulyesinde (Nakayama and Komatsu, 2008), buğdayda (Samad et al., 2001), mısırdaki (Rao et al., 2002), domateste (Else et al., 2009), karpuzda (Yetisir et al., 2006), ve taze fasulyede (Singer, et al., 1996) yaprak alanının azaldığı tespit edilmiştir. Taze fasulyede aşırı su uygulamaları sonucunda Giza 3 ve Bronco çeşitlerinde yaprak alanının azaldığı belirlenmiştir (Singer, et al., 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 and Turhan, 2011).

Luo vd. (2011) yaptıkları çalışmada kaçış stratejisi uygulayan *A. philoxeroides*'in yaprak alanının su fazlalığı ortadan kalktıktan sonraki onuncu günde kontrol seviyesinin üzerine çıktığını, dinlenme gösteren *H. altissima*'nın kontrol seviyesinde kaldığını belirlemişlerdir. Güvercin bezelyesiyle yapılan çalışmada fazla suyun yaprak alanını azalttığı, geri kazanım uygulamasının ise yaprak alanında artış sağladığı ve bu artışın tolerant çeşitte daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kumutha et al. 2009). Baklada yapılan çalışmada su basması nedeniyle azalan yaprak alanının geri kazanım uygulamasıyla arttığı fakat kontrol seviyesine ulaşamadığı tespit edilmiştir. Araştırmacıların bulguları ve çalışmadan elde edilen sonuçların aynı doğrultuda olduğu görülmektedir (Pociecha et al., 2008).

Birçok çalışmanın ışığında farklı odunsu ve otsu türlerde su fazlalığı koşullarında düşük yaprak su potansiyelinde turgoru devam ettirebilmek için stoma kapanmasının teşvik edildiği belirtilmektedir (Salisbury and Ross, 1992). Domateste ve karpuzda yapılan çalışmalarda su fazlalığı uygulamaları sonucu yaprak su potansiyelinin düşmesi ile stomaların kapandığı, buna bağlı olarak da fotosentezin önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir (Else et al., 2009, Yetisir et al., 2006). Baklada yapılan çalışmada su fazlalığı koşullarında yaprak su potansiyelinin düşmesi ve beraberinde stomaların kapanması buna bağlı olarak da yaprak alanı ve kuru madde miktarının eksildiği belirlenmiştir (Pociecha et al., 2008).

Fide döneminde 7 gün süre ile su basmasına maruz bırakılan 15 taze fasulye genotipinde su basması koşulları bütün genotiplerin L* değerlerini arttırmıştır. a* değerleri, Beyaz Fasulye, Er Ayşe Kadın, Eyri Oturak ve Ferasetersiz genotipleri dışında bütün genotiplerde kontrol uygulamasına göre artmıştır. b* değerleri bakımından ise Balkız dışındaki bütün genotiplerde artış belirlenmiştir. L*,a*,b* değerlerine paralel olarak C değerlerinde artış tespit edilmiştir. h° değerleri de Balkız dışındaki bütün genotiplerde azalma göstermiştir. Geri kazanım koşullarında ise bütün genotiplerin, L* ve a* değerlerinin kontrol uygulamasına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. b* değerlerinin ise Şeker Fasulye dışındaki bütün genotiplerde kontrolden yüksek olduğu tespit edilmiştir. L*,a*,b* değerlerine paralel olarak, Şeker Fasulye dışındaki bütün genotiplerde, C* değerlerinde artış belirlenmiştir. h° değerlerinin ise kontrol uygulamasına göre bütün genotiplerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Su basması ve geri kazanım uygulaması kıyaslandığında ise Eyri Oturak, Ferasetersiz ve Balkız genotipleri dışındaki bütün genotiplerde h° değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Susamda (Mensah et al., 2006), karpuzda (Yetisir et al., 2006) ve güvercin bezelyesinde (Kumutha et al., 2009) yapılan çalışmalarda da su basmasının yapraklarda renk kaybına neden olduğu tespit edilmiştir. Taze fasulye ile yapılan çalışmada 3 gün süre ile kök bölgesinde uygulanan su fazlalığının L* değerlerini azalttığı, a* ve b* değerlerini ise arttırdığı belirlenmiştir (Turhan vd., 2011).

Su basması uygulamasının YOSK ve TK üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmakla birlikte genotipler arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Su fazlalığı

koşullarında Şeker Fasulye, Papaz Şekeri ve Eyri Oturak genotiplerinde YOSK kontrol bitkilerinde daha düşük ve turgor kaybının ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık diğer genotiplerde YOSK kontrolden düşük, TK ise kontrolden daha yüksek bulunmuştur. 7 günlük su basması uygulamasından sonra normal koşullara geçildiğinde ise bütün genotiplerin YOSK artmış, TK azalmış ve her iki özelliğe hemen hepsinde kontrol seviyesine ulaşmıştır. *Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus*, *Ulmus Americana*, *Salix nigra* ve *Quercus macrocarpa* fidelerinde yapılan çalışmada su fazlalığı sonucu stomaların kapandığı, ancak yaprak su potansiyeli ve turgor oranının kontrol bitkilerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Kozłowski, 1984). Bu durum, kök direncinin yükselmesi sonucu azalan su absorpsiyonunun stoma kapanması ile dengelendiği ve böylece hücre turgorunda azalma olmadığı şeklinde açıklanmaktadır (Kozłowski, 1984). Domateste yapılan su fazlalığı uygulamasının ardından YOSK’nda su fazlalığına bağlı olarak azalma görüldüğü kaydedilmiştir (Else et al., 2009). Mandarin anaçlarında (Garcia-Sanchez et al., 2007), mung fasulyesinde (Ahmed et al., 2002) ve taze fasulyede (Celik, 2010, Celik and Turhan, 201) yapılan çalışmalarda fazla suyun YOSK değerlerini etkilemediği tespit edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, su fazlalığı uygulaması 15 taze fasulye genotipinde toplam klorofil miktarını azaltmıştır. Ancak en fazla azalma Y3 (53,62) ve Y4 (% 45,29) genotiplerinde belirlenmiştir. Geri kazanım uygulamasında tüm genotiplerin toplam klorofil miktarlarının kontrolden daha az olduğu tespit edilmiştir. Ancak en fazla değişim % 55,41 ile Çangal genotipinde olmuştur. Bunu % 50,13 ile Beyaz Fasulye, % 43,46 ile Er Ayşe, % 41,17 ile ise Y1 genotipleri izlemiştir. En az değişim ise % 0,87 ile Şeker Fasulye, %5,87 ile Boncuk Ayşe genotiplerinde olmuştur. Çalışmalar, su fazlalığı stresinde özellikle vegetatif dönemde yapraklarda klorofil a ve klorofil b miktarının azaldığını göstermektedir (Pociecha, et al., 2008). Domateste (Else et al., 2009) ve soğanda (Yiu et al., 2008) yapılan çalışmalarda da; su fazlalığı sonucunda toplam klorofil miktarlarında azalma belirlenmiştir. Diğer taraftan mısır bitkisinin yapraklarının klorofil içeriğinde su fazlalığı koşullarında azalma görüldüğü bildirilmiştir (Rao et al., 2002). Giza3 ve Bronco taze fasulye çeşitlerinde yapılan su fazlalığı çalışmasında da toplam klorofil miktarında azalma tespit edilmiştir (Singer et al., 1996). Kökez, Sırık, Boncuk Sırık, Beyaz Fasulye, Oturak taze fasulye

genotipleriyle yapılan çalışmada da toplam klorofil miktarında azalma belirlenmiştir (Çelik, 2010, Celik and Turhan, 2011). Baklada yapılan çalışmada klorofil miktarı su basması uygulaması sonunda önemli miktarda azalma göstermiş ancak geri kazanım uygulamaları klorofil miktarında artış sağlamamıştır (Pociecha et al., 2008). Bu bağlamda elde edilen veriler literatürle uyumludur.

