

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI TEK YILLIK *Vicia* L. TÜRLERİNDE SOĞUĞA DAYANIKLILIK İÇİN
POTANSİYEL TARIMSAL VE BİYOKİMYASAL SELEKSİYON
KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Nisa İNCİ

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

2011

**BAZI TEK YILLIK *Vicia* L. TÜRLERİNDE SOĞUĞA DAYANIKLILIK İÇİN
POTANSİYEL TARIMSAL VE BİYOKİMYASAL SELEKSİYON
KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Nisa İNCİ

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**Bu tez 2007.03.0121.005 proje numarası ile, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2011

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI TEK YILLIK *Vicia L.* TÜRLERİNDE SOĞUĞA DAYANIKLILIK İÇİN
POTANSİYEL TARIMSAL VE BİYOKİMYASAL SELEKSİYON
KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Nisa İNCİ

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 30/11/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ: Prof. Dr. Cengiz TOKER (Danışman)



Prof. Dr. Kenan TURGUT



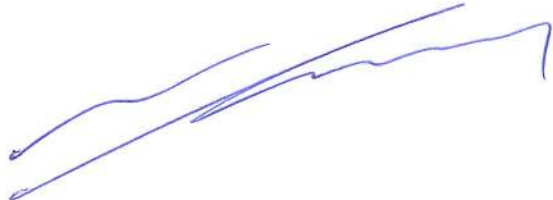
Prof. Dr. Hasan BAYDAR



Prof. Dr. Bülent UZUN



Doç. Dr. Mustafa KARHAN



ÖZET

BAZI TEK YILLIK *Vicia L.* TÜRLERİNDE SOĞUĞA DAYANIKLILIK İÇİN POTANSİYEL TARIMSAL VE BİYOKİMYASAL SELEKSİYON KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Nisa İNCİ

Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Kasım 2011, 115 sayfa

Dünyada bakla (*Vicia faba L.*) üretim bölgelerinin çoğu canlı ve cansız streslerden olumsuz olarak etkilenmektedir. Sıcaklık stresi ile birlikte kuraklık Akdeniz bölgesi dahil dünyada hakim olan en önemli streslerden biridir. Sıcaklık stresi ile birlikte kuraklığın üstesinden gelmek için, bakla geleneksel olarak sonbaharda ekilmekte ve yemeklik ve yemlik ürün olarak kış boyunca yetiştirilmektedir. Bakla sadece rakımı yüksek bölgelerde soğuğa dayanıklı çeşitler kullanılarak kışlık yetiştirilebilir. Kışlık ekilen baklalar yazlık ekilenlere göre yüksek dane verimi ve zararlılardan kaçma gibi bazı avantajlara sahiptir. Bu çalışmada (i) baklada soğuğa dayanıklı genotipleri seçmek ve gözlemlemek; (ii) Türkiye’de batı Akdeniz bölgesinin rakımı yüksek alanlarında bakla ve yabani türlerinin soğuğa toleransını karşılaştırmak; (iii) soğuğa dayanıklı ve hassas genotiplerde potansiyel tarımsal ve biyokimyasal seleksiyon kriterlerini belirlemek amaçlanmıştır.

Bu çalışmada; 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarında fide aşamasında 109 bakla genotipi, 3 koca fiğ genotipi (*V. narbonensis L.*) ve 2 *V. montbretii* Fisch. Et C.A. Mey genotipini içeren toplam 114 genotip soğuğa tolerans için gözlemlenmiştir. Genotipler 1 (Soğuğa çok dayanıklı)-5 (Soğuğa çok hassas) görsel skalası kullanılarak soğuğa dayanıklılık için değerlendirilmiştir.

Baklada bazı tarımsal özellikler ve soğuğa dayanıklılık için önemli farklılıklar bulunmuştur. Baklanın yabani akrabaları tarımı yapılan baklalardan soğuğa daha

dayanıklı bulunmuştur. Bazı renkli genotipler kar örtüsüz -9.6 °C’de soğuktan zarar görmediği halde beyaz çiçekli genotipler zarar görmüştür.

Dane ağırlığı olumsuz çevre koşullarından en az etkilenen özellik olup en yüksek kalıtım derecesine sahiptir ve erken dönem seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir. Soğuğa dayanıklı baklaların ıslahında path ve çok değişkenli analizleri, biyolojik verimin diğer tarımsal özelliklerin başında değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Baklada ACV-51 ve ACV-54 genotipleri soğuğa hassas olarak bulunurken, ACV-42 ve ACV-84 bakla genotipleri ile AWV-1 ve AWV-2 koca fiğ genotipleri soğuğa dayanıklı genotipler olarak seçilmiştir. Bu genotipler ayrıca rakımı yüksek bir alanda (Ürkütlü) soğuğa maruz bırakıldıktan sonra ve soğuk stressiz koşullarda (Antalya) biyokimyasal seleksiyon kriterleri için değerlendirilmiştir. Soğuğa dayanıklı ve hassas genotiplerde hem soğuk hem de sıcak koşullarda; jasmonik asit, ksiloz, fruktoz, glukoz, sakaroz ve toplam şeker içerikleri potansiyel biyokimyasal seleksiyon kriteri olarak araştırılmıştır. Potansiyel seleksiyon kriterleri, stressiz koşullardakine (Antalya) nazaran soğuk koşullarda yetişen (Ürkütlü) genotiplerde daha yüksek bulunmuştur. Bütün bu biyokimyasallar genellikle bakladan ziyade koca fiğ genotiplerinde daha yüksek düzeyde belirlenmiştir.

Bu tez çalışması ile genotipler soğuğa maruz bırakıldığında jasmonik asit ve serbest şekerlerin önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Sonuçlar; *Vicia* türlerinde yapraklarda fruktoz düzeyindeki artışların, soğuğa dayanıklılıkla ilişkili olduğunu işaret etmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Bakla, *Vicia faba*, koca fiğ, *V. narbonensis*, *V. montbretii*, soğuğa dayanıklılık, jasmonik asit, serbest şekerler

JÜRİ: Prof. Dr. Cengiz TOKER (Danışman)

Prof. Dr. Kenan TURGUT

Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Prof. Dr. Bülent UZUN

Doç. Dr. Mustafa KARHAN

ABSTRACT

POTENTIAL AGRONOMICAL AND BIOCHEMICAL SELECTION CRITERIA FOR RESISTANCE TO COLD IN SOME ANNUAL *Vicia* L.

Nisa İNCİ

Ph. D. Thesis in Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz TOKER

November 2011, 115 pages

Most of the production areas of faba beans (*Vicia faba* L.) in the world are globally affected by biotic and abiotic stresses. Drought accompanied by heat stress is one of the most important prevailing stresses in the world including the Mediterranean region. To overcome drought accompanied by heat stress in the region, faba bean is traditionally sown in autumn and grown during winter as food and feed crop. It can only be grown in winter with cold tolerant cultivars at highland areas. Autumn-sown faba beans have some advantage over spring ones such as high seed yield and avoid some pests. The present study was aimed to (i) screen and select cold tolerant genotypes of faba bean; (ii) to compare faba beans to wild species for cold tolerance in the highland of the west Mediterranean region, Turkey; (iii) and to determine potential agronomical and biochemical selection criteria in cold tolerant and susceptible genotypes.

A total of 114 accessions of *Vicia* species including 109 genotypes of faba bean, three genotypes of narbon bean (*V. narbonensis* L.) and two genotypes of *V. montbretii* Fisch. et C.A. Mey. were screened for cold tolerance at seedling stage in two successive years, 2005–2006 and 2006–2007 growth seasons. Accessions were evaluated for cold tolerance using a 1 (Highly cold tolerant)-5 (Highly cold susceptible) visual scale.

Considerable variation was found for cold tolerance and some agronomical characteristics in faba beans. Wild relatives of faba bean were found to be more tolerant to cold than those of the cultivated faba beans. Although some pigmented genotypes

were free from freezing damage at -9.6 °C without snow cover, accessions with white flowers were damaged.

Seed weight was the least affected characteristic by different year and having the highest broad sense heritability, and it should be used in early breeding selections. When breeding cold tolerant faba beans, path and multivariate analyses showed that biological yield should be evaluated ahead of many other agronomical characteristics. Also, biological yield and harvest index for increased yield should also be considered.

The genotypes ACV 46-2 and ACV 62 were selected for high seed yield, whereas ACV 49, ACV 51 and ACV 53 were selected for high pod number per plant. ACV 49, ACV 51 and ACV 53 will be evaluated as vegetable.

