

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sibel BALIK

**SOĞUK STRESİNE DAYANIKLI FASULYE
GENOTİPLERİNİN TARANMASI**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA-2018

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOĞUK STRESİNE DAYANIKLI FASULYE GENOTİPLERİNİN
TARANMASI**

Sibel BALIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez/..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. H.Yıldız DAŞGAN

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Özlem ALTUNTAŞ
ÜYE

.....
Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN

ÜYE

Bu tez Enstitümüz BAHÇE BİTKİLERİ Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SOĞUK STRESİNE DAYANIKLI FASULYE GENOTİPLERİNİN TARANMASI

Sibel BALIK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Yıl : 2018, Sayfa : 99
Jüri : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
: Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN
: Yrd. Doç. Dr. Özlem ALTUNTAŞ

Bu çalışma özellikle kış aylarında, hava sıcaklığının düşük olduğu bölgeler için düşük sıcaklığa dayanıklı fasulye genotiplerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme 97 adet fasulye genotipi ile kontrol ve düşük sıcaklık stresi uygulamaları olmak üzere kontrollü iklim odasında kurulmuştur. Kontrol ve stres bitkilerinde ölçülen, analiz edilen ve incelenen parametreler şunlardır; 0-5 skala değerlendirmesi, bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı, yeşil aksam taze ağırlığı, yeşil aksam kuru ağırlığı, yaprak stoma geçirgenliği, yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak su potansiyeli, yaprak ozmatik potansiyeli, yaprak alan indeksi, yaprak oransal su içeriği. Düşük sıcaklık stresi altında yetiştirilen 97 adet fasulye genotipinde, yukarıda bahsedilen parametrelerin kontrollerine göre değişimleri hesaplanmıştır. Bu tartılı derecelendirmeye göre fasulye genotipleri en çok puan alandan en az puan olana doğru sıralanmıştır. Çalışma sonunda genotipler dayanıklı, orta derecede dayanıklı ve duyarlı olarak sınıflandırılmıştır. Sonuçlar tartılı derecelendirme yöntemi ile sıralandığında, fasulye genotipleri arasından BN-131, BN-138, BN-74, BN-14, BN-26, BN-10, BN-54, BN-70, Bn-75B, Bn-57 ve Bn-66'nın en fazla puan aldığı ve böylece soğuğa dayanıklı olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Phaseolus vulgaris*, düşük sıcaklık stresi, dayanıklılık, ıslah

ABSTRACT

MSc THESIS

SCREENING OF RESISTANT BEAN GENOTYPES AGAINST COLD STRESS

Sibel BALIK

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF HORTICULTURE

Supervisor : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Year: 2018, Pages: 99
Jury : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
: Assoc. Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN
: Assoc. Prof. Dr. Özlem ALTUNTAŞ

This study was conducted for the areas with cold temperature problems and for the purpose of determining cold temperature tolerant bean genotypes. In this experiment using 97 bean genotype established in controlled climate room. The parameters analyzed in control and stress plants; 0-5 scale evaluation, plant size, number of leaves, stem diameter, green component fresh weight, green component dry weight, leaf stoma permeability, membrane damage in leaf cells, leaf water potential, leaf osmotic potential, leaf area index, leaf proportional water content. 97 bean grown genotypes under low temperature stress, above mentioned parameters, calculated changes according to controls plants and over these changes weighed rating method was applied. According to this weighing rating, bean genotypes were sorted from the most points to the least points. At the end of the study, the genotypes were classified into three groups tolerant, mild tolerant and susceptible. At the end of the experiment against to cold stress the most tolerant genotypes were BN-131, BN-138, BN-74, BN-14, BN-26, BN-10, BN-54, BN-70, Bn-75B, Bn-57.

Key Words: *Phaseolus vulgaris*, low temperature stress, durability, breeding

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Sanayi devriminden bu yana, iklimdeki doğal değişkenliğe ek olarak, insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir. Özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaşma, çimento üretimi ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleri sonucunda, atmosferdeki sera gazı birikimleri sanayi devriminden itibaren hızla artmaktadır. Bu yüzden, günümüzde iklim değişikliği, sera gazı yayılımını arttıran insan kaynaklı etkinlikleri de dikkate alınarak tanımlanmaktadır. “İnsan kaynaklı iklim değişikliği” (küresel ısınma), insanoğlunun yalnız bugünkü kuşaklarını değil gelecek kuşaklarını da ilgilendiren en önemli küresel değişiklik konularının başında gelmektedir (Türkeş, 2003). Gelişmiş ülkelerde, alan olarak büyük ve ekonomik olarak güçlü tarım işletmelerinde entansif tarım yapılmaktadır. Bu ülkelerde yüksek seviyede girdi kullanımı, kaliteli tohumluk, gübreler, pestisit, herbisit, mekanizasyon ve yüksek teknoloji bulunmakta, devletler tarım üreticisini desteklemektedir. Bu ülkeler, iklim değişikliklerinin tarıma adaptasyonunu daha hızlı sağlayarak daha az olumsuz etkiler yaşayabilirler. Bitkilerde soğuk stresine karşı dayanım mekanizması birçok faktörün etki ettiği karmaşık bir durumdur. Bu nedenle bunu ortaya çıkarabilmek için birçok önemli faktörün üzerinde durulması gerekmektedir. Öncelikle hücre içi ve hücreler arası don oluşum mekanizması, don oluşumu öncesinde ve bu süreçte dokudaki nem ve kuru madde içeriğindeki değişim, lipitler, protein, bazı aminoasitler, antioksidant enzimler, makro ve mikro besin elementlerindeki değişimlerin incelenmesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Fasulye, dünyada ekim alanı ve üretimi yönünden yemeklik dane baklagiller içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Kuru dane yanında taze sebze olarak da yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Anonymous, 1997). Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerinde, düşük sıcaklığa tolerans seviyeleri araştırılmıştır. Bitkilerin düşük sıcaklık stresinden etkilenme seviyelerini ortaya koyabilmek için bir dizi morfolojik ve fizyolojik parametreler ölçülmüş ve analiz edilmiştir. Denemenin tamamında genç bitki aşamasında çalışılmış, bitkiler

saksılarda substrat kültüründe vermikulit ortamında yetiştirilmiş, meyveye kadar gidilmemiştir. Çalışma, soğuk uygulaması ve kontrol olmak üzere planlanmıştır. Denemeler soğuk stresi uygulaması ve kontrol paralellerini içerecek biçimde her uygulamada 2 saksı ve her saksıda 4 bitki içermiştir. Her genotipten stres ve kontrol koşullarında ayrı ayrı en az 8'şer bitki yer almıştır. İklim odasının kapasitesi sınırlı olduğu için 97 fasulye genotipinin soğuk stresine tepkileri bakımından taranması 3 farklı deneme ile 30+32+35 genotip olacak şekilde arka arkaya takip eden paralel denemeler olarak tamamlanmıştır. Deneme süresince ölçülen parametreler aşağıda sunulmuştur.

1. Görsel olarak bitkilerin 1-5 skalasına göre değerlendirilmesi (6 bitki/genotip/uygulama)
2. Bitki boyu (cm) (4 bitki/genotip/uygulama)
3. Bitki gövde çapı (4 bitki/genotip/uygulama)
4. Yaprak sayısı (adet/bitki) (4 bitki/genotip/uygulama)
5. Yaprak alanı (cm²/bitki) (4 bitki/genotip/uygulama)
6. Yaprak oransal su içeriği (%) (4 bitki/genotip/uygulama)
7. Yaprak membran zararlanması (%) (4 bitki/genotip/uygulama)
8. Yaprak su potansiyeli (4 bitki/ genotip/uygulama MPa)
9. Yaprak osmotik potansiyeli (4 bitki/genotip/uygulama MPa)
10. Bitli yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları (g) (4 bitki/genotip/uygulama)
11. Yaprak stoma geçirgenliği (mmol m⁻²s⁻¹) (4 bitki/genotip/uygulama)

Çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve korelasyon katsayıları belirlenerek önemliliği kontrol edilmiştir. Ayrıca incelenen özelliklerin soğuk stresinde kontrole göre değişim oranları da hesaplanmıştır. Kontrol denemesindeki veriler ile düşük sıcaklık stresine maruz kalan denemedeki veriler birlikte değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaktan büyük keyif aldığım ve bu çalışma konusunu seçmemde bana destek veren, çalışmalarım süresince bilgi, öneri, deneyim ve görüşlerini her zaman benimle paylaşan, yüksek lisans tez programımın yürütülmesi esnasında çalışmalarımı izleyip yön veren değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. H.Yıldız DAŞGAN**'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın çeşitli aşamalarında bilgi ve destekleriyle sürekli yanımda ve yardımcı olan, değerli arkadaşım **Dr. Ehsan TAGİPUR**'a, sevgili arkadaşım doktora öğrencisi **Ayşe ÇOBAN**'a, yüksek lisans öğrencisi **Sevde Nur YILDIZ**'a, Zir. Müh. **Hasan Basri ERTÜRK**'e ve yardımlarını esirgemeyen lisans öğrencilerine teşekkürü borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca hep yanımda olan ve her zaman bana destek veren çok değerli babam **Muzaffer BALIK**'a, tez çalışmam boyunca benden manevi desteğini eksik etmeyen canım annem **Süheyla BALIK**'a, bir an olsun beni yalnız bırakmayan, tez çalışmamı bitirmiş olmamda büyük öneme sahip olan manevi desteklerini sabır içerisinde gösteren kardeşlerim **Leyla BALIK** ve **Fuat BALIK**'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İklim Değişikliği.....	1
1.2. Gelişmiş, Gelişmekte Olan ve Geri Kalmış Ülkelerin İklim Değişikliğinden Etkilenme Düzeyleri	1
1.3. İklim Değişikliği ile Tarım Arasındaki İlişki.....	2
1.4. Soğuk Stresi.....	2
1.5. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerine Etkileri.....	3
1.6. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerinde Fizyolojik Etkileri	4
1.7. Bitkilerde Dona Dayanım ve Soğuk Aklimasyonu	5
1.8. Bitkilerde Hücre İçi ve Hücreler Arası Don Oluşumu	6
1.9. Don Zararı Sürecinde Hücre Membranlarındaki Değişimler	7
1.10. Bitki Öz Suyunda Çözülebilir Maddelerdeki Değişimler.....	8
1.11. Membran Lipit Bileşiminde Değişimler.....	9
1.12. Protein Miktarında Değişimler	9
1.13. Soğuk Stresinin Fotosentez Üzerine Etkileri.....	9
1.14. Fasulye Yetiştiriciliği.....	10
1.15. Fasulye ve soğuk ilişkisi.....	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17

3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem	20
3.3. Ölçülen Parametreler ve Analizler	22
3.3.1. Skala ile Genotiplerin Görsel Olarak Değerlendirilmesi.....	22
3.3.2. Bitki Boyu (cm).....	23
3.3.3. Bitki Gövde Çapı (adet/bitki).....	23
3.3.4. Yaprak Sayısı (adet / bitki)	23
3.3.5. Yaprak Alanı (cm ² / bitki).....	24
3.3.6. Yaprak Oransal Su içeriği (Relatif Water Content) (%)	24
3.3.7. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (Membran Injury Index) – (%)	25
3.3.8. Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa)	26
3.3.9. Yaprak Osmotik Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa).....	26
3.3.10. Bitki Yeşil Aksam Taze ve Kuru Ağırlıkları (g/bitki)	27
3.3.11. Yaprak Stoma Geçirgenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹).....	27
3.3.12. Verilerin Değerlendirilmesi	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	29
4.1. Bitkilerin Yeşil Aksamdaki Zararlanma Seviyelerinin Skala ile Değerlendirilmesi	29
4.2. Bitki Yaprak Sayısı	32
4.3. Bitki Boyu	36
4.4. Bitki Gövde Çapı.....	39
4.5. Yeşil Aksam Taze Ağırlığı	43
4.6. Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı	46
4.7. Yaprak Su Potansiyeli.....	50
4.8. Membran Zararlanma	53
4.9. Yaprak Stoma İletkenliği	57
4.10. Yaprak Osmotik Potansiyeli	60
4.11. Yaprak Oransal Su İçeriği.....	63

4.12. Yaprak Alanı	67
4.13. Tartılı Derecelendirme	71
4.14. Korelasyon Bulguları	79
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ.....	99





ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan genotiplerin kod numarası, adı ve ilk temin edildiği yer bilgileri.....	17
Çizelge 3.2. Tez çalışmasında fasulye bitkilerini substrat kültüründe yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları	21
Çizelge 3.3. Tez çalışması boyunca fasulye bitkilerine farklı uygulamalarda harcanan su miktarları (ml/bitki)	21
Çizelge 3.4. Denemeler sonunda “düşük sıcaklık stresi” altındaki fasulye genotiplerinin kontrole göre % değişimi hesaplanmış, bu değişimler ile gerçekleştirilen tartılı derecelendirme hesabında kullanılan özellikler ve aldığı puanlar	28
Çizelge 4.1. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında 0-5 skala değerlendirmesine göre aldığı puanlar	29
Çizelge 4.2. Düşük sıcaklık stresinin fasulye genotiplerinin yaprak sayısı üzerine etkisi	33
Çizelge 4.3. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında bitki boyu değerleri ve kontrole göre değişim oranları.....	36
Çizelge 4.4. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi ve kontrol koşullarında bitki gövde çapı değerleri ve stres altında kontrole göre değişim oranları	40
Çizelge 4.5. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi ve kontrol koşullarında yeşil aksam taze ağırlığı değerleri ve streste kontrole göre değişim oranları	43
Çizelge 4.6. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yeşil aksam kuru ağırlığı değerleri ve kontrole göre değişim oranları	47

Çizelge 4.7. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yaprak su potansiyeli değerleri ve kontrole göre değişim oranları	50
Çizelge 4.8. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında membran zararlanması değerleri ve kontrole göre değişim oranları	54
Çizelge 4.9. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında stoma geçirgenliği değerleri ve kontrole göre değişim oranları	57
Çizelge 4.10. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ozmotik potansiyele değerleri ve kontrole göre değişim oranları	61
Çizelge 4.11. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yaprak oransal su içeriğine değerleri ve kontrole göre değişim oranları	64
Çizelge 4.12. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yaprak alanı değerleri ve kontrole göre değişim oranları.....	68
Çizelge 4.13. Denemeye alınan fasulye genotiplerinde incelenen bütün parametreler için soğuk stresinde kontrole göre değişim oranları tartılı derecelendirme katsayıları ile çarpılarak elde edilen puanlar	72
Çizelge 4.14. Denemede düşük sıcaklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinde kaydedilen parametrelerin kontrole göre değişim oranlarının tartılı derecelendirme katsayısı ile çarpıldıktan sonra her genotip için tüm parametrelerin hesaplanan puanları toplanara, toplam puan hesaplanmıştır. Bu toplam puana göre en yüksek puan alan genotipten en düşük puan alan genotipe doğru sıralanması sunulmaktadır	78
Çizelge 4.15. Soğuk stresi altındaki fasulye genotiplerinin incelenen parametreler arasındaki korelasyon katsayıları	81
Çizelge 4.16. Soğuk stresi altında fasulye genotiplerinin dayanıklı, orta dayanıklı, duyarlı olarak gösterimi	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Denemedeki kontrol uygulaması fasulye bitkileri yapraklarının görüntüsü	23
Şekil 3.2 Denemede yaprak alanı ölçümünde kullanılan cihazın görünütüsü	24
Şekil 3.3. Membran zararlanma indeksi ölçümü	25
Şekil 3.4. Soilmoisture marka taşınabilir basınç çemberi.....	26
Şekil 3.5. Yaprak Osmotik potansiyel ölçüm cihazı.....	27
Şekil 3.6. Delta T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı	27
Şekil 4.1. Dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü	82
Şekil 4. 2. Orta dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü	83
Şekil 4.3. Duyarlı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü.....	84



SİMGELER VE KISALTMALAR

m ²	: Metrekare
mg	: Miligram
g	: Gram
µl	: Mikrolitre
ml	: Mililitre
L	: Litre
mmol	: Milimol
%	: Yüzde
EC	: Elektriksel İletkenlik
Ca	: Kalsiyum
P	: Fosfor
N	: Azot
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
pH	: Power of Hidrojen
MII	: Membrane İnjury İndex
ABA	: Absisik asit
MPa	: Mega Paskal



1. GİRİŞ

1.1. İklim Değişikliği

Sanayi devriminden bu yana, iklimdeki doğal değişkenliğe ek olarak, insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir. Özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaşma, çimento üretimi ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleri sonucunda, atmosferdeki sera gazı birikimleri sanayi devriminden itibaren hızla artmaktadır. Bu yüzden, günümüzde iklim değişikliği, sera gazı yayılımını arttıran insan kaynaklı etkinlikleri de dikkate alınarak tanımlanmaktadır. “İnsan kaynaklı iklim değişikliği” (küresel ısınma), insanoğlunun yalnız bugünkü kuşaklarını değil gelecek kuşaklarını da ilgilendiren en önemli küresel değişiklik konularının başında gelmektedir (Türkeş, 2003). İklim değişikliği; deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, şiddetli hava olaylarının artmasına sebep olmaktadır. Doğanın dengesinin bozulması nedeniyle, taşkınların ve sellerin daha sık görülmesi ve etkilerinin kuvvetlenmesi, çölleşme, salgın hastalıklar, vahşi yaşam türleri ile birlikte insan sağlığının bozulmasına da neden olmaktadır. Bu durum sosyo-ekonomik sektörleri ve ekolojik sistemleri doğrudan etkilemektedir.

1.2. Gelişmiş, Gelişmekte Olan ve Geri Kalmış Ülkelerin İklim Değişikliğinden Etkilenme Düzeyleri

Gelişmiş ülkelerde, alan olarak büyük ve ekonomik olarak güçlü tarım işletmelerinde entansif tarım yapılmaktadır. Bu ülkelerde yüksek seviyede girdi kullanımı, kaliteli tohumluk, gübreler, pestisit, herbisit, mekanizasyon ve yüksek teknoloji bulunmakta, devletler tarım üreticisini desteklemektedir. Bu ülkeler, iklim değişikliklerinin tarıma adaptasyonunu daha hızlı sağlayarak daha az olumsuz etkiler yaşayabilirler. Geri kalmış veya gelişmekte olan ülkelerde ise, çoğunlukla alan olarak küçük ve ekonomik olarak zayıf işletmelerde tarım yapılmaktadır. Girdi kullanımı yetersiz veya sınırlı, ileri teknoloji yerine geleneksel

teknikler kullanılmaktadır. Bu ülkelerde, devletler tarım üreticisine desteklemede ekonomik olarak yetersiz kalmaktadır. İklim değişikliğine çok hassas olan bu ülkeler, yeni koşullara adaptasyonda yetersiz ve başarısız olabilmektedirler. Bu ülkeler tarıma bağımlı ve dayanıklı bir ekonomik yapı sergilemektedir (Daşgan, 2010).

1.3. İklim Değişikliği ile Tarım Arasındaki İlişki

Bilim çevreleri, günümüzde iklim değişikliğinin yaşandığı ve gelecekte etkilerini arttırarak yaşanmaya devam edeceği konusunda büyük oranda fikir birliğine sahiptirler. İklimde süregelen bu değişikliklerin olumsuz etkileri, yaşadıkları bölge ve yaşam koşulları nedeniyle zaten dezavantajlı konumda olan halkları daha çok etkileyebilmektedir. Özellikle tarımla uğraşan ve kırsal bölgelerde yaşayan yoksul halk, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini çok daha fazla hissetmektedirler. Tarımsal faaliyetler, dünya üzerinde artan sera gazlarının yaklaşık %20'sinden sorumludur (Pathak ve Wassmann, 2007). Tarımsal faaliyetler sonucu (enerji tüketimi, üretim, hayvan yetiştirme, gübreleme, ilaç vb.) CO₂, CH₄ ve N₂O gibi sera gazları açığa çıktığından, tarımsal üretim iklim değişikliğinin sebepleri arasında sayılmaktadır (Houghton, 2003). Günümüzdeki iklim değişikliği senaryolarına göre ilerleyen yıllarda, tarım ürünlerinde ve doğal olarak sebze üretiminde kesin düşüşler beklenmektedir. Bununla birlikte, yüksek enlem derecelerindeki bölgelerde, su varlığı koşullarında, CO₂'in fotosentezi artırıcı etkisi ile bu olumsuzluk bir miktar hafifletilebilir. Bu bölgelerde verimlilik azalma oranı nispeten daha düşük olacaktır tahmini yapılabilir.

1.4. Soğuk Stresi

Soğuk stresi genellikle 0-15 °C arasında değişen sıcaklıklarda görülür. Sıcak seven tropik ve yarı tropik bitkiler 15 °C'ın altındaki sıcaklıklarda soğuk stresine girerler. Soğuk iklim bitkileri ise bu sıcaklıklara adapte olarak gelişimlerini sürdürebilirler.

Kuraklık, yoğun ışık ya da hava kirliliği gibi diğer çevresel streslerden farklı olarak soğuk, bir bitkinin her bir hücresindeki her bir molekülün termodinamik mikroklimasında büyük, anlık ve eş zamanlı değişiklik gösterir (Kratsch ve Wise, 2000). Her bitkinin normal büyüme ve gelişim gösterebilmesi için, belirli bir optimum sıcaklık derecesi gerekmekte ve bu sıcaklık derecesinin altındaki sıcaklıklar bitkilerde soğuk stresi olarak algılanmaktadır. Ayrıca, belirli sıcaklık koşulları bir bitki için optimum olurken, diğer bitki için strese neden olabilmektedir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Soğuk stresinden etkilenmelerine göre bitkiler 3 gruba ayrılırlar;

1. Soğuğa hassas olanlar: 12°C'nin altındaki sıcaklıklardan zarar görürler.
2. Soğuğa toleranslı fakat donma duyarlı olanlar: 12°C'nin altındaki sıcaklıklara uyum sağlayabilir, fakat donma sıcaklıklarında hayatta kalamazlar.
3. Donmaya toleranslı olanlar: donma sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda hayatta kalabilirler ve bu sıcaklıklara uyum sağlayabilirler.

Soğuk ve donma streslerinin doğası farklıdır. Soğuk stresi, hücreler üzerine düşük sıcaklığın doğrudan etkisidir. Donma ise dolaylı olarak rol oynar, hücreleri buz oluşumu ile zarara uğratar (Pearce, 1999).

1.5. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerine Etkileri

Sıcaklık doğal bitki topluluklarının yeryüzündeki normal dağılışında etkili olan belirleyici bir faktördür. Pek çok bitki tür ve çeşidi kendi genetik özellikleri çerçevesinde canlılıklarını sürdürebilmek için çoğu kez sınır dereceleriyle karşı karşıya kalabilmektedir. Dünya üzerinde karasal alanın yaklaşık %25'lik kısmı 15°C'nin altına düşmeyen ve don zararı açısından güvenilir olan bölgelerden oluşmaktadır. Geri kalan bölgelerde belirli dönemlerde sıcaklığın 0°C'nin altına düşmesi nedeniyle özellikle hassas bitkiler zarar görebilmektedir (Sakai ve

Larcher, 1987). Bitkiler, maruz kaldıkları soğuk streslerini tolere edebilmek için stratejiler geliştirirler. Ancak, aşırı düşük sıcaklıklara maruz kaldıklarında bitkilerin geliştirdikleri bu stratejiler yeterli olmayıp, bitkilerde zarar meydana gelir. Donma derecesinin üzerindeki düşük sıcaklıklarda meydana gelen soğuk zararı, bitkinin soğuğa maruz kalmasıyla tetiklenen fiziksel ve/veya fizyolojik değişikliklerdir. Fizyolojik değişiklikler birincil (primer) ve ikincil (sekonder) zarar olarak ikiye ayrılabilir. Birincil zarar, bitkide fonksiyon bozukluğuna neden olan ilk hızlı tepkidir. Fakat, bu fonksiyon bozukluğu geri dönüşümlü olup, sıcaklığın normal koşullara yükselmesi sonucunda kolayca düzelebilir. İkincil zarar ise birincil zararın bir sonucu olarak ortaya çıkan fonksiyon bozukluklarıdır ve geri dönüşümlü olmayabilir. Bununla beraber, karakteristik soğuk zararının görsel belirtileri, ikincil soğuk zararından kaynaklanır (Rab ve Saltveit, 1996).

Bitkilerde meydana gelen soğuk zararı belirtileri; soğuğa maruz kalma süresine, bitkiye (genotipe), bitkinin gelişim evresine, soğukla temas eden dokuya, rüzgara, suya, besinlere ve ışık gibi diğer çevresel koşullara bağlı olarak değişir (Saltveit ve Morris, 1990). Genel olarak bu belirtiler; bitki büyüme hızının azalması, yaprak genişliğinin azalması, hücresel otolizin ve yaşlanmanın artması, programlanmış hücre ölümleri, ışıktaki fotooksidasyon sonucu klorofil kaybı nedeniyle klorozis oluşumu, hücre zar yapılarının bozulması ve bunun sonucunda hücresel bütünlüğün bozulması, protoplazmik akışın en az düzeye inmesi ve nekrozis olarak özetlenebilir (Saltveit ve Morris, 1990; Kratsch ve Wise, 2000; Mahajan ve Tuteja, 2005; Bertamini ve ark., 2007; Reymen ve ark., 2007).

1.6. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerinde Fizyolojik Etkileri

Duyarlı bitkilerde soğuk stresinin ilk belirtisi, toprakta yeterli su bulunmasına rağmen bitki yapraklarının solmasıdır. Bu durum üç nedenle gerçekleşir;

- a) Düşük sıcaklıkta köklerde hücre zarlarının geçirgenliğinin azalması nedeniyle yeterli suyun alınamaması,
- b) Suyun viskozitesinin artması (viskozite, akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direnç olarak tanımlanabilir. Ters akışkanlık),
- c) Soğukta gözeneklerin açık kalması ya da çok az kapanması,

Bu nedenlerden dolayı aynı zamanda su stresi de oluşmaktadır. Ancak su stresinin oluşması, bitki için soğuğa karşı direnç sağlayacağından, koruyucu bir duruma da neden olmaktadır. Sıcaklığın yavaş düşmesi bitkinin su miktarını kademeli olarak azaltmasına imkan vereceğinden donmasını ve zarar görmesini önleyebilmektedir. Bitkiler, önceden düşük, ancak zarar oluşturmayan sıcaklıklara maruz bırakıldıklarında dirençleri artmaktadır ve buna da “Alıştırma” denilmektedir. Alışma, yavaş ve göreceli ise düşük sıcaklık zararı en aza iner. Isı şoku olarak isimlendirilen, 0°C’ ye yakın sıcaklıklara aniden maruz bırakma zarar riskini çok artırır. Diğer yandan donma zararı, suyun donma noktası altındaki sıcaklıklarda oluşur. Üşütücü sıcaklıkta olduğu gibi, donmaya karşı toleransın uyarılması için belli bir süre düşük sıcaklıklara alıştırmak gerekir (Taiz 2008).

Bitkilerde soğuk stresine karşı dayanım mekanizması birçok faktörün etki ettiği karmaşık bir durumdur. Bu nedenle bunu ortaya çıkarabilmek için birçok önemli faktörün üzerinde durulması gerekmektedir. Öncelikle hücre içi ve hücreler arası don oluşum mekanizması, don oluşumu öncesinde ve bu süreçte dokudaki nem ve kuru madde içeriğindeki değişim, lipitler, protein, bazı aminoasitler, antioksidant enzimler, makro ve mikro besin elementlerindeki değişimlerin incelenmesinin önemli olacağı düşünülmektedir.

1.7. Bitkilerde Don Dayanım ve Soğuk Aklımasyonu

Soğuklardan en fazla etkilenen organlar çiçek tomurcuklarıdır. Bunlar da özellikle açmaya başladıkları dönemlerde soğuklara çok duyarlıdırlar. Çiçek tomurcuklarının soğuklara dayanıklılığı, içinde bulundukları gelişme periyoduna

göre değişmektedir. Bu tamamen bitkinin içindeki metabolik değişimlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin, dinlenme halindeki hücrelerde şeker oranının ve proteinlerin artışı hücre içindeki buz oluşumunu azaltarak dona dayanıklılığı arttırmaktadır (Küden ve ark. 1998).