İyon sızıntısı testi ile belirlenen zararlanma oranı sonuçlarına göre genotiplerin kök ve yaprakları uygulamalara göre farklı sonuçlar vermiştir. Taze fasulye genotiplerinin yapraklardaki zararlanma oranı değerlendirildiğinde; Y3 (%93,93), 40 Günlük (%88,21) ve Y4 (%83,54) en yüksek zararlanma oranına sahipken, Şeker Fasulye (%2,02) ve Beyaz Fasulye (% 2,19) en düşük zararlanma değerine sahip olmuştur. Geri kazanım uygulamaları sonucu yapraklardaki zararlanma oranı değerlendirildiğinde; Şeker Fasulye %2,18 ile en düşük zararlanma oranına sahipken, Y1 %14,10 ile en yüksek zararlanma değerine sahip olmuştur. Bununla birlikte Boncuk Ayşe, Ferasettsiz, Eyri Oturak ve Çangal genotiplerinin zararlanma oranları geri kazanım uygulamasıyla artış göstermiş olsa da zararlanma yüzdeleri %50'nin altında kalmıştır.

Ortalama kök hücre membran zararlanma oranları değerlendirildiğinde; Y1 (%69,29) ve Balkız (%66,38) en yüksek değere sahipken, Şeker Fasulye (%8,45) en düşük kök zararlanma oranına sahip olmuştur. 7 gün süreyle uygulanan geri kazanım sonunda yapılan ölçümlerde ise Beyaz Fasulye (%32,42) en yüksek kök zararlanma değerine sahipken, bunu Balkız (% 27,29), Eyri Oturak (%27,15), Boncuk Ayşe (%25,18), Y1 (%23,11) genotipleri takip etmiştir. Şeker Fasulye (%8,59) ve Ayşe Kadın (%8,99) genotipleri ise en düşük kök zararlanma oranına sahip olmuştur. Beyaz Fasulye ve Boncuk Ayşe dışında Papaz Şekeri, Er Ayşe Kadın ve Y2 genotiplerinin zararlanma oranları geri kazanım uygulamasıyla artış göstermiş olsa da zararlanma yüzdeleri %50'nin altında kalmıştır. Çelik (2010) ve Celik ve Turhan (2011) tarafından 5 farklı bölgeye adapte olmuş taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipiyle 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 and Turhan, 2011).

Su basmasına bağlı olarak, yapraklardaki NAD(P)H oksidaz aktivitesi kontrol seviyesinin üzerine çıkmıştır ve hassas olan Y1 genotipinde toleranslı olan Şeker Fasulye genotipinden daha fazla artış tespit edilmiştir. Şeker Fasulye genotipi 3,84 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 4,31 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Geri kazanım uygulaması sonunda ise bu değerler kontrol seviyesine yaklaşmıştır ve Şeker Fasulye genotipinde 3,53 nmol/mg protein ve Y1genotipinde 4,02 nmol/mg protein olmuştur.

Su basması uygulamasının sonucu olarak köklerdeki NAD(P)H oksidaz enzim aktivitesindeki kontrol değerlerinin üzerine çıkmıştır ve NAD(P)H enzim aktivitesindeki bu artış Y1 genotipinde daha belirgin olmuştur. Y1 genotipi 5,35 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 4,72 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Geri kazanım uygulamaları sonunda köklerdeki NAD(P)H enzim aktivite değerleri düşmüş ve kontrol seviyesine yaklaşmıştır. Ancak bu düşüş Şeker Fasulye genotipinde daha belirgin olmuştur. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1genotipi 4,87 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 4,24 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre su basmasına bağlı olarak değerlendirilen genotiplerin ortalama yaprak CAT aktivitesi kontrol seviyesinin altına düşmüştür ve bu düşüş Y1 genotipinde daha fazla olmuştur. Şeker Fasulye genotipi 29,56 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 26,26 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Geri Kazanım uygulaması ile yapraklarındaki CAT aktivitesi artış göstermiş ancak kontrol seviyesine ulaşamamıştır. Genotipler ve uygulamalara göre ortalama yaprak CAT aktivitesi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipinde 31,93 nmol/mg protein ve Y1 genotipinde 28,05 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur. Su basmasına bağlı olarak, köklerdeki CAT enzim aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Uygulamalar ve genotiplere göre, Y1 genotipi 23,72 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 25,92 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Geri Kazanım

uygulamasıyla birlikte enzim aktivitesinde de artış belirlenmiştir ve Y1 genotipinin aktivite değeri 27,21 nmol/mg proteine, Şeker Fasulye genotipinin aktivite değeri 28,22 nmol/mg proteine yükselmiştir.

Su basması koşullarının taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde Şeker Fasulye genotipi 1,92 nmol/mg protein ve Y1 genotipi 1,74 nmol/mg protein değerine sahip olmuştur ve kontrol seviyesinin altına düşmüştür. Geri Kazanım sonunda ise taze fasulye genotiplerinin yapraklarındaki GR aktivitesi Şeker Fasulye genotipinde 2,58 nmol/mg protein ve Y1 genotipinde 1,99 nmol/mg protein olmuştur. Su basması uygulamasının sonunda Y1 ve Şeker Fasulye genotiplerinin köklerindeki GR aktivitesi azalmış geri kazanım uygulamasıyla birlikte ise artmıştır ancak kontrol seviyesine ulaşamamıştır. Buna göre; su basması uygulaması sonunda Y1 genotipi 1,56 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye 1,68 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur. Geri kazanım uygulaması sonunda ise Y1 genotipi 1,98 nmol/mg protein aktiviteye sahip iken, Şeker Fasulye genotipi 2,03 nmol/mg protein aktivite değerine sahip olmuştur.