The genotypes ACV 42 and ACV 84 in faba bean and the genotypes AWW 1 and AWW 2 in narbon bean were selected as cold tolerant genotypes, while the genotypes ACV 51, ACV 54 and ACV 84 in faba bean were found as cold susceptible. These genotypes were further evaluated for biochemical selection criteria after they were exposed to cold at highland (Urkutlu) and cold free (warm) conditions at lowland (Antalya). Jasmonic acid, xilose, fructose, glucose, sucrose and total sugars in cold tolerant and susceptible genotypes were investigated as potential biochemical selection criteria in both cold and warm conditions. In general, the potential biochemical selection criteria were found to be higher in genotypes grown in cold treatment (Urkutlu) than those of cold free conditions (Antalya). All these biochemicals were generally detected at higher level in genotypes of narbon bean than those of faba beans. It was concluded that jasmonic acid and free sugars determined in the present study were significantly increased when genotypes were subjected to cold. Results suggested that the increased at the level of jasmonic acid and free sugars could be based on protection mechanisms for cold tolerance in *Vicia* species. It was postulated that fructose could be considered as a potential biochemical selection criterion for cold tolerance because fructose was statistically and significantly correlated with cold tolerance.

KEYWORDS: Faba bean, *Vicia faba*, narbon bean, *V. narbonensis*, *V. montbretii*, cold resistance, jasmonic acid, free sugars

COMMITTEE: Prof. Dr. Cengiz TOKER (Supervisor)

Prof. Dr. Kenan TURGUT

Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Prof. Dr. Bülent UZUN

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KARHAN

ÖNSÖZ

Soğuk stresi; bitki büyümesini, ürün verimliliğini, ürün kalitesini, hasat sonrası ömrünü ve ekonomik olarak önemli türlerin coğrafi dağılımını sınırlandıran en önemli çevresel stres faktörlerinden biridir. Küresel nüfusun yılda 80 milyon arttığı 2045'te 9 milyara ulaşacağı öngörüldüğünden; dünyanın yakın gelecekte bir gıda krizi ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Dünya'daki bu hızlı nüfus artışı ve tarımsal üretimin çevresel streslere bağlı olarak azalması sonucunda, açlık ve yetersiz beslenme sorunu ile gıda fiyatlarında bir artış meydana geleceği beklenmektedir. Bu nedenle; özellikle yüksek protein içeriğine sahip olan yemeklik baklagillerin soğuğa karşı dayanıklılıklarının araştırılmasına ve soğuğa dayanıklı bitkilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca bitkisel verimin artırılması ve soğuğa dayanıklı çeşit ıslahı açısından, tarımsal ve biyokimyasal seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bakla, serin mevsim yemeklik dane baklagiller arasında bezelye ve mercimek ile birlikte soğuğa en dayanıklı türlerden biri olup, soğuğa dayanıklılık mekanizmasının aydınlatılabilmesi için model bitki olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle de, kültürü yapılan bakla ve bazı tek yıllık *Vicia L.* genotiplerinde bazı tarımsal özellikler ile serbest şekerler ve jasmonik asit gibi bazı biyokimyasal seleksiyon kriterleri soğuğa dayanıklılık için değerlendirilmiştir.

Bu araştırma konusunun belirlenmesi ve deneysel materyallerin sağlanması, deneysel çalışmaların yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilip tartışılması sırasında her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Cengiz TOKER'e (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez İzleme Komitesinde yer alarak olumlu eleştiri ve katkılarıyla bana destek olan Sayın Prof. Dr. Kenan TURGUT'a (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü) ve özellikle kromatografik çalışmalarım sırasında büyük desteğini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Mustafa KARHAN'a (Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü) teşekkür ederim. Tez jürisinde yer alarak yaptıkları düzeltmeler ve katkılardan dolayı Sayın Prof. Dr. Hasan BAYDAR'a (Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü),

Sayın Prof. Dr. Bülent UZUN'a (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü) teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının yürütülmesi için Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisinin kullanımına ve bölüm imkanlarını kullanmama izin veren Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Başkanlığına, bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, genetik materyalleri sağlayan Dr. Ayfer TAN'a (ETAİ, İzmir, Türkiye), Dr. Bonnie Jean FURMAN'a (ICARDA, Aleppo, Suriye), Dr. Gerard DUC'e (INRA, Dijon, Fransa) ve Dr. Fred MUEHLBAUER'a (USDA, Washington, Amerika); tez çalışmasının HPLC analizleri aşamasında tecrübeleriyle beni yönlendiren değerli arkadaşım Zir.Yük.Müh. Nurtan SELÇUK'a (Antalya İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü), denemelerin kurulmasında yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşım Araş.Gör. F. Öncü CEYLAN BALOĞLU'na, istatistiksel analizlerde desteğini esirgemeyen arkadaşım Araş.Gör. Engin YOL'a, Dr. Yaşar ÖZYİĞİT'e ve çalışmanın yürütülmesinde desteklerini gördüğüm tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca; tez çalışmamın en önemli aşamalarından biri olan yayla ekimlerinde tarlasını karşılıksız olarak kullanmama izin veren, arazi çalışmalarım sırasında her türlü yardım ve desteklerini gördüğüm, değerli hocam Prof.Dr. Cengiz TOKER'in ailesi olan Azmi ve Dudu TOKER çiftine teşekkürlerimi sunmak benim için bir onurdur.

Son olarak; bu tez çalışmasına yarattığım tüm zorluklara rağmen sabır ve anlayışıyla katkı sağlayan sevgili eşim Bilal İNCİ'ye, çalışma boyunca onu ihmal ettiğim zamanlara özür olması dileğiyle sevgili oğlum Burak İNCİ'ye ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aile bireylerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	5
2.1. Bitkilerde Stres Kavramı	5
2.2. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerine Etkileri	6
2.3. Soğuk Stresinin Genetik Mekanizması	16
2.4. Baklanın Soğuğa Dayanıklılığı Üzerine Yapılan Çalışmalar	17
2.5. Soğuğa Dayanıklılık Üzerine Yapılan Biyokimyasal Çalışmalar	21
3. MATERYAL ve METOT	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Deneme alanı	31
3.1.2. Deneme materyali	31
3.2. Metot	32
3.2.1. Deneme deseni	32
3.2.2. Arazide ölçülen özellikler	33
3.2.3. Soğuğa dayanıklılık gözlemlerinde kullanılan görsel skala değerleri	33
3.2.4. Analizler için yaprak örneklerinin alınması	34
3.2.5. Hormon analizleri	35
3.2.5.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma	35
3.2.5.2. Sıvı kromatografi (HPLC) analiz şartları	39
3.2.6. Şeker analizleri	40
3.2.6.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma	40
3.2.6.2. Sıvı kromatografi (HPLC) ile analiz şartları	42
3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi	42
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	44
4.1. Deneme Alanına Ait Toprak Analiz Sonuçları	44
4.2. Deneme Alanına Ait İklim Verileri	46

4.3. Arazide Ölçülen Özellikler	48
4.4. Soğuğa Dayanıklılık ile Verim ve Verim Kriterleri Arasındaki İlişkiler	67
4.5. Jasmonik Asit ve Soğuğa Dayanıklılık	75
4.6. Serbest Şekerler ve Soğuğa Dayanıklılık	77
4.6.1. Ksiloz	77
4.6.2. Fruktoz	78
4.6.3. Glukoz	80
4.6.4. Sakaroz	81
4.6.5. Toplam şeker	85
4.7. Serbest Şekerler, Jasmonik Asit ve Soğuğa Dayanıklılık Arasındaki İlişkiler	86
5. SONUÇ	88
6. KAYNAKLAR	90
7. EKLER	104
Ek 7.1. Araştırmada Kullanılan Tek Yıllık Vicia Türleri ve Belirgin Özellikleri ...	104
Ek 7.2. Ürkütlü Deneme Yerine Ait 2005-2006 ve 2006-2007 Yıllarının Ortalama Tarımsal Verileri	106
Ek 7.3. Denemeye Ait Fotoğraflar	108
Ek 7.4. Jasmonik Aside Ait Kalibrasyon Eğrisi	111
Ek 7.5. Serbest Şekerlere Ait Kalibrasyon Eğrileri	112
Ek 7.6. Jasmonik Asit ve Serbest Şekerlere Ait Standart ve Numune Kromatogramları	114
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrad derece
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
¹ O ₂	Singlet oksijen
Bar	Basınç birimi
<i>C.</i>	<i>Cicer</i>
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
-CH ₂ -CH ₂ -	Doymuş yağ asidi
-CH=CH-	Doymamış yağ asidi
Cm	Santimetre
CO ₂	Karbondiyoksit
Cu	Bakır
Da	Dekar
Dk	Dakika
Fe	Demir
G	Gram
g x	Yerçekimi ivmesi
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
Ha	Hektar
HCl	Hidrojen klorür
JA	Jasmonik asit
K	Potasyum
K ₂ O	Potas
Kg	Kilogram
<i>L.</i>	<i>Lathyrus</i>
M	Metre

Meq	Milieşdeğer gram
Mg	Magnezyum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
mS/cm	MilliSiemens/santimetre
N	Azot
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum hidroksit
Nm	Nanometre
O ₂	Oksijen
O ₂ ⁻	Süperoksit molekülü
OH ⁻	Hidroksil radikali
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosfat
pH	Potentia hydrogenii (Hidrojen gücü)
Ppm	Parts per million (Milyonda bir kısım)
Rpm	Dakikadaki döngü sayısı
S.	<i>Saccharum</i>
V.	<i>Vicia</i>
v/v	Hacim/hacim
w/v	Ağırlık/hacim
Zn	Çinko