Bitkiler sonbahar döneminde doğal aklimasyon sürecine geçerek soğuklara daha dayanıklı olabilmektedirler (Dalmannsdottir ve ark. 2001). Soğuk aklimasyonu sadece donma derecesinde olmayan düşük sıcaklıklara değil, aynı zamanda kuraklık ve ABA gibi farklı uyartıcı etkenler tarafından da tetiklenmektedir (Howarth ve Ougham, 1993). Bünyesel ABA içeriğinin soğuk uygulanmış bitki dokularında artış gösterdiği belirlenmiştir (Bertr ve ark. 1997).

Soğuk aklimasyonu, düşük sıcaklığa tepki gösteren bitkilerde fizyolojik ve metabolik değişimlerin bir kombinasyonundan kaynaklanan yüksek derecede aktif bir süreçtir (Steponkus, 1984). Soğuğa aklimasyon sürecinde pek çok olay maksimum dayanım kazanılmasında etkindir. Bunlar; çevresel değişimlerle beraber hormonal değişimler, değişen gen aktivitesi ve yeni gen ürünleri, çözünebilir maddelerin birikiminde ve lipid bileşiminde oluşan değişimler şeklinde belirtilebilir (Howarth ve Ougham, 1993). Dokulardaki suyun aşırı soğuma durumu ve antifiriz özellikteki maddelerin (krioprotektan) birikimi don stresinden korunmada etkili olabilmektedir.

1.8. Bitkilerde Hücre İçi ve Hücreler Arası Don Oluşumu

Bitkiler donma sıcaklıklarına maruz kaldıklarında neler olduğunun bilinmesi için, suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile donma olayının bilinmesi gerekir. Saf suda 0 °C'de katıdan sıvıya veya sıvıdan katıya bir faz geçişi söz konusudur. Donma olayı karmaşık bir olaydır. Don zararı, hücreler arası don oluşumu ve hücre içinde dehidrasyon ile tolere edilmeye çalışılır (Lewitt, 1980). Bazı organ ve dokular aşırı soğuma ile dondan korunur. Aşırı soğumanın sınırları aşıldığında hücre dışında buz kristalleri oluşur. Hücre içinden dışarıya meydana gelen su kaybı tolere edilecek seviyeyi aşınca ölüm meydana gelir. (Pearce, 1999).

Hücre içi don oluşumu doğada yaygın değildir. Ancak hücrelerarası don, tüm ılıman iklim bölgelerinde kış sürecinde bitkilerde meydana gelmektedir. Çözülebilir kuru maddenin daha düşük konsantrasyonu ve buz oluşumunu sağlayan nükleatörlerin varlığından dolayı, buz oluşumu hücrelerarası boşluklarda başlar (Pearce, 1988).

Hücrelerarası don, buz çekirdeklerinin oluşumu ile soğuma şiddeti gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Palta ve Weiss, 1993). Hücrelerarası buzun kademeli olarak artışı, hücrelerden suyu dışarı çekmektedir. Hücrelerarası buz oluşumu neticesinde oluşan dehidrasyon ve mekanik stresler don zararına büyük oranda katkı sağlamaktadır (Sakai ve Larcher, 1987). Burada meydana gelen buz kristallerine maruz kalma süresi, donma ve erime oranları, erime sonrası koşullar da zararı etkileyebilir. Donma süreci ve don zararının derecesi bitkinin anatomik yapısı, yaşı ve su içeriği tarafından da etkilenmektedir (Palta ve Weiss, 1993).

1.9. Don Zararı Sürecinde Hücre Membranlarındaki Değişimler

Donma sıcaklığına maruz kalan buğday bitkilerinden izole edilen membranlarda lipit peroksidasyonu belirlenmiştir (Pukacki ve ark. 1991). Yapılan çalışmalar sonucunda don stresinin membranlarda süperoksit oluşumunu hızlandırdığı belirlenmiştir. Hücreler arası su donduğu zaman, buz-su oluşumunun dışında kalan bitki özsuyunda çözünmüş olan maddeler dokuların bünyesinde tutulmaya devam etmektedir (Kendall ve McKersie, 1989).

Sudaki oksijenin çözünürlüğü daha düşük sıcaklıklarda arttığından, oksijen don stresi süresince kolayca hücrelere yayılır. Oksidasyon (yükseltgenme) ve redüksiyon (indirgenme) reaksiyonları ile ilişkili elektron taşıma zincirleri ve enzimler don dehidrasyon zararı nedeniyle bozulmaktadır. Elektronlar vericilerden alıcılara düzenli şekilde aktarılamaz. Bu nedenle taşıma zincirlerinden dışarıya sızan elektronlar süperoksit (O_2^-) veya moleküler oksijen oluşumunu artırmaktadırlar. Aktif oksijen türevlerinin oluşumu, membran lipitlerinin bozulmasını hızlandırmakta ve serbest yağ asitleri ve/veya peroksidasyon

ürünlerinin birikimine neden olmaktadır (Shewfelt, 1992). Genel olarak don zararı sonucunda; membran yarı geçirgenliğinin bozulması, iyonların aktif taşınımında kayıplar, fosfolipitlerin bozulması ve membranların fiziksel yapısındaki faz değişimi meydana gelmektedir (Lewitt, 1980). Sitoplâzma ve onu çevreleyen plazma membranının yarı geçirgen özelliği donma/erime süresince suyun içeriye/dışarıya akışını kontrol etmede önemli bir role sahiptir. Hücre içindeki çözünabilir maddelerin dışarıya çıkmasını engelleme ve en önemlisi hücrelerarası buzun plazma membranı içindeki bölgeye zarar vermesini önlemektedir. Donma/erime süresince bu yapısal ve fonksiyonel özelliklerin sürekliliği canlılığın devam ettirilmesinde önemlidir (Lewitt, 1980).

Hücre membranları temel olarak lipit ve proteinleri içerdiklerinden, membran zararı ya lipit ya da protein veya her ikisinde değişimlerin meydana gelmesi şeklinde oluşmaktadır. Plazma membranının zarar görme mekanizması üzerinde yapılan çalışmalarda, don zararı sonucunda proteinlerdeki sulfhidril (SH) gruplarının oksidasyonu, plazma membranı H⁺-ATPaz aktivitesinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Palta ve Weiss, 1993).

1.10. Bitki Öz Suyunda Çözülebilir Maddelerdeki Değişimler

Düşük sıcaklıkların etkili olduğu yerlerde yaşamını devam ettiren bitkilerin suda çözülebilir karbonhidrat ve aminoasitleri biriktirdiği ve bunların dona dayanımda etkili olduğuna yönelik çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Frukthanlar, sakkaroz, polyol (polihidrik alkol türevi) ve prolin gibi maddelerin, bitkiler düşük sıcaklığa maruz kaldığı periyotlarda bünyelerinde biriktiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Smirnoff, 1995).

Karbonhidratlar bitkilerde soğuğa dayanımda temel kriyoprotektanlardır. Sakkaroz dona dayanıklı bitkilerde en yaygın şekilde bulunmaktadır. Karbonhidrat seviyesinin uzayan düşük sıcaklık süresince 10 kata kadar bir artış gösterdiği ve bu birikimin dona dayanımda etkili olduğu belirlenmiştir (Guy, 1990). Ayrıca

poteinlerin etrafında bulunan suyun muhafaza edilmesine de yardımcı olarak dayanıma katkı sağlamaktadır (Smirnoff, 1995).

1.11. Membran Lipit Bileşiminde Değişimler

Membranlardaki doymamış yağ asitleri miktarının sıcaklık azaldıkça artış gösterdiği, yapılan farklı çalışmalarda belirlenmiştir. Hücre membranlarındaki lipitlerin doymamışlık derecesi soğuk toleransına önemli derecede olumlu tesir etmektedir.

Soğuk aklımasyonu sürecinde bitki membran lipit bileşimlerindeki kalitatif ve kantitatif değişimler, dona dayanımının artması ile ilişkilendirilmektedir (Uemura vd. 1995). Değişen sıcaklıklara membranların adapte olması için yağ asitlerinde çift bağ sayısı, pozisyonu veya yağ asitleri arasındaki zincir uzunluklarında değişimler meydana gelmektedir (Nilsen ve Orcutt, 1996).

1.12. Protein Miktarında Değişimler

Bitkilerin dona dayanıklılık fizyolojisinde aminoasitlerin ve proteinlerin de rolü bulunmaktadır. Genellikle bitkilerin düşük sıcaklığa maruz kalması sırasında bünyelerindeki çözünebilir protein miktarının oransal olarak arttığı, dona dayanıklı tür ve çeşitlerde bu oranın daha yüksek, dayanıksız çeşitlerde ise daha düşük olduğu ifade edilmektedir (Ertürk ve Güler, 2007). Soğuk aklımasyonu süresince biriken özel proteinlerden bazıları antifiriz protein özelliği göstermektedir (Pearce, 2001). Antifiriz proteinler (AFPs), buz kristalinin şekli ve oluşumunu değiştirme özelliğine sahiptir ve buzun yeniden kristalizasyonunu engeller. Bunun sonucunda don zararından hücrelerin korunmasına katkı sağlarlar.

1.13. Soğuk Stresinin Fotosentez Üzerine Etkileri

Fotosentez, ışık enerjisini biyokimyasal olarak kullanılabilen kimyasal potansiyel enerjiye (ATP) ve redoks potansiyel enerjisine (NADPH), kloroplast tilakoid zarlarının bileşenleri aracılığıyla dönüştüren başlıca mekanizmadır.

Fotosentezin birincil reaksiyonları sıcaklığa bağımlı değildir ve ışık enerjisini yakalamak ve bu enerjiyi redoks potansiyel enerjiye aktarmak için fotosistem (PS) I ve PSII tarafından katalizlenirler. Buna karşılık, sıcaklığa bağımlı biyokimyasal reaksiyonlar bu redoks potansiyel enerjisini kararlı NADPH formuna dönüştürür (Paul ve Foyer, 2001; Ensminger ve ark., 2006). Bu sıcaklığa bağımlı reaksiyonlar soğuk stresi koşullarında inhibe olurlar (Foyer vd., 2002).

Düşük sıcaklıklar kinetik etkiler yüzünden tüm metabolik reaksiyonları yavaşlatır. Ancak, özellikle fotosentez açısından iki duyarlı metabolik reaksiyon vardır; bunlar CO₂ fiksasyonu ve stoma açıklığını düzenleyen reaksiyonlardır. Bu nedenle, stomanın su kaybını düzenleme yeteneğinin ve CO₂ değişiminin engellenmesi yaprakların soğuğa maruz kalmalarının iki önemli sonucudur. Kök zarından su geçirgenliğinin azalması nedeni ile stoma açıklığı düşük sıcaklıklarda genellikle azalır (Vernieri ve Lenzi 2001). Düşük sıcaklıklarda fotosentez ve transpirasyon ağı arasında karşılıklı bir ilişki birçok bitkide gözlemlenmiş olsa da, azalan stoma kontrolü azalan fotosentezin tek nedeni değildir. Alternatif olarak zarar, CO₂ fiksasyonunda yer alan enzimlerde (Allen ve ark, 2001), fotosentezin geri bildirim inhibisyonunu sağlayan şekerlerin yapraklardan havuzlara yer değiştirmesinde ve/veya yavaş stomatal karşılık verme ya da köklerin su geçirgenliğinin azalması nedeniyle değişen su ilişkileri yüzünden meydana gelebilir (Yang ve ark., 2005).

1.14. Fasulye Yetiştiriciliği

Fasulye, dünyada ekim alanı ve üretimi yönünden yemeklik dane baklagiller içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Kuru dane yanında taze sebze olarak da yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Anonymous, 1997). Fasulyenin kökenini bazı araştırmacılar Hindistan, bazı araştırmacılar ise Avustralya ve Afrika olarak bildirmiştir. Ancak son yıllarda fasulyelerin kökeninin Amerika olduğu ileri sürülmüş ve kabul edilmiştir. Kültür fasulyesinin yabani formu tam olarak bilinmemekle birlikte, Meksika ve Orta Amerika'daki tek veya çok yıllık sarılıcı

formların olduğu tahmin edilmektedir. Bodur formlarda yabani fasulye bulunmamakta olup, mutasyon sonucu ortaya çıktığı belirtilmektedir. Meksika’da çok eski yıllardan beri fasulye tarımının yapıldığı saptanmıştır. Fasulye Amerika’nın keşfinden sonra İspanyollar tarafından Avrupa’ya getirilmiş, buradan da Asya’ya geçirilmiştir. Ülkemizde fasulye tarımının diğer yemeklik baklagillerden sonra başladığı ve yaklaşık 200 yıldan beri kültürünün yapıldığı tahmin edilmektedir. (Anlarsal, 2005). Ülkemizde en fazla üretimi yapılan sebze türlerinden birisi olan fasulyenin hem sahil, hem de iç bölgelerimizde yetiştiriciliği yapılmaktadır ve 1000 m’den daha yukarılarda kolaylıkla yetişmektedir. Üretim genellikle açık tarla şartlarında sırik ve bodur tiplerle yapılmaktadır (Tunar, 2007). Fasulye, insan gıdası olarak dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli *Leguminoceae* türüdür. Kültürü yapılan fasulye türleri arasında %90 ağırlıkla *Phaseolus vulgaris* L. yetiştiriciliği yapılmaktadır (Graham and Ranalli, 1997). Ülkemizin hemen hemen bütün bölgelerinde yetiştirilebilecek iklim aralığını bulabilen fasulye bitkisi, toplam 258.000 ha alanda yılda 632.301 ton taze ve 215.000 ton kuru tüketim amacıyla üretilmektedir (FAO, 2014). Yurdumuzun pek çok bölgesinde yöresel olarak yetiştirilen önemli gen kaynakları bulunmaktadır. Bu fasulyelerin pek çoğu keşfedilmemiş ve koruma altına alınmamış olabilir. Taze bakla şeklinde, kuru dane olarak, kurutulmuş veya salamura yapılmış bakla olarak, barbunya fasulyesi olarak ve daha pek çok farklı şekillerde (dondurarak vb.) değerlendirilerek yıl boyunca geleneksel Türk mutfağında yer almakta ve insanımızın beslenmesine katkıda bulunmaktadır. Fasulyenin kuru daneleri yanında, sebze olarak olgunlaşmamış meyve ve daneleri kullanılmaktadır. Taze meyve ve danelerinde %90 dolaylarında su bulunmaktadır. Kuru danelerinde ham protein oranı, çeşit ve yetiştirme tekniğine göre değişmekle birlikte ortalama %25’dir. Fasulye proteini; Lysin, Leucine, İsoleucine aminoasitleri yönünden oldukça zengin, Methionin, Tryptophan ve Cystine bakımından fakirdir. Dane, yeşil olgunluk döneminde fazla, kuru olgunluk döneminde ise daha az A vitamini (karoten) ve C vitamini içermektedir (Anlarsal, 2005).

1.15. Fasulye ve soğuk ilişkisi

Fasulyede tohum çimlenmesi, genotiplere göre değişmekle beraber 7-10°C de durmakta, çok az sayıda varyete 10°C'nin altında iyi bir çimlenme gösterebilmektedir (Dickson, 1971; Dickson ve Boetger, 1984). İlkbahardaki düşük toprak sıcaklıkları, soğuğa hassas bir tür olan fasulyede bir taraftan tohum çürümeye neden olarak çimlenme hız ve yüzdesini düşürürken, diğer taraftan hızlı su alımına bağlı olarak su emme zararını artırmakta ve bunun sonucunda fide oluşumu, genotiplere göre değişmek üzere, önemli ölçüde zayıflamaktadır (Dickson ve Boetger, 1984). Diğer taraftan, ilkbaharda fide büyümesinin ilk dönemlerinde sık sık 15°C'nin altına inen sıcaklıklar fide gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Drijfhout ve ark., 1991). Beyaz tohumlu ve düşük tanin içeriğine sahip fasulye genotiplerinin, renkli ve yüksek tanin içeriğine sahip genotiplere oranla çevre şartlarına daha fazla hassasiyet göstermelerine bağlı olarak çıkış yapan fide sayısında azalma, zayıf gelişme ve düşük verim gibi dezavantajları bulunabilmektedir (Dickson ve Boettger, 1977; Powell ve ark., 1984).

Fasulyede soğuğa ve dona tolerans bakımından önemli genotipik farklılıklar bulunmakta (Guye ve ark., 1987) ve soğuk toleransının yüksek olduğu fasulye genotiplerinde, sıcaklık 10-12°C'ye yükselmeden çimlenme meydana gelmemektedir (Dickson ve Boetger, 1984). Burada sunulan tez çalışmasının 2 önemli amacı bulunmaktadır;

1. Soğuğa tolerans yönünden farklı tepkilerin beklendiği 97 adet genotipten oluşan bir gen kaynağı taranmasıdır.
2. Soğuk stresine tolerant fasulye genotiplerinin erken bitki gelişme aşamasında seçilmesinde kullanılacak parametrelerin belirlenmesi, böylece çok sayıda genotipin söz konusu olduğu, geniş genetik materyalin taranmasında zaman, işçilik ve ekonomik tasarruf sağlanabilmesidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Chen (2005), bezelye ve fasulye türlerini dört gün boyunca 10°C 'de stres koşullarına tabi tutarak, hangi türün soğuğa daha toleranslı olduğunu araştırmıştır. İkinci ve üçüncü günde 10°C' de MDA, SOD, CAT ve POD içerikleri bezelyenin hipokotil hücrelerinde önemli ölçüde artış göstermiştir. Fasulyede ise bu artış sadece SOD içeriğinde görülmüştür. Diğer fizyolojik indeksler fasulyede kontrol grubuna kıyasla farklılık göstermemiştir. Bezelyenin hipokotil hücrelerinde SOD ve POD aktivitesi sürekli olarak en üst düzeyde görülmüştür. Çalışmanın sonucuna göre; 1. Bezelyenin hipokotil hücrelerinin plastitlerinde fasulyeye göre daha fazla nişasta birikimi görülmüştür. 2. Her iki türde merkezi vakuel iki küçük vakuole bölünmüş, mitokondri sayısı artmış ve hepsi bir arada toplanmıştır. Soğuğa maruz bırakılan bezelyenin, koruyucu enzimleri ve ultra yapılarının aktiviteleri incelendiğinde, sadece hipokotillere geçici olarak zarar verildiği gözlemlenmiştir.

Gharib ve Hegazi (2010), yaptıkları çalışmada soğuk stresinde salisilik asidin (SA)'in etkilerini laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. Altı farklı fasulye çeşidinin tohumları 10^{-4} M salisilik asid içeren suda 6 saat bekletilmiştir. Kontrol grubu tohumları ve uygulama yapılan tohumlar 15°C ve 25°C karanlıkta çimlenmeye alınmıştır. 25 °C 'de 9 gün sonra ve 15°C'de 30 gün sonra tohumlar çimlenmiştir. Tohumların çimlenme ve büyüme oranları uygulamadan sonra önemli ölçüde azalmıştır. IAA (indolasetik asid), GA (giberellik asid) ve ABA (abscisik asid) içerikleri 15°C de artış göstermiştir. Bu çalışmanın sonucu SA'nın soğuk stresine neden olan sebepleri engellediğini göstermiştir.

Fukuta (2006) yaptığı çalışmada, 41 farklı bakla çeşidinde donma toleransı ve büyüme karakterlerinin ilişkisini araştırmıştır. Bakla türleri 36 ve 61 gün karla kaplanmış ve bu çeşitlerin buza tolerans farklılıkları incelenmiştir. Altmış bir günün sonunda 2 çeşit bakla çeşidi hayatta kalabilmiş, geriye kalan 39 çeşit ciddi anlamda hasar görmüştür. Otuz altı günün sonunda 4 çeşit hasar görürken, 37 çeşit hayatta kalmıştır. Bu sonuçlar, 41 bakla çeşidini üç farklı gruba ayırmıştır

(dayanıklı, orta, hassas). ayrıca bu üç grup aynı koşullarda donma stresine tabii tutulmuştur. Hassas olan grupta soğuk zararlanması ve büyüme karakterleri arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Dayanıklı çeşitlerin kontrol grubuna göre, daha kısa boylu oldukları, yeşil aksamalarının yaş ağırlığı ve kuru ağırlıklarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hassas çeşitlerde ise çiçek taslaklarının oluşumu kontrol grubuna göre büyümenin erken evresinde gözlemlenmiştir.

Chin-Wen (2003) yaptığı çalışmada, fasulye ve bezelye yapraklarına tabii tuttuğu H_2O_2 'nin donma toleransını artırdığını tespit etmiştir. 200 mM'lık H_2O_2 'de 4 °C'de 36 saat bekletilen fidelerin yaşama oranları %30 dan %70 e kadar artmıştır. Aynı uygulamada, elektrolit miktarları %66'dan % 21'e düşmüştür. Bu denemede ABA ve H_2O_2 birleştirildiği zaman glutatin içeriğinde bir değişiklik gözlemlenmemiş ancak, yaşam oranında düşme gözlemlenmiştir. ABA ve H_2O_2 tek tek uygulandığında, yaşama oranlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonucuna göre, H_2O_2 'nin sebep olduğu glutatin içeriğinin artışının donma toleransını artırdığı belirlenmiştir.

Rodino ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, fasulye tohum genetik materyalini tanımlamak ve potansiyel üretim ve düşük sıcaklığa dayanıklılık ıslahı için genotiplerin tolerans seviyelerini ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Otuzüç fasulye tohumu kontrollü şartlarda iki farklı sıcaklık ortamında (17 °C gündüz/15 °C gece) ve (14 °C gündüz /8 °C gece) çimlenmeye alınmıştır. Agronomik karakterler arasındaki farklılıklar, çimlenme için düşük sıcaklıklarda anlamlı bulunmuştur. Ticari çeşitler olan Painted Lady Bi-color, Scarlet Emperor, Ruanda çeşidi NI-15c ve İspanya çeşitleri olan PHA-0013, PHA-0133, PHA-0311, PHA-0664, ve PHA-1025 en iyi çimlenme oranını göstermişlerdir.

Düşük sıcaklık stresine hassas bitkiler birkaç saat süreyle çok düşük (0-10°C) sıcaklıklara maruz kaldığında ilk gözlenen semptomlar sap ve yaprakların turgorunu kaybetmesi ve bunu takiben yaprak dokularının ölmesi ve kurumasıdır. Hassas bitkilerde soğuk stresinin neden olduğu solma ve kurumalar, kök

sisteminden yeşil aksama gelen su miktarındaki azalmanın, başka bir deyişle, köklerin hidrolik iletkenliğinin kaybolmasının bir sonucudur. Buna ilave olarak, düşük sıcaklıklarda bitkilerin turgorunu kaybederek stomatal kontrolün bozulması, su kaybını daha da arttırmaktadır. Fotosentezin engellenmesi düşük sıcaklığa karşı bir öncül reaksiyondur. Üşüme zararının fotosenteze etkisi, orta ya da yüksek ışıık yoğunluğuyla birlikte çok daha şiddetli olabilmektedir (McKersie ve Leshem, 1994). Üşüme zararı, membranlarda ve fotosistemlerde ikincil zararlara neden olan serbest oksijen radikallerini kısmen artırmaktadır (McKersie ve Leshem, 1994; Eker 2002).

Levitt (1980) bitkileri düşük sıcaklığa tepkilerine göre 6 reaksiyon sınıfına ayırmıştır :

- 0 °C'nin üstünde düşük sıcaklığa hassas olanlar
- 0 °C'ye yakın sıcaklığa veya hafif dona hassas olanlar
- -5 °C'ye kadarki sıcaklıklarda hayatta kalanlar (az dayanıklılar)
- -5°C'den -10 °C'ye kadarki sıcaklıklarda hayatta kalanlar (orta dayanıklılar)
- -10°C' dan -20 °C' ye kadarki sıcaklıklarda hayatta kalanlar (çok dayanıklılar)
- Dona aşırı derecede dayanıklı olanlar (bunlar bünyelerindeki suyu donmadan soğutma yeteneğiyle karakterize edilirler)

Düşük sıcaklığa maruz kalan dokularda membran tahribatından dolayı elektrolit çıkışının artması iyi bilinen bir olaydır (Zauralov ve Lukatkin, 1985). Kış aylarında seralarda yetiştirilen domates ve meyvesi tüketilen diğer sebze türlerinde karşılaşılan ve verimi direk olarak etkileyen en önemli sorunlardan birisi, düşük meyve tutumu problemidir. Düşük sıcaklık koşullarında (geceleri minimum sıcaklıkların 10-12 °C'nin altına düşmesi), erkek organlarda oluşan polenlerin az

olması veya hiç oluşmaması ya da oluşan polenlerin canlılık ve çimlenme yeteneklerinin düşük olması, çiçek organları ile eşey hücrelerinde deformasyonların ve gelişme bozukluklarının görülmesi gibi faktörler verimi büyük ölçüde düşürmektedir (Dasgan ve ark., 1994; Dasgan ve ark., 1999).

Gilbert ve ark., (2011) bitki gen kaynakları koleksiyonlarındaki genetik varyasyonu belirlemek amacıyla, uygun stratejiler belirlemeye çalışmışlardır. Genotip sayısının fazlalığı ve her bir genotipin içinde var olabilecek varyasyonun, moleküler biyoloji tekniklerinin kullanılmasında sınırlamalar getirebileceğini, moleküler biyoloji tekniklerinden hızlı, basit ve güvenilir olanlarının ve uygun stratejilerinin belirlenmesinin bu sınırlamaları ortadan kaldıracabileceğini açıklamışlardır, ISSR belirteçleriyle, acı bakla gen kaynaklarında yaptıkları, beş bireyden alınan ve karıştırılan DNA örneklerinin, genotipi tamamen temsil edebileceğini bildirmişlerdir.