Uzun süreli su basmasına maruz bırakılan mısır bitkisinin yapraklarında GR, APX, CAT, SOD aktivitesinin inhibe edildiği belirlenmiştir (Yan et al., 1996). Güvercin bezelyesi ile yapılan çalışmada, GR ve CAT enzimlerinin aktiviteleri hem dayanıklı hem de hassas genotipte ilk 2 gün içerisinde arttığı, ancak sürenin uzamasıyla birlikte her iki enzimin aktivitelerinin hassas olan çeşitte azaldığı, tolerant olan çeşitte arttığı belirlenmiştir. Geri kazanım uygulamasıyla GR ve CAT enzimlerinin aktivitelerinin ilk 2 gün artış gösterdiği daha sonra ise hassas olan genotipin aktivitesinin düşüş, dayanıklı olan çeşidin aktivitesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan bütün enzim analizlerinde değişim oranları farklı olsa da tolerant olan çeşidin enzim aktivitesinin hassas olan çeşitten, hem su basmasında hem de geri kazanımda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kumutha et al., 2009). Ahmed vd. (2002) mung fasulyesiyle yaptıkları çalışmada; su basması koşullarının SOD, CAT, APX, GR aktivitelerinin, hem vegetatif hem generatif dönemde ilk 6-12 saat içerisinde arttığını daha sonrasında ise hızlı bir şekilde kontrol seviyesinin altına düştüğünü belirlemişlerdir. Geri kazanım uygulamasıyla aktivitelerin kontrol seviyesine ulaştığı

belirlenmiştir. Bu bağlamda CAT ve GR aktiviteleri ile ilgili olarak bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur. Su basması stresi koşullarında NAD(P)H oksidaz enzim aktivitesi ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan çalışmalarda bitkilerin serbest suya gereksinim duymalarına rağmen, kök çevresinde suyun aşırı bulunması durumunda toprak ve atmosfer arasındaki oksijen ve diğer gazların geçişi engellendiği için zararlı hatta ölümcül sonuçların ortaya çıkabileceğine dikkat çekilmiştir (Horchani et al., 2009). Tolerans, stres altındaki bitkilerde görülen bir durumdur. Su fazlalığına tolerans, bitkinin su fazlalığı sonucunda oluşan oksijensiz ortamda yaşamını devam ettirip, büyümesine devam etmesi olarak tanımlanabilir. Yapılan çalışmalarda, yüksek fotosentetik oranların su fazlalığı stresi karşısında bitkinin tolerans faktörlerinden biri olduğuna dikkat çekilmiştir (Nabben et al., 1999). İlgili oldukları taksonomik grupta su fazlalığına adaptasyon gösteren bitkiler olması bitkilerin uzun süreli suda yaşayabilmeleri için bazı anahtar kalıtsal karakterlere ihtiyaç duyduğunun göstergesidir (Jackson et al., 2009). Bu anlamda su fazlalığı stresine karşı daha toleranslı ve farklı genlerin belirlenmesi amacıyla mısır bitkisinde bazı araştırmalar yapılmıştır (Subbaiah and Sachs, 2003). Bazı bitki türleri ise stres koşullarına, geniş karakteristik özelliklerinden dolayı dayanabilmektedir.

Literatürde hücre membran stabilitesine ve hücreye ciddi zararlar veren süperoksit (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve singlet oksijen (1O_2) ve hidroksi radikaller gibi reaktif oksijen türlerinin oluşumunun su fazlalığı stresıyla (Hossain et al., 2009) olduğu kadar yeniden oksijenli ortama dönüşle de teşvik edildiği belirtilmektedir (Blokhina et al., 2003). Bu nedenele su basması uygulaması sonunda drene olmuş viyollerde 7 gün normal koşullarda yetiştirilen genotiplerin bazılarında su basmasında olduğu gibi zararlanma belirlenmiştir. Bunun dışında geri kazanım süresinde kök ve yaş ağırlığında artış gösteren veya geri kazanım döneminde kontrol bitkileriyle uygulama arasındaki farkı azaltan, geri kazanım uygulaması döneminde de yaprak alanında artış göstermeyen veya ciddi artışlar olamayan genotipler tespit edilmiştir. Su fazlalığı koşullarında kök direnci arttığı için azalan su azalan su alımını dengelemek amacıyla su fazlalığı koşullarında kontrole oranla daha az turgor kaybeden genotipler belirlenmiştir. Bütün bu sonuçlar ve incelenen parametreler göz önüne alındığında

genotiplerin toprak altı ve toprak üstü organlarının, su fazlalığına tepkileri farklı yönde olmuştur. Genel olarak, 40 Günlük, Y1,Y3, Y4 genotiplerinin su basması koşullarına en fazla hassasiyet gösteren genotipler olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık Şeker Fasulye'nin ise su basmasına göreceli olarak en toleranslı genotip olduğu saptanmıştır.

Taze fasulyenin su fazlalığı koşulları altındaki tolerans noktaları ile ilgili çok az çalışma vardır (Çelik, 2010, Celik ve Turhan, 2011). Bu konuda yapılacak ayrıntılı çalışmalar gelecekte taze fasulyede aşırı su koşullarına toleransı yüksek çeşitlerin ıslahı için var olan genotiplerin toleransının belirlenmesi ve verimli çeşitler elde edilmesinde büyük önem taşımaktadır. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde bazı taze fasulye genotiplerinin su fazlalığına toleranslarının belirlenmesinde yaprak alanı, toplam klorofil, zararlanma oranının ve NAD(P)H oksidaz, CAT ve GR enzim aktivitelerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışma taze fasulyede su basmasına toleransın genotiplerin geri kazanımın kapasitelerinin de değerlendirilerek araştırıldığı ilk çalışma olması nedeniyle özgündür. Bundan sonra yapılması gereken ise; uygulama süresinin arttırılarak ve örnekleme zamanlarının sıklaştırılarak moleküler düzeyde çalışmalarla su basması stresine dayanımda içsel mekanizmanın daha iyi anlaşılması ve su basmasına toleranslı taze fasulye çeşitlerinin ıslah edilebilmesi için gerekli materyalin sağlanmasıdır.

EK AÇIKLAMALAR- A

Çizelge A.1. Su Basması Koşullarında Yaprak Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	5,042(a)	29	,174	27,994	,000
Kesişme	38,737	1	38,737	6237,768	,000
Uygulama	,325	1	,325	52,348	,000
Genotip	3,744	14	,267	43,064	,000
Uygulama * Genotip	,880	14	,063	10,126	,000
Hata	,292	47	,006		
Toplam	46,961	77			
Düzeltilmiş Toplam	5,333	76			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.2. Su Basması Koşullarında Kök Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	22,841(a)	29	,788	72,610	,000
Kesişme	85,670	1	85,670	7897,752	,000
Uygulama	10,531	1	10,531	970,864	,000
Genotip	4,481	14	,320	29,510	,000
Uygulama * Genotip	9,314	14	,665	61,333	,000
Hata	,499	46	,011		
Toplam	104,047	76			
Düzeltilmiş Toplam	23,340	75			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.3. Su Basması Koşullarında Yaprak Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,157(a)	29	,005	27,441	,000
Kesişme	,956	1	,956	4848,556	,000
Uygulama	,029	1	,029	147,220	,000
Genotip	,104	14	,007	37,838	,000
Uygulama * Genotip	,022	14	,002	7,894	,000
Hata	,010	50	,000		
Toplam	1,153	80			
Düzeltilmiş Toplam	,167	79			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.4. Su Basması Koşullarında Kök Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,073(a)	29	,003	13,757	,000
Kesişme	,372	1	,372	2024,913	,000
Uygulama	,028	1	,028	150,480	,000
Genotip	,016	14	,001	6,070	,000
Uygulama * Genotip	,030	14	,002	11,735	,000
Hata	,009	48	,000		
Toplam	,469	78			
Düzeltilmiş Toplam	,082	77			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.5. Su Basması Koşullarında Genç Yaprak Alanı İnteraksiyon TablosuBağımlı Değişken: cm²