Kısaltmalar

ABA	Absisik asit
AI	Asit invertaz
APX	Askorbat peroksidaz
BB	Bitki boyu
BBSV	Bakla leke virüsü
BD	Bitkide dal sayısı
BLRV	Fasulye yaprak kıvrıcıklığı virüsü
BS	Bitkide bakla sayısı
BV	Biyolojik verim
BYMV	Fasulye sarı mozaik virüsü
CCC	Chlormequat
CI	Soğuk zararı indeksi
COR	Soğukta düzenlenen genler
DA	100 dane ağırlığı
DAD	Diode array dedector
DAP	Diamonyum fosfat
DNA	Deoksiribonükleik asit
DS	Baklada dane sayısı
DV	Dane verimi
E.C	Electrical Conductivity (Elektriksel iletkenlik)
ETAE	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
FAO	Birleşmiş Milletler Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
GA	Giberellik asit
GR	Glutasyon redüktaz
HI	Hasat indeksi
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
İY	İlk bakla yüksekliği
JA	Jasmonik asit
LT ₅₀	% 50 öldürücü sıcaklık

MeJA	Metil jasmonat
PEMV	Bezelye yassılaşma mozaik virüsü
RID	Refraktif index dedector
RNA	Ribonükleik asit
ROS	Reaktif oksijen türleri
SD	Soğuşa dayanıklılık
SOD	Süperoksit dismutaz
SS	Sakaro� sentaz
SPS	Sakaro� fosfat sentaz
TB	Temel bileşen
TBBMV	Gerçek bakla mozaik virüsü
TÜMAS	Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sistemi
UNFPA	Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu
USDA	United States Department of Agriculture

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bitkilerde görülen canlı ve cansız stres faktörleri.....	5
Şekil 2.2. Hassas bitki dokularında soğuk hasarına yol açan olaylar.	9
Şekil 2.3. Bitkilerde soğuk uyumu ile meydana gelen hücresel değişiklikler.	15
Şekil 2.4. Türkiye bitki soğuğa dayanıklılık haritası.	20
Şekil 2.5. Ortalama yıllık en düşük sıcaklık aralığı tablosu.....	20
Şekil 2.6. Bitki gelişimi ve çevresel streslere tepki için linolenik asitten jasmonik asidin biyosentezi ve teşvik ettiği genler.	29
Şekil 3.1. Bitkisel hormonların ekstraksiyon ve saflaştırma prosedürü.....	37
Şekil 3.2. Serbest şekerlerin ekstraksiyon ve saflaştırma prosedürü.	41
Şekil 4.1. 2005-2006 yetiştirme sezonu Ürkütlü deneme yerine ait iklim verileri.	46
Şekil 4.2. 2006-2007 yetiştirme sezonu Ürkütlü deneme yerine ait iklim verileri.	46
Şekil 4.3. 2008-2009 yetiştirme sezonu Ürkütlü deneme yerine ait iklim verileri.	47
Şekil 4.4. 2008-2009 yetiştirme sezonu Antalya deneme yerine ait iklim verileri.	47
Şekil 4.5. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin bitki boyu özellikleri.	57
Şekil 4.6. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin ilk bakla yüksekliği özellikleri.	57
Şekil 4.7. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin bitkide dal sayısı özellikleri.	58
Şekil 4.8. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin bitkide bakla sayısı özellikleri.	58
Şekil 4.9. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin baklada dane sayısı özellikleri.	59
Şekil 4.10. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin biyolojik verim özellikleri.....	59
Şekil 4.11. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin dane verimi özellikleri.	60
Şekil 4.12. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin hasat indeksi özellikleri.....	60
Şekil 4.13. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin 100 dane ağırlığı özellikleri.	61
Şekil 4.14. <i>Vicia faba</i> genotiplerinin soğuğa dayanıklılık özellikleri.	61
Şekil 4.15. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin bitki boyu özellikleri.....	62
Şekil 4.16. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin ilk bakla yüksekliği özellikleri.	62
Şekil 4.17. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin bitkide dal sayısı özellikleri.....	62
Şekil 4.18. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin bitkide bakla sayısı özellikleri.....	63
Şekil 4.19. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin baklada dane sayısı özellikleri.....	63
Şekil 4.20. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin biyolojik verim özellikleri.....	63
Şekil 4.21. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin dane verimi özellikleri.....	64
Şekil 4.22. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin hasat indeksi özellikleri.	64

Şekil 4.23. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin 100 dane ağırlığı özellikleri.....	64
Şekil 4.24. Yabani <i>Vicia</i> genotiplerinin soğuğa dayanıklılık özellikleri.	65
Şekil 4.25. Seçilen genotiplerin jasmonik asit içerikleri.....	75
Şekil 4.26. Seçilen genotiplerin ksiloz içerikleri	78
Şekil 4.27. Seçilen genotiplerin fruktoz içerikleri	79
Şekil 4.28. Seçilen genotiplerin glukoz içerikleri	80
Şekil 4.29. Seçilen genotiplerin sakaroz içerikleri.....	82
Şekil 4.30. Seçilen genotiplerin toplam şeker içerikleri	85
Şekil 7.1. Ürkütlü deneme alanından genel bir görünüm.....	108
Şekil 7.2. <i>Vicia narbonensis</i> 'in çiçek yapısı	109
Şekil 7.3. <i>Vicia faba</i> 'nın visin, konvisin ve tanen içeren (Sol) ve içermeyen (Sağ) genotiplerdeki çiçek yapısı.....	109
Şekil 7.4. <i>Vicia narbonensis</i> 'in yaprak ve sülük yapısı.	110
Şekil 7.5. <i>Vicia faba</i> 'nın yaprak ve sülük yapısı.....	110
Şekil 7.6. Denemede kullanılan genotiplere ait farklı tipte daneler	111
Şekil 7.7. Jasmonik asit kalibrasyon eğrisi	111
Şekil 7.8. Ksiloz kalibrasyon eğrisi	112
Şekil 7.9. Fruktoz kalibrasyon eğrisi	112
Şekil 7.10. Glukoz kalibrasyon eğrisi	113
Şekil 7.11. Sakaroz kalibrasyon eğrisi	113
Şekil 7.12. Jasmonik asit standart kromatogramı.....	114
Şekil 7.13. Jasmonik aside ait AWV-1 genotipinin numune kromatogramı.....	114
Şekil 7.14. Serbest şekerlere ait standart karışım kromatogramı	115
Şekil 7.15. Serbest şekerlere ait AWV-2 genotipinin numune kromatogramı.....	115

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Varyans analizi ve beklenen kareler ortalaması.....	43
Çizelge 3.2. Varyans ögeleri ve hesaplama yöntemleri	43
Çizelge 4.1. Ürkütlü deneme alanına ait toprak analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.2. Antalya deneme alanına ait toprak analiz sonuçları	45
Çizelge 4.3. Bakla (<i>Vicia faba</i> L.) genotiplerinin 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarına ait soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için tanımlayıcı istatistikleri.....	50
Çizelge 4.4. <i>V. narbonensis</i> and <i>V. montbretii</i> genotiplerinin 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarına ait soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için tanımlayıcı istatistikleri	53
Çizelge 4.5. Tek yıllık <i>Vicia</i> genotiplerinde bazı verim komponentlerinin dane verimine doğrudan ya da dolaylı etkileri	66
Çizelge 4.6. Tek yıllık <i>Vicia</i> genotiplerinde bazı verim komponentlerinin soğuk dayanımına doğrudan ya da dolaylı etkileri ve kalıtım derecesi tahminleri	71
Çizelge 4.7. Tek yıllık <i>Vicia</i> genotiplerinde soğuğa dayanıklılık ve bazı verim kriterleri arasındaki korelasyonlar	72
Çizelge 4.8. Tek yıllık <i>Vicia</i> genotiplerinde soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için temel bileşen analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.9. Tek yıllık <i>Vicia</i> genotiplerinde soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için faktör analizi sonuçları.....	74
Çizelge 4.10. Seçilen genotiplerde jasmonik asit için varyans analizi sonuçları.....	76
Çizelge 4.11. Seçilen genotiplerde serbest şekerler için varyans analizi sonuçları	77
Çizelge 4.12. Seçilen genotiplerde soğuğa dayanıklılık ve serbest şekerler ve jasmonik asit arasındaki korelasyonlar	87
Çizelge 7.1. Araştırmada kullanılan tek yıllık <i>Vicia</i> türleri ve belirgin özellikleri.....	104
Çizelge 7.2. Ürkütlü deneme yerine ait 2005-2006 ve 2006-2007 yıllarının ortalama tarımsal verileri.....	106

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun % 16'sının açlık sınırının altında yaşadığı ve yetersiz beslendiği göz önüne alınırsa; yüksek miktarda protein ve karbonhidrat içeren ayrıca fosfor, demir ve vitaminlerce zengin olan yemeklik baklagiller iyi bir alternatif olarak görülmektedir. Yemeklik baklagiller içerisinde hem yemeklik baklagil hem de hayvan yemi olarak yetiştirilen bakla (*Vicia faba* L.), özellikle % 27-34 oranında yüksek protein içermesi sebebiyle yetiştirilmektedir (Duc 1997, Sepetoğlu 2002). Ayrıca toprağa bağladığı yüksek azot içeriği nedeniyle daha çok tahılların yer aldığı ekim nöbetinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Arbaoui ve Link 2008).