Soğuk ve donma stresleri ılıman iklimlerde baklagil verimliliğini etkilemektedir. Yapılan bir denemede, dokuz gece süresince soğuğa dayanıklı soya ve dayanıklı bakla türlerinde soğğun fotosentez ve büyüme etkisi incelenmiştir. Soya bitkisi fidelerinde soğuk uygulamalarından sonra fotosentez ve büyümede önemli azalmalar olmuştur. Bunun tersine bakla da bu parametreler soğuğa bağlı önemsiz olarak gözlemlenmiştir. Bu bilgiler fotosentetik karbondioksit asemilasyonunun soğuk toleransı için bir işaret olabileceğini göstermektedir. Soya fasulyesi ve diğer baklagillerde soğuk, fotosentez mekanizmasını engellediği için, gelecekteki çalışmalar yeni moleküler markırlar bulma yönünde olmalıdır (Cooper ve ark, 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasına ait denemeler, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü iklim kontrollü yetiştirme odasında 2016 yılında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerinde, düşük sıcaklığa tolerans seviyeleri araştırılmıştır. Bitkilerin düşük sıcaklık stresinden etkilenme seviyelerini ortaya koyabilmek için bir dizi morfolojik ve fizyolojik parametreler ölçülmüş ve analiz edilmiştir. Ölçüm ve analizler sonucunda, fasulye çeşitlerinde düşük sıcaklığa tolerans seviyeleri ortaya çıkarılmıştır. Bölümümüzün fasulye gen bankasında bulunan 97 genotip bitki materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bitki materyallerinin adı ve ilk tohum temin edilen yerler Çizelge 1’de sunulmaktadır. 2001 yılında oluşturulmaya başlanan gen kaynakları şu ana kadar 4 defa kendilenerek yenilenmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan genotiplerin kod numarası, adı ve ilk temin edildiği yer bilgileri

Genotip No	Genotip adı	Temin Edildiği Yer
Bn-2	TR 46348	ETAE
Bn-4	TR 68587 (Karacaşehir 90)	ETAE
Bn-6	TR 38425	ETAE
Bn-11	TR 66342	ETAE
Bn-13	TR 49668	ETAE
Bn-15	TR 68586 (Şehirali 90)	ETAE
Bn-16	TR 43477	ETAE
Bn-17	TR 62848	ETAE
Bn-21	TR 57755	ETAE
Bn-26	TR 28018	ETAE
Bn-27	TR 43862	ETAE
Bn-28	TR 51364	ETAE
Bn-29	TR 51365	ETAE
Bn-30	TR 50771	ETAE
Bn-32	TR 39451	ETAE
Bn-33	TR 57749	ETAE
Bn-34	TR 61436	ETAE
Bn-37	TR 53656	ETAE

Çizelge 3.1. Devamı

Bn-38	TR 42164-Bodur	ETA E
Bn-39	TR 53766	ETA E
Bn-40	TR 53730	ETA E
Bn-42	Akman Fasulyesi	TİGEM
Bn-43	Yunus 90	TİGEM
Bn-44	Şehirali	Anonim
Bn-46	Nassau	Golden West
Bn-47	Tender	Golden West
Bn-48	Nassau	Anonim
Bn-49	Atlanta	Golden West
Bn-50	Özayşe	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Bn-51	Yalova-17	Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü
Bn-52	Yalova-5	Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü
Bn-53	Alman Ayşe No:6 Sırık	Bursa Tohumculuk
Bn-54	Barbunya Kınalı	Bursa Tohumculuk
Bn-55	Roma-2	İstanbul Tohum Mağazası
Bn-56	Magnum	May Tohumculuk
Bn-57	Cina	May Tohumculuk
Bn-60	5 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anonim
Bn-61	6 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anonim
Bn-62	7 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anonim
Bn-63	9 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anonim
Bn-64	10 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anonim
Bn-65	11 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anonim
Bn-66	Ayşe Kadın-Adana	Adana
Bn-67	Kılçıksız Boncuk Ayşe	Adana
Bn-68	Romalika	Rancheris Tohumculuk
Bn-69	Arşın Fasulyesi	Osmaniye
Bn-70	Sarıköz Fasulyesi	Osmaniye
Bn-71	Siyah Fasulye	Osmaniye
Bn-72	Acebek Fasulye	Anonim
Bn-73	Kıbrıs Amerikan	Osmaniye
Bn-74	Barbunya	Osmaniye
Bn-75	Ayşe Kadın-Osmaniye	Osmaniye
Bn-76	Ayşe Kadın-Hatay	Hatay

Çizelge 3.1. Devamı

Bn-77	Barbunya-Osmaniye	Osmaniye
Bn-78	Dermason	Hatay
Bn-80	Börülce-Siyah Sürmeli	Anonim
Bn-87	Yerli Fasulye-2000	Anonim
Bn-88	Barbunya-2000	Anonim
Bn-89	Yer Ayşesi 4000	Anonim
Bn-95	Özayşe-16	Anonim
Bn-100	İspanya	İspanya
Bn-101	Tufanbeyli	Tufanbeyli
Bn-102	Sırık Ayşe-Kulcalı	Kulcalı
Bn-103	Nohut Fasulye	Kulcalı
Bn-104	Yerhammadisi	Kulcalı
Bn-105	Sarıköz-Kulcalı	Kulcalı
Bn-106	Yer Ayşe Beyaz	Kulcalı
Bn-107	Börülce Abant	Anonim
Bn-109	Şeker Fasulye	Abant-Mudurnu
Bn-111	Passport 1	Advant Tohum Islah ve Üretim A.Ş.
Bn-112	Passport 2	Anonim
Bn-113	Adıyaman 1	Adıyaman
Bn-114	Adıyaman 2	Adıyaman
Bn-115	Süs Fasulyesi	Fransa
Bn-116	Amerikan Bodur	Amerika Birleşik Devletleri Anonim
Bn-127	Rize Çamlıhemşin	Rize
Bn-130	Gülнар-1	Anonim
Bn-131	Gülнар-2	Anonim
Bn-132	Gülнар-3	Anonim
Bn-133	Gülнар-4	Anonim
Bn-135	Gülнар-6	Anonim
Bn-136	Gülнар-7	Anonim
Bn-137	Gülнар-8	Anonim
Bn-138	Fas- Agadir-Suk- I (Uzun Taneli)	Fas Agadir
Bn-139	Fas- Agadir-Suk II (Kısa Taneli)	Fas Agadir
Bn-140	Fransa-Gandiyam (Baklası Sarı Fasulye)	Korsika adası –Fransa
Bn-147	Lacivert	Anonim
Bn-149	Açık badem rengi	Anonim
Bn-150	İspir	Anonim
Bn-151	Kastamonu 1	Kastamonu

Çizelge 3.1. Devamı

Bn-152	Kastamonu 2	Kastamonu
Bn-153	Kastamonu 3	Kastamonu
Bn-154	Kastamonu 4	Kastamonu
Bn-155	Kastamonu 5	Kastamonu
Bn-156	Kastamonu 6	Kastamonu
Bn-157	Kastamonu 7	Kastamonu
Bn-158	Kastamonu 8	Kastamonu
Bn-159	Kastamonu 9	Kastamonu
Bn-160	Tarsus (beyaz)	Tarsus
Bn-161	Gürcistan (börülce)	Gürcistan
Bn-162	İspir(barbunya)	İspir
Bn-163	Aladağ	Aladağ

3.2. Yöntem

Denemenin tamamında genç bitki aşamasında çalışılmış, bitkiler saksılarda substrat kültüründe vermikulit ortamında yetiştirilmiş, meyveye kadar gidilmemiştir. Çalışma, soğuk uygulaması ve kontrol olmak üzere planlanmıştır.

Tohumlar, vermikulit içeren 2 litre kapasitedeki saksılara ekilmiştir. Her saksıda 4 bitki olacak şekilde ekim düzenlemesi yapılmıştır. Üç yapraklı aşamaya ulaşıncaya kadar, yani yaklaşık tohum ekiminden sonra 14 gün süresince stressiz koşullarda büyütülen bitkiler, bu aşamadan itibaren 15. gün soğuk stresine maruz bırakılmıştır. Saksılar kontrol koşullarında ve soğuk uygulaması yapılan bitkilerde ekimi takip eden 14 gün süresince, gündüz 16 saat ışık altında ve 25°C’de, akşamları 8 saat karanlık ve 20°C sıcaklığa maruz bırakılmıştır. Soğuk uygulaması yapılan fasulye bitkileri ise tohum ekiminden 14 gün sonra, 15. günde gündüzleri 25°C ve gece ise 4°C’de 8 saat karanlıkta olacak şekilde soğuk stresine maruz bırakılmıştır. Bitkilerin soğukta kalma süreleri yaklaşık 10 gün civarında tutulmuştur. Literatürde bu şekilde soğuk stresine maruz bırakmaya “Chilling night stress” denilmektedir (Cooper ve ark., 2015). Bitkilerin sulanmasında komple besin elementlerini içeren bir besin çözeltisi kullanılmıştır (Kaya, 2003). Besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları Çizelge 2’de ve uygulanan su miktarı Çizelge 3’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Tez çalışmasında fasulye bitkilerini substrat kültüründe yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları

Besin elementi	Konsantrasyon (mg L ⁻¹)
N	130
P	35
K	220
Mg	45
Ca	150
S	70
Fe	1.5
Mn	0.8
B	0.5
Zn	0.15
Cu	0.10
Mo	0.10

Denemeler soğuk stresi uygulaması ve kontrol paralellerini içerecek biçimde her uygulamada 2 saksı ve her saksıda 4 bitki içermiştir. Her genotipten stres ve kontrol koşullarında ayrı ayrı en az 8’şer bitki yer almıştır. İklim odasının kapasitesi sınırlı olduğu için 97 fasulye genotipinin soğuk stresine tepkileri bakımından taranması 3 farklı deneme ile 30+32+35 genotip olacak şekilde arka arkaya takip eden paralel denemeler olarak tamamlanmıştır.

Çizelge 3.3. Tez çalışması boyunca fasulye bitkilerine farklı uygulamalarda harcanan su miktarları (ml/bitki)

Uygulama	Harcanan su miktarı
Kontrol denemesi	5900 ml
Stres denemesi	3700 ml

3.3. Ölçülen Parametreler ve Analizler

12. Görsel olarak bitkilerin 1-5 skalasına göre değerlendirilmesi (6 bitki/genotip/uygulama)
13. Bitki boyu (cm) (4 bitki/genotip/uygulama)
14. Bitki gövde çapı (4 bitki/genotip/uygulama)
15. Yaprak sayısı (adet/bitki) (4 bitki/genotip/uygulama)
16. Yaprak alanı (cm²/bitki) (4 bitki/genotip/uygulama)
17. Yaprak oransal su içeriği (%) (4 bitki/genotip/uygulama)
18. Yaprak membran zararlanması (%) (4 bitki/genotip/uygulama)
19. Yaprak su potansiyeli (4 bitki/ genotip/uygulama MPa)
20. Yaprak osmotik potansiyeli (4 bitki/genotip/uygulama MPa)
21. Bitli yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları (g) (4 bitki/genotip/uygulama)
22. Yaprak stoma geçirgenliği (mmol m⁻²s⁻¹) (4 bitki/genotip/uygulama)

3.3.1. Skala ile Genotiplerin Görsel Olarak Değerlendirilmesi

Bitkilerde soğuk stresinden kaynaklanan zararlanmaların gözle görülen belirtilerini ifade edebilmek amacıyla, 0-5 skala değerlendirmesi yapılmıştır. Genç bitkilerde soğuk stresi altında ortaya çıkan zararlanmanın derecesi, bitkilerin görünümündeki farklılıkların belirlenmesiyle sınıflandırılmıştır. Aşağıda belirtilen skalaların yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Bitkilerin zararlanma derecesine göre 0- 5 arasında puan verilmiştir.

Soğuk stresine tolerans taraması çalışmalarında aşağıda belirtilen simptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir.

- 0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)
- 1: Büyümede yavaşlama
- 2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı
- 3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk, sararmalar (yaprakların % 30'ü civarı)

- 4: Yaprakların %80 ve fazlasında şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı
- 5: Bitkide tamamıyla solma ve alt yapraklarda kurumalar veya ölüm

3.3.2. Bitki Boyu (cm)

Deneme sonunda bitkilerin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm cinsinden metre ile ölçülmüştür.

3.3.3. Bitki Gövde Çapı (adet/bitki)

Her saksıdan alınan 4 adet bitkinin gövde çapı dijital kumpas ile ölçülmüştür.

3.3.4. Yaprak Sayısı (adet / bitki)

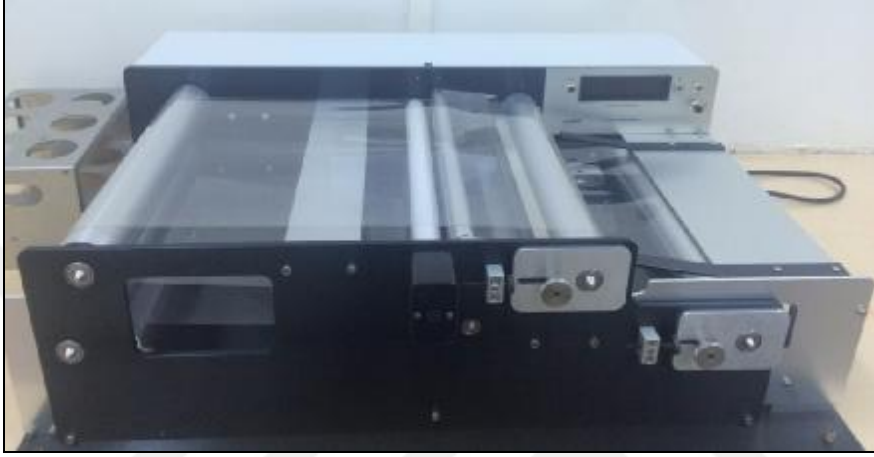
Deneme tamamlandığında bitki üzerindeki tüm yapraklar sayılmıştır (Şekil 1).



Şekil 3.1. Denemedeki kontrol uygulaması fasulye bitkileri yapraklarının görüntüsü

3.3.5. Yaprak Alanı (cm² / bitki)

Deneme sonunda, Licor marka LI-3000A model cihazda bir saksıdaki 4 bitki üzerindeki tüm yapraklar ölçülmüştür (Şekil 2).



Şekil 3.2 Denemede yaprak alanı ölçümünde kullanılan cihazın görüntüsü

3.3.6. Yaprak Oransal Su içeriği (Relatif Water Content) (%)

Bir saksıdaki dört bitkinin her birinde ölçüm yapılmıştır. Her bitkinin alttan 4 ve 5. yaprakları bu amaç için kullanılmıştır. **Sanche ve ark. 2003 ve Türkan ve ark. 2005**'den uyarlanarak, fasulye yaprak örnekleri taze, turgor ve kuru olarak tartılmış ve aşağıdaki formüle göre “nispi su içeriği”-NSİ hesaplanmıştır.

Oransal Su İçeriği (%) = (Taze Ağırlık – Kuru Ağırlık) / (Turgor Ağırlık – Kuru Ağırlık) x 100

Turgor ağırlığı için yaprak örnekleri su içerisinde 5 saat karanlıkta bekletildikten sonra yumuşak bir kağıt havlu ile nazikçe çok iyi kurulmuş ve tartılmıştır. Kuru ağırlık ise 48 saat 65°C etüvde kuruttuktan sonra alınmıştır. Tartımlar 0.001 hassasiyette bir terazide dikkatlice yapılmıştır.

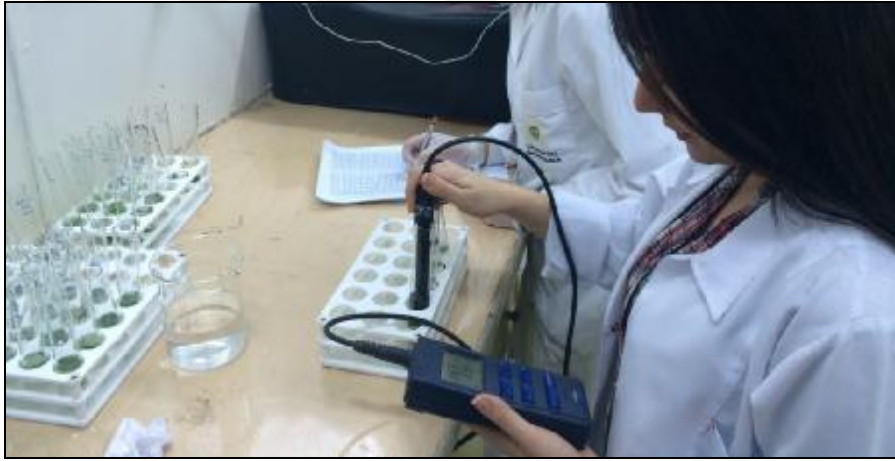
3.3.7. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (Membran Injury Index) – (%)

Bir saksıdaki dört bitkinin her birinde ölçüm yapılmıştır. Her bitkinin alttan 3. yaprağı bu amaç için kullanılmıştır. Hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz, 1978). Yaprak diskleri de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100°C’de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. EC ölçümleri cihaz kalibrasyonu yapıldıktan sonra çok hassas (accurate) bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).

$$\text{Membran Zararlanma İndeksi} = (L_t - L_c / 1 - L_c) \times 100$$

L_t: Soğuk stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

L_c: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC



Şekil 3.3. Membran zararlanma indeksi ölçümü

3.3.8. Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa)

Denemeler sırasında Soilmoisture marka taşınabilir basınç çemberi ile bitkilerin büyüme ucundan itibaren 2. yapraklarında MPa cinsinden su potansiyeli belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Soilmoisture marka taşınabilir basınç çemberi

3.3.9. Yaprak Osmotik Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa)

Alınan yapraklardan 1 g örnek tartılmış ve üzerine 19 ml destile su eklenerek homojenize edilmiş ve 0.45 µm hassasiyetinde filtreden geçirilmiştir. Filtrasyon işleminden elde edilen örneklerden 50 µl çekilip ozmometre cihazında (Gonotec Osmomat 030) okuma yapılmıştır (Şekil 3.5). Elde edilen değerler mOsmol cinsinden kaydedilmiştir. MPa birimi ile osmotik potansiyel Van't Hoff formülü yardımı ile Silva ve ark., (2010)'a göre hesaplanmıştır :

$$\psi_s(\text{MPa}) = -c (\text{mosmol kg}^{-1}) \cdot 2.58 \cdot 10^{-3}$$



Şekil 3.5. Yaprak Osmotik potansiyel ölçüm cihazı

3.3.10. Bitki Yeşil Aksam Taze ve Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

Deneme sonunda sökülen bitkiler tartılarak taze ağırlıkları ve kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları alınmıştır.

3.3.11. Yaprak Stoma Geçirgenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Denemeler sırasında Delta T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı kullanılarak, büyüme ucundan itibaren 3. ve 4. yapraklarda stoma geçirgenliği kaydedilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Delta T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı

3.3.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve korelasyon katsayıları belirlenerek önemliliği kontrol edilmiştir. Ayrıca incelenen özelliklerin soğuk stresinde kontrole göre değişim oranları da hesaplanmıştır. Kontrol denemesindeki veriler ile düşük sıcaklık stresine maruz kalan denemedeki veriler birlikte değerlendirilmiştir. Kontrol koşullarında her ölçülen parametredeki değişimler % olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan % değişim değerleri ile tartılı derecelendirme yapılmış ve genotipler yukarıdan aşağı doğru aldıkları puanlara göre sıralanmıştır. Ayrıca, çok fazla genotip ile çalışıldığı için, denemeler sonrasında elde edilen verilerin standart sapma ve ortalamaları alınmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.5. Denemeler sonunda “düşük sıcaklık stresi” altındaki fasulye genotiplerinin kontrole göre % değişimlerinin hesaplanması ve bu değişimler ile gerçekleştirilen tartılı derecelendirme hesabında kullanılan özellikler ve aldığı puanlar

İncelenen Özellik	Tartılı Derece Puanı
1-5 görsel skala değerleri	6
Bitki yaprak sayısı	4
Bitki boyu	4
Bitki gövde çapı	5
Yeşil aksam taze ağırlığı	10
Yeşil aksam kuru ağırlığı	15
Yaprak oransal su içeriği	5
Yaprak alanı	15
Yaprak su potansiyeli	5
Membran zararlanması	10
Stoma geçirgenliği	15
Osmatik potansiyel	6
Toplam	100

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Bitkilerin Yeşil Aksamdaki Zararlanma Seviyelerinin Skala ile Değerlendirilmesi

Tez çalışmasındaki 97 adet farklı fasulye genotipinin düşük sıcaklık stresinden etkilenme düzeylerinin belirlenmesinde, bitkilerin yeşil aksamdaki semptomlarına bakılarak, 0 ile 5 arasında puan verilmiştir. Bu skalada; 0 en iyi 5 ise en kötü olarak değerlendirilmiştir. Kontrol bitkilerinde düşük sıcaklık zararlanması olmadığı için skala değerlendirilmesi yapılmamıştır (Çizelge 4.1).

Denemede düşük sıcaklık stresi altında, bitkilerin görsel durumlarına bakılarak subjektif olarak değerlendirilmesi sonucunda, düşük sıcaklık stresi koşullarında aldıkları puana göre, en iyi durumda olandan en fazla etkilenene doğru ilk 20 genotip şu şekilde sıralanmıştır: BN-131, BN-147, BN-49, BN-18, BN-20, BN-30, BN-149, BN-158, BN-12, BN-116, BN-67, BN-74, BN-27, BN-56, BN-26, BN-63, BN-16, BN-163B, BN-33, BN-2.

Fasulyede(Kaya,2011), yapılan kuraklık ve tuz stresine karşı tarama çalışmalarında skala değerleri bakımından genotipler arasında önemli varyasyonların görüldüğü ve diğer morfolojik ve fizyolojik parametreler yanında skala değerlendirmesinin de önemli olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.1. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında 0-5 skala değerlendirmesine göre aldığı puanlar

Genotip No	Düşük sıcaklık stresi
BN-2	4.28 ± 0.32
BN-4	1.00 ± 0.00
BN-6	2.63 ± 0.25
BN-8	2.00 ± 0.00
BN-9	2.03 ± 0.41
BN-10	2.03 ± 0.34
BN-12	0.30 ± 0.22
BN-13	1.80 ± 0.24

Çizelge 4.1. Devamı

BN-14	2.40	± 0.45
BN-15	2.63	± 0.25
BN-16	3.88	± 0.63
BN-17	2.83	± 0.57
BN-18	0.25	± 0.29
BN-19	2.88	± 0.15
BN-20	0.25	± 0.29
BN-22	1.08	± 0.30
BN-23	0.50	± 0.41
BN-24	1.00	± 0.00
BN-26	3.75	± 0.50
BN-27	3.43	± 0.30
BN-28	2.13	± 0.25
BN-29	2.38	± 0.48
BN-30	0.25	± 0.21
BN-32	3.00	± 0.41
BN-33	4.13	± 0.25
BN-34	2.50	± 0.41
BN-35	1.13	± 0.25
BN-36	2.50	± 0.58
BN-37	1.25	± 0.29
BN-38	3.13	± 0.63
BN-39	2.20	± 0.24
BN-40	1.50	± 0.00
BN-42	1.68	± 0.24
BN-44	1.13	± 0.25
BN-48	2.00	± 0.00
BN-49	0.18	± 0.24
BN-50	1.75	± 0.65
BN-51	2.00	± 0.00
BN-52A	1.50	± 0.41
BN-52B	1.75	± 0.29
BN-54	2.25	± 0.29
BN-55	1.00	± 0.41

Çizelge 4.1. Devamı

BN-56	3.50	± 0.71
BN-57	2.38	± 0.48
BN-60	1.25	± 0.29
BN-61	2.75	± 0.29
BN-62	1.88	± 0.63
BN-63	3.83	± 0.57
BN-64	1.00	± 0.00
BN-65	2.58	± 0.15
BN-66	1.08	± 0.10
BN-67	3.13	± 0.48
BN-68	1.25	± 0.29
BN-69	1.75	± 0.29
BN-70	2.88	± 0.63
BN-71	1.00	± 0.00
BN-72	2.50	± 0.58
BN-73	1.00	± 0.00
BN-74	3.13	± 0.25
BN-75A	1.00	± 0.41
BN-75B	0.63	± 0.48
BN-75C	1.10	± 0.27
BN-76	2.05	± 0.33
BN-77	0.50	± 0.00
BN-87	1.25	± 0.29
BN-89	1.75	± 0.29
BN-99	1.25	± 0.29
BN-101	2.13	± 0.25
BN-102	1.25	± 0.29
BN-103	1.88	± 0.25
BN-104	1.00	± 0.00
BN-105	1.00	± 0.00
BN-106	1.88	± 0.25
BN-111	1.88	± 0.25
BN-112	1.00	± 0.00
BN-114	1.43	± 0.30

Çizelge 4.1. Devamı

BN-116	0.38	± 0.25
BN-127	2.00	± 0.41
BN-130	2.25	± 0.29
BN-131	0.00	± 0.00
BN-138	2.13	± 0.25
BN-139	2.70	± 0.24
BN-140	2.25	± 0.29
BN-147	0.00	± 0.00
BN-149	0.25	± 0.29
BN-151	1.25	± 0.29
BN-152	1.75	± 0.29
BN-153	2.88	± 0.25
BN-154	1.50	± 0.41
BN-157A	1.63	± 0.48
BN-157B	0.75	± 0.29
BN-158	0.25	± 0.00
BN-159	1.25	± 0.29
BN-162	0.80	± 0.24
BN-163A	2.50	± 0.41
BN-163B	4.00	± 0.41
BN-163D	1.00	± 0.00
Ortalama	1.79	

4.2. Bitki Yaprak Sayısı

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama yaprak sayısı 3.75 adet iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 4.58 adet olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında, kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, toplam yaprak sayısı değerleri bakımından en iyi durumda olan ilk 20 genotip şu şekilde sıralanmaktadır: BN-70, BN-22, BN-44, BN-62, BN-74, BN-158, BN-138, BN-52A, BN-55, BN-20, BN-23, BN-8, BN-102, BN-149, BN-10, BN-19, BN-40, BN-49, BN-50, BN-51.

Assefa ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama yaprak sayısı 39.3 adet iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 35.4 adet olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise kontrol grubunun ortalama yaprak sayısı, soğuk stresi uygulananlara göre daha fazla olmuştur ve bu sonuçlar Assefa ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışma ile benzerik göstermemektedir.

Çizelge 4.2. Düşük sıcaklık stresinin fasulye genotiplerinin yaprak sayısı üzerine etkisi

Genotip	Kontrol (adet/bitki)	Stres (adet/bitki)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	8.25 ± 1.50	5.25 ± 0.50	-36.36
BN-4	4.50 ± 0.58	4.25 ± 0.50	-5.56
BN-6	5.00 ± 0.82	3.00 ± 0.82	-40.00
BN-8	4.00 ± 0.00	4.25 ± 1.26	6.25
BN-9	5.75 ± 0.96	4.00 ± 0.82	-30.43
BN-10	3.75 ± 0.96	3.75 ± 0.96	0.00
BN-12	5.00 ± 0.82	3.50 ± 1.00	-30.00
BN-13	5.25 ± 0.50	4.00 ± 0.00	-23.81
BN-14	4.75 ± 0.50	4.25 ± 0.96	-10.53
BN-15	4.00 ± 0.00	2.75 ± 0.50	-31.25
BN-16	6.00 ± 1.15	3.50 ± 0.58	-41.67
BN-17	6.00 ± 0.82	4.50 ± 1.29	-25.00
BN-18	4.00 ± 0.82	3.50 ± 0.58	-12.50
BN-19	3.75 ± 0.50	3.75 ± 0.50	0.00
BN-20	3.25 ± 0.50	3.50 ± 0.58	7.69
BN-22	3.75 ± 0.50	5.00 ± 0.82	33.33
BN-23	3.25 ± 0.50	3.50 ± 0.58	7.69
BN-24	3.25 ± 0.50	2.50 ± 0.58	-23.08
BN-26	7.25 ± 0.96	4.50 ± 0.58	-37.93
BN-27	3.50 ± 0.58	2.75 ± 0.50	-21.43
BN-28	4.25 ± 0.50	4.00 ± 0.00	-5.88
BN-29	4.50 ± 0.58	3.75 ± 0.50	-16.67
BN-30	4.25 ± 0.50	3.75 ± 0.50	-11.76

Çizelge 4.2. Devamı

BN-32	5.25 ± 0.96	3.50 ± 0.58	-33.33
BN-33	6.50 ± 1.00	4.75 ± 0.50	-26.92
BN-34	5.75 ± 0.96	4.00 ± 0.00	-30.43
BN-35	5.00 ± 0.82	3.50 ± 0.58	-30.00
BN-36	6.00 ± 0.00	4.75 ± 0.50	-20.83
BN-37	3.50 ± 0.58	3.25 ± 0.50	-7.14
BN-38	5.75 ± 0.96	4.50 ± 0.58	-21.74
BN-39	9.00 ± 0.82	5.00 ± 0.82	-44.44
BN-40	4.00 ± 0.82	4.00 ± 0.00	0.00
BN-42	4.25 ± 0.96	3.25 ± 0.50	-23.53
BN-44	3.00 ± 0.82	4.00 ± 0.00	33.33
BN-48	3.25 ± 0.50	2.00 ± 0.00	-38.46
BN-49	3.50 ± 1.00	3.50 ± 0.58	0.00
BN-50	4.50 ± 0.58	4.50 ± 0.58	0.00
BN-51	3.25 ± 0.50	3.25 ± 0.50	0.00
BN-52A	3.00 ± 0.82	3.50 ± 0.58	16.67
BN-52B	4.50 ± 0.58	2.75 ± 0.96	-38.89
BN-54	4.25 ± 0.50	3.00 ± 0.00	-29.41
BN-55	3.25 ± 0.50	3.75 ± 0.50	15.38
BN-56	3.25 ± 0.50	2.50 ± 0.58	-23.08
BN-57	5.50 ± 0.58	4.00 ± 0.00	-27.27
BN-60	4.75 ± 0.50	3.75 ± 0.96	-21.05
BN-61	4.50 ± 0.58	3.50 ± 0.58	-22.22
BN-62	3.75 ± 0.50	4.75 ± 0.50	26.67
BN-63	4.75 ± 0.50	3.50 ± 0.58	-26.32
BN-64	5.50 ± 0.58	4.25 ± 0.50	-22.73
BN-65	5.50 ± 0.58	3.75 ± 0.50	-31.82
BN-66	3.50 ± 0.58	3.00 ± 0.82	-14.29
BN-67	3.50 ± 0.58	2.75 ± 0.50	-21.43
BN-68	3.25 ± 0.50	3.00 ± 0.00	-7.69
BN-69	2.25 ± 0.50	2.00 ± 0.00	-11.11
BN-70	2.00 ± 0.00	3.50 ± 0.58	75.00
BN-71	3.25 ± 0.50	2.75 ± 0.50	-15.38
BN-72	3.50 ± 0.58	2.75 ± 1.89	-21.43

Çizelge 4.2. Devamı

BN-73	2.50 ± 0.58	2.25 ± 0.50	-10.00
BN-74	2.50 ± 0.58	3.00 ± 0.82	20.00
BN-75A	3.25 ± 0.50	3.00 ± 0.00	-7.69
BN-75B	3.25 ± 0.50	3.25 ± 0.50	0.00
BN-75C	3.50 ± 0.58	3.00 ± 0.82	-14.29
BN-76	5.00 ± 0.82	2.25 ± 0.50	-55.00
BN-77	3.75 ± 0.50	3.00 ± 0.00	-20.00
BN-87	5.50 ± 0.58	4.00 ± 0.00	-27.27
BN-89	4.00 ± 0.82	4.00 ± 0.82	0.00
BN-99	15.50 ± 1.29	14.00 ± 1.15	-9.68
BN-101	8.75 ± 0.96	6.50 ± 1.73	-25.71
BN-102	4.25 ± 0.50	4.50 ± 0.58	5.88
BN-103	4.00 ± 0.00	3.25 ± 0.50	-18.75
BN-104	3.75 ± 0.50	3.50 ± 0.58	-6.67
BN-105	4.00 ± 0.00	3.50 ± 0.58	-12.50
BN-106	3.75 ± 0.50	3.50 ± 0.58	-6.67
BN-111	4.25 ± 1.26	4.25 ± 0.96	0.00
BN-112	2.50 ± 0.58	2.50 ± 0.58	0.00
BN-114	5.75 ± 0.96	3.00 ± 0.82	-47.83
BN-116	5.75 ± 0.50	3.25 ± 0.96	-43.48
BN-127	6.00 ± 1.15	3.25 ± 0.50	-45.83
BN-130	6.75 ± 0.50	4.25 ± 1.50	-37.04
BN-131	4.25 ± 0.50	4.25 ± 0.50	0.00
BN-138	4.00 ± 0.00	4.75 ± 1.50	18.75
BN-139	5.75 ± 0.50	4.50 ± 1.29	-21.74
BN-140	6.00 ± 1.15	4.25 ± 0.50	-29.17
BN-147	4.00 ± 0.00	3.75 ± 0.50	-6.25
BN-149	4.75 ± 0.50	5.00 ± 2.16	5.26
BN-151	4.50 ± 1.00	3.50 ± 0.58	-22.22
BN-152	5.25 ± 0.50	4.25 ± 0.50	-19.05
BN-153	7.00 ± 1.15	5.50 ± 1.29	-21.43
BN-154	4.50 ± 0.58	4.00 ± 0.00	-11.11
BN-157A	4.50 ± 0.58	3.75 ± 0.96	-16.67
BN-157B	3.75 ± 0.50	3.00 ± 0.82	-20.00

Çizelge 4.2. Devamı

BN-158	2.50 ± 0.58	3.00 ± 0.00	20.00
BN-159	4.25 ± 0.96	3.50 ± 0.58	-17.65
BN-162	4.50 ± 0.58	2.75 ± 0.50	-38.89
BN-163A	4.00 ± 0.82	3.75 ± 0.50	-6.25
BN-163B	4.50 ± 0.58	3.25 ± 0.50	-27.78
BN-163D	4.50 ± 0.58	2.75 ± 0.50	-38.89
ortalama	4.58	3.75	-17.95

4.3. Bitki Boyu

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama bitki boyu 51.13 cm iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 67.45 cm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, bitki boyu değerleri bakımından en iyi durumda olan ilk 20 genotip şu şekilde sıralanmaktadır: BN-116, BN-158, BN-75B, BN-30, BN-68, BN-8, BN-163D, BN-14, BN-111, BN-77, BN-73, BN-24, BN-64, BN-131, BN-51, BN-104, BN-52A, BN-74, BN-71, BN-23.