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	1452,148(a)	29	50,074	11,109	,000
Kesişme	10316,509	1	10316,509	2288,747	,000
Uygulama	179,157	1	179,157	39,747	,000
Genotip	788,419	14	56,316	12,494	,000
Uygulama * Genotip	466,517	14	33,323	7,393	,000
Hata	225,375	50	4,507		
Toplam	12845,061	80			
Düzeltilmiş Toplam	1677,523	79			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.6. Su Basması Koşullarında Yaşlı Yaprak Alanı İnteraksiyon TablosuBağımlı Değişken: cm²

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	3096,468(a)	29	106,775	11,124	,000
Kesişme	54738,578	1	54738,578	5702,863	,000
Uygulama	10,935	1	10,935	1,139	,291
Genotip	2511,778	14	179,413	18,692	,000
Uygulama * Genotip	585,642	14	41,832	4,358	,000
Hata	479,922	50	9,598		
Toplam	62560,309	80			
Düzeltilmiş Toplam	3576,390	79			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.7. Su Basması Koşullarında Yaprak Oransal Su Kapsamı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: %

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	5519,883(a)	29	190,341	7,026	,000
Kesişme	89924,693	1	89924,693	3319,509	,000
Uygulama	611,264	1	611,264	22,564	,000
Genotip	3787,322	14	270,523	9,986	,000
Uygulama * Genotip	1065,078	14	76,077	2,808	,006
Hata	1056,500	39	27,090		
Toplam	100559,389	69			
Düzeltilmiş Toplam	6576,383	68			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.8. Su Basması Koşullarında Turgor Kaybı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: %

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	6631,491(a)	29	228,672	8,163	,000
Kesişme	246573,193	1	246573,193	8801,91	,000
Uygulama	1029,499	1	1029,499	7	,000
Genotip	4275,333	14	305,381	36,750	,000
Uygulama * Genotip	1252,901	14	89,493	10,901	,000
Hata	1148,557	41	28,014	3,195	,002
Toplam	262732,515	71			
Düzeltilmiş Toplam	7780,047	70			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.9 Su Basması Koşullarında Toplam Klorofil İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g TA

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	26,998(a)	29	,931	10,962 3883,90	,000
Kesişme	329,837	1	329,837	0	,000
Uygulama	7,377	1	7,377	86,870	,000
Genotip	16,641	14	1,189	13,996	,000
Uygulama * Genotip	2,389	14	,171	2,009	,034
Hata	4,586	54	,085		
Toplam	381,215	84			
Düzeltilmiş Toplam	31,584	83			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.10. Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	4,843(a)	23	,211	14,769	,000
Kesişme	50,743	1	50,743	3558,793	,000
Uygulama	0,326	1	0,326	22,891	,000
Genotip	3,153	11	,287	20,100	,000
Uygulama * Genotip	1,324	11	,120	8,440	,000
Hata	,542	38	,014		
Toplam	57,825	62			
Düzeltilmiş Toplam	5,385	61			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.11. Geri Kazanım Koşullarında Kök Yaş Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	16,929(a)	23	,736	84,678	,000
Kesişme	68,294	1	68,294	7856,728	,000
Uygulama	11,415	1	11,415	1313,266	,000
Genotip	2,371	11	,216	24,795	,000
Uygulama * Genotip	2,114	11	,192	22,114	,000
Hata	,356	41	,009		
Toplam	89,794	65			
Düzeltilmiş Toplam	12,286	64			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.12. Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,059(a)	23	,003	10,083	,000
Kesişme	,830	1	,830	3240,735	,000
Uygulama	,023	1	,023	88,045	,000
Genotip	,025	11	,002	8,948	,000
Uygulama * Genotip	,012	11	,001	4,162	,000
Hata	,011	42	,000		
Toplam	,909	66			
Düzeltilmiş Toplam	,070	65			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.13. Geri Kazanım Koşullarında Kök Kuru Ağırlığı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: g

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,048(a)	23	,002	17,729	,000
Kesişme	,273	1	,273	2317,779	,000
Uygulama	,030	1	,030	255,487	,000
Genotip	,009	11	,001	7,153	,000
Uygulama * Genotip	,006	11	,001	4,751	,000
Hata	,005	39	,000		
Toplam	,334	63			
Düzeltilmiş Toplam	,053	62			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.14. Geri Kazanım Koşullarında Genç Yaprakların Yaprak Alanı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: cm²

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	819,415(a)	23	35,627	9,371	,000
Kesişme	9013,448	1	9013,448	2370,836	,000
Uygulama	231,014	1	231,014	60,764	,000
Genotip	305,534	11	27,776	7,306	,000
Uygulama * Genotip	226,308	11	20,537	5,412	,000
Hata	140,667	37	3,802		
Toplam	10215,852	61			
Düzeltilmiş Toplam	960,082	60			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.15. Geri Kazanım Koşullarında Yaşlı Yaprakların Yaprak Alanı
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: cm²

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	2970,946(a)	23	129,172	13,650	,000
Kesişme	47581,849	1	47581,849	5028,288	,000
Uygulama	163,406	1	163,406	17,268	,000
Genotip	1738,887	11	158,081	16,705	,000
Uygulama * Genotip	884,555	11	80,414	80,498	,000
Hata	321,736	34	9,463		
Toplam	52748,723	58			
Düzeltilmiş Toplam	3292,683	57			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.16. Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Oransal Su Kapsamı
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: %

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	3505,109(a)	23	152,396	6,792	,000
Kesişme	278831,113	1	278831,113	12427,544	,000
Uygulama	1192,726	1	1192,726	53,160	,000
Genotip	1576,863	11	143,351	6,389	,000
Uygulama * Genotip	618,253	11	56,205	2,505	,022
Hata	695,533	31	22,437		
Toplam	296473,407	55			
Düzeltilmiş Toplam	4200,642	54			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.17. Geri Kazanım Koşullarında Turgor Kaybı İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: %

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	3067,935(a)	23	133,388	7,173	,000
Kesişme	30605,135	1	30605,135	1645,861	,000
Uygulama	1035,926	1	1035,926	55,709	,000
Genotip	1370,307	11	124,573	6,699	,000
Uygulama * Genotip	562,696	11	51,154	2,751	,013
Hata	576,451	31	18,595		
Toplam	34229,200	55			
Düzeltilmiş Toplam	3644,386	54			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.18. Geri Kazanım Koşullarında Toplam Klorofil İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g TA