Bakla Asya, Afrika, Yakın Doğu ve bazı Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak insan beslenmesinde kullanılmasına rağmen, başta Avrupa olmak üzere gelişmiş ülkelerde hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır (Duc 1997). Yeşil tohum ve baklaları için sebze olarak, kuru tohumları için ise tarla bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Jansen 1992).

2009 FAO istatistiklerine göre; dünya bakla ekilişi 2.51 milyon ha, üretimi 4.10 milyon ton ve verimi 1634 kg/ha'dır. Dünya'da önemli üretici ülkeler sırasıyla Çin, Fransa, Mısır, Avustralya ve İngiltere'dir. Bakla dünya genelinde üretim açısından; yemeklik baklagiller arasında soya, yerfıstığı, fasulye, bezelye, nohut ve börülceden sonra 6. sırada yer alır (FAOSTAT 2009). Ülkemizde ise bakla ekilişi 9.38 bin ha, üretimi 21.15 bin ton ve verimi 2254 kg/ha'dır. Ülkemizde yemeklik dane baklagiller içerisinde ekiliş ve üretim yönünden 4. sırada yer alan baklanın, bölgelerimiz bazında en fazla üretimi Ege Bölgesi'nde yapılmaktadır. Bunu sırasıyla Batı Marmara ve Akdeniz bölgeleri takip etmektedir. Ülkemizde bakla yemeklik olarak 36 ilde, hayvan yemi olarak da 13 ilde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye genelinde en yoğun bakla tarımının yapıldığı iller Manisa, Çanakkale, Balıkesir, Bursa, Mersin, Kütahya, İzmir ve Antalya'dır (TÜİK 2009).

Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA) verilerine göre; küresel nüfusun 2011 sonunda 7 milyar ve 2045'te 9 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Birleşmiş Milletler Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Bankası 2011'e girerken, hala nüfusun

yıla 80 milyon arttığı dünyanın yakın gelecekte bir gıda krizi ile karşı karşıya olduğu uyarısında bulunmuştur. Son yüzyılda katlanan Dünya'daki bu hızlı nüfus artışı, doğal afetlerin tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemesi yanında, açlık ve yetersiz beslenme sorunu ile gıda fiyatlarındaki artışı da beraberinde getirmektedir (Anonim, 2011).

Bakla serin-ılıman bölgelerde kışlık tiplerin yüksek verim potansiyeline rağmen, mevcut kışlık genotiplerin kış dayanımının yetersiz olması sebebiyle yazlık olarak yetiştirilmektedir (Arbaoui vd 2008).

Yazlık yetiştirilen yemeklik baklagiller kuraklık ve yüksek sıcaklık streslerinin etkisiyle kısa süren vegetatif ve generatif dönemlerinde daha az verim gerçekleştirmektedirler. Tersine, kışlık yetiştirilen yemeklik baklagiller kuraklık ve yüksek sıcaklık stresinden yazlıklara göre daha az etkilenmektedirler ve dolayısıyla daha fazla verim gerçekleştirmektedirler. Kışlık yetiştirilen ürünlerin verimi bazen yazlıkların iki hatta daha fazlası kadar olmaktadır. Ancak, kışlık yetiştiricilik için de soğuğa ve antraknoza dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bunun için de soğuğa ve dona dayanıklılık mekanizmasının anlaşılması gerekmektedir (Calcagno ve Gallo 1993, Toker ve Yadav 2010).

Bakla kışlık yetiştirildiğinde; topraktaki mevcut nemi daha iyi kullanabilir, kısmen olgunlaşmaya doğru artan (terminal) kuraklıktan kaçır ve daha erken hasat edilebilir. Bunlara ek olarak kışlık yetiştirildiği zaman bazı zararlılardan da kurtulur (Link vd 2010). Ancak, kışlık ekim sadece hedef çevrede soğuğa dayanıklı çeşitler kullanılarak başarılı olabilir. Bu yüzden kışlık ekim kuraklığı yenmek için en etkin yoldur (Robertson ve Saxena 1993, Bond vd 1994, Link vd 2010).

Soğuk stresi ile ilgili terminolojiye göre; 0 ile 12 °C arasındaki sıcaklıklar soğuk stresi, kar örtüsü olmaksızın 0 °C'nin altındaki sıcaklıklar ise don stresi olarak tanımlanmaktadır (Toker vd 2007a). Kışa dayanıklılık, kış boyunca bitkilerin hayatta kalma yeteneği olarak bilinmektedir (Herzog 1978, Badaruddin ve Meyer 2001, Link vd 2010).

Soğuğa dayanıklılığı geliştirmek serin mevsim yemeklik baklagiller ve yabani akrabaları için önemlidir (Toker 2005, Toker vd 2007a). Zira, soğuğa dayanıklılığın kışlık yetiştiriciliğin temel bileşeni olduğu düşünülmektedir (Bond vd 1994, Arbaoui ve Link 2008).

Baklada soğuğa dayanıklılığı değerlendirmek için; yapraklardaki soğuk hasarını görsel puanlama (Herzog 1987b,1989, Badaruddin ve Meyer 2001), büyümeyi ya da yaprak iletkenliğini ölçme (Herzog 1987b) ve klorofil floresansını değerlendirme (Herzog ve Olszewski 1998) gibi pek çok metot önerilmiştir. Görsel puanlama tam anlamıyla tarafsız olmasa da tarla koşullarında pek çok hattı gözlemlemek için kullanılabilir bir yaklaşımdır (Herzog 1987b).

Bitkiler düşük sıcaklıklara maruz kaldığında; fiziksel, biyokimyasal ve moleküler düzeyde birçok değişiklik meydana gelmektedir. Soğuk uyumunda meydana gelen en önemli değişiklikler; büyümenin azalması ya da durması, dokulardaki su içeriğinin azalması, ABA düzeyinde geçici bir artış, hücre zarı yağ bileşimindeki değişiklikler, ozmotik düzenleyici maddelerin birikimi (prolin, betain, poliol ve şekerler) ve antioksidan düzeyinin artmasıdır (Xin ve Browse 2000). Düşük molekül ağırlığına sahip bu maddeler, hücre metabolizmasına zarar vermeksizin yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitkinin hayatta kalmasına yardım etmektedir (Williamson vd 2002). Soğuk stresi sırasında çeşitli bitkilerde prolin, stres hormonları, yağ asitleri ve şekerler gibi ozmolitlerin arttığını gösteren birçok çalışma mevcuttur (Savitch vd 2000, Ruiz vd 2002, Nayyar vd 2005a, Arbaoui ve Link 2008).

Soğuk stresi; bitki büyümesini, ürün verimliliğini, ürün kalitesini, hasat sonrası ömrünü ve ekonomik olarak önemli türlerin coğrafi dağılımını sınırlandıran en önemli çevresel stres faktörlerinden biridir. Küresel nüfusun yılda 80 milyon arttığı 2045'te 9 milyara ulaşacağı öngörüldüğünden; dünyanın yakın gelecekte bir gıda krizi ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Dünya'daki bu hızlı nüfus artışı ve tarımsal üretimin çevresel streslere bağlı olarak azalması sonucunda, açlık ve yetersiz beslenme sorunu ile gıda fiyatlarında bir artış meydana geleceği beklenmektedir. Bu nedenle; özellikle yüksek protein içeriğine sahip olan yemeklik baklagillerin soğuğa karşı

dayanıklılıklarının araştırılmasına ve soğuga dayanıklı bitkilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca bitkisel verimin arttırılması ve soğuga dayanıklı çeşit ıslahı açısından, tarımsal ve biyokimyasal seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