Assefa ve ark. (2014) tarafından fasulyede yapılan çalışmada, genotiplerin soğuk stresi altında ortalama bitki boyu 65.4 cm iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 81.2 cm olarak belirlenmiştir. Assefa ve ark. (2014)'nın çalışmalarının sonuçları sunulan bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.3. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında bitki boyu değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (cm)	Stres (cm)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	61.25 ± 5.19	20.25 ± 5.19	-66.94
BN-4	54.00 ± 7.44	44.00 ± 2.58	-18.52
BN-6	87.75 ± 2.22	53.75 ± 1.51	-38.75
BN-8	47.25 ± 5.44	60.00 ± 4.83	26.98
BN-9	83.25 ± 5.38	59.25 ± 4.57	-28.83
BN-10	74.00 ± 5.48	57.25 ± 4.99	-22.64

Çizelge 4.3. Devamı

BN-12	76.25 ± 5.68	71.00 ± 2.58	-6.89
BN-13	107.52 ± 4.21	58.75 ± 5.44	-45.35
BN-14	43.50 ± 3.11	52.00 ± 9.72	19.54
BN-15	26.50 ± 2.08	24.00 ± 5.35	-9.43
BN-16	119.00 ± 2.16	57.25 ± 7.27	-51.89
BN-17	84.25 ± 4.35	60.25 ± 8.12	-28.49
BN-18	75.25 ± 1.71	62.75 ± 9.54	-16.61
BN-19	102.51 ± 2.38	65.50 ± 4.82	-36.10
BN-20	43.25 ± 2.22	40.75 ± 2.52	-5.78
BN-22	65.25 ± 1.71	65.50 ± 8.39	0.38
BN-23	72.25 ± 1.71	75.25 ± 4.92	4.15
BN-24	34.50 ± 2.65	39.00 ± 4.24	13.04
BN-26	133.25 ± 3.34	66.50 ± 5.32	-50.09
BN-27	74.75 ± 2.99	30.00 ± 2.94	-59.87
BN-28	72.00 ± 4.24	59.75 ± 3.59	-17.01
BN-29	61.50 ± 5.51	36.00 ± 6.38	-41.46
BN-30	62.50 ± 2.65	84.50 ± 6.45	35.21
BN-32	103.00 ± 2.45	52.50 ± 7.51	-49.03
BN-33	94.75 ± 2.75	36.00 ± 4.69	-62.01
BN-34	76.50 ± 4.51	54.25 ± 5.56	-29.08
BN-35	94.00 ± 3.92	71.25 ± 5.91	-24.21
BN-36	93.50 ± 4.83	45.75 ± 5.56	-51.07
BN-37	73.75 ± 1.52	63.25 ± 7.89	-14.24
BN-38	91.75 ± 2.99	41.00 ± 10.82	-55.31
BN-39	86.00 ± 7.66	60.50 ± 17.61	-29.65
BN-40	35.25 ± 2.75	30.75 ± 5.62	-12.77
BN-42	49.25 ± 4.86	30.00 ± 5.89	-39.09
BN-44	58.25 ± 2.75	53.25 ± 9.54	-8.58
BN-48	19.50 ± 1.29	12.25 ± 3.13	-37.18
BN-49	91.50 ± 2.65	75.50 ± 8.35	-17.49
BN-50	94.00 ± 3.74	70.50 ± 8.19	-25.00
BN-51	62.75 ± 2.22	67.25 ± 13.00	7.17
BN-52A	56.75 ± 3.41	60.00 ± 8.76	5.73
BN-52B	96.75 ± 3.41	85.75 ± 10.37	-11.37
BN-54	103.00 ± 3.56	40.50 ± 8.58	-60.68

Çizelge 4.3. Devamı

BN-55	28.25 ± 2.87	25.25 ± 5.74	-10.62
BN-56	26.00 ± 2.94	22.25 ± 3.95	-14.42
BN-57	34.25 ± 3.33	27.00 ± 5.12	-21.17
BN-60	51.50 ± 5.97	28.50 ± 1.29	-44.66
BN-61	31.25 ± 0.96	25.00 ± 2.16	-20.00
BN-62	23.75 ± 3.51	22.75 ± 4.92	-4.21
BN-63	83.75 ± 4.65	44.00 ± 4.08	-47.46
BN-64	25.00 ± 2.94	27.25 ± 3.59	9.00
BN-65	68.75 ± 4.52	40.75 ± 13.21	-40.73
BN-66	79.50 ± 3.11	62.75 ± 5.32	-21.07
BN-67	80.00 ± 5.66	63.25 ± 10.24	-20.94
BN-68	30.25 ± 4.27	40.75 ± 3.95	34.71
BN-69	78.00 ± 5.48	67.00 ± 8.91	-14.10
BN-70	61.25 ± 5.74	63.75 ± 8.33	4.08
BN-71	55.25 ± 6.99	57.75 ± 16.07	4.52
BN-72	19.00 ± 2.58	19.75 ± 2.22	3.95
BN-73	31.00 ± 5.62	35.75 ± 6.95	15.32
BN-74	44.25 ± 4.11	46.53 ± 12.23	5.08
BN-75A	78.75 ± 4.54	74.75 ± 6.42	-5.08
BN-75B	55.00 ± 5.14	76.75 ± 9.91	39.55
BN-75C	67.51 ± 8.02	48.75 ± 9.43	-27.78
BN-76	94.00 ± 3.56	47.54 ± 6.45	-49.47
BN-77	24.25 ± 1.71	28.00 ± 8.76	15.46
BN-87	66.25 ± 4.52	40.75 ± 7.14	-38.49
BN-89	123.00 ± 2.94	80.25 ± 13.72	-34.76
BN-99	92.25 ± 3.86	64.50 ± 5.26	-30.08
BN-101	118.00 ± 0.82	59.50 ± 9.71	-49.58
BN-102	57.75 ± 4.19	48.00 ± 7.35	-16.88
BN-103	55.25 ± 6.95	48.00 ± 5.62	-13.12
BN-104	32.75 ± 3.86	34.75 ± 3.51	6.11
BN-105	41.00 ± 4.32	35.00 ± 5.16	-14.63
BN-106	61.00 ± 5.63	58.00 ± 10.86	-4.92
BN-111	67.00 ± 2.45	78.75 ± 9.84	17.54
BN-112	21.75 ± 2.63	17.75 ± 2.51	-18.39
BN-114	126.25 ± 6.24	52.53 ± 14.84	-58.42

Çizelge 4.3. Devamı

BN-116	39.50 ± 1.29	61.00 ± 0.82	54.43
BN-127	59.75 ± 0.96	45.00 ± 4.00	-24.69
BN-130	109.51 ± 1.29	47.00 ± 30.07	-57.08
BN-131	58.75 ± 4.03	64.00 ± 14.28	8.94
BN-138	55.25 ± 4.35	49.25 ± 15.84	-10.86
BN-139	101.53 ± 1.29	55.75 ± 20.91	-45.07
BN-140	152.25 ± 2.22	87.50 ± 11.90	-42.53
BN-147	25.75 ± 3.86	19.75 ± 7.32	-23.31
BN-149	77.25 ± 1.71	47.25 ± 8.96	-38.83
BN-151	61.75 ± 2.22	47.51 ± 13.51	-23.08
BN-152	81.75 ± 4.27	64.00 ± 6.06	-21.71
BN-153	73.25 ± 3.86	58.25 ± 2.22	-20.48
BN-154	66.50 ± 2.52	52.00 ± 9.09	-21.82
BN-157A	86.25 ± 0.96	80.25 ± 2.87	-6.96
BN-157B	96.50 ± 1.73	63.50 ± 10.85	-34.21
BN-158	31.50 ± 2.89	47.75 ± 6.95	51.59
BN-159	71.75 ± 6.73	68.50 ± 5.92	-4.53
BN-162	17.75 ± 0.96	15.50 ± 1.73	-12.68
BN-163A	83.50 ± 3.11	54.25 ± 10.52	-35.03
BN-163B	51.50 ± 1.29	43.00 ± 9.81	-16.50
BN-163D	66.50 ± 1.29	81.25 ± 4.27	22.18
Ortalama	67.45	51.13	-24.20

4.4. Bitki Gövde Çapı

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama gövde çapı 3.91 mm iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 3.95 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, gövde çapı değerleri bakımından en iyi durumda olan ilk 20 genotip şu şekilde sıralanmaktadır: BN-140, BN-72, BN-71, BN-22, BN-61, BN-69, BN-149, BN-44, BN-99, BN-152, BN-74, BN-30, BN-20, BN-104, BN-154, BN-19, BN-18, BN-102, BN-66, BN-112.

Aslantaş (2011) tarafından bademde yapılan bir çalışmada, soğuk stresinin bitkinin gövde çapını çok fazla etkilemediği belirlenmiş ve sonuçları çalışmamız ile uyumlu olmuştur.

Çizelge 4.4. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi ve kontrol koşullarında bitki gövde çapı değerleri ve stres altında kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (mm)	Stres (mm)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	4.57 $\pm$ 0.40	3.71 $\pm$ 0.73	-18.75
BN-4	4.47 $\pm$ 0.40	48.50 $\pm$ 0.19	8.56
BN-6	4.88 $\pm$ 0.27	46.80 $\pm$ 0.30	-4.09
BN-8	4.15 $\pm$ 0.36	41.80 $\pm$ 0.43	0.66
BN-9	3.64 $\pm$ 0.79	32.60 $\pm$ 0.66	-10.42
BN-10	3.34 $\pm$ 0.52	3.16 $\pm$ 0.38	-5.39
BN-12	4.39 $\pm$ 0.43	3.99 $\pm$ 0.49	-9.27
BN-13	4.32 $\pm$ 0.51	4.52 $\pm$ 0.54	4.56
BN-14	3.42 $\pm$ 0.46	3.63 $\pm$ 0.77	6.29
BN-15	4.23 $\pm$ 1.00	4.39 $\pm$ 0.97	3.84
BN-16	4.72 $\pm$ 0.52	4.25 $\pm$ 0.50	-9.89
BN-17	5.06 $\pm$ 1.13	4.63 $\pm$ 0.37	-8.44
BN-18	3.97 $\pm$ 0.19	4.47 $\pm$ 0.62	12.64
BN-19	3.34 $\pm$ 0.77	3.78 $\pm$ 0.76	13.16
BN-20	4.03 $\pm$ 0.43	4.63 $\pm$ 0.39	14.67
BN-22	3.26 $\pm$ 0.43	4.06 $\pm$ 0.77	24.48
BN-23	3.88 $\pm$ 0.42	3.47 $\pm$ 0.21	-10.55
BN-24	4.86 $\pm$ 0.63	4.03 $\pm$ 0.62	-17.16
BN-26	4.53 $\pm$ 0.42	4.76 $\pm$ 0.30	5.13
BN-27	4.14 $\pm$ 0.42	3.86 $\pm$ 0.32	-6.82
BN-28	3.65 $\pm$ 0.37	3.81 $\pm$ 0.50	4.31
BN-29	4.72 $\pm$ 0.64	4.27 $\pm$ 0.59	-9.53
BN-30	3.72 $\pm$ 0.74	4.29 $\pm$ 0.47	15.09
BN-32	4.33 $\pm$ 0.54	4.72 $\pm$ 0.46	8.60
BN-33	4.48 $\pm$ 0.86	4.03 $\pm$ 0.60	-10.09
BN-34	5.21 $\pm$ 1.14	5.16 $\pm$ 0.32	-1.01

Çizelge 4.4. Devamı

BN-35	3.74 ± 0.42	3.96 ± 0.34	5.81
BN-36	3.82 ± 0.25	3.83 ± 0.35	0.26
BN-37	4.87 ± 0.66	4.67 ± 0.55	-4.25
BN-38	3.70 ± 0.36	3.28 ± 0.75	-11.41
BN-39	4.55 ± 0.60	4.81 ± 0.07	5.38
BN-40	5.55 ± 0.70	5.47 ± 0.37	-1.53
BN-42	3.85 ± 0.46	3.86 ± 0.28	0.39
BN-44	3.51 ± 0.67	4.12 ± 0.46	17.21
BN-48	3.60 ± 0.23	3.08 ± 0.47	-14.51
BN-49	2.94 ± 0.17	2.97 ± 0.19	1.02
BN-50	3.42 ± 0.64	2.87 ± 0.88	-16.14
BN-51	3.77 ± 0.19	4.21 ± 0.19	11.18
BN-52A	4.41 ± 0.38	3.25 ± 0.71	-26.32
BN-52B	4.49 ± 0.26	4.12 ± 0.47	-8.34
BN-54	4.56 ± 0.57	4.18 ± 0.83	-8.33
BN-55	3.63 ± 0.64	3.35 ± 0.49	-7.64
BN-56	4.80 ± 0.33	4.26 ± 0.23	-11.23
BN-57	4.26 ± 0.79	3.95 ± 0.62	-7.22
BN-60	3.86 ± 0.37	3.35 ± 0.41	-13.38
BN-61	3.82 ± 1.19	4.68 ± 0.28	22.47
BN-62	4.70 ± 0.28	4.13 ± 0.25	-12.27
BN-63	5.00 ± 0.72	4.23 ± 0.36	-15.48
BN-64	4.61 ± 0.74	4.16 ± 0.19	-9.75
BN-65	4.81 ± 0.58	4.28 ± 0.48	-11.11
BN-66	3.55 ± 0.42	3.97 ± 0.45	11.61
BN-67	4.73 ± 0.70	4.45 ± 0.54	-5.92
BN-68	3.88 ± 0.65	3.68 ± 0.12	-5.34
BN-69	3.03 ± 0.27	3.66 ± 0.26	20.77
BN-70	2.61 ± 0.41	2.68 ± 0.29	3.17
BN-71	4.04 ± 0.35	5.04 ± 0.61	24.71
BN-72	3.68 ± 0.61	4.66 ± 0.19	26.54
BN-73	4.31 ± 0.35	4.49 ± 0.03	4.23
BN-74	3.42 ± 0.84	3.94 ± 0.87	15.34
BN-75A	4.62 ± 0.45	3.77 ± 0.54	-18.33
BN-75B	3.74 ± 0.32	4.07 ± 0.20	8.68

Çizelge 4.4. Devamı

BN-75C	3.82 $\pm$ 0.21	3.58 $\pm$ 0.29	-6.28
BN-76	3.74 $\pm$ 0.45	3.93 $\pm$ 0.36	5.28
BN-77	4.29 $\pm$ 0.22	3.94 $\pm$ 0.31	-8.27
BN-87	4.16 $\pm$ 0.27	4.64 $\pm$ 0.18	11.40
BN-89	3.94 $\pm$ 0.60	3.68 $\pm$ 0.15	-6.41
BN-99	2.35 $\pm$ 0.38	2.73 $\pm$ 0.12	16.49
BN-101	3.26 $\pm$ 0.32	1.99 $\pm$ 0.76	-38.85
BN-102	3.21 $\pm$ 0.25	3.58 $\pm$ 0.37	11.60
BN-103	4.18 $\pm$ 0.33	4.53 $\pm$ 0.76	8.43
BN-104	4.46 $\pm$ 0.57	5.07 $\pm$ 0.15	13.55
BN-105	4.82 $\pm$ 0.13	4.59 $\pm$ 0.39	-4.76
BN-106	4.56 $\pm$ 0.23	4.86 $\pm$ 0.44	6.68
BN-111	3.53 $\pm$ 0.57	3.69 $\pm$ 0.52	4.75
BN-112	4.25 $\pm$ 0.68	4.74 $\pm$ 0.68	11.46
BN-114	2.87 $\pm$ 0.51	2.69 $\pm$ 0.78	-6.34
BN-116	4.68 $\pm$ 0.15	2.93 $\pm$ 0.86	-37.46
BN-127	2.63 $\pm$ 0.51	2.69 $\pm$ 0.21	2.18
BN-130	3.89 $\pm$ 0.45	3.55 $\pm$ 0.71	-8.85
BN-131	4.12 $\pm$ 0.53	4.32 $\pm$ 0.27	4.30
BN-138	2.37 $\pm$ 0.39	2.39 $\pm$ 0.35	1.05
BN-139	3.52 $\pm$ 0.10	1.97 $\pm$ 0.97	-43.96
BN-140	2.53 $\pm$ 0.28	3.65 $\pm$ 0.10	44.08
BN-147	4.27 $\pm$ 0.26	4.08 $\pm$ 0.69	-4.50
BN-149	2.89 $\pm$ 0.62	3.45 $\pm$ 0.36	19.64
BN-151	3.74 $\pm$ 0.05	3.99 $\pm$ 0.23	6.60
BN-152	3.61 $\pm$ 0.24	4.17 $\pm$ 0.97	15.43
BN-153	3.83 $\pm$ 0.27	4.16 $\pm$ 0.62	8.81
BN-154	3.99 $\pm$ 0.58	4.52 $\pm$ 0.39	13.26
BN-157A	3.33 $\pm$ 0.04	3.55 $\pm$ 0.45	6.52
BN-157B	3.38 $\pm$ 0.17	3.32 $\pm$ 0.64	-1.85
BN-158	3.76 $\pm$ 0.46	3.63 $\pm$ 0.45	-3.52
BN-159	4.07 $\pm$ 0.29	4.08 $\pm$ 0.52	0.25
BN-162	3.52 $\pm$ 0.41	3.42 $\pm$ 0.64	-2.78
BN-163A	3.39 $\pm$ 0.08	3.34 $\pm$ 0.10	-2.43
BN-163B	3.97 $\pm$ 0.48	3.07 $\pm$ 0.21	-22.63
BN-163D	3.07 $\pm$ 0.08	3.07 $\pm$ 0.76	0.33
Ortalama	3.95	3.91	-0.96

4.5. Yeşil Aksam Taze Ağırlığı

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama yeşil aksam taze ağırlığı 9.77 g/bitki iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 12.04 g/bitki olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, yeşil aksam taze ağırlığı değerleri bakımından kontrole göre en az kayıp gösteren, en iyi durumda olan ilk 20 genotip şu şekilde sıralanmaktadır: BN-74, BN-70, BN-44, BN-52A, BN-19, BN-22, BN-30, BN-49, BN-42, BN-111, BN-131, BN-72, BN-40, BN-10, BN-39, BN-64, BN-12, BN-76, BN-54, BN-154.

Kaya (2011), kuraklık ve tuzluluk stresi altında yetiştirdikleri farklı fasulye genotiplerinin yeşil aksam taze ağırlıkları bakımından, kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin kontrol bitkilerine göre %75.52 oranında değişim gösterdiği tespit edilirken, tuz stresinde görülen bu etkinin %67.75 oranında olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.5. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi ve kontrol koşullarında yeşil aksam taze ağırlığı değerleri ve streste kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (g/bitki)	Stres (g/bitki)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	20.24 ± 1.65	10.94 ± 2.63	-45.96
BN-4	17.06 ± 2.23	12.21 ± 2.34	-28.47
BN-6	24.65 ± 0.57	11.07 ± 1.93	-55.10
BN-8	11.79 ± 2.11	9.96 ± 0.83	-15.56
BN-9	11.32 ± 1.24	8.42 ± 1.80	-25.61
BN-10	8.88 ± 1.47	10.68 ± 1.69	20.21
BN-12	9.16 ± 1.26	10.04 ± 2.82	9.58
BN-13	11.14 ± 1.86	9.12 ± 1.79	-18.12
BN-14	9.57 ± 1.14	8.65 ± 1.54	-9.59
BN-15	18.25 ± 1.16	15.81 ± 1.81	-13.44
BN-16	29.85 ± 0.44	17.71 ± 1.36	-40.65
BN-17	24.81 ± 1.45	16.26 ± 2.61	-34.46

Çizelge 4.5. Devamı

BN-18	14.82 ± 1.81	9.85 ± 1.24	-33.52
BN-19	7.99 ± 0.72	12.03 ± 1.85	50.55
BN-20	12.51 ± 2.48	12.02 ± 1.88	-3.98
BN-22	9.47 ± 0.98	12.93 ± 2.21	36.60
BN-23	13.41 ± 3.82	11.77 ± 1.61	-12.21
BN-24	13.35 ± 1.74	9.89 ± 1.32	-25.88
BN-26	18.89 ± 1.13	14.62 ± 2.49	-22.70
BN-27	12.11 ± 1.62	7.67 ± 1.14	-36.65
BN-28	11.32 ± 1.67	9.74 ± 2.15	-13.98
BN-29	7.56 ± 0.99	5.85 ± 1.43	-22.68
BN-30	6.35 ± 1.21	8.67 ± 1.35	36.59
BN-32	15.55 ± 1.72	10.97 ± 1.43	-29.46
BN-33	20.69 ± 1.88	11.96 ± 2.67	-42.19
BN-34	25.85 ± 1.36	14.74 ± 2.15	-42.96
BN-35	8.08 ± 0.81	7.89 ± 2.01	-2.35
BN-36	5.73 ± 0.72	4.79 ± 1.42	-16.41
BN-37	11.48 ± 3.46	10.35 ± 1.86	-9.86
BN-38	5.18 ± 0.65	4.73 ± 2.71	-8.64
BN-39	18.16 ± 1.54	21.53 ± 1.73	18.56
BN-40	12.62 ± 0.33	15.19 ± 2.33	20.34
BN-42	5.75 ± 1.17	7.68 ± 1.02	33.42
BN-44	4.37 ± 0.49	8.03 ± 2.14	83.85
BN-48	11.98 ± 0.45	4.96 ± 2.39	-58.62
BN-49	6.14 ± 1.33	8.29 ± 0.73	35.07
BN-50	11.32 ± 0.86	10.38 ± 1.61	-8.30
BN-51	12.21 ± 1.43	8.34 ± 1.13	-31.65
BN-52A	7.53 ± 1.16	12.38 ± 0.66	64.47
BN-52B	15.69 ± 1.69	10.25 ± 2.90	-34.66
BN-54	8.00 ± 1.21	8.46 ± 1.11	5.81
BN-55	6.79 ± 1.43	7.04 ± 1.81	3.76
BN-56	15.82 ± 0.85	10.28 ± 1.13	-35.00
BN-57	6.02 ± 1.27	4.48 ± 1.38	-25.61
BN-60	5.57 ± 0.84	3.45 ± 1.38	-38.18
BN-61	19.09 ± 0.35	10.78 ± 1.47	-43.50
BN-62	7.07 ± 1.65	5.92 ± 0.83	-16.17

Çizelge 4.5. Devamı

BN-63	21.49 ± 1.19	12.13 ± 2.41	-43.56
BN-64	5.15 ± 0.43	6.04 ± 1.41	17.34
BN-65	14.14 ± 1.61	9.82 ± 1.35	-30.35
BN-66	9.76 ± 1.19	9.24 ± 2.63	-5.28
BN-67	14.45 ± 1.19	9.03 ± 1.96	-37.52
BN-68	11.53 ± 1.39	8.72 ± 1.62	-24.51
BN-69	7.14 ± 0.82	5.82 ± 1.23	-18.80
BN-70	4.03 ± 1.39	8.31 ± 2.22	105.99
BN-71	12.09 ± 1.65	11.29 ± 3.57	-6.62
BN-72	5.92 ± 0.55	7.14 ± 1.51	20.55
BN-73	12.26 ± 3.64	10.88 ± 2.51	-11.22
BN-74	6.04 ± 6.00	14.82 ± 0.25	145.28
BN-75A	10.29 ± 1.83	10.32 ± 1.51	0.12
BN-75B	10.08 ± 1.46	10.23 ± 1.75	1.52
BN-75C	8.52 ± 1.80	7.22 ± 2.35	-15.27
BN-76	6.13 ± 0.89	6.68 ± 2.18	8.97
BN-77	13.90 ± 0.67	10.56 ± 0.41	-24.00
BN-87	9.17 ± 0.84	6.64 ± 1.41	-27.64
BN-89	8.90 ± 1.89	7.66 ± 0.63	-13.88
BN-99	12.90 ± 0.71	10.69 ± 1.37	-17.17
BN-101	22.77 ± 1.14	21.93 ± 1.63	-3.70
BN-102	13.24 ± 1.15	13.19 ± 2.44	-0.36
BN-103	6.43 ± 0.75	6.26 ± 1.08	-2.60
BN-104	14.68 ± 4.49	11.52 ± 0.65	-21.71
BN-105	15.71 ± 2.78	11.35 ± 1.63	-27.76
BN-106	21.61 ± 2.28	8.61 ± 0.43	-60.17
BN-111	8.26 ± 0.85	10.71 ± 2.64	29.68
BN-112	8.11 ± 2.11	8.22 ± 1.18	1.42
BN-114	14.54 ± 0.37	7.77 ± 1.78	-46.59
BN-116	21.61 ± 0.43	14.02 ± 1.75	-35.11
BN-127	9.57 ± 0.33	4.97 ± 0.73	-48.11
BN-130	16.24 ± 0.68	7.56 ± 0.51	-53.44
BN-131	6.00 ± 1.33	7.56 ± 2.06	25.97
BN-138	13.72 ± 0.54	7.24 ± 4.38	-47.25
BN-139	18.27 ± 1.48	17.17 ± 1.69	-6.05

Çizelge 4.5. Devamı

BN-140	17.51 ± 0.89	11.89 ± 2.67	-32.11
BN-147	6.03 ± 1.27	5.47 ± 2.14	-9.21
BN-149	15.63 ± 1.12	12.61 ± 2.57	-19.32
BN-151	5.05 ± 1.44	5.24 ± 0.94	3.91
BN-152	6.70 ± 1.11	6.31 ± 0.83	-5.86
BN-153	7.98 ± 1.59	5.72 ± 0.85	-28.63
BN-154	6.69 ± 1.13	7.05 ± 0.67	5.27
BN-157A	12.98 ± 1.86	10.63 ± 1.92	-18.07
BN-157B	14.10 ± 0.06	12.69 ± 2.67	-9.95
BN-158	12.20 ± 2.11	9.72 ± 1.91	-20.27
BN-159	7.48 ± 0.94	7.69 ± 1.24	2.74
BN-162	13.26 ± 1.36	8.55 ± 0.88	-35.55
BN-163A	14.82 ± 1.35	9.65 ± 0.64	-34.88
BN-163B	9.93 ± 1.16	7.06 ± 1.91	-28.93
BN-163D	11.83 ± 0.57	7.26 ± 2.32	-38.64
Ortalama	12.04	9.77	-18.88

4.6. Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama yeşil aksam kuru ağırlığı 0.93 g/bitki iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 1.22 g/bitki olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, yeşil aksam kuru ağırlığı değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-138, BN-74, BN-131, BN-64, BN-20, BN-99, BN-154, BN-72, BN-71, BN-103, BN-14, BN-73, BN-158, BN-147, BN-61, BN-39, BN-23, BN-152, BN-49, BN-12.