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	20,714(a)	23	,901	11,143	,000
Kesişme	364,708	1	364,708	4512,479	,000
Uygulama	9,008	1	9,008	111,449	,000
Genotip	6,973	11	0,634	7,843	,000
Uygulama * Genotip	4,210	11	,383	4,735	,000
Hata	3,475	43	,081		
Toplam	398,670	67			
Düzeltilmiş Toplam	24,189	66			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.19. Su Basması Koşullarında Yaprak NADPH Oksidaz Aktivitesi
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	11,137(a)	3	3,712	17,426	,001
Kesişme	199,020	1	199,020	934,169	,000
Uygulama	9,541	1	9,541	44,783	,000
Genotip	,655	1	0,655	3,073	,118
Uygulama * Genotip	,942	1	,942	4,421	,069
Hata	1,704	8	,213		
Toplam	211,862	12			
Düzeltilmiş Toplam	12,842	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.20. Su Basması Koşullarında Kök NADPH Oksidaz Aktivitesi
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	17,923(a)	3	5,974	96,495	,000
Kesişme	270,157	1	270,157	4363,532	,000
Uygulama	17,367	1	17,367	280,516	,004
Genotip	1,058	1	1,058	17,084	,004
Uygulama * Genotip	,991	1	,991	16,009	,005
Hata	,433	7	,062		
Toplam	278,202	11			
Düzeltilmiş Toplam	18,356	10			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.21. Geri Kazanım Koşullarında Yaprak NADPH Oksidaz Aktivitesi
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	5,501(a)	3	1,834	6,833	,013
Kesişme	170,874	1	170,874	636,659	,000
Uygulama	3,149	1	3,149	11,732	,009
Genotip	,726	1	,726	2,704	,139
Uygulama * Genotip	1,627	1	1,627	6,062	,039
Hata	2,147	8	,268		
Toplam	178,523	12			
Düzeltilmiş Toplam	7,649	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.22. Geri Kazanım Koşullarında Kök NADPH Oksidaz Aktivitesi
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	9,383(a)	3	3,128	22,318	,001
Kesişme	221,289	1	221,289	1579,015	,000
Uygulama	6,894	1	6,894	49,193	,000
Genotip	1,074	1	1,074	7,665	,028
Uygulama * Genotip	,976	1	,976	6,963	,033
Hata	,981	7	,140		
Toplam	245,813	11			
Düzeltilmiş Toplam	10,364	10			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.23. Su Basması Koşullarında Yaprak Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	218,112(a)	3	72,704	5,519	,048
Kesişme	6798,835	1	6798,835	516,132	,000
Uygulama	181,205	1	181,205	13,756	,014
Genotip	23,824	1	23,824	1,809	,236
Uygulama * Genotip	15,501	1	15,501	1,177	,328
Hata	65,863	5	13,173		
Toplam	7533,797	9			
Düzeltilmiş Toplam	283,975	8			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.24. Su Basması Koşullarında Kök Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	190,767(a)	3	63,589	9,692	,010
Kesişme	5910,384	1	5910,384	900,802	,000
Uygulama	178,797	1	178,797	27,250	,002
Genotip	11,488	1	11,488	1,751	,234
Uygulama * Genotip	11,256	1	11,256	1,716	,238
Hata	39,367	6	6,561		
Toplam	6495,834	10			
Düzeltilmiş Toplam	230,134	9			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.25. Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	108,830(a)	3	36,277	6,837	,017
Kesişme	9592,425	1	9592,425	1807,908	,000
Uygulama	68,463	1	68,463	12,903	,009
Genotip	40,268	1	40,268	7,589	,028
Uygulama * Genotip	3,064	1	3,064	,577	,472
Hata	37,141	7	5,306		
Toplam	9803,234	11			
Düzeltilmiş Toplam	145,971	10			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.26. Geri Kazanım Koşullarında Kök Katalaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	49,713(a)	3	16,571	7,202	,021
Kesişme	7374,402	1	7374,402	3204,971	,000
Uygulama	43,910	1	43,910	19,084	,005
Genotip	2,443	1	2,443	1,062	,343
Uygulama * Genotip	2,199	1	2,199	,956	,366
Hata	13,806	6	2,301		
Toplam	7509,914	10			
Düzeltilmiş Toplam	63,518	9			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.27. Su Basması Koşullarında Yaprak Glutatyon Redüktaz Aktivitesi
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	1,371(a)	3	,457	39,083	,000
Kesişme	35,763	1	35,763	3059,238	,000
Uygulama	1,251	1	1,251	106,987	,000
Genotip	,090	1	,090	7,722	,027
Uygulama * Genotip	,023	1	,023	1,985	,202
Hata	,082	7	,012		
Toplam	36,926	11			
Düzeltilmiş Toplam	1,452	10			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

**Çizelge A.28. Su Basması Koşullarında Kök Glutatyon Redüktaz Aktivitesi
İnteraksiyon Tablosu**

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	2,411(a)	3	,804	64,933	,000
Kesişme	31,546	1	31,546	2548,601	,000
Uygulama	2,319	1	2,319	187,334	,000
Genotip	,043	1	,043	3,448	,100
Uygulama * Genotip	,050	1	,050	4,016	,080
Hata	,099	8	,012		
Toplam	34,057	12			
Düzeltilmiş Toplam	2,510	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.29. Geri Kazanım Koşullarında Yaprak Glutatiyon Redüktaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,111(a)	3	,037	1,173	,395
Kesişme	41,916	1	41,916	1324,612	,000
Uygulama	,015	1	,015	,484	,513
Genotip	,081	1	0,81	2,566	,160
Uygulama * Genotip	,004	1	,004	,123	,738
Hata	,190	6	,032		
Toplam	43,631	10			
Düzeltilmiş Toplam	,301	9			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.30. Geri Kazanım Koşullarında Kök Glutatiyon Redüktaz Aktivitesi İnteraksiyon Tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg protein

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,058(a)	3	,019	,286	,834
Kesişme	38,548	1	38,548	570,793	,000
Uygulama	,033	1	,033	,491	,510
Genotip	,007	1	,007	,106	,756
Uygulama * Genotip	,009	1	,009	,130	,731
Hata	3,405	6	,068		
Toplam	40,399	10			
Düzeltilmiş Toplam	,463	9			