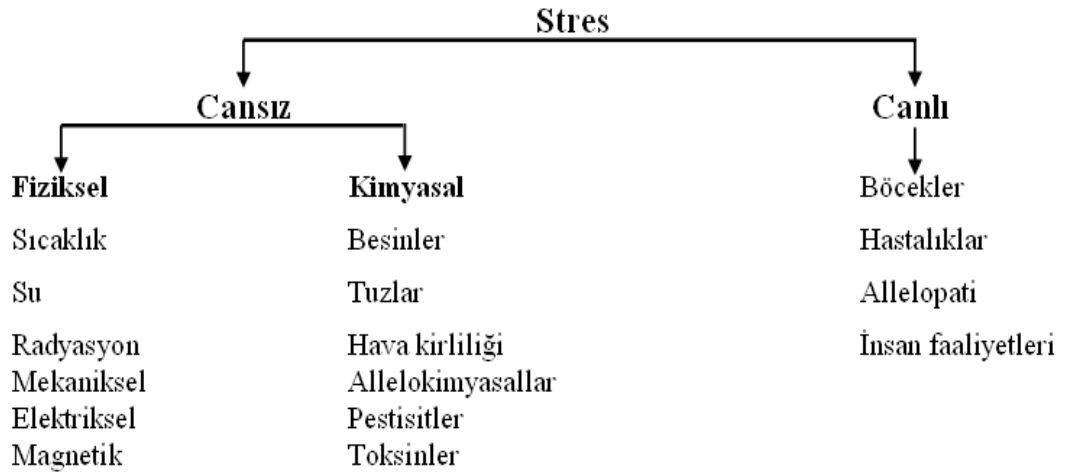
Bu tez kapsamında, Burdur İli, Bucak İlçesi, Ürkütlü Kasabası'nda bulunan rakımı yüksek bir deneme alanında (denizden yüksekliği yaklaşık 832 m, 37° 19' kuzey enlemi ve 30° 18' doğu boylamında yer almaktadır) 2005-06 ve 2006-07 yetiştirme sezonlarında *V. faba* subsp. *faba* L., *V. narbonensis* L. ve *V. montbretii* (Fisch. & Mey.) Davis and Plitmann soylarına ait 114 genotip soğuga tolerans için gözlemlenmiş ve tarımsal seleksiyon kriterleri belirlenmiştir. Soğuga dayanıklı ve hassas genotiplerin seleksiyonundan sonra, 2008-09 yetiştirme sezonunda Ürkütlü ve Antalya deneme alanlarında potansiyel biyokimyasal seleksiyon kriterlerini belirlemek için soğuga maruz bırakılan ve soğuk stressiz koşullarda *Vicia* türlerinde (yukarıda bahsedilen) jasmonik asit ve serbest şekerler gibi bazı biyokimyasal seleksiyon kriterleri araştırılmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Bitkilerde Stres Kavramı

Bitkiler, hem doğal hem de tarımsal koşullar altında stres oluşturan uygunsuz ortamlara maruz kalmaktadır (Taiz ve Zeiger 2008). Stres genel olarak, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen ve sınırlandıran dışsal bir etmen olarak tanımlanmaktadır. Stres kavramı strese dayanıklılık ile yakından ilişkilidir. Strese dayanıklılık, bitkinin uygunsuz ortam koşulları ile başa çıkma potansiyelidir (Lichtenthaler 1998, Taiz ve Zeiger 2008, Toker ve Mutlu 2010).

Stres kavramını canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) stresler olarak ikiye ayırmak mümkündür (Şekil 2.1). Cansız stres faktörlerini fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki grup altında incelemek gerekir. Canlı stres faktörleri ise böcekler, hastalıklar, allelopatik ilişkiler ve insan faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Gupta ve Gupta 2005). Bu stresler nedeniyle büyüme sezonu sonunda, bitkinin biyolojik kütlesi ve verimliliği kalıtsal potansiyelinin ancak bir kısmı kadar artar (Taiz ve Zeiger 2008).



Şekil 2.1. Bitkilerde görülen canlı ve cansız stres faktörleri (Gupta ve Gupta 2005).

Bitki büyümesi ve verimliliği çeşitli canlı ve cansız stres faktörlerinden olumsuz şekilde etkilenir. Bitkiler düşük sıcaklık, tuzluluk, kuraklık, sel, sıcaklık, oksidatif stres ve ağır metal toksisitesi gibi stres koşullarına sıklıkla maruz kalırlar. Ayrıca, bitkiler böcekler ile bakteri, mantar ve virüs gibi patojenlere karşı koyar. Cansız stresler, başlıca

tarımsal ürünlerin ortalama verimlerini % 50'nin üzerinde düşüren dünyadaki ürün kaybının temel sebebidir. Cansız stresler, ürün verimliliğinin azalması ve ürün kaybı yüzünden her yıl yüz milyonlarca dolar kayıplara yol açar. Aslında bütün bu stres faktörleri, tarım endüstrisinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Pearce 1999, Gupta ve Gupta 2005, Mahajan ve Tuteja 2005, Taiz ve Zeiger 2008).

Bitkilerin strese neden olan faktörlere verecekleri tepkiler, stresin süresine ve şiddetine, bitkinin yaşına, bitkinin türüne ve özellikle bitkinin gelişim evresine bağlıdır (Özen ve Onay 1999, Taiz ve Zeiger 2008).

2.2. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerine Etkileri

İlk kez 70 yıl önce tanımlanan bitkilerdeki soğuk hasarı, 1960'ların sonunda elektron mikroskopunun icadıyla araştırılmaya başlanmıştır. Öncelikle mısır, hıyar ve domates bitkilerinde düşük sıcaklığın hem fizyoloji hem de fotosentetik dokuların yapısı üzerine etkisi araştırılmıştır (Kratsch ve Wise 2000).

Sıcaklık, mevsimsel olarak değişen ve günlük dalgalanmalara uğrayan çevresel bir stres etmenidir. Bitkiler aşırı yüksek ve düşük sıcaklıklarda hayatta kalabilmek için, stres koşullarından kaçma veya stres koşullarına direnç gösterme şeklinde iki farklı mekanizma geliştirirler. Fakat aşırı düşük sıcaklıklar bitkilerde buz oluşumu meydana getirerek geri dönüşümsüz hasarlar oluştururlar (Browse ve Xin 2001). Stresten kaçmanın mekanizması, stresin etkisini azaltma yönündedir. Bitkiler, morfolojik yapılarını (yaprak yüzeyi ve kalınlığı, stomaların büyüklük ve yoğunluğu, kütikulanın kimyasal kompozisyonu ve kalınlığı, kök ve gövdelerinin boyutları ve kimyasal kompozisyonlarını) değiştirerek stresten kaçarlara. Stres koşullarına direnç gösterme durumunda ise, stresin yarattığı etkilerin onarılması veya kaldırılması söz konusudur (Özen ve Onay 1999, Browse ve Xin 2001).

Soğuk stresi; bitki büyümesini, ürün verimliliğini, ürün kalitesini, hasat sonrası ömrünü ve ekonomik olarak önemli türlerin coğrafi dağılımını sınırlandıran en önemli çevresel stres faktörlerinden biridir (Pearce 1999, Kratsch ve Wise 2000, Chinnusamy

vd 2006, Lundmark vd 2006, Bertamini vd 2007). Soğuk ve don streslerinin doğası birbirinden farklıdır. Soğuk stresi, düşük sıcaklığın hücreler üzerine direkt etkisidir. Ancak, don stresinin hücreler üzerine zararı su kaybı yoluyla dolaylı olarak gerçekleşir (Pearce 1999). Donmanın en kötü etkisi şiddetli hücre zarı hasarına yol açmasıdır. Bu hasar büyük ölçüde donmayla ilişkili ani su kaybı yüzündendir (Mahajan ve Tuteja 2005).

Her bitkinin büyüme ve gelişmesi için uygun olan optimum sıcaklık gereksinimleri vardır. Bir bitki için optimum olan sıcaklık koşulları bir diğer bitki için strese yol açabilir. Sıcak habitatlara özgü olan çoğu bitki, dondurucu olmayan düşük sıcaklıklara maruz kaldığında soğuk hasarı semptomları gösterir. Özellikle mısır, soya fasulyesi, pamuk, domates ve muz gibi bitkiler 10-15 °C'nin altındaki sıcaklıklara hassastır ve soğuk hasarı belirtileri oluşur. Bu bitkilerde zarara yol açan stres semptomları 48-72 saat arasında ortaya çıkar. Ancak bu süreç bitkiden bitkiye değişmekle birlikte bitkinin soğuk stresine hassasiyetine bağlıdır (Mahajan ve Tuteja 2005).

Soğuk stresine tepki olarak yaprak genişlemesinde azalma, solma, kloroz, doku ve hücre ölümleri gibi çeşitli fenotipik semptomlar gelişebilir (Mahajan ve Tuteja 2005). Ayrıca soğuk, bitkilerin çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerini kapsayan evrede ciddi şekilde zarar verir. Örneğin; pirinç bitkilerinin çiçeklenme zamanında düşük sıcaklığa maruz kalması çiçeklerde kısırlığa yol açar (Jiang vd 2002).