Kaya (2011), fasulyede yaptığı çalışmada yeşil aksam kuru ağırlık bakımından tuz ve kuraklık stresinin her ikisinin de, genel olarak bitkilerin kuru ağırlıklarında azalma olduğunu gözlemlemiştir. Tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında ise kuru ağırlık bakımından fasulye genotiplerinin kurak

uygulamasından %66.56 oranında etkilenirken, tuz uygulamasında bu oranın %63.12 olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.6. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yeşil aksam kuru ağırlığı değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (g/bitki)	Stres (g/bitki)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	1.14 ± 0.54	0.72 ± 0.43	-36.34
BN-4	1.65 ± 0.84	1.08 ± 0.25	-34.09
BN-6	1.83 ± 0.47	0.84 ± 0.14	-54.02
BN-8	1.26 ± 0.32	1.15 ± 0.15	-11.51
BN-9	1.12 ± 0.17	0.91 ± 0.04	-18.75
BN-10	1.09 ± 0.13	0.92 ± 0.03	-15.10
BN-12	0.92 ± 0.05	0.84 ± 0.38	-8.24
BN-13	1.16 ± 0.05	1.05 ± 0.43	-9.31
BN-14	1.00 ± 0.07	1.04 ± 0.29	4.16
BN-15	1.36 ± 0.94	0.86 ± 0.81	-36.40
BN-16	1.65 ± 0.96	1.11 ± 0.41	-32.27
BN-17	1.69 ± 0.48	1.52 ± 0.26	-10.06
BN-18	1.50 ± 0.11	1.10 ± 0.34	-26.35
BN-19	1.51 ± 0.09	1.24 ± 0.12	-17.58
BN-20	0.86 ± 0.48	1.09 ± 0.43	27.33
BN-22	1.69 ± 0.03	1.36 ± 0.23	-19.01
BN-23	1.23 ± 0.08	1.19 ± 0.21	-2.65
BN-24	1.26 ± 0.49	1.01 ± 0.32	-19.80
BN-26	1.84 ± 0.73	1.34 ± 0.29	-26.70
BN-27	1.10 ± 0.22	0.66 ± 0.07	-39.73
BN-28	1.25 ± 0.04	1.00 ± 0.29	-11.56
BN-29	0.86 ± 0.24	0.60 ± 0.15	-29.86
BN-30	1.23 ± 0.09	0.96 ± 0.17	-20.94
BN-32	1.13 ± 0.34	0.94 ± 0.14	-16.56
BN-33	1.39 ± 0.68	1.00 ± 0.23	-27.93
BN-34	1.81 ± 0.81	1.24 ± 0.29	-31.49
BN-35	1.41 ± 0.06	1.00 ± 0.21	-28.56
BN-36	0.69 ± 0.05	0.53 ± 0.21	-23.19

Çizelge 4.6. Devamı

BN-37	1.35 ± 0.06	0.97 ± 0.27	-27.43
BN-38	0.65 ± 0.08	0.46 ± 0.23	-29.23
BN-39	1.47 ± 0.41	1.43 ± 0.46	-2.56
BN-40	1.51 ± 0.51	1.17 ± 0.19	-22.21
BN-42	0.97 ± 0.04	0.87 ± 0.11	-9.84
BN-44	1.15 ± 0.04	0.83 ± 0.27	-27.58
BN-48	1.05 ± 0.18	0.45 ± 0.22	-56.22
BN-49	1.11 ± 0.08	1.03 ± 0.09	-7.42
BN-50	1.32 ± 0.01	1.17 ± 0.23	-10.74
BN-51	1.09 ± 0.23	0.93 ± 0.27	-14.22
BN-52A	1.27 ± 0.06	0.79 ± 0.43	-37.19
BN-52B	1.63 ± 0.02	1.16 ± 0.48	-28.43
BN-54	0.93 ± 0.18	0.79 ± 0.31	-14.56
BN-55	1.03 ± 0.05	0.73 ± 0.16	-28.76
BN-56	1.39 ± 0.22	0.89 ± 0.34	-35.20
BN-57	0.64 ± 0.14	0.43 ± 0.16	-32.16
BN-60	0.51 ± 0.23	0.39 ± 0.21	-20.10
BN-61	1.07 ± 0.69	1.05 ± 0.19	-1.64
BN-62	0.68 ± 0.22	0.56 ± 0.05	-16.91
BN-63	1.85 ± 0.33	1.15 ± 0.31	-37.43
BN-64	0.37 ± 0.19	0.53 ± 0.21	45.89
BN-65	1.48 ± 0.33	0.96 ± 0.31	-34.41
BN-66	1.25 ± 0.06	0.99 ± 0.27	-20.43
BN-67	1.33 ± 0.04	1.04 ± 0.25	-21.32
BN-68	1.07 ± 0.33	0.97 ± 0.18	-8.86
BN-69	1.20 ± 0.16	0.73 ± 0.16	-38.58
BN-70	1.17 ± 0.15	0.94 ± 0.22	-22.84
BN-71	0.85 ± 0.31	0.91 ± 0.41	7.69
BN-72	0.56 ± 0.04	0.62 ± 0.15	8.24
BN-73	1.12 ± 0.31	1.14 ± 0.26	2.46
BN-74	0.59 ± 0.62	1.19 ± 0.11	102.54
BN-75A	1.43 ± 0.02	1.12 ± 0.16	-21.82
BN-75B	1.34 ± 0.04	1.18 ± 0.23	-11.27
BN-75C	1.01 ± 0.17	0.83 ± 0.35	-17.53
BN-76	0.84 ± 0.03	0.58 ± 0.17	-30.92

Çizelge 4.6. Devamı

BN-77	1.29 ± 0.34	1.06 ± 0.16	-17.79
BN-87	0.94 ± 0.21	0.69 ± 0.14	-26.60
BN-89	1.36 ± 0.11	1.01 ± 0.06	-25.09
BN-99	1.13 ± 0.45	1.42 ± 0.23	24.17
BN-101	2.33 ± 0.28	1.62 ± 0.08	-30.11
BN-102	1.56 ± 0.44	1.29 ± 0.34	-17.04
BN-103	0.63 ± 0.08	0.67 ± 0.12	7.17
BN-104	1.17 ± 0.48	0.99 ± 0.19	-14.74
BN-105	1.73 ± 0.31	0.98 ± 0.23	-43.00
BN-106	1.38 ± 0.87	0.52 ± 0.39	-56.81
BN-111	1.22 ± 0.69	1.06 ± 0.34	-12.68
BN-112	0.73 ± 0.24	0.62 ± 0.11	-13.79
BN-114	1.08 ± 0.67	0.84 ± 0.28	-22.04
BN-116	2.72 ± 0.17	0.78 ± 0.05	-71.11
BN-127	1.37 ± 0.11	0.62 ± 0.09	-55.58
BN-130	1.08 ± 0.61	0.75 ± 0.81	-30.23
BN-131	0.54 ± 0.13	0.85 ± 0.16	58.14
BN-138	0.30 ± 0.13	0.85 ± 0.47	181.82
BN-139	2.48 ± 0.15	1.96 ± 0.02	-20.67
BN-140	2.25 ± 0.28	0.58 ± 0.11	-74.16
BN-147	0.55 ± 0.22	0.54 ± 0.23	-0.46
BN-149	1.44 ± 0.05	1.07 ± 0.38	-25.44
BN-151	0.61 ± 0.41	0.52 ± 0.16	-15.12
BN-152	0.69 ± 0.15	0.65 ± 0.12	-5.05
BN-153	0.92 ± 0.23	0.69 ± 0.22	-24.59
BN-154	0.65 ± 0.18	0.74 ± 0.07	14.67
BN-157A	1.69 ± 0.07	0.87 ± 0.68	-48.15
BN-157B	1.55 ± 0.35	1.14 ± 0.25	-26.17
BN-158	1.03 ± 0.23	1.05 ± 0.22	1.94
BN-159	0.85 ± 0.11	0.74 ± 0.16	-12.94
BN-162	1.59 ± 0.05	0.86 ± 0.13	-45.27
BN-163A	1.96 ± 0.09	1.24 ± 0.21	-36.73
BN-163B	1.32 ± 0.06	0.80 ± 0.29	-38.58
BN-163D	1.31 ± 0.07	0.91 ± 0.33	-30.27
Ortalama	1.22	0.93	-23.31

4.7. Yaprak Su Potansiyeli

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama yaprak su potansiyeli 0.10 MPa iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 0.09 MPa olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, yaprak su potansiyeli değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-63, BN-104, BN-66, BN-60, BN-57, BN-56, BN-32, BN-153, BN-68, BN-61, BN-52B, BN-64, BN-73, BN-131, BN-105, BN-159, BN-103, BN-18, BN-15, BN-6.

Kaya (2011), fasulye genotipleri ile yaptığı çalışmada tuz stresi yaprak su potansiyeli bakımından %68.25 oranında değişim göstererek kontrol bitkilerine göre artma olduğunu göstermiştir. Kuraklık stresi ise %24.90 oranında değişim göstererek tuz stresinden daha az düzeyde kontrol bitkilerine göre artma olduğunu saptamıştır.

Çizelge 4.7. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yaprak su potansiyeli değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (MPa)	Stres (MPa)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	-0.16 ± 0.31	-0.21 ± 0.62	35.48
BN-4	-0.14 ± 0.19	-0.13 ± 0.53	-3.71
BN-6	-0.06 ± 0.23	-0.11 ± 0.00	83.33
BN-8	-0.06 ± 0.19	-0.09 ± 0.19	54.55
BN-9	-0.14 ± 0.46	-0.11 ± 0.12	-21.43
BN-10	-0.21 ± 0.11	-0.14 ± 0.37	-31.71
BN-12	-0.12 ± 0.16	-0.10 ± 0.15	-20.83
BN-13	-0.11 ± 0.12	-0.08 ± 0.16	-27.27
BN-14	-0.14 ± 0.25	-0.13 ± 0.53	-3.70
BN-15	-0.06 ± 0.05	-0.11 ± 0.26	91.30
BN-16	-0.14 ± 0.16	-0.08 ± 0.19	-46.43

Çizelge 4.7. Devamı

BN-17	-0.12 ± 0.62	-0.10 ± 0.15	-17.39
BN-18	-0.08 ± 0.10	-0.14 ± 0.16	86.67
BN-19	-0.08 ± 0.16	-0.09 ± 0.26	12.50
BN-20	-0.09 ± 0.20	-0.10 ± 0.15	5.56
BN-22	-0.10 ± 0.16	-0.08 ± 0.16	-20.00
BN-23	-0.05 ± 0.20	-0.09 ± 0.12	80.00
BN-24	-0.05 ± 0.12	-0.08 ± 0.19	50.00
BN-26	-0.04 ± 0.10	-0.06 ± 0.16	71.43
BN-27	-0.09 ± 0.12	-0.05 ± 0.12	-44.44
BN-28	-0.07 ± 0.12	-0.10 ± 0.15	42.86
BN-29	-0.11 ± 0.12	-0.11 ± 0.12	0.00
BN-30	-0.07 ± 0.26	-0.06 ± 0.23	-14.29
BN-32	-0.05 ± 0.12	-0.11 ± 0.00	120.00
BN-33	-0.04 ± 0.16	-0.06 ± 0.19	37.52
BN-34	-0.06 ± 0.10	-0.08 ± 0.12	36.36
BN-35	-0.07 ± 0.12	-0.11 ± 0.42	57.14
BN-36	-0.07 ± 0.12	-0.12 ± 0.11	64.29
BN-37	-0.12 ± 0.19	-0.07 ± 0.26	-39.13
BN-38	-0.08 ± 0.16	-0.12 ± 0.12	50.00
BN-39	-0.08 ± 0.34	-0.10 ± 0.10	26.67
BN-40	-0.06 ± 0.16	-0.05 ± 0.10	-25.00
BN-42	-0.10 ± 0.16	-0.11 ± 0.48	10.00
BN-44	-0.11 ± 0.12	-0.07 ± 0.25	-40.91
BN-48	-0.12 ± 0.30	-0.09 ± 0.26	-21.74
BN-49	-0.14 ± 0.53	-0.10 ± 0.16	-25.93
BN-50	-0.08 ± 0.11	-0.12 ± 0.16	50.00
BN-51	-0.12 ± 0.23	-0.06 ± 0.16	-50.00
BN-52A	-0.06 ± 0.12	-0.09 ± 0.12	63.64
BN-52B	-0.05 ± 0.12	-0.10 ± 0.10	100.00
BN-54	-0.08 ± 0.14	-0.09 ± 0.12	20.00
BN-55	-0.04 ± 0.11	-0.07 ± 0.91	62.51
BN-56	-0.05 ± 0.12	-0.10 ± 0.66	127.78
BN-57	-0.06 ± 0.16	-0.16 ± 0.28	166.67
BN-60	-0.07 ± 0.12	-0.19 ± 0.12	171.43
BN-61	-0.08 ± 0.31	-0.15 ± 0.26	100.00

Çizelge 4.7. Devamı

BN-62	-0.18 ± 0.25	-0.10 ± 0.16	-42.86
BN-63	-0.08 ± 0.37	-0.24 ± 0.34	131.25
BN-64	-0.08 ± 0.11	-0.16 ± 0.25	93.75
BN-65	-0.24 ± 0.32	-0.08 ± 0.16	-65.96
BN-66	-0.11 ± 0.14	-0.29 ± 0.26	176.19
BN-67	-0.07 ± 0.12	-0.09 ± 0.12	30.77
BN-68	-0.05 ± 0.19	-0.10 ± 0.25	111.11
BN-69	-0.12 ± 0.16	-0.13 ± 0.38	4.17
BN-70	-0.12 ± 0.17	-0.19 ± 0.26	58.33
BN-71	-0.09 ± 0.12	-0.11 ± 0.10	16.67
BN-72	-0.06 ± 0.12	-0.07 ± 0.12	16.67
BN-73	-0.07 ± 0.12	-0.14 ± 0.51	92.86
BN-74	-0.11 ± 0.48	-0.10 ± 0.12	-9.09
BN-75A	-0.08 ± 0.16	-0.06 ± 0.16	-25.00
BN-75B	-0.06 ± 0.14	-0.05 ± 0.19	-18.18
BN-75C	-0.06 ± 0.12	-0.09 ± 0.12	50.00
BN-76	-0.04 ± 0.13	-0.04 ± 0.10	0.00
BN-77	-0.08 ± 0.16	-0.08 ± 0.16	0.00
BN-87	-0.09 ± 0.12	-0.14 ± 0.16	55.56
BN-89	-0.08 ± 0.14	-0.08 ± 0.23	6.67
BN-99	-0.41 ± 1.75	0.00 ± 0.13	-100.00
BN-101	-0.06 ± 0.00	-0.11 ± 0.12	75.00
BN-102	-0.09 ± 0.12	-0.11 ± 0.12	22.22
BN-103	-0.09 ± 0.12	-0.17 ± 0.12	88.89
BN-104	-0.04 ± 0.13	-0.10 ± 0.10	185.71
BN-105	-0.06 ± 0.16	-0.12 ± 0.11	91.67
BN-106	-0.08 ± 0.19	-0.11 ± 0.19	40.00
BN-111	-0.06 ± 0.16	-0.09 ± 0.26	50.00
BN-112	-0.09 ± 0.19	-0.11 ± 0.19	23.53
BN-114	-0.10 ± 0.16	-0.10 ± 0.10	-5.00
BN-116	-0.26 ± 3.61	-0.12 ± 0.13	-55.77
BN-127	-0.07 ± 0.13	-0.08 ± 0.12	23.08
BN-130	-0.07 ± 0.12	-0.10 ± 0.16	53.85
BN-131	-0.07 ± 0.13	-0.13 ± 0.11	92.31
BN-138	-0.07 ± 0.14	-0.10 ± 0.16	53.85

Çizelge 4.7. Devamı

BN-139	-0.07 ± 0.12	-0.12 ± 0.11	64.29
BN-140	-0.07 ± 0.12	-0.09 ± 0.19	21.43
BN-147	-0.08 ± 0.16	-0.11 ± 0.26	37.50
BN-149	-0.10 ± 0.16	-0.11 ± 0.19	5.00
BN-151	-0.10 ± 0.19	-0.17 ± 0.12	78.95
BN-152	-0.09 ± 0.12	-0.11 ± 0.12	22.22
BN-153	-0.05 ± 0.12	-0.11 ± 0.00	120.00
BN-154	-0.06 ± 0.16	-0.11 ± 0.26	83.33
BN-157A	-0.08 ± 0.16	-0.09 ± 0.19	6.25
BN-157B	-0.08 ± 0.19	-0.10 ± 0.10	26.67
BN-158	-0.07 ± 0.14	-0.10 ± 0.10	46.15
BN-159	-0.06 ± 0.16	-0.12 ± 0.19	91.67
BN-162	-0.11 ± 0.13	-0.11 ± 0.26	4.76
BN-163A	-0.07 ± 0.12	-0.10 ± 0.16	53.85
BN-163B	-0.08 ± 0.19	-0.11 ± 0.12	46.67
BN-163D	-0.07 ± 0.12	-0.10 ± 0.10	35.71
Ortalama	-0.09	-0.10	17.78

4.8. Membran Zararlanma

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama membran zararlanması % 0.113 iken, kontrol bitkilerinin ortalaması % 0.112 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8.). Membran zararlanma seviyesi ne kadar fazla olursa, doku hasarı ve bitkinin zarar görmesi oranı da artmaktadır. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında, kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, membran zararlanması değerleri bakımından en iyi durumdan en çok etkilenene doğru olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-10, BN-14, BN-56, BN-152, BN-34, BN-70, BN-61, BN-16, BN-89, BN-54, BN-30, BN-4, BN-67, BN-39, BN-154, BN-13, BN-103, BN-9, BN-71, BN-33.

Kaya (2011), fasulyede yaptığı çalışma sonucunda hücrelerde stres sonrası meydana gelen zararlanmanın tuz ve kuraklık stresi koşullarında farklı sonuçlar

gösterdiğini, tuz stresinde genotiplerin ortalama % değişiminin %38.44 olduğunu, kuraklık stresinde ise bu oranın %6.88 olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.8. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında membran zararlanması değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	*LC (%)	**LT (%)	Membran zararlanma indeksi MII (%)
BN-2	0.132	0.117	-1.70
BN-4	0.113	0.074	-4.43
BN-6	0.123	0.103	-2.31
BN-8	0.130	0.135	0.51
BN-9	0.146	0.069	-8.82
BN-10	0.039	0.121	8.49
BN-12	0.177	0.161	-2.09
BN-13	0.157	0.080	-8.96
BN-14	0.053	0.143	9.54
BN-15	0.115	0.145	3.38
BN-16	0.095	0.175	8.80
BN-17	0.068	0.114	4.88
BN-18	0.111	0.100	-1.13
BN-19	0.187	0.136	-6.38
BN-20	0.113	0.109	-0.41
BN-22	0.074	0.098	3.32
BN-23	0.088	0.111	2.45
BN-24	0.094	0.104	1.04
BN-26	0.103	0.140	4.11
BN-27	0.119	0.105	-1.50
BN-28	0.160	0.154	1.02
BN-29	0.149	0.117	-3.79
BN-30	0.147	0.096	-5.86
BN-32	0.098	0.107	1.03
BN-33	0.137	0.063	-8.51
BN-34	0.066	0.137	7.56
BN-35	0.080	0.133	5.86
BN-36	0.153	0.134	-2.24

Çizelge 4.8. Devamı

BN-37	0.150	0.129	-2.59
BN-38	0.122	0.133	1.33
BN-39	0.110	0.069	-4.62
BN-40	0.153	0.137	-1.81
BN-42	0.095	0.131	3.96
BN-44	0.187	0.136	-5.12
BN-48	0.103	0.094	-0.96
BN-49	0.144	0.105	-4.49
BN-50	0.122	0.110	-1.59
BN-51	0.155	0.124	-3.64
BN-52A	0.126	0.083	-4.48
BN-52B	0.088	0.088	0.24
BN-54	0.154	0.259	12.47
BN-55	0.147	0.122	-3.04
BN-56	0.061	0.133	7.69
BN-57	0.123	0.119	-0.40
BN-60	0.130	0.108	-2.54
BN-61	0.054	0.100	4.91
BN-62	0.120	0.118	-0.13
BN-63	0.063	0.053	-1.07
BN-64	0.119	0.139	2.21
BN-65	0.145	0.131	-1.61
BN-66	0.077	0.118	4.48
BN-67	0.170	0.107	-8.81
BN-68	0.102	0.109	0.75
BN-69	0.102	0.098	0.73
BN-70	0.077	0.151	6.27
BN-71	0.110	0.052	-6.54
BN-72	0.129	0.117	-2.75
BN-73	0.101	0.107	0.65
BN-74	0.143	0.130	-1.52
BN-75A	0.108	0.159	4.94
BN-75B	0.100	0.131	3.42
BN-75C	0.142	0.107	-4.60

Çizelge 4.8. Devamı

BN-76	0.121	0.125	0.10
BN-77	0.143	0.102	-4.75
BN-87	0.091	0.122	3.48
BN-89	0.088	0.154	7.38
BN-99	0.118	0.111	-0.82
BN-101	0.119	0.162	4.92
BN-102	0.031	0.025	-0.72
BN-103	0.130	0.062	-7.81
BN-104	0.108	0.108	0.00
BN-105	0.121	0.120	-0.15
BN-106	0.110	0.121	1.28
BN-111	0.119	0.154	3.93
BN-112	0.091	0.090	-0.06
BN-114	0.092	0.117	2.78
BN-116	0.091	0.090	-0.10
BN-127	0.140	0.125	-1.74
BN-130	0.036	0.039	0.31
BN-131	0.122	0.116	-0.63
BN-138	0.022	0.015	-0.67
BN-139	0.010	0.013	0.25
BN-140	0.027	0.020	-0.62
BN-147	0.123	0.091	-3.64
BN-149	0.137	0.102	-4.08
BN-151	0.112	0.146	3.76
BN-152	0.067	0.143	8.17
BN-153	0.141	0.102	-4.57
BN-154	0.142	0.078	-7.48
BN-157A	0.115	0.124	0.96
BN-157B	0.121	0.107	-1.46
BN-158	0.106	0.101	-0.56
BN-159	0.148	0.128	-2.45
BN-162	0.117	0.101	-1.75
BN-163A	0.088	0.145	6.23
BN-163B	0.134	0.160	3.00
BN-163D	0.154	0.156	0.31
Ortalama	0.112	0.113	0.63

*LT: soğuk stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/otoklav edildikten sonraki EC

** kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/ otoklav edildikten sonraki EC

4.9. Yaprak Stoma İletkenliği

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama stoma geçirgenliği 35.03 mmol/m²/s iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 30.16 mmol/m²/s olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlara bakıldığında, stoma geçirgenliği değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-131, BN-138, BN-26, BN-36, BN-74, BN-57, BN-130, BN-154, BN-89, BN-67, BN-10, BN-14, BN-44, BN-140, BN-75B, BN-54, BN-147, BN-163A, BN-69, BN-105.