Ö.D: Önem Derecesi

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahmed, S., Nawata, E., Hosokawa, M., Domae, Y., Sakuratani, T. 2002. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbean subjected to waterlogging. *Plant Science*, 163: 117-123.
- Aloni, B. and Rosenshtein, G., 1982. Effect of flooding on tomato cultivars: The relationship between proline accumulation and other morphological and physiological changes. *Physiologia Plantarum*, 56: 513-517.
- Alvino A., Zerbi, G., Fruscinate, L., Monti, L.M. 1983. Evaluation of field bean lines grown with a shallow water table maintained at different levels. *Field Crops Research*, 6: 179-188 .
- Anonim, 2011. TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr
- Anonymous, 2011. FAO: Food and Agricultural Organization of United Nations: Economic and Social Department: Statistical Division. www.fao.org
- Armstrong, J. and Armstrong, W., 1999. Phragmites die-back: toxic effects of propionic, butyric and caproic acids in relation to pH. *New Phytologist*, 142:201–217.
- Arora, R., Pitchay, D.S., Bearce, B.C., 1998. Water-stress-induced heat tolerance in Geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins? *Physiologia Plantarum*, 103:24-34.
- Asada, K. 1999. The Water-Water Cycle In Chloroplasts: Scavenging Of Active Oxygens and Dissipation Of Excess Photons. *Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology*, 50: 601-639
- Asai, T., Stone, J.M., Heard, J.E., Kovtun, Y., Yorgey, P., Sheen, J., Ausubel, F.M., 2000. Fumonisin B1-induced cell death in *Arabidopsis* protoplasts requires jasmonate- ethylene- and salicylate-dependent signaling pathways. *Plant Cell*, 12:1823–1836
- Aschi-Smiti, S., Chaibi, W., Bruoquisse, R., Ricard, B., Saglio, P., 2003. Assessment of enzyme induction and aerenchyma formation as mechanisms for flooding tolerance in *Trifolium subterraneum* “Park”. *Annals of Botany*, 91: 195- 204.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Ashraf, M. and Rehman, H., 1999. Interactive effects of nitrate and long-term waterlogging on growth, water relations, and gaseous exchange properties of maize (*Zea mays* L.). *Plant Science*, 144:35-43.
- Bailey-Seres, J. and Voesenek, L.A.C.J., 2008. Flooding Stress: Acclimations and Genetic Diversity. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 313-339.
- Barr, H.D. and Weatherley, P.E., 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust. J. Biol.Sci.*, 15: 413-428.
- Biemelt, S., Keetman, U., Albrecht, G., 1998. Re-Aeration following Hypoxia or Anoxia Leads to Activation of the Antioxidative Defense System in Roots of Wheat Seedlings. *Plant Physiology*, 116: 651-658.
- Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K.V., 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a Review. *Annals of Botany*, 91: 179-194.
- Bradford, K.J. and Hsiao, T.C., 1982. Stomatal behavior and water relations of waterlogged tomato plants. *Plant Physiology*, 70: 1508-1513.
- Bradford, K.J., 1983. Effects of soil flooding on leaf gas exchange of tomato plants. *Plant Physiol.*, 73: 475-479.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding. *Ann. Biochem.*, 72: 248-254.
- Braidot, E., Petrusa, E., Vianello, A., Macri, F., 1999. Hydrogen peroxide generation by higher plant mitochondria oxidizing complex I or complex II substrates. *FEBS Letters*, 451: 347-350.
- Cakmak, I. and Marschner, H., 1988. Zinc-dependent changes in ESR signals, NADPH oxidase and plasma membrane permeability in cotton roots. *Physiol. Plant*, 73: 182-186.
- Celik, G. and Turhan, E., 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.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Chirkova, T.V., Zhukova, T.M., Goncharova, N.N., 1991a. Method of determination of plant resistance to oxygen shortage, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stres: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt, (Eds.), Annals of Botany, 91: 179-194.
- Chirkova, T.V., Zhukova, T.M., Goncharova, N.N., 1991b. Specificity of membrane permeability in wheat and rice seedlings under anoxia, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stres: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt, (Eds.), Annals of Botany, 91: 179-194.
- Chirkova, T.V., Novitskaya, L.O., Blokhina, O.B., 1998. Lipid peroxidation and antioxidant systems under anoxia in plants differing in their tolerance to oxygen deficiency, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stres: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt (Eds.), Annals of Botany, 91: 179-194.
- Colmer, T.D., 2003. Aerenchyma and inducible barrier to radial oxygen loss facilitate root aeration in upland, paddy and deep-water rice (*Oryza sativa* L.). Annals of Botany, 91: 301-309.
- Colmer, T.D. and Pedersen, O., 2008. Under water photosynthesis and respiration in leaves of submerged wetland plants: gas films improve CO₂ and O₂ exchange. New Physiologist, 177: 918-926.
- Crawford, R.M.M., McManmon, M., 1968. Inductive responses of alcohol and malic dehydrogenases in relation to flooding tolerance in roots. A Metabolic Theory of Flooding Tolerance: The Significance of Enzyme Distrubution and Behaviour, M., McManmon and R.M.M., Crawford (Eds.), New Phytol., 70: 299-306.
- Crawford, R.M.M., 1969. The Pysiological basis of flooding tolerance, A Metabolic Theory of Flooding Tolerance: The Significance of Enzyme Distrubution and Behaviour, M., McManmon and R.M.M., Crawford (Eds.), New Phytol., 70: 299-306.
- Crawford, R.M.M., Walton J.C., Wollenweber- Ratzler, B., 1994. Similarities between post-ischaemic injury to animal tissues and post anoxic injury in plants, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stres: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt, (Eds.), Annals of Botany, 91: 179-194