Bitkiler arasında soğuk çevre koşullarına uyum yeteneği önemli bir farklılıktır. Maş fasulyesi, soya fasulyesi ve pirinç gibi tropik ya da subtropik kökenli birçok bitki dondurucu olmayan düşük sıcaklıklara maruz kaldığında ciddi şekilde zarar görür yada ölür. Bu bitkiler soğuğa hassas bitkilerdir. Buna karşın, arabidopsis ve ıspanak gibi ılıman iklim kökenli bitkiler üşüme sıcaklıklarında büyüme ve gelişme yeteneğindedir ve soğuğa dayanıklı bitkiler olarak sınıflandırılır. Soğuk hasarı bazı bitkilerde daha yüksek sıcaklıklarda ortaya çıkmasına rağmen, genellikle soğuk hasarının ortaya çıktığı sıcaklık 10 °C'nin altındadır (Yang vd 2005a). Dona dayanıklı birçok otsu bitki -7 °C ile -30 °C arasında hayatta kalabilirken, dona çok daha dayanıklı olan bazı odunsu

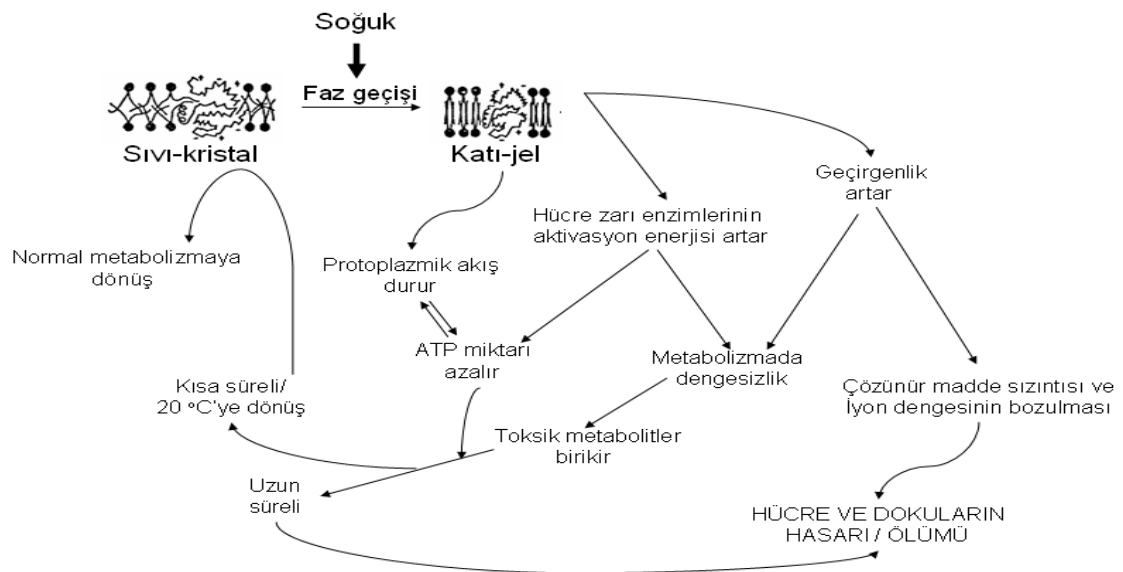
türlerden alınan çelikler sıvı azot ya da sıvı helyuma daldırıldığında dahi hayatta kalabilmektedir (Pearce 1999).

Bitkiler soğuk ve don stresleri bakımından 3 kategoriye ayrılırlar; (1) Soğuğa hassas olanlar: 12 °C'nin altındaki sıcaklıklardan zarar görürler, (2) Soğuğa dayanıklı fakat dona hassas olanlar: 12 °C'nin altındaki sıcaklıklara uyum sağlayabilir, fakat donma sıcaklıklarında hayatta kalamazlar ve (3) Dona dayanıklı olanlar: donma sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda hayatta kalabilirler ve bu sıcaklıklara uyum sağlayabilirler (Pearce 1999).

Hücre zarı lipidleri başlıca doymuş ve doymamış yağ asitlerinden oluşur. Doymamış yağ asitleri (-CH=CH-) iki karbon atomu arasında 1 yada 2 çift bağa sahiptir. Buna karşın doymuş yağ asitleri (-CH₂-CH₂-) tamamen hidrojen atomlarıyla doymuştur. Doymuş yağ asitlerini içeren lipidlerin doymamış yağ asitlerini içeren lipidlerden daha yüksek sıcaklıklarda katılaştığı iyi bilinen bir gerçektir. Bu yüzden, hücre zarındaki doymamış yağ asitlerinin nisbi oranı hücre zarının akışkanlığını etkiler. Hücre zarının yarı akışkan halden yarı kristal hale dönüştüğü sıcaklık “geçiş sıcaklığı” olarak bilinir. Soğuğa hassas bitkiler genellikle yüksek oranda doymuş yağ asidi içeriğine ve yüksek geçiş sıcaklığına sahiptir. Soğuğa dayanıklı türler ise, yüksek oranda doymamış yağ asidi ve buna bağlı olarak daha düşük geçiş sıcaklığı ile göze çarpar (Mahajan ve Tuteja 2005).

Birçok farklı bitkiden izole edilen hücre zarının yağ bileşimi ortak özelliklere sahiptir. Tipik olarak hücre zarı; yüksek oranda fosfolipid, sterol (hem serbest hem de glikozlanmış formları) ve serebrosidleri içermektedir. Mitokondri ve kloroplast zarları ile tilakoidler, sterol ve serebrosid içermezler. Soğuk uyumu boyunca hücre zarının yağ bileşiminde birçok değişiklik meydana gelir. Soğuk uyumu sırasında ilk olarak hücre zarının fosfolipid oranında bir artış olur. Fosfolipid oranındaki bu artış yulaf, çavdar, yer elması, arabidopsis, domuz ayrığı gibi pek çok bitki türünde çoğunlukla gözlenmiştir. Ancak bu artışın derecesi bitki türüne göre değişir. İkinci olarak soğuk uyumu aşamasından sonra dona dayanıklılık maksimum düzeye ulaştığı zaman hücre zarındaki serebrosidlerin oranı azalır (Uemura ve Steponkus 1999).

Hücre zarı yağ bileşimindeki değişiklikler, soğuk ve don zararı karşısında hayatta kalma ve bitki adaptasyonunda birçok rol oynar. Bitkiler düşük sıcaklıklara maruz kaldığında hücre zarı yağları önemli değişikliklere uğrar. Düşük sıcaklıklarda plazma zar akışkanlığı artar. Bu da don ile meydana gelen zar yırtılmalarının oluşmasını önler (Bakht vd 2006, Wang vd 2006). Birçok bitkide, soğuk uyumu olarak bilinen bitkinin dondurucu olmayan düşük sıcaklıklara yavaş yavaş maruz bırakılması ya da dışarıdan ABA uygulaması ile dona dayanıklılık artırılabilir (Bakht vd 2006).



Şekil 2.2. Hassas bitki dokularında soğuk hasarına yol açan olaylar (Lyons 1973).

Soğuk stresi hücresel düzeyde birçok fonksiyon bozukluklarına (hücre zarı hasarı, reaktif oksijen türlerinin oluşumu, protein parçalanması ve toksik ürünlerin birikimi vs.) yol açar. Bitkiler doğada dondurucu olmayan düşük sıcaklıklara yavaş yavaş maruz kaldığında soğuğa dayanıklılık sergileyebilir. Bu süreç “soğuk uyumu” olarak bilinmektedir (Thomashow 1999, Nayyar vd 2005a). Soğuk uyumunun çok sayıda biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikleri içeren multigenik bir karakter olduğu bilinmektedir. Bu uyum süreci yaz sonunda iki temel aşamada gerçekleşir. İlk olarak ısıtılma süresinde azalma ile büyümenin durmasına, dormansinin gelişimine ve dona dayanıklılıkta hafif bir artışa neden olur. Düşük sıcaklıklar tarafından tetiklenen ikinci aşamada ise bitkinin zor kış koşullarında hayatta kalması ve tam anlamıyla kışa dayanıklılık sağlanır (Thomashow 1999, Martz vd 2006).

Soğuk uyumu bir takım değişiklikleri içeren birçok mekanizmayla ilişkilidir (Nayyar vd 2005a). Bu değişiklikler;

- gen düzenlenmesi (Pearce vd 1999)
- hücre zarı bileşimi (Orvar vd 2000)
- prolin, şekerler ve antioksidanlar gibi soğuktan koruyucular (Thomashow 1999, Kang ve Saltveit 2001)
- ABA (Lang vd 1994) ve kalsiyumun (Knight vd 1996) artması olarak özetlenebilir.

Mitokondri zarlarının yağ asidi bileşimi büyüme sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Düşük sıcaklıklarda doymuş yağ asitlerinin (palmitik, stearik) ve tekli doymamış yağ asitlerinin (oleik) miktarı azalırken, çoklu doymamış yağ asitlerinden linolenik asidin (18:3) miktarı artma eğilimindedir. Sıcaklıkların artmasında ise tam tersi bir durum gelişir (De Virville vd 2002).

Stomalar bitki ve atmosferik çevre arasında geçit görevi görür. Birçok çevresel faktör tarafından stomaların açılıp kapanması düzenlenebilir. Işıktaki stomaların gözenekleri açıktır. Buna ilaveten, CO₂ konsantrasyonunun düşük olması stomaların açılmasına, yüksek olması ise stomaların kapanmasına yol açar. ABA ve kalsiyumun stoma hareketlerini düzenlediğini gösteren birçok çalışma vardır. Çevresel faktörlerdeki

ani değişiklikler stomaların salınımına yol açar. Stomaların salınımı, bitkide hem net fotosentez miktarı olarak tanımlanan su kullanım kapasitesinin hem de çevresel streslere dayanıklılığın artmasına yardımcı olur. Stomaların salınımı olarak adlandırılan ritmik stoma hareketi, genellikle stomalar daha küçük olduğunda ortaya çıkar bu salınım olduğunda bitki fotosentez için bir miktar CO₂ absorbe edebilir (Yang vd 2005b).