Kaya (2011), fasulyede tuz ve kuraklık stresi karşılaştırdığında tuz stresi altında bitkilerin stoma geçirgenliği bakımından ortalama %20.12 oranında azalma olduğunu belirlerken, kuraklık stresi karşısında genotiplerin ortalama %14.13 oranında azalma olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.9. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında stoma geçirgenliği değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (mmol/m ² /s)	Stres (mmol/m ² /s)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	60.25 ± 9.18	17.71 ± 3.79	-70.66
BN-4	13.55 ± 1.63	7.32 ± 0.31	-46.22
BN-6	15.72 ± 4.48	30.23 ± 2.91	92.05
BN-8	19.72 ± 0.97	20.52 ± 3.11	3.93
BN-9	25.37 ± 2.76	49.00 ± 3.01	93.10
BN-10	16.67 ± 3.50	45.00 ± 4.95	169.57
BN-12	23.52 ± 3.24	24.91 ± 7.76	5.84
BN-13	17.65 ± 2.66	30.12 ± 1.81	70.25
BN-14	15.41 ± 3.87	41.52 ± 2.50	169.32
BN-15	29.52 ± 5.31	40.81 ± 3.09	38.10
BN-16	75.75 ± 4.92	17.23 ± 7.29	-77.26
BN-17	7.75 ± 1.81	8.22 ± 1.91	6.13
BN-18	16.71 ± 2.36	20.00 ± 1.15	19.91
BN-19	26.47 ± 4.78	31.60 ± 1.78	19.17

Çizelge 4.9. Devamı

BN-20	20.41	± 3.92	32.71	± 5.03	60.42
BN-22	24.75	± 5.64	39.42	± 5.18	59.29
BN-23	19.42	± 5.41	10.63	± 1.42	-45.30
BN-24	23.51	± 3.25	30.84	± 5.16	31.06
BN-26	9.17	± 2.28	32.88	± 1.44	258.30
BN-27	11.51	± 1.68	53.35	± 3.59	361.04
BN-28	18.92	± 1.75	43.44	± 5.73	129.02
BN-29	18.00	± 0.62	28.23	± 1.02	60.60
BN-30	26.00	± 4.65	31.52	± 3.28	19.47
BN-32	36.15	± 6.75	20.00	± 4.69	-44.67
BN-33	14.57	± 1.40	17.43	± 4.63	19.38
BN-34	35.12	± 4.37	33.12	± 3.94	-5.69
BN-35	17.35	± 1.74	31.41	± 3.71	81.12
BN-36	12.00	± 0.39	41.21	± 0.84	243.54
BN-37	14.80	± 3.67	24.00	± 1.90	62.16
BN-38	15.02	± 0.68	30.80	± 1.11	104.66
BN-39	23.25	± 3.30	14.00	± 1.90	-40.00
BN-40	21.85	± 2.98	12.50	± 2.18	-43.02
BN-42	27.97	± 2.90	47.50	± 5.02	69.62
BN-44	18.67	± 2.53	49.80	± 2.37	166.67
BN-48	49.61	± 2.18	13.31	± 4.91	-73.19
BN-49	21.85	± 3.23	30.62	± 2.89	40.16
BN-50	15.25	± 2.13	34.13	± 4.41	123.61
BN-51	16.37	± 2.60	15.32	± 1.19	-6.87
BN-52A	29.60	± 5.30	45.53	± 7.55	53.63
BN-52B	13.15	± 1.84	23.81	± 4.25	81.18
BN-54	13.95	± 0.71	35.00	± 3.67	150.72
BN-55	21.67	± 4.74	34.30	± 4.11	58.25
BN-56	56.50	± 4.36	27.41	± 5.50	-51.55
BN-57	14.80	± 0.18	45.00	± 1.44	203.89
BN-60	16.65	± 0.78	26.10	± 4.01	56.61
BN-61	110.00	± 2.16	14.31	± 1.37	-87.00
BN-62	15.45	± 3.65	11.62	± 1.05	-24.80
BN-63	21.47	± 2.90	7.53	± 1.33	-65.08
BN-64	37.15	± 1.95	32.41	± 1.45	-12.92

Çizelge 4.9. Devamı

BN-65	53.50	± 2.52	5.32	± 0.88	-90.09
BN-66	22.95	± 5.58	44.51	± 4.47	94.01
BN-67	16.25	± 1.62	44.63	± 3.80	174.31
BN-68	36.62	± 2.51	19.23	± 1.97	-47.71
BN-69	24.80	± 5.57	58.81	± 4.94	136.90
BN-70	25.57	± 2.38	47.11	± 4.65	84.16
BN-71	31.20	± 2.32	15.52	± 2.78	-50.48
BN-72	18.90	± 2.53	26.23	± 4.80	38.76
BN-73	42.53	± 2.65	16.72	± 3.21	-60.82
BN-74	27.97	± 3.23	89.51	± 3.51	219.93
BN-75A	19.50	± 2.60	45.32	± 5.92	131.84
BN-75B	17.52	± 1.41	28.13	± 1.19	60.49
BN-75C	18.52	± 1.33	30.44	± 7.40	64.10
BN-76	27.32	± 3.65	47.55	± 4.08	73.83
BN-77	14.81	± 1.69	14.00	± 0.82	-5.65
BN-87	11.21	± 0.37	20.63	± 1.20	84.15
BN-89	21.62	± 3.79	60.00	± 7.82	177.66
BN-99	22.21	± 5.54	5.50	± 2.12	-75.34
BN-101	31.55	± 1.69	50.20	± 3.05	59.11
BN-102	42.82	± 1.66	25.60	± 2.43	-40.19
BN-103	15.23	± 0.99	24.80	± 0.61	62.99
BN-104	37.62	± 1.93	9.50	± 1.23	-74.68
BN-105	9.57	± 2.12	22.70	± 4.71	136.88
BN-106	15.02	± 1.32	22.40	± 4.04	49.08
BN-111	13.31	± 2.02	26.50	± 5.92	99.02
BN-112	76.22	± 1.84	21.30	± 5.05	-72.02
BN-114	40.52	± 4.41	46.40	± 6.20	14.63
BN-116	38.02	± 2.30	53.30	± 5.56	40.04
BN-127	32.95	± 2.49	65.90	± 3.09	99.92
BN-130	32.37	± 3.52	97.40	± 4.38	200.77
BN-131	7.75	± 2.12	56.10	± 3.19	623.87
BN-138	23.25	± 2.63	74.60	± 5.91	220.86
BN-139	30.47	± 2.43	62.40	± 3.20	104.76
BN-140	27.25	± 4.27	68.80	± 2.72	152.29
BN-147	14.35	± 1.06	34.50	± 3.08	140.07

Çizelge 4.9. Devamı

BN-149	33.22 ± 4.33	40.30 ± 2.63	21.22
BN-151	16.35 ± 0.34	24.00 ± 1.44	46.48
BN-152	10.37 ± 0.68	15.10 ± 0.81	45.78
BN-153	14.21 ± 1.67	20.80 ± 1.17	46.13
BN-154	7.32 ± 0.93	20.70 ± 1.18	182.66
BN-157A	44.02 ± 3.21	35.10 ± 2.68	-20.22
BN-157B	39.12 ± 4.99	44.60 ± 8.18	13.93
BN-158	18.67 ± 1.89	29.91 ± 8.51	59.84
BN-159	31.42 ± 3.01	23.72 ± 1.19	-24.66
BN-162	27.02 ± 2.36	42.23 ± 3.20	56.06
BN-163A	32.25 ± 3.79	76.83 ± 3.72	137.98
BN-163B	38.25 ± 3.86	70.54 ± 3.12	84.38
BN-163D	48.82 ± 4.79	41.95 ± 5.98	-14.13
Ortalama	30.16	35.06	16.15

4.10.Yaprak Ozmotik Potansiyeli

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama osmotik potansiyel değeri -1.59 MPa iken, kontrol bitkilerinin ortalaması -1.57 MPa olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında, kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, osmotik basınç değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-27, BN-4, BN-40, BN-22, BN-6, BN-64, BN-67, BN-33, BN-111, BN-70, BN-17, BN-8, BN-44, BN-152, BN-32, BN-106, BN-24, BN-34, BN-49, BN-153.

Kaya (2011), fasulyede tuz ve kuraklık stresi altındaki genotiplerin ortalama % değişimi kontrol bitkilerine göre değerlendirdiğinde, tuz stresi %292.30 oranında artış, kuraklık stresi ise yaprak ozmatik potansiyeli bakımından tuz stresinden daha az düzeyde ortalama %31.74 oranında artış olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.10. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ozmotik potansiyele değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (MPa)	Stres (MPa)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	-1.46 $\pm$ 0.03	-1.30 $\pm$ 0.06	-10.62
BN-4	-1.66 $\pm$ 0.03	-3.20 $\pm$ 0.02	92.25
BN-6	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.87 $\pm$ 0.04	40.78
BN-8	-1.48 $\pm$ 0.03	-1.72 $\pm$ 0.03	15.65
BN-9	-1.41 $\pm$ 0.03	-1.34 $\pm$ 0.01	4.59
BN-10	-1.74 $\pm$ 0.03	-1.51 $\pm$ 0.01	-13.33
BN-12	-1.78 $\pm$ 0.04	-1.51 $\pm$ 0.09	-15.22
BN-13	-1.61 $\pm$ 0.03	-1.24 $\pm$ 0.00	-23.20
BN-14	-1.37 $\pm$ 0.03	-1.32 $\pm$ 0.03	-3.77
BN-15	-4.36 $\pm$ 0.09	-4.02 $\pm$ 0.03	-7.69
BN-16	-1.21 $\pm$ 0.02	-1.25 $\pm$ 0.03	3.19
BN-17	-15.23 $\pm$ 0.31	-17.62 $\pm$ 0.20	15.66
BN-18	-1.44 $\pm$ 0.03	-1.35 $\pm$ 0.04	-6.25
BN-19	-1.57 $\pm$ 0.03	-1.35 $\pm$ 0.03	-13.93
BN-20	-1.52 $\pm$ 0.03	-1.39 $\pm$ 0.02	-8.47
BN-22	-1.25 $\pm$ 0.02	-1.79 $\pm$ 0.02	43.30
BN-23	-1.46 $\pm$ 0.03	-1.47 $\pm$ 0.02	0.88
BN-24	-1.43 $\pm$ 0.03	-1.57 $\pm$ 0.04	9.91
BN-26	-2.00 $\pm$ 0.04	-1.26 $\pm$ 0.09	-36.77
BN-27	-2.05 $\pm$ 0.04	-4.05 $\pm$ 0.05	97.48
BN-28	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.43 $\pm$ 0.04	7.77
BN-29	-1.41 $\pm$ 0.03	-1.34 $\pm$ 0.02	-4.59
BN-30	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.29 $\pm$ 0.01	-2.91
BN-32	-1.03 $\pm$ 0.02	-1.15 $\pm$ 0.02	11.25
BN-33	-1.12 $\pm$ 0.02	-1.35 $\pm$ 0.06	20.69
BN-34	-1.51 $\pm$ 0.03	-1.64 $\pm$ 0.01	8.55
BN-35	-1.41 $\pm$ 0.03	-1.12 $\pm$ 0.04	-20.18
BN-36	-1.74 $\pm$ 0.03	-1.51 $\pm$ 0.01	-13.33
BN-37	-1.60 $\pm$ 0.03	-1.37 $\pm$ 0.05	-14.52
BN-38	-1.78 $\pm$ 0.04	-1.63 $\pm$ 0.07	-8.70
BN-39	-1.55 $\pm$ 0.03	-1.61 $\pm$ 0.04	4.17
BN-40	-1.06 $\pm$ 0.02	-1.52 $\pm$ 0.07	43.90
BN-42	-1.46 $\pm$ 0.03	-1.41 $\pm$ 0.03	-3.54
BN-44	-1.30 $\pm$ 0.03	-1.50 $\pm$ 0.11	14.85
BN-48	-1.24 $\pm$ 0.02	-1.23 $\pm$ 0.02	-1.04

Çizelge 4.10. Devamı

BN-49	-1.38 $\pm$ 0.03	-1.50 $\pm$ 0.04	8.41
BN-50	-1.70 $\pm$ 0.03	-1.12 $\pm$ 0.01	-34.09
BN-51	-1.50 $\pm$ 0.03	-1.38 $\pm$ 0.03	-7.76
BN-52A	-1.32 $\pm$ 0.03	-1.29 $\pm$ 0.02	-1.96
BN-52B	-1.26 $\pm$ 0.03	-1.19 $\pm$ 0.02	-6.12
BN-54	-1.61 $\pm$ 0.03	-1.24 $\pm$ 0.00	-23.20
BN-55	-1.21 $\pm$ 0.02	-1.04 $\pm$ 0.03	-13.83
BN-56	-1.21 $\pm$ 0.02	-1.24 $\pm$ 0.01	2.13
BN-57	-1.37 $\pm$ 0.03	-1.32 $\pm$ 0.03	-3.77
BN-60	-1.44 $\pm$ 0.03	-1.35 $\pm$ 0.04	-6.25
BN-61	-1.66 $\pm$ 0.03	-1.63 $\pm$ 0.12	195.35
BN-62	-1.57 $\pm$ 0.03	-1.35 $\pm$ 0.03	-13.93
BN-63	-1.50 $\pm$ 0.03	-1.28 $\pm$ 0.03	-14.66
BN-64	-1.29 $\pm$ 0.03	-1.79 $\pm$ 0.02	39.00
BN-65	-1.42 $\pm$ 0.03	-1.48 $\pm$ 0.05	4.55
BN-66	-1.17 $\pm$ 0.02	-1.25 $\pm$ 0.03	6.59
BN-67	-1.06 $\pm$ 0.02	-1.38 $\pm$ 0.06	30.49
BN-68	-1.32 $\pm$ 0.03	-1.37 $\pm$ 0.01	3.92
BN-69	-1.14 $\pm$ 0.02	-1.20 $\pm$ 0.03	5.68
BN-70	-1.15 $\pm$ 0.02	-1.37 $\pm$ 0.01	19.10
BN-71	-1.34 $\pm$ 0.03	-1.39 $\pm$ 0.00	3.85
BN-72	-1.23 $\pm$ 0.02	-1.3 $\pm$ 0.03	6.32
BN-73	-1.57 $\pm$ 0.03	-1.35 $\pm$ 0.02	-13.93
BN-74	-1.47 $\pm$ 0.03	-1.20 $\pm$ 0.01	-18.42
BN-75A	-1.59 $\pm$ 0.03	-1.15 $\pm$ 0.01	-27.64
BN-75B	-1.34 $\pm$ 0.03	-1.08 $\pm$ 0.00	-19.23
BN-75C	-1.20 $\pm$ 0.02	-1.17 $\pm$ 0.01	-2.15
BN-76	-1.35 $\pm$ 0.03	-1.28 $\pm$ 0.01	-5.71
BN-77	-1.55 $\pm$ 0.03	-1.55 $\pm$ 0.01	0.00
BN-87	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.43 $\pm$ 0.04	7.77
BN-89	-1.29 $\pm$ 0.03	-1.14 $\pm$ 0.01	-12.00
BN-99	-1.23 $\pm$ 0.02	-1.12 $\pm$ 0.03	-8.42
BN-101	-1.34 $\pm$ 0.03	-1.30 $\pm$ 0.02	-2.88
BN-102	-1.26 $\pm$ 0.03	-1.32 $\pm$ 0.01	4.08
BN-103	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.29 $\pm$ 0.01	-2.91
BN-104	-1.42 $\pm$ 0.03	-1.32 $\pm$ 0.01	-7.27
BN-105	-1.41 $\pm$ 0.03	-1.35 $\pm$ 0.01	-3.67

Çizelge 4.10. Devamı

BN-106	-1.29 $\pm$ 0.03	-1.43 $\pm$ 0.02	11.00
BN-111	-1.60 $\pm$ 0.03	-1.92 $\pm$ 0.01	20.16
BN-112	-1.29 $\pm$ 0.03	-1.38 $\pm$ 0.02	7.00
BN-114	-1.54 $\pm$ 0.03	-1.21 $\pm$ 0.01	-21.01
BN-116	-1.26 $\pm$ 0.03	-1.34 $\pm$ 0.01	6.12
BN-127	-1.30 $\pm$ 0.03	-1.29 $\pm$ 0.01	-0.99
BN-130	-1.21 $\pm$ 0.02	-1.21 $\pm$ 0.01	0.00
BN-131	-1.41 $\pm$ 0.03	-1.12 $\pm$ 0.00	-20.18
BN-138	-1.24 $\pm$ 0.02	-1.20 $\pm$ 0.00	-3.13
BN-139	-1.35 $\pm$ 0.03	-1.21 $\pm$ 0.00	-10.48
BN-140	-1.23 $\pm$ 0.02	-1.28 $\pm$ 0.00	4.21
BN-147	-1.60 $\pm$ 0.03	-1.48 $\pm$ 0.00	-7.26
BN-149	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.12 $\pm$ 0.00	-15.53
BN-151	-1.46 $\pm$ 0.03	-1.41 $\pm$ 0.00	-3.54
BN-152	-1.30 $\pm$ 0.03	-1.50 $\pm$ 0.01	14.85
BN-153	-1.38 $\pm$ 0.03	-1.50 $\pm$ 0.00	8.41
BN-154	-1.70 $\pm$ 0.03	-1.12 $\pm$ 0.00	-34.09
BN-157A	-1.21 $\pm$ 0.02	-1.14 $\pm$ 0.00	-6.38
BN-157B	-1.17 $\pm$ 0.02	-1.21 $\pm$ 0.00	3.30
BN-158	-1.38 $\pm$ 0.03	-1.30 $\pm$ 0.00	-5.61
BN-159	-1.32 $\pm$ 0.03	-1.29 $\pm$ 0.00	-1.96
BN-162	-1.32 $\pm$ 0.03	-1.17 $\pm$ 0.00	-10.78
BN-163A	-1.33 $\pm$ 0.03	-1.14 $\pm$ 0.00	-14.56
BN-163B	-1.29 $\pm$ 0.03	-1.25 $\pm$ 0.00	-3.00
BN-163D	-1.29 $\pm$ 0.03	-1.16 $\pm$ 0.00	-10.00
Ortalama	-1.57	-1.59	1.04

4.11. Yaprak Oransal Su İçeriği

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında, ortalama yaprak oransal su içeriği %115.39 iken, kontrol bitkilerinin ortalaması %104.02 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11.). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, yaprak oransal su içeriği değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-111, BN-28, BN-56, BN-35, BN-54, BN-14, BN-87, BN-24,

BN-68, BN-12, BN-139, BN-152, BN-51, BN-147, BN-57, BN-52A,-BN-40, BN-50, BN-55, BN-157.

Kaya (2011), fasulyede tuz ve kuraklık stresi çalışmaları sonucunda elde edilen değerler bakımından yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiğini belirlemiştir. Tuz stresi koşullarında ortalama değişim %8.01 değerini alırken, kuraklık stresi ise %1.64 değerini alarak kontrol bitkilerine göre bir azalma olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.11. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yaprak oransal su içeriğine değerleri ve kontrole göre değişim oranları

genotip	Kontrol (%)	Stres (%)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	76.76	78.09	1.74
BN-4	87.19	84.41	-3.19
BN-6	86.50	86.74	0.27
BN-8	68.68	29.25	-57.41
BN-9	136.99	56.65	31.35
BN-10	84.95	127.83	50.49
BN-12	199.08	451.14	126.62
BN-13	204.79	117.66	-42.55
BN-14	171.43	453.31	164.43
BN-15	118.72	145.68	22.72
BN-16	153.91	68.24	-55.66
BN-17	135.82	85.23	-37.25
BN-18	122.74	109.25	-10.99
BN-19	92.79	101.50	9.38
BN-20	78.50	70.09	-10.72
BN-22	140.76	192.27	36.60
BN-23	65.67	83.87	27.71
BN-24	15.96	41.49	159.92
BN-26	22.68	35.33	55.80
BN-27	47.63	66.97	40.60
BN-28	108.56	352.61	224.79
BN-29	60.14	65.80	9.41

Çizelge 4.11. Devamı

BN-30	149.22	177.11	18.69
BN-32	131.91	89.90	-31.85
BN-33	90.10	97.79	8.54
BN-34	69.06	104.73	51.65
BN-35	252.00	58.80	192.43
BN-36	297.07	184.66	-37.84
BN-37	71.95	56.75	-21.13
BN-38	134.28	135.70	1.06
BN-39	120.40	109.72	-8.87
BN-40	68.34	132.78	94.29
BN-42	245.88	226.71	-7.80
BN-44	364.54	291.08	-20.15
BN-48	73.65	82.61	12.16
BN-49	346.49	189.78	-45.23
BN-50	193.70	329.81	70.27
BN-51	22.65	47.60	110.20
BN-52A	37.16	74.74	101.14
BN-52B	222.23	80.61	-63.72
BN-54	31.39	83.31	165.36
BN-55	55.02	92.69	68.46
BN-56	44.39	142.65	221.35
BN-57	54.91	114.14	107.86
BN-60	187.52	146.36	-21.95
BN-61	79.48	63.09	-20.63
BN-62	117.44	90.63	-17.30
BN-63	69.35	44.90	-35.25
BN-64	152.34	95.22	-37.50
BN-65	78.23	80.61	3.04
BN-66	107.95	127.35	17.97
BN-67	141.81	98.76	-30.35
BN-68	44.01	101.41	130.40
BN-69	25.25	26.46	4.81
BN-70	106.82	70.91	-33.62
BN-71	21.32	10.84	-49.16
BN-72	260.75	289.75	11.12

Çizelge 4.11. Devamı

BN-73	21.88	17.95	-17.93
BN-74	57.59	60.11	4.38
BN-75A	154.07	108.32	-29.69
BN-75B	74.45	107.66	44.60
BN-75C	48.21	25.52	-47.04
BN-76	83.63	87.25	4.33
BN-77	27.59	9.60	-65.18
BN-87	13.26	34.81	162.51
BN-89	90.73	53.00	-41.59
BN-99	297.92	161.75	-45.71
BN-101	110.19	91.70	-16.78
BN-102	252.90	131.84	-47.87
BN-103	41.07	40.65	-1.01
BN-104	52.44	50.84	-3.05
BN-105	98.47	48.30	-50.95
BN-106	43.57	34.83	-20.05
BN-111	6.02	21.11	250.42
BN-112	62.13	56.54	-9.00
BN-114	193.94	96.12	-50.44
BN-116	313.21	316.23	0.97
BN-127	181.31	167.81	-7.44
BN-130	103.87	30.68	-70.46
BN-131	30.31	20.87	-31.14
BN-138	108.68	141.10	29.83
BN-139	52.28	114.05	118.14
BN-140	60.78	87.76	44.39
BN-147	19.13	39.87	108.38
BN-149	131.56	141.14	7.28
BN-151	18.81	22.13	17.70
BN-152	19.26	41.37	114.82
BN-153	37.01	34.04	-8.02
BN-154	37.92	31.63	-16.59
BN-157	48.11	79.94	66.17
BN-157A	20.44	31.01	51.73
BN-158	31.96	26.77	-16.24

Çizelge 4.11. Devamı

BN-159	65.55	38.12	-41.84
BN-162	81.44	86.38	6.07
BN-163A	83.99	83.90	-0.11
BN-163B	83.29	83.91	0.74
BN-163D	81.87	88.05	7.56
ortalama	104.02	115.39	10.93

4.12. Yaprak Alanı

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında ortalama yaprak alan indeksi 279.72 cm² iken, kontrol bitkilerinin ortalaması 355.18 cm² olarak bulunmuştur (Çizelge 4.12). Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında, kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, yaprak alan indeksi değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler şu şekilde sıralanmaktadır: BN-112, BN-61, BN-77, BN-51, BN-73, BN-52B, BN-63, BN-65, BN-138, BN-56, BN-114, BN-52A, BN-130, BN-74, BN-68, BN-75A, BN-67, BN-75B, BN-34, BN-104.

Kaya (2011), fasulyede tuz ve kuraklık stresi koşullarında yaprak alanında azalma olduğunu saptamıştır. Fasulye genotiplerinin daha çok kuraklık koşullarından etkilendiğini, kontrol bitkilerine göre ortalama %72.59 olurken, tuz stresinde ise %60.73 olduğunu tespit etmiştir.

Aslantaş (2011) tafafından bademde yapılan bir çalışmada, soğuk stresi uygulaması yaprak alanını etkilediği ve yaprak alanında kontrole göre düşüş olduğu belirlenmiş ve elde ettiği sonuçlar çalışmamızla uyumlu olmuştur.

Çizelge 4.12. Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında yaprak alanı değerleri ve kontrole göre değişim oranları

Genotip	Kontrol (cm ² /bitki)	Stres (cm ² /bitki)	Kontrole göre değişim (%)
BN-2	766.35 ± 3.12	261.48 ± 73.82	-65.88
BN-4	416.98 ± 79.76	415.92 ± 86.00	-0.26
BN-6	862.90 ± 57.51	309.50 ± 64.10	-64.13
BN-8	594.97 ± 67.93	303.91 ± 30.30	-48.92
BN-9	281.75 ± 40.94	204.30 ± 51.90	-27.49
BN-10	515.23 ± 75.18	265.04 ± 109.00	-48.56
BN-12	725.08 ± 59.92	252.45 ± 122.00	-65.18
BN-13	385.31 ± 44.68	222.46 ± 46.83	-42.26
BN-14	482.84 ± 82.84	193.53 ± 64.25	-59.92
BN-15	366.00 ± 31.84	226.23 ± 62.84	-38.19
BN-16	801.28 ± 61.22	409.03 ± 84.86	-48.95
BN-17	727.50 ± 101.21	518.05 ± 98.65	-28.79
BN-18	448.55 ± 17.72	320.80 ± 131.00	-28.48
BN-19	484.25 ± 68.19	238.57 ± 109.00	-50.73
BN-20	634.66 ± 50.07	371.68 ± 116.00	-41.44
BN-22	626.50 ± 70.42	279.75 ± 134.00	-55.35
BN-23	462.33 ± 61.72	289.00 ± 43.24	-37.49
BN-24	326.28 ± 59.85	358.18 ± 129.00	9.8
BN-26	395.50 ± 78.82	459.45 ± 80.21	16.17
BN-27	315.09 ± 126.29	192.58 ± 35.00	-38.88
BN-28	325.41 ± 63.28	241.34 ± 60.64	-25.84
BN-29	367.32 ± 59.35	163.50 ± 54.22	-55.49
BN-30	657.93 ± 105.55	236.20 ± 34.95	-64.10
BN-32	371.33 ± 48.42	337.96 ± 31.74	-8.99
BN-33	428.21 ± 52.99	340.05 ± 91.23	-20.59
BN-34	333.43 ± 84.52	458.36 ± 80.82	37.47
BN-35	445.28 ± 109.13	142.78 ± 41.91	-67.93
BN-36	485.04 ± 159.63	118.75 ± 53.52	-75.52
BN-37	470.82 ± 527.53	322.54 ± 112.00	-31.49
BN-38	419.95 ± 96.74	147.00 ± 95.33	-65.00
BN-39	333.54 ± 129.32	450.60 ± 61.71	35.10
BN-40	456.66 ± 83.72	529.72 ± 78.71	16.00

Çizelge 4.12. Devamı

BN-42	543.12 ± 46.58	241.81 ± 35.22	-55.48
BN-44	378.88 ± 79.53	230.56 ± 61.43	-39.15
BN-48	325.91 ± 154.97	142.93 ± 72.90	-56.14
BN-49	441.97 ± 87.86	242.59 ± 25.42	-45.11
BN-50	244.00 ± 75.37	298.33 ± 44.43	22.27
BN-51	126.25 ± 23.89	282.15 ± 74.62	123.48
BN-52A	172.75 ± 32.18	284.75 ± 172.00	64.84
BN-52B	138.50 ± 40.07	287.56 ± 87.32	107.63
BN-54	141.00 ± 47.91	181.00 ± 71.22	28.37
BN-55	159.50 ± 34.18	199.62 ± 56.62	25.15
BN-56	191.00 ± 49.17	326.73 ± 126.00	71.06
BN-57	157.75 ± 74.93	131.25 ± 25.41	-16.80
BN-60	308.75 ± 80.99	100.50 ± 43.13	-67.45
BN-61	136.25 ± 21.85	390.38 ± 128.00	186.51
BN-62	147.25 ± 74.23	166.25 ± 33.42	12.90
BN-63	175.25 ± 22.51	353.22 ± 75.23	101.55
BN-64	186.25 ± 101.66	164.00 ± 47.51	-11.95
BN-65	171.25 ± 44.43	334.01 ± 133.00	95.04
BN-66	174.75 ± 58.26	233.14 ± 33.44	33.42
BN-67	177.50 ± 54.76	255.38 ± 69.52	43.87
BN-68	168.50 ± 48.64	262.62 ± 56.14	55.86
BN-69	187.49 ± 74.35	244.35 ± 67.83	30.32
BN-70	220.78 ± 65.13	254.50 ± 71.72	15.27
BN-71	215.38 ± 57.97	213.47 ± 44.31	-0.88
BN-72	341.45 ± 66.35	277.06 ± 92.71	-18.86
BN-73	215.67 ± 39.05	471.54 ± 123.00	118.64
BN-74	281.62 ± 143.88	450.29 ± 1.74	59.89
BN-75A	204.35 ± 37.69	314.98 ± 49.41	54.14
BN-75B	199.36 ± 50.42	284.15 ± 56.33	42.53
BN-75C	248.10 ± 66.17	242.24 ± 46.72	-2.36
BN-76	253.26 ± 125.73	156.32 ± 56.84	-38.28
BN-77	138.87 ± 74.53	311.85 ± 7.62	124.57
BN-87	218.61 ± 57.14	182.50 ± 55.74	-16.52
BN-89	157.32 ± 30.12	157.91 ± 11.52	0.37
BN-99	246.62 ± 74.82	319.23 ± 49.44	29.44

Çizelge 4.12. Devamı

BN-101	351.71 ± 93.13	371.50 ± 22.00	5.63
BN-102	239.63 ± 43.95	245.25 ± 43.31	2.35
BN-103	430.30 ± 49.13	156.75 ± 18.52	-63.57
BN-104	250.49 ± 79.38	339.68 ± 13.00	35.60
BN-105	312.52 ± 60.34	368.55 ± 57.94	17.93
BN-106	390.52 ± 96.09	253.25 ± 16.32	-35.15
BN-111	268.45 ± 23.45	249.71 ± 69.10	-6.98
BN-112	97.29 ± 38.04	316.00 ± 48.31	224.81
BN-114	225.17 ± 19.84	372.00 ± 22.00	65.21
BN-116	336.58 ± 48.23	431.00 ± 5.42	28.05
BN-127	395.09 ± 52.57	171.25 ± 46.51	-56.66
BN-130	271.97 ± 90.71	440.50 ± 22.14	61.96
BN-131	199.51 ± 104.43	200.75 ± 48.33	0.62
BN-138	203.48 ± 45.82	372.25 ± 16.54	82.94
BN-139	601.50 ± 2.65	349.50 ± 34.11	-41.90
BN-140	457.75 ± 27.89	274.00 ± 19.92	-40.14
BN-147	460.50 ± 13.96	166.25 ± 69.43	-63.90
BN-149	644.25 ± 32.72	368.25 ± 24.00	-42.84
BN-151	354.75 ± 27.00	129.50 ± 19.22	-63.50
BN-152	455.00 ± 27.39	149.00 ± 29.33	-67.25
BN-153	139.50 ± 54.47	140.75 ± 36.11	0.90
BN-154	462.50 ± 33.07	181.25 ± 56.32	-60.81
BN-157A	427.75 ± 10.59	430.75 ± 13.13	0.70
BN-157B	418.75 ± 6.45	356.75 ± 31.32	-14.81
BN-158	462.50 ± 33.81	422.03 ± 81.11	-8.75
BN-159	385.00 ± 13.27	190.50 ± 23.71	-50.52
BN-162	435.75 ± 28.81	248.75 ± 31.51	-42.91
BN-163A	445.00 ± 42.15	256.25 ± 33.92	-42.42
BN-163B	376.75 ± 36.17	429.75 ± 28.91	14.07
BN-163D	442.75 ± 36.66	181.50 ± 6.56	-59.01
Ortalama	355.18	279.72	-21.24