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Crawford, R.M.M. and Braendle, R., 1996. Oxygen deprivation in a changing environment, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stres: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt, (Eds.), *Annals of Botany*, 91: 179-194.
- 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., Vandenabeele, S., Vranova, E., Montagu, M.V., Inze, D., Breusegem, F.V., 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cellular and Molecular Life Science*, 57: 779-795.
- Dat, J.F., Capelli, N., Folzer, H., Bourgeade, P. and Badot, P.M., 2004. Sensing and signalling during plant flooding. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42: 273-282.
- Dell'Amico, J., Torrecillas, A., Rodriguez, P., Morales, D., Sanchez-Blanco, M. J., 2001. Differences in the effects of flooding the soil early and late in the photoperiod on the water relations of pot-grown tomato plants. *Plant Science*, 160: 481-487.
- Dennis, E.S., Dolferus, R., Ellis, M., Rahman, M., Wu, Y., Hoeren, F.U., Grover, A., Ismond, K.P., Good, A.G., Peacock, W.J., 2000. Molecular Strategies for Improving Waterlogging Tolerance in Plants. *Journal of Experimental Botany*, 51(342): 89-97.
- Dionisio-Sese, F.L. and Tobita, S. 1998. antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science*, 135: 1-9.
- Dordas, C., Rivoal, J., Hill, R.D., 2003. Plant haemollobins, nitric oxide and hypoxic stres. *Annals of Botany*, 91: 173-178.
- Edreva, A., 1998. Molecular bases of stress in plants. Bitkilerde stres fizyolojisinin moleküler temelleri, Ege Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 22-26 Haziran 1998, Bornova- İzmir, 1 -33.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Else, M.A., Tiekstra, A.E., Croker, S.J., Davies, W.J., Jackson, M.B., 1996. Stomatal closure in flooded tomato plants involves abscisic acid and a chemically unidentified anti-transpirant in xylem sap. *Plant Physiol*, 112: 239-247.
- Else, M.A., Janowiak, F., Atkinson, C.J., Jackson, M.B., 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.
- Elstner, E.F., 1987. Metabolism of oxygen activation during plant stress, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt (Eds.), *Annals of Botany*, 91: 179-194.
- Eriş, A., 2007. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 11, VI. Basım, Bursa, 152 s.
- Foyer, C.H. and Halliwell, B., 1976. The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: A proposed role in ascorbic acid metabolism. *Planta*, 133: 21-25.
- Garcia-Sanchez, F., Syvertsen, J.P., Gimeno, V., Botia, P., Perez-Perez, J.G., 2007. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Physiologia Plantarum*, 130: 532-542.
- Gharbi, I., Ricard, B., Rolin, D., Maucourt, M., Andrieu, M.H., Bizid, E., Smiti, S., Brouquisse, R., 2007. Effect of hexokinase activity on tomato root metabolism during prolonged hypoxia. *Plant Cell Environment*, 30: 508-517.
- Greenway, H., Armstrong, W., Colmer, T.D., 2006. Conditions leading to high CO₂ (>5 kPa) in waterlogged-flooded soils and possible effects on root growth and metabolism. *Annals of Botany*, 98: 9-32.
- Hetherington, A.M., Hunter, M. I., Crawford, R. M.M., 1982. Contrasting effects of anoxia on rhizome lipids of *Iris* species, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a Review, O., Blokhina, E., Virolainen, K.V., Fagerstedt (Eds.), *Annals of Botany*, 91: 179-194.
- Hiron, R.W.P. and Wright, S.T.C., 1973. The role of endogenous abscisic acid in the response of plants to stress. *Journal of Experimental Botany*, 24: 769-781.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Horchani, F., Khayati, H., Raymond, P., Brouquisse, R., Aschi-Smiti, S., 2009. Contrasted effects of prolonged root hypoxia on tomato root and fruit metabolism. *J.Agronomy and Crop Science*, 195: 313-318.
- Hossain, Z., Lopez-Climent, M.F., Arbona, V., Perez-Clemente, R.M., Gomez-Cadenas, A., 2009. Modulation of the antioxidant system in citrus under waterlogging and subsequent drainage. *Journal of Plant Physiology*, 166: 1391-1404.
- Huang, S., Greenway, H., Colmer, T.D., 2003. Responses of coleoptiles of intact rice seedling to anoxia: K^+ net uptake from the external solution and translocation from the caryopses. *Annals of Botany*, 91: 271-278.
- Igamberdiev, A.U., Baron, K., Manac'H- Little, N., Stoimenova, M., Hill, R.D., 2005. The haemoglobin / nitric oxide cycle involvement in flooding stress and effects on hormone signalling. *Annals of Botany*, 96: 557-564.
- Igamberdiev, A.U. and Hill, R.D., 2009. Plant mitochondrial function during anaerobiosis. *Annals of Botany*, 103: 259-268.
- Insausti, P., Grimoldi, A.A., Chaneton, E.J., Vasselati, V., 2001. Flooding induces a suite of adaptive plastic responses in the grass *Paspalum dilatatum*. *New Phytologist*, 152:291-299.
- Ismail, M.A, Ella, E.S., Vergara, G.V., Mackill, D.J, 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). *Annals of Botany*, 103: 197-209.
- Ito, O., Ella, E., Kawano, N., 1999. Physiological basis of submergence tolerance in rainfed lowland rice ecosystem. *Field Crops Research*, 64: 75–90.
- Jackson, M.B. and Hall, K.C., 1987. Early stomatal closure in waterlogged pea plants is mediated by abscisic acid in the absence of foliar water deficits. *Plant, Cell and Environment*, 10: 121-130.
- Jackson, M.B., 2002. Long-distance signalling from roots to shoots assessed: the flooding story. *Journal of Experimental Botany*, 53:175–181
- Jackson, M.B. and Ram, P.C., 2003. Physiological and molecular basis of susceptibility and tolerance of rice plants to complete submergence. *Annals of Botany*, 91: 227–241.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Jackson, M.B. and Colmer, T.D., 2005. Response and adaptation by plants to flooding stress. *Annals of Botany*, 96: 501-505
- Jackson, M.B, Ishizawa, K., Ito, O., 2009. Evolution and mechanisms of plant tolerance to flooding stress. *Annals of Botany*, 103(2): 137-142.
- Kato-Noguchi, H. and Saito, H., 2000. Induction of alcohol dehydrogenase in lettuce seedlings by flooding stress. *Biologia Plantarum*, 43 (2) : 217 – 220.
- Kawano, N., Ito, O., Sakagami, J.I., 2009. Morphological and physiological responses of rice seedlings to complete submergence (flash flooding). *Annals of Botany*, 103: 161–169.
- 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., Ezhilmathi, K., Sairam, R.K., Srivastava, G.C., Deshmukh, P.S., Meena, R.C., 2009. Waterlogging induced oxidative stress and antioxidant activity in pigeonpea genotypes. *Biologia Plantarum*, 53 (1): 75-84.
- Lakitan, B., Wolfe, D.W., Zobel, R.W., 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.
- Lamb, C and Dixon, R.A., 1997. The Oxidative Burst in Plant Disease Resistance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 48: 251-275.
- Larson, R.A., 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27: 969-978.
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses, I. Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, Academic Pres, Inc., 2nd Edition, p.607.
- Liao, C.T. and Lin, C.H., 2001. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. *Proc. Natl. Sci. Counc. Roc(B)*, 25 (3):148-157.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Luo, F-L., Nagel, K.A., Scharr, H., Zeng, B., Schurr, U., Matsubara, S. 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.
- Mamdouh, A., Mahmoud, Y. M., El-shihaby, E., El-Bastawisy, O.A, 2001. Effect of kinetin on photosynthetic activity and carbohydrate content in waterlogged or seawater treated *Vigna sinensis* and *Zea mays*. *Online Journal of Biological Sciences*, (10): 918-924.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Colour Measurements. *HortScience*, 27: 1254-1255.
- McKersie, B.D. and Lehsem, Y.Y., 1994. *Stres and Stres Coping in Cultivated Plants*. Kluwer Academic Publishers, Netherland. 256 p.
- McManmon, M. and Crawford, R.M.M., 1971. A Metabolic Theory of Flooding Tolerance: The Significance of Enzyme Distribution and Behaviour. *New Phytol.*, 70: 299-306
- Mensah, J.K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G., Onome-Irieguna, F., 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth, and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 5(13): 1249-1253.
- Mommer, L., Pons, T.L., Wolters-Arts, M., Venema, J.H., Visser, E.J.W., 2005. Submergence-induced morphological, anatomical, and biochemical responses in a terrestrial species affects gas diffusion resistance and photosynthetic performance. *Plant Physiology*, 139:497–508
- Mommer, L. and Visser, E.J.W., 2005. Underwater photosynthesis in flooded terrestrial plants: a matter of leaf plasticity. *Annals of Botany*, 96:581–89
- Mommer, L., Wolters-Arts, M., Andersen, C., Visser, E.J., Pedersen, O., 2007. Submergence induced leaf acclimation in terrestrial species varying in flooding tolerance. *New Phytologist*, 176: 337-345
- Moran, J.F., Becana, M., Titrbe-Ormaetxe, I., Frechilla, S., Klucas, R.V., Aparicio-Tejo, P., 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. *Planta*, 194: 346-352.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Moran, R. and Porath, D., 1980. Chlorophyll determination in intact tissues using N,N-Dimethylformamide. *Plant Physiology*, 65(3):478-479.
- Morgan, P.W. and Drew, M.C., 1997. Ethylene and plant response to stress. *Physiologia Plantarum*, 100:620-630.
- Nabben, R.H.M., Blom, C.W.P.M., Voesenek, L.A.C.J., 1999. Resistance to complete submergence in rumex species with different life histories the influence of Plant Size and Light. *New Phytol*, 144: 313-321.
- Nakayama, N. and Komatsu, S., 2008. Water uptake by seeds in yellow-seeded soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars with contrasting imbibition behaviors. *Plant Production Science*, 11: 415-422.
- Noctor, G. and Foyer, C.H., 1998. Ascorbate And Glutathione: Keeping Active Oxygen Under Control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 249- 279.
- Perata P. and Voesenek, L.A.C.J., 2007. Submergence tolerance in rice requires *Sub1A*, an ethylene-response-factor-like gene. *Trends Plant Sci.*, 12:43–46
- Pezeshki, S.R., 2001. Wetland plant responses to soil flooding. *Environmental and Experimental Botany*, 46: 299-312.
- Pociecha, E., Koscielniak, J., Filek, W., 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., Saneoka, H., Fujita, K., Ogata, S., 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.
- Probert, M.E. and Keating, B.A., 2000. What soil constraint should be included in crop and forest models? *Agric. Ecosyst. Environ.*, 82: 273–281