Toprak sıcaklıkları hava sıcaklıkları kadar hızlı bir dalgalanma göstermez. Buna rağmen, birçok türde düşük sıcaklıklara maruz kalındığında kök büyümesi ve kök hidrolik iletkenliği azalmakta besin alımı engellenebilmektedir. Genellikle toprak altı organları toprak üstü organlarına göre soğuga daha hassastır (Fennell ve Markhart 1998, Domisch vd 2002). Soğuk stresine karşı kök ve yaprakların hassasiyetleri farklıdır. Bu farklılık, soğuga karşı farklı solunum tepkileriyle ilişkilidir. Yapraklarda toplam solunum azalırken, köklerde toplam solunum artmaktadır (Hu vd 2006)

Düşük sıcaklıkların bitkiler üzerine etkisi, soğuk şiddetine ve süresine bağlı olmanın yanı sıra bitkinin fizyolojik ve fenolojik durumuna da bağlıdır. Genellikle, dinlenme ihtiyacını karşılamayan tohumların düşük sıcaklıklarda çimlenme ve erken fide gelişimlerinin yavaş olduğu görülmüştür. Soğuk çevrelerde yetişen tek yıllık türlerde, çiçeklenme aşamasında ya da olgun evrede olan bitkilere göre genç fidelerin soğuk uyumunun daha iyi olduğu gözlenmiştir (Bois vd 2006).

Optimum toprak ve sulama koşullarında toprak sıcaklığı, tohumun çimlenme ve çıkış oranını etkileyen önemli çevresel faktörlerden biridir. Düşük toprak sıcaklıkları çıkış ve erken fide gelişim dönemlerini önemli ölçüde etkiler. Çimlenme süresi uzar, çıkış oranı azalır ve bitki daha küçük kalır (Prasad vd 2006).

Çiçeklenme ve tohum bağlama dönemindeki düşük sıcaklıklar Akdeniz ve Güney Avustralya gibi soğuk-kurak bölgelerde verimi sınırlandıran önemli etmenlerden biridir. Çiçeklenme dönemindeki düşük sıcaklıklar (<15 °C) spor oluşumunu, polen çimlenmesini ve stigmayı olumsuz şekilde etkiler ve çiçek dökümlerine yol açar (Clarke ve Siddique 2004). Soğuk streisle dökülen çiçeklerde hem erkek hem dişi organlarda

ABA içeriğinin arttığı, serbest şeker ve prolin içeriğinin ise azaldığı belirlenmiştir (Nayyar vd 2005b).

ABA soğuğa hassas bitkilerin dayanıklılığını arttırmada önemli rol oynar. Soğuğa dayanıklılık konusunda köklerin rolü üzerine çok yoğun çalışmalar yapılmamıştır. Soğuk stresinde ilk olarak, köklerde ABA konsantrasyonu ve ksilem özsuğunun pH'sı artar. İkinci olarak ise, kökler tarafından su ve besin alımının artmasıyla su ve mineral ilişkileri geliştirilir (Vernieri vd 2001). Işıktaki ve karanlıkta soğuğa maruz kalan bitkilerin soğuğa karşı reaksiyon tepkileri farklıdır. Karanlıkta ve düşük sıcaklıkta fotokimyasal inhibisyon nadiren ortaya çıkar. Buna karşın düşük sıcaklığın ışıqla kombinasyonu sürekli fotokimyasal inhibisyona yol açar. Aydınlik koşullarda sıcaklığın düşmesi genellikle fotosentezde meydana gelen özellikle CO₂ fiksasyonu ve fotorespirasyon reaksiyon hızlarını azaltır (Venema vd 2000, Allen ve Ort 2001).

Işık bitki büyüme ve gelişimi için önemlidir. Ancak bazen zararlı olabilir. Düşük sıcaklık ile birlikte fotosentezin ışık reaksiyonlarının engellenmesine yani fotoinhibisyona yol açar. Bitkilerin kısa süreli düşük sıcaklığa maruz kalması, çözünabilir şekerlerin birikimi yüzünden net fotosentezi engeller. Ayrıca bazı soğuğa hassas bitki türlerinde fotosentetik elektron taşınımı engellenebilir (Bertamini vd 2005).

Aslında düşük sıcaklık gibi birçok çevresel stresin fizyolojik etkileri, ışık enerjisinin absorpsiyonu ile kullanılan ışık enerjisi arasındaki dengeyi bozma yeteneğidir. Bu durum O₂'nin indirgenmesine ve singlet oksijenin (¹O₂) yani reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasına yardım eder (Logan vd 2006). Işıktaki soğuk stresi gibi çevresel stres faktörleri, zararlı oksijen türlerinin oluşumunu arttırabilir. Düşük sıcaklıkta hassasiyetin artması kısıtlanan karbon metabolizmasından kaynaklanır. Reaktif oksijen türleri yüksek konsantrasyonlarda genetik olarak programlanmış hücre ölümlerini tetikler. Işık ile birlikte reaktif oksijen türlerinin fotosentetik sistemler üzerine, antioksidanların parçalanması ve fotooksidasyon olarak tanımlanan pigment beyazlaşması gibi zararlı etkileri vardır (Leipner vd 1997, Foyer ve Noctor 2005).

Reaktif oksijen türleri stres sinyallerini algılamada kilit bir rol oynamakla birlikte, bu bileşenler büyük moleküllere zarar verebilir. Bitki mitokondrisi pek çok savunma sistemi içerir. Bu sistemler reaktif oksijen türlerini temizleyip onların üretimini sınırlamakla kalmaz aynı zamanda büyük moleküllere verilen zararı da onarır. Bitkiler ROS'ların zararlı etkilerini azaltmak için çeşitli mitokondriyal yollar geliştirmişlerdir. Reaktif oksijen türleri [süperoksit molekülü (O_2^-), singlet oksijen (1O_2), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalleri (OH^-)] aerobik hücre metabolizması ürünleridir ve antioksidan savunma mekanizmaları tarafından kontrol edilirler (Navrot vd 2007).

Serbest oksijen radikalleri ve hidrojen peroksit gibi diğer ROS türleri oksijenli solunumun ara ürünleridir ve proteinler, yağlar ve DNA'da zarara yol açar (Davidson ve Schiestl 2001). Normal hücre metabolizmasının ara ürünleri olan reaktif oksijen türleri; zar lipidlerinin peroksidasyonuna, DNA zincirlerinin kırılmasına ve enzimlerin inaktivasyonuna sebep olur. Normal büyüme koşullarında ya da çeşitli streslere (soğuk, donma, kuraklık, kuruma, sel, herbisit uygulaması, patojen saldırısı ve radyasyon) maruz kaldığında hem kloroplastlar hem de mitokondri ROS üretir. Ayrıca, kimyasal ve çevresel stresler sırasında da ROS üretilmektedir (Cheng ve Song 2006).

Soğuk uyumu; soğuğa karşı koruyucu maddelerin birikimine (şeker, prolin vb.), enzim aktivitesinde değişikliklere, zar yapısı ve bileşenlerinde fiziksel ve biyokimyasal değişikliklere yol açar. Reaktif oksijen türleri yüksek konsantrasyonlarda zar lipidlerine, proteinlere klorofil ve nükleik asitlere zarar verebilir. Bu da hücresel parçalanmalara yol açar. Bitkiler bu hasarları engellemek ya da hafifletmek için; doğal antioksidanlar ile süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz ve peroksidaz gibi enzimatik antioksidan sistemler geliştirmişlerdir (Prasad 1997, Scebba vd 1998, Scebba vd 1999, Lee ve Lee 2000, Kuk vd 2003, Huang ve Guo 2005, Posmyk vd 2005). Bitkilerde 3 farklı formda bulunan süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi dona dayanıklılık ve soğuğa uyum kapasitesine katkıda bulunur (Seppänen ve Fagerstedt 2000).

Soğuk uyumu ve kışa dayanıklılık peryodu boyunca nişastada bir azalma, çözünebilir karbonhidrat içeriğinde ise bir artış söz konusudur. Bu durum soğuk koşullarda nişastanın şekerlere dönüşmesiyle açıklanabilir (Öncel 1984).

Karbonhidrat metabolizmasının anlık düşük sıcaklıklara hassasiyeti, diğer fotosentez unsurlarından daha fazladır. Düşük sıcaklıklar, fotosentezle ilişkili yaprak karbonhidrat metabolizmasında değişikliklere sebep olur ve yaprak şeker konsantrasyonlarında artışa yol açar (Allen ve Ort 2001, Foyer vd 2002, Morsy vd 2007).