4.13. Tartılı Derecelendirme

Denemede incelenen her bir parametreye ait kontrol ve stres verileri kullanılarak hesaplanan % değişim değerleri ile tartılı derecelendirme yapılmıştır. İncelenen her bir parametre için verilen puan ile genotipin kontrole göre değişimi çarpılmış ve bu değerler Çizelge 4.13’de sunulmuştur. Sonrasında 97 genotipin incelenen parametrelerde aldıkları puanlar toplanarak, toplam derecelendirme yapılmıştır. Düşük sıcaklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinde kaydedilen parametrelerin kontrole göre değişim oranlarının tartılı derecelendirme katsayısı ile çarpıldıktan sonra her genotip için tüm parametrelerin hesaplanan puanları toplanarak, toplam puan hesaplanmıştır. Bu toplam puana göre en yüksek puan alan genotipten en düşük puan alan genotipe doğru sıralanması Çizelge 4.14’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.13. Denemeye alınan fasulye genotiplerinde incelenen bütün parametreler için soğuk stresinde kontrole göre değişim oranları tartılı derecelendirme katsayıları ile çarpılarak elde edilen puanlar

Genotip	Skala	Yaprak sayısı	Bitki boyu	Gövde çapı	Yeşil aksam taze ağırlığı	Yeşil aksam kuru ağırlığı	Yaprak oransal su içeriği	Yaprak alanı	Yaprak su potan siyeli	Membran Zararlan ması	Stoma Geçir genliği	Ozmotik basınç
BN-2	25.65	-145.45	-267.76	-93.77	-459.55	-545.15	8.70	-988.21	177.42	-111.70	-1059.96	-63.72
BN-4	6.00	-22.22	-74.07	42.79	-284.67	-511.36	-15.93	-3.83	-18.52	-346.71	-693.27	553.49
BN-6	15.75	-160.00	-154.99	-20.46	-551.02	-810.37	1.34	-961.99	416.67	-164.23	1380.76	244.66
BN-8	12.00	25.00	107.94	3.31	-155.61	-172.62	-287.04	-733.80	272.73	34.25	58.94	93.91
BN-9	12.15	-121.74	-115.32	-52.09	-256.08	-281.25	156.75	-412.34	-107.14	-521.50	1396.55	-27.52
BN-10	12.15	0.00	-90.54	-26.95	202.08	-226.54	252.44	-728.37	-158.54	2082.84	2543.48	-80.00
BN-12	1.80	-120.00	-27.54	-46.33	95.77	-123.58	-2152.46	-977.74	-104.17	-96.59	87.67	-91.30
BN-13	10.80	-95.24	-181.40	22.82	-181.19	-139.68	-212.74	-633.95	-136.36	-485.32	1053.82	-139.20
BN-14	14.40	-42.11	78.16	31.43	-95.90	62.47	822.15	-898.79	-18.52	1723.98	2539.77	-22.64
BN-15	15.75	-125.00	-37.74	19.21	-134.38	-545.96	113.62	-572.85	416.67	260.49	571.55	-46.15
BN-16	23.25	-166.67	-207.56	-49.47	-406.52	-484.09	-278.30	-734.30	-232.14	838.67	-1144.85	19.15
BN-17	16.95	-100.00	-113.95	-42.22	-344.59	-150.89	-186.27	-431.86	-65.22	664.48	91.94	93.99
BN-18	1.50	-50.00	-66.45	63.21	-335.25	-395.25	-54.93	-427.22	433.33	-90.67	298.65	-37.50
BN-19	17.25	0.00	-144.39	65.82	505.48	-263.74	46.91	-761.02	62.50	-276.03	287.54	-83.61

Çizelge 4.13. Devamı

BN-20	1.50	30.77	-23.12	73.37	-39.76	409.88	-53.60	-621.56	27.78	-32.56	906.25	-50.85
BN-22	6.45	133.33	1.53	122.42	365.99	-285.11	182.99	-830.22	-100.00	465.48	889.39	259.79
BN-23	3.00	30.77	16.61	-52.77	-122.13	-39.80	138.56	-562.34	400.00	252.76	-679.54	5.31
BN-24	6.00	-92.31	52.17	-85.82	-258.85	-297.03	799.58	146.69	250.00	99.73	465.96	59.46
BN-26	22.50	-151.72	-200.38	25.66	-227.00	-400.54	279.02	242.53	357.14	358.15	3874.66	-220.65
BN-27	20.55	-85.71	-239.46	-34.08	-366.51	-595.89	203.00	-583.24	-222.22	-111.92	-870.13	584.91
BN-28	12.75	-23.53	-68.06	21.55	-139.77	-173.35	1123.96	-387.53	214.29	59.57	1935.36	46.60
BN-29	14.25	-66.67	-165.85	-47.67	-226.78	-447.83	47.05	-832.32	0.00	-215.88	908.96	-27.52
BN-30	1.50	-47.06	140.80	75.45	365.89	-314.08	93.45	-961.50	-71.43	-341.67	292.02	-17.48
BN-32	18.00	-133.33	-196.12	43.01	-294.65	-248.34	-159.24	-134.80	600.00	94.88	-597.51	67.50
BN-33	24.75	-107.69	-248.02	-50.45	-421.94	-418.92	42.70	-308.83	187.50	-536.97	-1320.93	124.14
BN-34	15.00	-121.74	-116.34	-5.03	-429.64	-472.38	258.27	562.04	181.82	1065.64	42.70	51.28
BN-35	6.75	-120.00	-96.81	29.06	-23.51	-428.46	962.14	-1019.01	285.71	683.00	1216.86	-121.10
BN-36	15.00	-83.33	-204.28	1.31	-164.12	-347.83	-189.19	-1132.77	321.43	-124.27	3653.13	-80.00
BN-37	7.50	-28.57	-56.95	-21.27	-98.63	-411.39	-105.63	-472.42	-195.65	-145.56	932.43	-87.10
BN-38	18.75	-86.96	-221.25	-57.02	-86.43	-438.46	5.31	-974.93	250.00	96.34	1569.88	-52.17
BN-39	13.20	-177.78	-118.60	26.88	185.60	-38.33	-44.36	526.45	133.33	-374.44	-600.00	25.00
BN-40	9.00	0.00	-51.06	-7.65	203.41	-333.22	471.44	239.99	-125.00	-100.68	-645.31	263.41

4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA

Sibel BALIK

Çizelge 4.13. Devamı

BN-42	10.05	-94.12	-156.35	1.95	334.20	-147.67	-38.99	-832.16	50.00	376.72	1044.24	-21.24
BN-44	6.75	133.33	-34.33	86.06	838.49	-413.73	-100.76	-587.20	-204.55	-235.86	2500.00	89.11
BN-48	12.00	-153.85	-148.72	-72.52	-586.22	-843.30	60.80	-842.17	-108.70	-83.94	-1097.78	-6.25
BN-49	1.05	0.00	-69.95	5.09	350.71	-111.24	-226.14	-676.67	-129.63	-267.44	602.40	50.47
BN-50	10.50	0.00	-100.00	-80.72	-82.97	-161.12	351.34	334.00	250.00	-112.86	1854.10	-204.55
BN-51	12.00	0.00	28.69	55.92	-316.53	-213.30	550.98	1852.24	-250.00	-198.29	-103.05	-46.55
BN-52A	9.00	66.67	22.91	-131.58	644.75	-557.86	505.70	972.54	318.18	-321.38	804.48	-11.76
BN-52B	10.50	-155.56	-45.48	-41.69	-346.56	-426.50	-318.62	1614.40	500.00	25.41	1217.68	-36.73
BN-54	13.50	-117.65	-242.72	-41.67	58.14	-218.33	826.80	425.53	100.00	687.19	2260.75	-139.20
BN-55	6.00	61.54	-42.48	-38.22	37.57	-431.39	342.30	377.27	312.50	-174.64	873.70	-82.98
BN-56	21.00	-92.31	-57.69	-56.16	-350.03	-527.98	1106.75	1065.90	638.89	1180.46	-607.34	12.77
BN-57	14.25	-109.09	-84.67	-36.09	-256.12	-482.35	539.29	-251.98	833.33	-28.26	3058.28	-22.64
BN-60	7.50	-84.21	-178.64	-66.90	-381.79	-301.51	-109.73	-1011.74	857.14	-169.80	849.10	-37.50
BN-61	16.50	-88.89	-80.00	112.34	-435.03	-24.59	-103.13	2797.71	500.00	864.56	-1289.71	-13.95
BN-62	11.25	106.67	-16.84	-61.34	-161.71	-253.68	-86.50	193.55	-214.29	-9.83	-371.97	-83.61
BN-63	22.95	-105.26	-189.85	-77.42	-435.62	-561.49	-176.27	1523.26	1000.00	-159.91	-976.14	-87.93
BN-64	6.00	-90.91	36.00	-48.73	173.39	688.36	-187.49	-179.19	468.75	162.72	-193.81	234.00
BN-65	15.45	-127.27	-162.91	-55.53	-303.48	-516.10	15.21	1425.66	-329.79	-95.61	-1335.66	27.27

4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA
Sibel BALIK

Çizelge 4.13. Devamı

BN-66	6.45	-57.14	-84.28	57.98	-52.78	-306.01	89.87	501.24	880.95	537.56	1410.13	39.56
BN-67	18.75	-85.71	-83.75	-29.58	-375.22	-319.81	-151.77	658.11	153.85	-404.05	2614.62	182.93
BN-68	7.50	-30.77	138.84	-26.69	-245.12	-132.87	652.02	837.89	555.56	65.98	-619.54	23.53
BN-69	10.50	-44.44	-56.41	103.87	-187.95	-578.71	24.03	454.86	20.83	72.16	2053.43	34.09
BN-70	17.25	300.00	16.33	15.83	1059.90	-342.63	-168.10	229.10	291.67	601.53	1262.46	114.61
BN-71	6.00	-61.54	18.10	123.53	-66.17	115.38	-245.81	-13.26	83.33	-527.87	-785.82	23.08
BN-72	15.00	-85.71	15.79	132.72	205.52	123.65	55.61	-282.87	83.33	-167.62	581.35	37.89
BN-73	6.00	-40.00	61.29	21.16	-112.20	36.91	-89.67	1779.54	464.29	57.47	-912.35	-83.61
BN-74	18.75	80.00	20.34	76.70	1452.81	1538.14	21.92	898.42	-45.45	-90.86	3419.57	-110.53
BN-75A	6.00	-30.77	-20.32	-91.67	1.19	-326.96	-148.46	812.14	-125.00	379.79	1977.62	-165.85
BN-75B	3.75	0.00	158.18	43.39	15.21	-169.07	223.02	637.90	-90.91	307.22	2276.75	-115.38
BN-75C	6.60	-57.14	-111.11	-31.39	-152.67	-262.89	-235.22	-35.43	250.00	-269.19	961.54	-12.90
BN-76	12.30	-220.00	-197.87	26.40	89.69	-463.84	21.63	-574.15	0.00	7.37	1310.65	-34.29
BN-77	3.00	-80.00	61.86	-41.33	-239.97	-266.92	-325.91	1868.49	0.00	-285.49	-84.81	0.00
BN-87	7.50	-109.09	-153.96	57.02	-276.37	-398.94	812.55	-247.77	277.78	348.57	1262.28	46.60
BN-89	10.50	0.00	-139.02	-32.04	-138.80	-376.38	-207.94	5.59	33.33	780.22	2664.93	-72.00
BN-99	7.50	-38.71	-120.33	82.45	-171.67	362.53	-228.54	441.62	-500.00	-61.46	-1203.52	-50.53
BN-101	12.75	-102.86	-198.31	-194.25	-37.00	-451.61	-83.88	84.39	375.00	363.45	886.69	-17.31

4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA

Sibel BALIK

Çizelge 4.13. Devamı

BN-102	7.50	23.53	-67.53	57.98	-3.59	-255.63	-239.34	35.21	111.11	-220.68	-602.80	24.49
BN-103	11.25	-75.00	-52.49	42.14	-26.05	107.57	-5.07	-953.58	444.44	-520.77	944.90	-17.48
BN-104	6.00	-26.67	24.43	67.75	-216.96	-221.15	-15.27	534.05	928.57	0.22	-1120.17	-43.64
BN-105	6.00	-50.00	-58.54	-23.82	-277.62	-645.02	-254.73	268.92	458.33	-10.61	2053.15	-22.02
BN-106	11.25	-26.67	-19.67	33.42	-601.74	-852.09	-100.24	-527.27	200.00	103.27	-108.70	66.00
BN-111	11.25	0.00	70.15	23.73	296.79	-190.18	1252.10	-104.69	250.00	290.84	1485.35	120.97
BN-112	6.00	0.00	-73.56	57.32	14.18	-206.90	-44.99	3372.08	117.65	-5.64	-1029.42	42.00
BN-114	8.55	-191.30	-233.66	-31.71	-465.88	-330.63	-252.20	978.13	-25.00	274.15	219.44	-126.05
BN-116	2.25	-173.91	217.72	-187.30	-351.12	-1066.67	4.84	420.79	-278.85	-9.62	600.59	36.73
BN-127	12.00	-183.33	-98.74	10.90	-481.07	-833.64	-37.22	-849.83	115.38	-107.00	1498.86	-5.94
BN-130	13.50	-148.15	-228.31	-44.26	-534.40	-453.49	-352.29	929.46	269.23	81.55	2895.75	0.00
BN-131	0.00	0.00	35.74	21.52	259.69	872.09	-155.72	9.34	461.54	-45.38	9358.06	-121.10
BN-138	12.75	75.00	-43.44	5.27	-472.49	2727.27	149.15	1244.09	269.23	-306.01	6492.86	-18.75
BN-139	16.20	-86.96	-180.30	-219.82	-60.47	-309.98	590.69	-628.43	321.43	244.23	1571.37	-62.86
BN-140	13.50	-116.67	-170.11	220.41	-321.05	-1112.47	221.96	-602.13	107.14	-228.60	2284.40	25.26
BN-147	0.00	-25.00	-93.20	-22.51	-92.12	-6.85	541.91	-958.47	187.50	-258.35	2101.05	-43.55
BN-149	1.50	21.05	-155.34	98.18	-193.19	-381.53	36.39	-642.61	25.00	-256.43	318.28	-93.20
BN-151	7.50	-88.89	-92.31	33.02	39.15	-226.53	88.52	-952.43	394.74	296.78	697.25	-21.24

4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA

Sibel BALIK

Çizelge 4.13. Devamı

BN-152	10.50	-76.19	-86.85	77.16	-58.60	-75.81	574.11	-1008.79	111.11	1141.40	686.75	89.11
BN-153	17.25	-85.71	-81.91	44.06	-286.34	-368.85	-40.11	13.44	600.00	-277.54	691.90	50.47
BN-154	9.00	-44.44	-87.22	66.29	52.67	220.08	-82.94	-912.16	416.67	-450.14	2739.93	-204.55
BN-157	9.75	-66.67	-27.83	32.61	-180.70	-722.22	330.87	10.52	31.25	73.36	-303.24	-38.30
BN-157A	4.50	-80.00	-136.79	-9.23	-99.50	-392.57	258.67	-222.09	133.33	-107.74	208.95	19.78
BN-158	1.50	80.00	206.35	-17.60	-202.75	29.13	-81.20	-131.24	230.77	-47.39	897.59	-33.64
BN-159	7.50	-70.59	-18.12	1.23	27.40	-194.12	-209.22	-757.79	458.33	-140.74	-369.93	-11.76
BN-162	4.80	-155.56	-50.70	-13.92	-355.51	-679.02	30.34	-643.72	23.81	-132.67	840.89	-64.71
BN-163A	15.00	-25.00	-140.12	-12.17	-348.80	-551.02	-0.55	-636.24	269.23	645.76	2069.77	-87.38
BN-163B	24.00	-111.11	-66.02	-113.14	-289.27	-578.69	3.70	211.02	233.33	194.15	1265.69	-18.00
BN-163D	6.00	-155.56	88.72	1.63	-386.39	-454.02	37.78	-885.09	178.57	17.02	-211.98	-60.00

Tartılı derecelendirmede en yüksek puan alan ilk 20 genotip sırasıyla: BN-131, BN-138, BN-74, BN-14, BN-26, BN-10, BN-54, BN-111, BN-70, BN-75B, BN-57, BN-66, BN-28, BN-89, BN-130, BN-56, BN-52A, BN-75A, BN-61, BN-112 olmuştur.

Çizelge 4.14. Denemede düşük sıcaklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinde kaydedilen parametrelerin kontrole göre değişim oranlarının tartılı derecelendirme katsayısı ile çarpıldıktan sonra her genotip için tüm parametrelerin hesaplanan puanları toplanara, toplam puan hesaplanmıştır. Bu toplam puana göre en yüksek puan alan genotipten en düşük puan alan genotipe doğru sıralanması sunulmaktadır

Genotip	Tartılı derecelendirme puanı	Genotip	Tartılı derecelendirme puanı	Genotip	Tartılı derecelendirme puanı
BN-131	10695,78	BN-55	1241,18	BN-17	-567,63
BN-138	10134,94	BN-68	1226,34	BN-23	-609,56
BN-74	7279,80	BN-22	1212,05	BN-60	-628,07
BN-14	4194,42	BN-163A	1198,49	BN-18	-660,57
BN-26	3959,37	BN-139	1195,11	BN-37	-683,23
BN-10	3782,06	BN-73	1188,83	BN-8	-741,00
BN-54	3612,35	BN-24	1145,59	BN-6	-763,88
BN-111	3506,30	BN-64	1069,08	BN-30	-784,10
BN-70	3397,95	BN-34	1031,62	BN-116	-784,54
BN-75B	3290,06	BN-158	931,52	BN-157	-850,59
BN-57	3173,94	BN-163B	755,64	BN-32	-940,60
BN-66	3023,53	BN-72	714,66	BN-62	-948,30
BN-28	2621,84	BN-101	637,06	BN-127	-959,63
BN-89	2528,38	BN-20	628,11	BN-29	-1060,26
BN-130	2428,59	BN-77	608,91	BN-13	-1117,62
BN-56	2334,26	BN-42	526,63	BN-102	-1129,76
BN-52A	2321,64	BN-140	321,65	BN-162	-1195,97
BN-75A	2267,71	BN-153	276,65	BN-149	-1221,88
BN-61	2255,82	BN-151	175,55	BN-159	-1277,81

Çizelge 4.14. Devamı

BN-112	2248,72	BN-75C	50,19	BN-71	-1331,05
BN-67	2178,37	BN-38	23,06	BN-4	-1368,31
BN-44	2077,32	BN-76	-22,11	BN-65	-1442,75
BN-50	2057,73	BN-15	-64,80	BN-99	-1480,65
BN-52B	1996,85	BN-40	-75,68	BN-106	-1822,42
BN-69	1906,27	BN-104	-82,84	BN-163D	-1823,32
BN-154	1723,19	BN-103	-100,13	BN-27	-2300,71
BN-36	1665,07	BN-114	-176,16	BN-16	-2822,83
BN-87	1626,16	BN-63	-223,67	BN-33	-3034,66
BN-105	1444,04	BN-9	-329,52	BN-2	-3523,49
BN-152	1383,90	BN-157A	-422,69	BN-12	-3554,47
BN-35	1374,64	BN-39	-443,05	BN-48	-3870,64
BN-51	1372,09	BN-49	-471,34		
BN-147	1330,40	BN-19	-543,30		

4.14. Korelasyon Bulguları

Soğuk stresi altında yetiştirilen, 97 genotip ile gerçekleştirilen çalışma sonucunda incelenen parametreler arasındaki korelasyon bulguları Çizelge 4.15.'te verilmiştir.

Soğuk stresi sonucu ölçülen parametrelere göre bitki boyu ile yeşil aksam taze ağırlığı ($r=0.205$ $P=0.05$), yeşil aksam kuru ağırlığı ($r=0.379$ $P=0.01$) arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bu durumda bitki boyu arttıkça yeşil aksam taze ağırlığının ve yeşil aksam kuru ağırlığının arttığı söylenebilir. Soğuk stresi altında yetiştirilen genotiplerin yaprak sayısı ile bitki gövde çapı ($r=0.227$ $P=0.05$) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Böylece yaprak sayısı arttıkça bitki gövde çapını arttırdığını söyleyebiliriz. Yaprak sayısı ile yeşil aksam kuru ağırlığı ($r=0.279$ $P=0.01$) arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Soğuk stresi altında yetiştirilen genotiplerin gövde çapı ile stoma iletkenliği ($r=0.338$ $P=0.01$) arasından pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Yaprak alanı ile yeşil aksam taze ağırlığı ($r=0.706$ $P=0.01$), yeşil aksam kuru ağırlığı

($r=0.600$ $P=0.01$) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda yaprak alanı arttıkça yeşil aksam taze ağırlığının ve yeşilaksam kuru ağırlığının arttığını söyleyebiliriz. Yaprak alanı ile ozmatik potansiyeli ($r=0.247$ $P=0.05$) arasında pozitif bir ilişki olduğu görölmüştür. Yeşil aksam taze ağırlığı ile yeşil aksam kuru ağırlığı ($r=0.785$ $P=0.01$) arasında pozitif bir ilişki olduğu görölmüştür. Yeşil aksam taze ağırlığı ile ozmatik potansiyeli ($r=0.237$ $P=0.05$) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Çizelge 4.15. Soğuk stresi altındaki fasulye genotiplerinin incelenen parametreler arasındaki korelasyon katsayıları

	Skala	Bitki Boyu	Y.Sayısı	G.Çapı	Y.Alanı	Y.Taze A.	Y.Kuru A.	Y.Su P.	MII	S. Geçr.	RWC	Y.Ozmo. P.
Skala	-	0.160	0.062	0.010	0.106	0.145	0.024	0.082	0.077	0.067	0.066	0.175
Bitki Boyu	-	-	0.144	0.161	0.059	0.205*	0.379**	0.171	0.033	0.089	0.135	0.017
Y.Sayısı	-	-	-	0.227*	0.056	0.182	0.279**	0.171	0.068	0.102	0.096	0.049
G.Çapı	-	-	-	-	0.126	0.077	0.079	0.026	0.065	0.338**	0.192	0.166
Y.Alanı	-	-	-	-	-	0.706**	0.600**	0.189	0.144	0.141	0.162	0.247*
Y.Taze A.	-	-	-	-	-	-	0.785**	0.157	0.084	0.022	0.032	0.237*
Y.Kuru A.	-	-	-	-	-	-	-	0.194	0.083	0.020	0.044	0.039
Y.Su P.	-	-	-	-	-	-	-	-	0.100	0.107	0.028	0.079
MII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.014	0.079	0.079
S. Geçr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.125	0.087
RWC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.087

İşaret yoksa parametreler arasında önemli bir ilişki yoktur.

*: %5'e göre önemli

**: %1'e göre önemli

- : parametreler arasındaki ilişkinin negatif olduğunu ifade etmektedir.

+ : parametreler arasındaki ilişkinin pozitif olduğunu ifade etmektedir.

Y. Sayısı : Yaprak Sayısı

G. Çapı : Gövde Çapı

Y. Alanı : Yaprak Alanı

Y. Taze A. : Yaprak Taze Ağırlığı

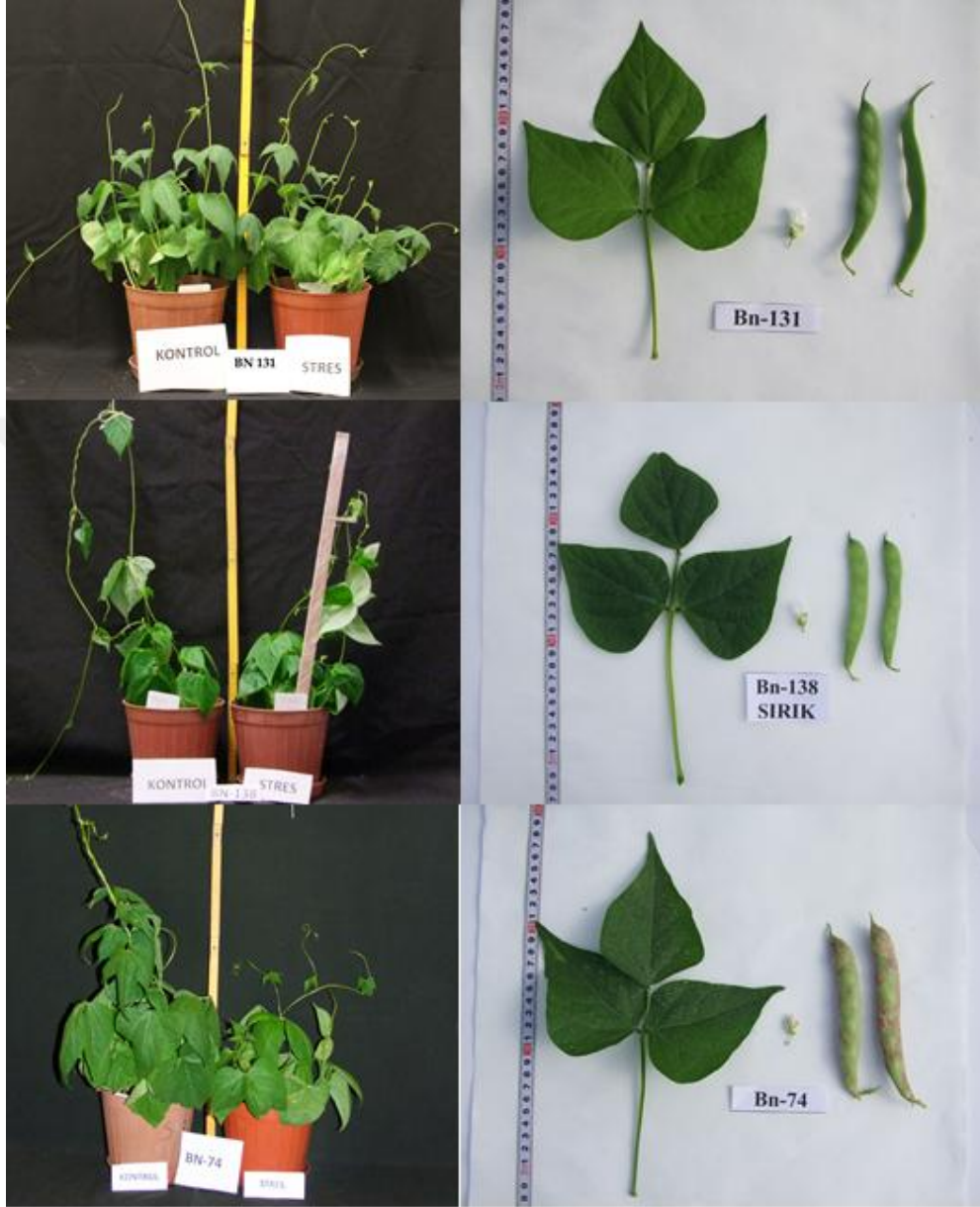
Y. Kuru A. : Yaprak Kuru Ağırlığı

Y. Su P. : Yaprak Su Potansiyeli

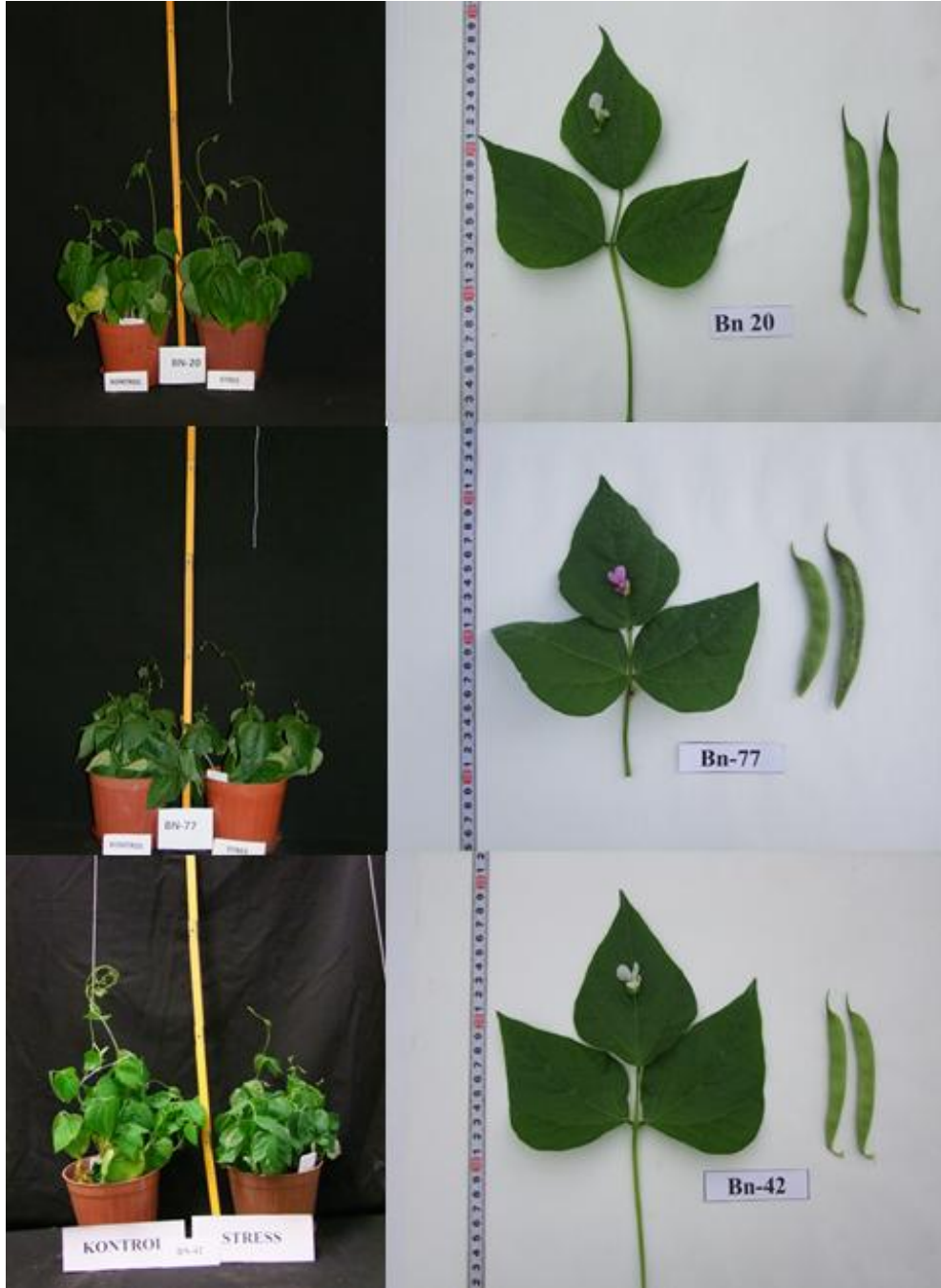
MII : Yaprak Membran Zararlanması (Membrane Injury Index)