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Ram, P.C., Singh, B.B., Singh, A.K., Ram, P., Singh, P.N., Singh, H.P., Boamfa, I., Harren, F., Santosa, E., Jackson, M.B., Setter, T.L., Reuss, J., Weid, L.J., Singh, V.P., Singh, V.P., 2002. Submergence tolerance in rainfed lowland rice: physiological basis and prospects for cultivar improvement through marker-aided breeding. *Field Crops Research*, 76: 131–152.
- Rao, M.V., Paliyath, G, Ormord, D.P., 1996. Ultraviolet-B- and ozone-induced biochemical changes in antioxidant enzymes of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology*, 110: 125- 136
- Rao, R., Li, Y., Bryan, H.H., Reed, S.T., D’Ambrosio, F., 2002. Assessment of foliar sprays to alleviate flooding injury in corn(*Zea Mays* L.). *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 115: 208-211.
- Reid, D.M. and Crozier, A., 1971. Effects of waterlogging on the gibberellin content and growth of tomato plants. *Journal of Experimental Botany*, 22: 39–48
- Rosenzweig, C., Casassa, G., Karoly, D.J., Imeson, A., Liu, C., Menzel, A., Rawlins, S., Root, T.L., Seguin, B., Tryjanowski, P., 2007: Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 79-131. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (www.ipcc.ch)
- Sairam, R.K., Dharmar, K., Chinnusamy, V., Meena, R.C., 2008. Waterlogging-induced increase in sugar mobilization, fermentation, and related gene expression in the roots of mung bean (*Vigna radiata*). *Journal of Plant Physiology*, 166. p:602-616.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W., 1992. *Plant Physiology*. Fourth Edition, Wadsworth Publishing Co: Belmont, California, 682 p.
- Samad, A., Meisner, C.A., Saifuzzaman, M., Van Ginkel, M., 2001. Waterlogging tolerance, *Application of Physiology in Wheat Breeding*, M.P., Reynolds, Ortiz-Monasterio, J.I. and McNab, A. (Eds.), *Application of Physiology in Wheat Breeding*, Mexico, D.F.: CIMMYT, 136-144 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Sena Gomes, A.R. and Kozlowski, T.T., 1988. Physiological and growth responses to flooding of seedlings of *Hevea brasiliensis*. *Biotropica*, 20 (4): 286-293.
- Setter, T.L., Ellis, M., Laureles, E.V., Ella, E.S., Senadhira, D., Mishra, S.B., Sarkarung, S., Data, S., 1997. Physiology and genetics of submergence tolerance in rice. *Annals of Botany*, 79 : 67-77.
- Singer, S.M., Helmy, Y.I., Karas, A.N., Abou- Hadid, A.F., 1996. Growth and development of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under water- stress. *Cahiers Options Mediterraneennes*, 31: 241-250.
- Striker, G.G., Insousti, P., Grimoldi, A. A., 2007. Effects of flooding at early summer on plant water relations of *Lotus tenuis*. *Lotus Newsletter*, 37 (1): 1-7.
- Subbaiah, C.C. and Sachs, M.M., 2003. Molecular and cellular adaptations of maize to flooding stress. *Annals of Botany*, 90: 119-127.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 2006. *Plant Physiology*, Fourth Edition, Sinuaer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts, 792 p.
- Takele, A. and McDavid, C.R., 1995. The response of pigeonpea cultivars to short durations of waterlogging. *African Crop Science Journal*, 3(1), 51-58.
- Tsukahara, H. and Kozlowski, T.T, 1986. Effect of flooding and temperature regime on growth and stomal resistance of *Betula platyphylla* var. *japonica* seedlings. *Plant and Soil*, 92(1): 103-112.
- Turhan, E., Çelik, G., Baykul, A., 2011. Bazı Taze Fasulye Genotiplerinin Su Fazlalığına Toleranslarının Belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı Bildiri Kitabı*, Cilt I, Eskişehir, 898 s.
- Vartapetian, B.B. and Andreeva, I.N., 1986. Mitochondrial ultrastructure of three hygrophyte species at anoxia and anoxic glucose supplement. *Journal of Experimental Botany*, 37: 685- 692.
- Vartapetian, B.B., Andreeva, I.N., Generozova, I.P., Polyakova, L.I., Maslova, I.P., Dolikh, Y.I., Stepanova, A.Y., 2003. Functional electron microscopy in studies of plant response and adaptation to an aerobic stress. *Annals of Botany*, 91: 155-172.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Visser, E.J.W., Voeselek, L.A.C.J., Vartapetian, B.B., Jackson, M.B., 2003. Flooding and plant growth. *Annals of Botany*, 91: 107-109.
- Voeselek, L.A.C.J., Rijnders, J.H.G.M., Peeters, A.J.M., van de Steeg, H.M., de Kroon, H., 2004. Plant hormones regulate fast shoot elongation under water: from genes to communities. *Ecology*, 85:16–27
- Vural H., Eşiyok D., Duman İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 440 s.
- Walter, S., Heuberger, H., Schnitzler, W., 2004. Sensibility of different vegetables to oxygen deficiency and aeration with H₂O₂ in the rhizosphere. *Acta Horticulturae*, 659: 499-508.
- Woodstock, L.W. and Taylorson, R.B., 1981. Soaking injury and its reversal with polyethylene glycol in relation to respiratory metabolism in high and low vigor soybean seeds. *Physiologia Plantarum*, 53: 263-268.
- Xiao, Y., Jie, Z., Wang, M., Lin, G., Wang, W., 2009. Leaf and stem anatomical responses to periodical waterlogging in simulated tidal floods in mangrove (*Avicennia marina*) seedlings. *Aquatic Botany*, 91: 231-237.
- Yan, B., Dai, Q., Liu, X., Huang, S., Wang, Z., 1996. Flooding-induced membrane damage, lipid oxidation and activated oxygen generation in corn leaves. *Plant and Soil*, 179: 261- 268.
- Yetisir, H., Çalışkan, M., Soylu, S., Sakar., M., 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., Liu, C.W., Kuo, C.T., Tseng, M.J., Lai, Y.S., Lai, W.J., 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.
- Yoshiro, M., Masanon, M., Masohira, F., Tadashi, T., Byron, K., 2005. Identification of QTL controlling adventitious root formation during flooding conditions in teosinte (*Zea mays* ssp.) seedlings. *Euphytica*, 142:33-42.