S. Geçr. : Stoma Geçirgenliği

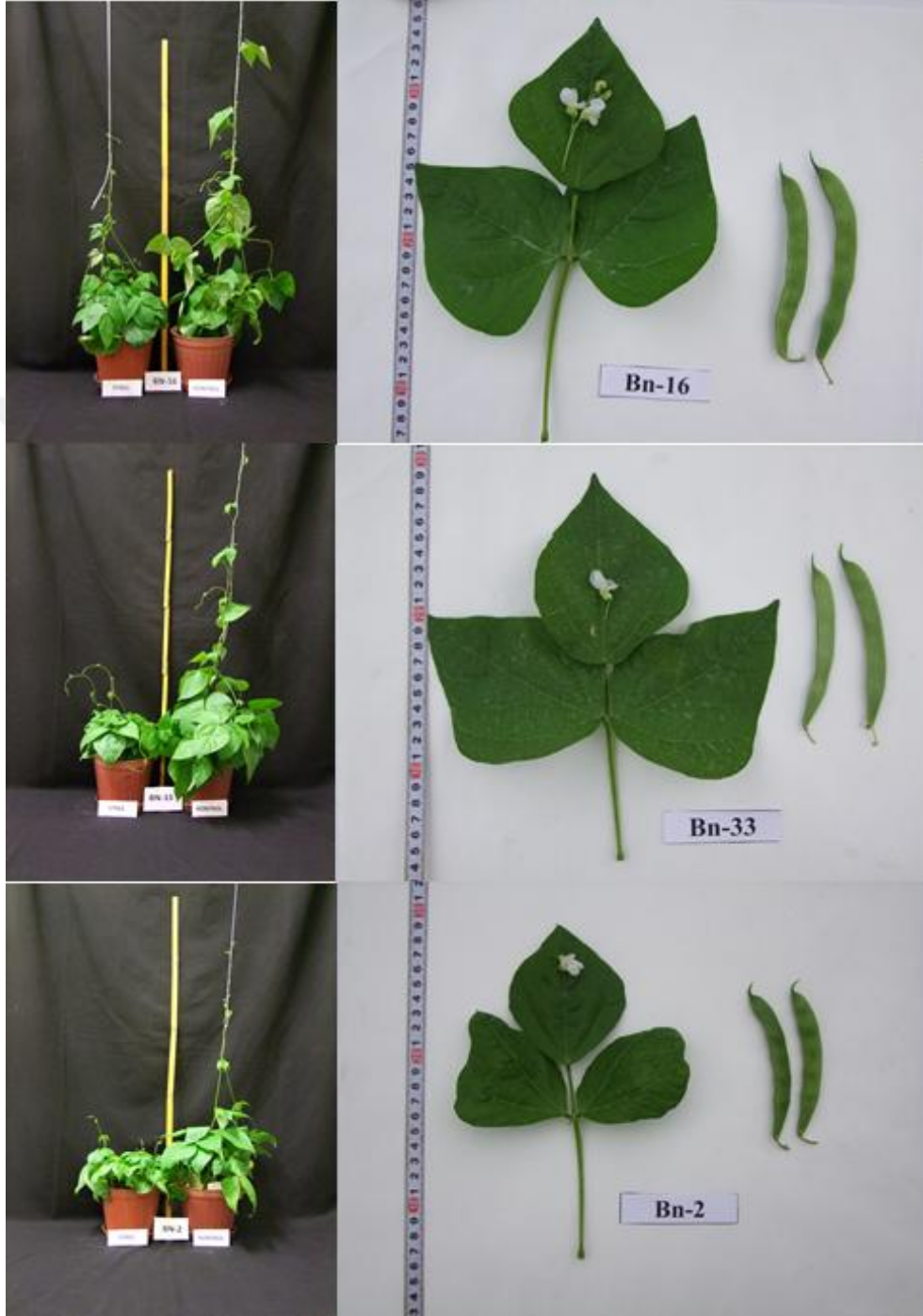
RWC : Yaprak Oransal Su İçeriği (Relative Water Content)



Şekil 4.1. Dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü



Şekil 4. 2. Orta dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü



Şekil 4.3. Duyarlı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü

Çizelge 4.16. Soğuk stresi altında fasulye genotiplerinin dayanıklı, orta dayanıklı, duyarlı olarak gösterimi

Dayanıklı	Orta Dayanıklı	Orta Dayanıklı	Duyarlı	Duyarlı
BN-131	BN-52B	BN-20	BN-76	BN-62
BN-138	BN-69	BN-77	BN-15	BN-127
BN-74	BN-154	BN-42	BN-40	BN-29
BN-14	BN-36	BN-140	BN-104	BN-13
BN-26	BN-87	BN-153	BN-103	BN-102
BN-10	BN-105	BN-151	BN-114	BN-162
BN-54	BN-152	BN-75C	BN-63	BN-149
BN-111	BN-35	BN-38	BN-9	BN-159
BN-70	BN-51		BN-157A	BN-71
BN-75B	BN-147		BN-39	BN-4
BN-57	BN-55		BN-49	BN-65
BN-66	BN-68		BN-19	BN-99
BN-28	BN-22		BN-17	BN-106
BN-89	BN-163A		BN-23	BN-163D
BN-130	BN-139		BN-60	BN-27
BN-56	BN-73		BN-18	BN-16
BN-52A	BN-24		BN-37	BN-33
BN-75A	BN-64		BN-8	BN-2
BN-61	BN-34		BN-6	BN-12
BN-112	BN-158		BN-30	BN-48
BN-67	BN-163B		BN-116	
BN-44	BN-72		BN-157	
BN-50	BN-101		BN-32	



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında farklı kaynaklardan toplanarak koleksiyon oluşturulan fasulye genotiplerinin soğuk stresine dayanıklılığı incelenmiştir. Bunun için tez çalışması, soğuk stresi uygulaması ve kontrol paralellerini içerecek biçimde, her uygulamada 2 saksı ve her saksıda 4 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Her genotipten stres ve kontrol koşullarında ayrı ayrı en az 8'er bitki yer almıştır. İklim odasının kapasitesi sınırlı olduğu için, 97 fasulye genotipinin soğuk stresine tepkileri bakımından taranması 3 farklı deneme ile 30+32+35 genotip olacak şekilde arka arkaya takip eden paralel denemeler olarak tamamlanmıştır.

Saksılar kontrol koşullarında ve soğuk uygulaması yapılan bitkilerde tohum ekimini takip eden 14 gün süresince, gündüz 16 saat ışık altında ve 25°C'de, gece 8 saat karanlık ve 20°C sıcaklığa maruz bırakılmıştır. Soğuk uygulaması yapılan fasulye bitkileri ise tohum ekiminden 14 gün sonra, yani 15. günde gündüz 25°C ve gece 4°C'de 8 saat karanlıkta olacak şekilde soğuk stresine maruz bırakılmıştır. İklim odası denemesinde soğuk stresinde ve kontrol koşullarında karşılaştırmalı olarak 1-5 görsel skala değerlendirmesi, bitki boyu, bitki yaprak sayısı, bitki gövde çapı, yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği, yaprak membran zararlanması, yaprak su potansiyeli, yaprak osmatik potansiyeli, bitki yeşil aksam taze ve kuru ağırlığı, yaprak stoma geçirgenliği ölçülmüştür. Bitki büyümesi bakımından, soğuk stresi koşullarında kontrole göre oluşan değişimler incelenerek, soğuk stresine karşı tepkileri değerlendirilmiştir.

Skala değerlerine göre en fazla görsel değer alan genotipler BN-131, BN-147, BN-49, BN-18, BN-20 olmuştur. Görsel skala zararlanmasında, yeşil aksam da kontrol ve stres saksıları karşılaştırıldığında, kontrol bitkilerinin soğuk stresine maruz bırakılan bitkilerden daha çok puan aldığı görülmüştür.

Kontrol ve stres bitkilerinin yaprak sayıları incelendiğinde, stres bitkilerinin yaprak sayısında kontrole göre %17.95 oranında azalma olduğu görülmüştür. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine

göre değişim oranlarına bakıldığında, toplam yaprak sayısı değerleri bakımından en iyi durumda olan ilk 5 genotip: BN-70, BN-22, BN-44, BN-62, BN-74 olmuştur.

Genel olarak bitki boyu incelendiğinde, soğuk stresine maruz bırakılan tüm genotiplerde azalma olduğu görülmüştür. Kontrole göre değişimleri incelendiğinde ise stres bitkilerinin bitki boyunda %24.20 oranında azalma olduğu görülmüştür. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, bitki boyu değerleri bakımından en iyi durumda olan ilk 5 genotipin; BN-116, BN-158, BN-75B, BN-30, BN-68 olduğu gözlemlenmiştir.

Gövde çaplarına bakıldığında, soğuk stresine maruz bırakılan fasulye bitkilerinin kontrole göre değişimleri incelendiğinde değişimin yok denecek kadar az olduğu görülmüştür. Stres bitkilerinde gövde çapında % 0.96 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında, kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, gövde çapı değerleri bakımından en iyi durumda olan, başka bir değişle stresden en az etkilenen ilk 5 genotip; BN-140, BN-72, BN-71, BN-22, BN-61 olmuştur.

Yeşil aksam taze ağırlık değerlerinde, stres bitkilerinin kontrole göre değişimi %18.88 oranında azalma olmuştur. Yeşil aksam taze ağırlığı bakımından en iyi durumda olan 5 genotip BN-74, BN-70, BN-44, BN-52A, BN-19 olarak belirlenmiştir.

Yeşil aksam kuru ağırlığı, soğuk stresinde kontrole göre %23.31oranında azalmıştır. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında, kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, yeşil aksam kuru ağırlığı değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler BN-138, BN-74, BN-131, BN-64, BN-20 olarak kaydedilmiştir.

Fasulye genotiplerinin düşük sıcaklık stresi altında, yaprak su potansiyelinin kontrole göre değişimi %17.78 olarak belirlenmiştir. Yaprak su potansiyeli değerleri bakımından en iyi durumda olan genotipler : BN-63, BN-104, BN-66, BN-60, BN-57 olarak sıralanmıştır.

Fasulye genotiplerinin membran zararlanması ölçümünde, stres bitkilerinin kontrole göre değişimi %0.63 olarak kaydedilmiştir. Membran zararlanma seviyesi ne kadar fazla olursa, doku hasarı ve bitkinin zarar görme oranı da artmıştır. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, membran zararlanması değerleri bakımından etkilenen genotipler BN-10, BN-14, BN-56, BN-152, BN-34 olarak belirlenmiştir.

Fasulye genotiplerinin yaprak stoma iletkenliği ölçümünde, stres bitkilerinin kontrole göre değişimi %16.15 olarak belirlenmiştir. Fasulye bitkilerinin düşük sıcaklık stresi uygulamasında kontrollerine göre değişim oranlarına bakıldığında, stoma geçirgenliği değerleri bakımından en fazla fark olan genotipler: BN-131, BN-138, BN-26, BN-36, BN-74 olarak tespit edilmiştir.

Ozmotik potansiyel değerlerine bakıldığında, stres bitkilerinin kontrole göre değişimi %1.04 olarak belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği değerlerine bakıldığında ise, stres bitkilerinin kontrole göre değişimi %10.93 olarak belirlenmiştir. Yaprak alan indeksi değerleri açısından stresin kontrole göre değişimi % 21.24 olarak kaydedilmiştir.

Sonuçlar tartılı derecelendirme yöntemi ile sıralandığında, fasulye genotipleri arasında BN-131, BN-138, BN-74, BN-14, BN-26, BN-10, BN-54, BN-70, Bn-75B, Bn-57 ve Bn-66'nın en fazla puan aldığı ve böylece soğuk dayanıklı olarak belirlenmiştir. Soğuk stresine maruz kalan genotiplerin soğuktan etkilendiği gözlemlenmiştir. Soğuk stresine duyarlı olan genotiplerin gerek erkenci üretim, gerekse soğuk hava şartlarından etkilenmeme bakımından ticari fasulye türleri olarak değerlendirilmesi düşünülmektedir.

Bitkisel üretimde süregelen sorunlardan biriside soğuk hava koşullarıdır. Kültür bitkileri gelişimleri için genellikle uygun hava koşullarına ihtiyaç duyarlar. Soğuk hava koşulları çoğu zaman verim kayıplarının yanı sıra önemli kalite düşüşlerine de sebep olmaktadır. Soğuk hava koşullarıyla mücadelede geleneksel

çözüm seralardır. Fakat, günümüzde iklim değişikliğinin etkisiyle sel, rüzgar, fırtına, dolu vb. doğal afetler olmakta ve seralara zarar vermektedir. Bu nedenle soğuk koşullar altında iyi verim sağlayabilme kapasitesine sahip bitkilere karşı artan bir ilgi bulunmaktadır.

Yeni çeşitlerin elde edilebilmesi için soğuğa dayanımı belirlenmiş genotiplerin ıslah materyali olarak kullanılması, hem yerel materyalin korunması açısından hem soğuk alanlarda üretimi artırabilecek yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Stres açısından incelenerek dayanıklılık düzeyleri belirlenen genotipler, daha sonra yapılacak ıslah çalışmaları ve düşük sıcaklığa dayanıklı çeşit geliştirilmesinde kullanılabilecektir. Çalışma sonuçları soğuk hava şartlarına sahip alanlarda üretimi artırabilecek yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Allen, D. J., Ort, D. R., 2001. Impact of chilling temperatures on photosynthesis plant,trend plant sci,6,36-42.
- Anlarsal A., "Çukurova Koşullarında Yetiştirilebilecek Kışlık Nohut (Cicer Arientinum L.) Çeşit Ve Hatlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma.Ç.Ü.Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,14(2):53-62.
- Anonymous, Akdeniz İhracatçılar Birliği Genel Sekreterliği BaklagilRaporu (Türkiye ve Dünya). 38, 1997.
- Assefa, M., Shimelis, B., Punnuri, S., Sripathi, R., Whitehead, W., Singh, B., 2014. Common Bean Germplasm Diversity Study For Cold Tolerance İn Ehtiopia. American jurnal of plant science.2014,5,1842-1850.
- Aslantaş, R., Karakurt, H., Karakurt, Y., 2011. Bitkilerin Düşük Sıcaklıklara Dayanımında Hücresel ve Moleküler Mekanizmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(2), 157-167.
- Bertamini, M., Zulini, L., Muthuchelina, K., 2007. Low night temperature effects on photosynthetic performance on two grapevine genotypes, biologia planarum, volume 51, issue 2, pages 381-385.
- Bertrve, A., Pobitaille, G., Castonguay, Y., Nadaeau, P., Boutin, R., 1997. Changes in ABA and gene expression in coldacclimated sugar maple. Tree Physiol., 17: 31-37.
- Chen , X.W., Yang, L., 2005. Effect of low temperature at 10 dgrees C on some antioxidant enzyme activites and ultrastractual hypocotical cells in mung bean and garden pea. Xue Bao 31(5). 539-44.
- Chin-Wen Yu, Terence, M., 2003. Hudrogen proxid induced chilling tolerance in mung beans mediate by ABA independent gluthations accumulation.fuvtional plant biology. 30(9). 955-963.

- Cooper, P., Ort, D. R. 1988 . Changes in protein synthesis induced in tomato by chilling. *Plant Physiol.* 88:454-61
- Dalmanndottir, S., Helgadóttir, A., Gudleifsson, B.E., 2001. Fatty acid and sugar content in white clover, in relation to frost tolerance and ice-encasement tolerance. *Annals of Botany*, 88: 753-759.
- Daşgan, H.Y., 2010. İklim Değişikliğinin sebze Tarımına Etkileri, Kuraklığa ve Tuzluluğa Dayanklı Yöresel Sebze Genotiplerinin Belirlenmesi ve Korunması, Diğer, ss. 33-99
- Daşgan, H.Y., Abak, K. Ve Baytorun, N., 1994. İki farklı gece sıcaklığına sahip serada yetisen domates bitkilerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenmeleri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Adana-1995, Cilt II, S.12-16.
- Daşgan, H.Y., Özdoğan, A.O., Abak, K. Ve Kaftanoğlu, O., 1999. Comparison of honey bees (*Apis mellifera* L.) and Bumble bees (*Bombus terrestris*) as pollinators for melon (*Cucumis melo* L.) grown in greenhouses. *Acta Horticulturae* 492, 131-134.
- Długokecka, E., kacperska-palacz, A., 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injuries. *Biol Plant (Prague)* 20: 262-267.
- Dickson, M. H., 1971. Breeding beans *Phaseolus vulgaris*, for improved germination under unfavourable low temperature conditions. *Crop. Sci.*, 11: 848-850.
- Dickson, M. H., Boetger, M. A., 1977. Breeding for multiple root rot resistance in snap beans. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 102: 373-377.
- Dickson, M. H., Boetger, M. A., 1984. Emergence, growth and blossoming of bean (*Phaseolus vulgaris*) at suboptimal temperatures. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 109: 257-260.
- Drijfhout, E., Van Oeveren, J. C., Jansen, R. C., 1991. A non-destructive selection method for faster growth at suboptimal temperature in common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Euphytica*, 58: 65-70.

- Eker, S., 2002. Yapraktan Azot Uygulamasının Limon Ve Ve Mandarinde Düşük Sıcaklık Stresine Etkisinin Antioksidatif Savunma Mekanizmaları Açısından Araştırılması. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana (Doktora Tezi).
- Ensminger, I., Busch, F., 2006. Photostasis and cold acclimation: sensing low temperature through photosynthesis, *physiologia plantarum*, volume 126, issue 1, pages 28-44.
- Ertürk, Y., Güler, M., 2007. Erzincan koşullarında bazı yerli ve yabancı kayısı çeşitlerinin düşük sıcaklıklara dayanım derecelerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Derg.*, 13(2): 128-136.
- FAO.2014.<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&DomainProduction&servlet=1&hasbulk=&version=ext&language=EN>
- Foyer, C. H., Vanker, H., Gomez, L. D., 2002. Regulation of photosynthesis and antioxidant metabolism in maize leaves at optimal and chilling temperatures, *plant physiology and biochemistry*, volume 40, issue 6-8, pages 659-668.
- Fukuta, N., Fukuno, K., Kawaide, H., 2006. Physical Restriction of Pods Causes Seed Size Reduction of a Brassinosteroid-deficient Faba Bean (*Vicia faba*). *Ann Bot.* 2006 Jan; 97(1): 65-69.
- Gharib, F. A., Hegazi, A. Z., 2010. Salicylic acid ameliorates germination, seedling growth, phytohormone and enzyme activity in bean under cold stress. *Journal of American Science*, v. 6, n. 10, p. 675-683, 2010.
- Gilbert, M., Holbrook, N.M., Zwieniecki, M., Sadok, W., Sinclair, T.R., 2011. Field confirmation of genetic variation in soybean transpiration response to vapor pressure deficit and photosynthetic compensation for this effect. *Field Crops Research* 124, 85-92.
- Graham, P.H., Ranalli, P., 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Field crops Res.* 53; 131-146.

- Guy, C. L., 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 41: 187-223.
- Guye, M. G., Vigh, L., Wilson, J. M., 1987. Recovery after chilling: an assessment of chill-tolerance in *Phaseolus* spp. *J. Exp. Bot.*, 38: 691-701.
- Houghton, R.A., Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different? *Global Change Biology* 9 (2003) 500-509.
- Howarth, C. J., Ougham, H.J., 1993. Gene expression under tempemture stress. *New Phytol.*, 125: 1-26.
- Kaya, C., Higgs. D., 2003. Supplementary KNO₃ improve salt tolerance in bell papper plants, *J. of Plant Nutr.* 26,7,1367-1382.
- Kaya, E., 2011. Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana (Yüksek Lisans Tezi).
- Kendall, E. J., Mckersie, B. D., 1989. Free radical and freezing injury to cell membranes of winter wheat. *Physiol. Plant.*, 76:86-94.
- Kratsch, R R., Wise , 2000. The ultrastructure of chilling stress- *Plant, Cell & Environment*. 10.1046/j.1365-3040.2000.00560.x
- Küden, A.B., Küden, A., Paydaş, S., Kaşka N., İmrak B., 1998. Bazı ılıman iklim meyve tür ve çeşitlerinin soğuğa dayanıklılığı üzerinde çalışmalar. *Tr. J. of Agriculture ve Forestry*, 22: 101-109.
- Lewitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stress. Vol.1 Chiling, freezing, and high temperature stresses (New York London Toronto: academic Press).
- Mckersie, B., Leshem, Y., 1994. Oxidative stress. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants pp 15-54.
- Mahajan And Tuteja., 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Volume 444, Issue 2, Pages 139–158.

- Nilsen, E. T., Orcutt, D. M., 1996. Physiology of Plants Under Stress (New York Toronto: John Wiley and Sons, Inc.).
- Pathak, H., Wassmann, R., 2007. Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: I. Generation of technical coefficients. *Agricultural Systems*, 2007, vol. 94, issue 3, 807-825.
- Palta, J. P., Weiss, L. S., 1993. Ice formation and freezing injury: An overview on the survival mechanism and molecular aspects of injury and cold acclimation in herbaceous plants. IN *Advances in Plant Cold Hardiness*. P. Li and L. Christefsson, eds. (Boca Raton, Ann Arbor, London Tokyo: CRC press), pp. 143-176.
- Paul, M. J And Foyer, H, 2001. Sink regulation of photosynthesis, *jornal of experimental botany*, vol. 52, No. 360
- Pearce, R. S., 1988. Extracellular ice and cell shape in froststressed cereal leaves: a low temperature scanning electron microscopy study. *Planta*, 175:3 13-324.
- Pearce, R. S., 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. *Plant Growth Regulation*, 29: 47-76.
- Pearce, R. S., 2001. Plant freezing and damage. *Annals of Botany*, 87: 417-424. *Plant Physiol.*, 109: 15-30.
- Pukacki, P. M., Kendall, E. J., Mckersie, B. D., 1991. Membrane injury during freezing stress to winter wheat (*Triticum aestivum* L.) crowns. *J. Plant Physiol.*, 138: 516-521.
- Rab, A And Saltveit, M. E., 1996. Differential chilling sensitivity in cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings, *Physiologia Plantarum* Volume 96, Issue 3, pages 375–382
- Rab, A., Saltveit, M. E., 1996. Sensivity of seedling radicles to chilling and heat shoke induced chilling tolerance. *Jornal of american society for horticultural science*, volume 121, issue 4, pages 711-715.

- Reymen, B., Fiorani, F., 2007. Cold night impair leaf growth and cell cycle progression in maize through transcriptional changes of cell cycle genes, plant physiology, volume 143, issue 3, pages 1429-1438.
- Rodino, A., Lema, M., 2007. Assessment of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) germplasm for tolerance to low temperature during early seedling growth. *Euphytica* (2007) 155:63–70
- Sakai, A., Larcher, W., 1987. Frost Survival in Plants: Responses and Adaptations to Freezing Stress (New York, USA: Springer-Verlag).
- Saltveit, M.E. ve Morris, L.L. (1990). Overview of chilling injury in horticultural crops. *Chilling Injury of Horticultural Crops*, Eds: C.Y. Wang, ss. 3-15, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Shewfelt, R. L., 1992. Response of plant membranes to chilling ve freezing. IN *Plant Membranes: a biophysical approach to structure, development and senescence*. Y.Y. Leshem, ed. (Dordrecht. Boston, London: Kluwer Academic Publishers), pp. 192-219.
- Silva EN, Ribeiro RV, Ferreira-Silva SL, Viégas RA, Silveira JAG (2010). Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. *J Arid Environ* 74 (10):1130-1137.
- Smirnoff, N., 1995. Metabolic flexibility in relation to the environment. In *Environment and Plant Metabolism Flexibility and Acclimation*. N. Smirnoff, ed. (BIOS Scientific Publisher Limited), pp. 1-16.
- Steponkus, P. L., 1984. Role of the plasma membrane in freezing injury and cold acclimation. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 35: 543-586.
- Taiz, L., 2008. We must take our battle beyond of classroom: Lessons from the great strike of 2007, radical history review. issue 102, page 39-41.

- Türkeş, M. 2003. Küresel iklim değışikliğı ve gelecekteki iklimimiz. 23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiriler Kitabı, 12-37. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 23 Mart 2003, Ankara
- Uemura, M., Joseph, R. A., Steponkus, P. L., 1995. Cold acclimation of *Arabidopsis thaliana* effect on plasma membrane lipid composition and freeze-induced lesions.
- Vernieri, P., Lenzi, A., 2001. How the roots contribute to the ability of *Phaseolus vulgaris* with chilling water stress, exp.bot. 52, 2199-2206.
- Yang, M-T., Chen, S-L., Lin, C-Y. ve Chen, Y-M. (2005). Chilling stress suppresses chloroplast development and nuclear gene expression in leaves of mung bean seedlings. *Planta* 221, 374-385.
- Zauralov, O. A., Lukatkin, A. S., 1985. Kinetics of electrolyte exosmosis in heat-loving plants under the influence of reduced temperatures, soviet plant physiology, volume 32, issue 2, pages 270-276.



ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Şırnak'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini 2008 yılında tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümünde lisans eğitime başladı. 2013 yılında Ziraat Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. Şu anda Yüksek Lisans programına devam etmektedir.