Soğuk uyumu, çözünebilir şeker içeriğindeki artış ile büyük ölçüde ilişkilidir. Soğuk stresi boyunca nişasta çözünebilir şekerlere dönüştürülür. Stres ortadan kalktığında ise çözünebilir şekerler tekrar nişastaya dönüştürülür. Nişastanın parçalanmasında β -amilazlar öncelikli role sahiptir (Kratsch ve Wise 2000, Kaplan vd 2006). Soğuğa maruz bırakılan arabidopsis yapraklarında kontrole göre sakaroz içeriğinde 4.5 kat, heksoz, glukoz ve fruktoz içeriklerinde ise 4 kat bir artış meydana gelmiştir. Ayrıca, düşük sıcaklıklarda fotosentezin geri kazanımı karbon metabolizmasında yer alan enzimlerin aktivitelerindeki artışla yakından ilişkilidir. Sakaroz metabolizmasında yer alan sitozolik enzimlerle karşılaştırıldığında, kloroplastik enzim aktivitesinde çok daha az değişiklik görülür (Strand vd 1997).

Bitkinin soğuğa dayanıklılığı, düşük sıcaklıklardaki özellikle karbonhidrat metabolizması arasındaki dengeye bağlıdır. Bitkilerin düşük sıcaklıklara karşı koruyucu tepkilerinden biri hücre içi suda çözünebilir karbonhidratların (sakaroz, glukoz, fruktoz, rafinoz, stakioz, fruktozanlar ve oligosakkaritler) birikimidir. Ayrıca, şekerlerin hücre zarını direkt olarak modifiye ettiği bilinmektedir (Klimov vd 2002).

Çözünebilir karbonhidratların koruyucu etki mekanizması; (1) Hücre zarı sistemi üzerine koruyucu etkisi, (2) Diğer koruyucu bileşenlerin öncüsü ve enerji kaynağı olarak metabolik etkisi, (3) Hücreler arası buz oluşumunu engelleyen ozmotik etkisi ve (4) İlkbaharda yaprakların tekrar büyümesini sağlayan depo etkisi ile ilişkilendirilmiştir (Klimov vd 2002).

Bitkiler dondurucu olmayan düşük sıcaklıklara maruz kaldığında, soğuk uyumunun gelişimiyle ilişkili olarak fiziksel, biyokimyasal ve moleküler düzeyde birçok değişiklik meydana gelmektedir (Şekil 2.3). Soğuk uyumunda meydana gelen en önemli değişiklikler; büyümenin azalması ya da durması, dokulardaki su içeriğinin azalması, ABA düzeyinde geçici bir artış, hücre zarı yağ bileşimindeki değişiklikler, ozmotik düzenleyici maddelerin birikimi (prolin, betain, polioller ve şekerler) ve antioksidan düzeyinin artmasıdır (Xin ve Browse 2000).



Şekil 2.3. Bitkilerde soğuk uyumu ile meydana gelen hücresel değişiklikler (Xin ve Browse 2000).

Çevresel streslere karşı ortaya çıkan ve protein sistemlerini koruyan ozmolitler; polioller, amino asitler ve metilaminler olarak sınıflandırılır (Santoro vd 1992). Soğuk ile uyarılan proteinler, dondurucu sıcaklıklarda bitkilerin hayatta kalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Hücre zarı proteinleri dona dayanıklılığın kazanılması üzerine pozitif bir etkiye sahiptir (Uemura vd 2006). Soğuğa maruz kalan bitki türlerinde çözünebilir protein, prolin ve klorofil miktarları kontrole göre artmaktadır.

Soğuk koruyucu olarak görev yapan prolin soğuk uyumu boyunca sitozolde birikir. Prolin ozmotik düzenlemede ve ozmotik dayanıklılıkta önemli rol oynar (Santarius 1992, Atıcı vd 2003). Ayrıca bitkiler düşük sıcaklıklara maruz kaldığında, bitki sürgünleri kırmızıya dönüşür ve vakuollerde antosiyanin biriktirir. Azalan sıcaklıkla birlikte antosiyanin birikiminin artması soğuğa dayanıklılık ile ilişkilendirilmiştir (Leng vd 2000).

2.3. Soğuk Stresinin Genetik Mekanizması

Soğuk stresi 100'den fazla genin ifade olmasına yol açar. Soğuk uyumu sırasında bu gen ifadelerinin düzenlenerek bitkilerde soğuk ve don zararını azalttığı bildirilmiştir (Taiz ve Zeiger 2008). Soğukta düzenlenen genler, COR (cold-regulated genes) genleri olarak ifade edilmektedir (Chinnusamy vd 2006, Wathugala vd 2011).

Son zamanlarda, düşük sıcaklık ve dehidrasyona karşı ABA-bağımsız gen ifadelerinin kontrol ettiği büyük bir transkripsiyon sistemi belirlenmiştir. Bu sistem DRE/CRT faktörleri (dehidrasyondan sorumlu/C-tekrarlı) ile bunun DNA-bağlayıcı proteinlerini içerir. DREB1/CBF ve DREB2 strese dayanıklılıkta yer alan çeşitli gen ifadelerini kontrol eder. DREB1/CBF soğukla uyarılırken, DREB2 dehidrasyonla uyarılmaktadır. Buna ilaveten birçok gen hem soğuk hem de dehidrasyonla uyarılmaktadır. Ancak bazen ya sadece soğuğa ya da sadece kuraklığa cevap verir (Shinozaki ve Yamaguchi-Shinozaki 2000, Thomashow 2001).

Kuraklık ve yüksek tuzluluk bitkilerde yüksek düzeyde ABA üretimine yol açar. Absisik asidin dışarıdan uygulanması, dehidrasyon ve soğuğa karşı çok sayıda genin uyarılmasına yol açar. Ancak, absisik asidin soğukla uyarılan gen ifadesinde önemli bir rol oynamadığı görülmektedir (Thomashow 1999). Aynı zamanda DREB1 proteinleri olarak bilinen CBF transkripsiyon faktörlerinin düşük sıcaklığa tepki olarak artması, dona dayanıklılığın artmasına yol açmaktadır. Sıcak koşullarda yetişen bitkilerde yapısal olarak CBF1, CBF2 ve CBF3 transkripsiyon faktörleri baskılanmaktadır. Bitkiler soğuk koşullara aktarıldığında CBF transkripsiyon faktörleri düşük sıcaklıklar tarafından yeniden düzenlenmektedir (Fowler ve Thomashow 2002).

Özetle, düşük sıcaklık stresi suyun aktivitesini azaltarak hücrede ozmotik strese neden olur. Ozmotik stres sırasında, ozmotik stresle ilişkili sinyal yolları aktifleşir ve soğuğa alışmada görev alan proteinler birikir. Bu sırada soğukla ilişkili ancak ozmotik stresle ilişkisiz genlerde aktifleşir. Soğuk stresinin aktifleştirdiği sinyal yolundaki elemanları aşırı ifade edebilen transgenik bitkilerde soğuk toleransı artar (Taiz ve Zeiger 2008).

2.4. Baklanın Soğuğa Dayanıklılığı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Baklanın yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli cansız stres faktörleri; kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklıklar, asitli ve tuzlu topraklardır (Saxena 1993; Sepetoğlu 2002). Bakla tarımı genellikle tuzlu topraklarda yapılmaz. Özellikle Mısır ve Hindistan gibi ülkelerde dayanıklı tiplerin kullanılmasıyla yetiştiriciliği yapılabilir. Onun için majör bir stres etmeni olarak değerlendirilmez (Bond vd 1994).

Bakla üretimini sınırlayan cansız stres faktörlerinin yanısıra; kahverengi leke hastalığı (*Botrytis fabae* ve *Botrytis cinerea*), yaprak ve bakla leke hastalığı (*Ascochyta fabae*), pas hastalığı (*Uromyces fabae*), mildiyö (*Peronospora fabae*), fusaryum solgunluğu (*Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* ve diğer *Fusarium* spp.), kök boğazı çürüklüğü (*Sclerotinia trifoliorum* ve *Sclerotinia sclerotiorum*), virüsler, gövde nematodu (*Ditylenchus dipsaci*), orobanş (*Orobanche crenata*), afidler (*Aphis fabae* ve *Aphis craccivora*) ve yabancı otlar gibi canlı stres etmenleri kısıtlamaktadır (Bond vd 1994).

Bakla yetiştiriciliğinde verim kayıplarına yol açan virüsler; fasulye sarı mozaik virüsü (BYMV), bezelye yassılaşıma mozaik virüsü (PEMV), fasulye yaprak kıvrıcıklığı virüsü (BLRV), gerçek bakla mozaik virüsü (TBBMV) ve bakla leke virüsü (BBSV)'dür (Robertson ve Saxena 1993, Bond vd 1994). Canlı stres etmenlerinden kahverengi leke hastalığının özellikle Akdeniz'e kıyısı olan ülkeler gibi nemli bölgelerde, buna karşın yaprak ve bakla leke hastalığının daha soğuk ve kurak bölgelerde yaygın olduğu ve kışlık ekimlerde her ikisinin de verimi düşürdüğü aktarılmıştır (Bond vd 1994, Duc 1997).

Bakla subtropik ve ılıman iklimlerde iyi performans sergileyen bir bitki olup, yetişme dönemi boyunca 18-27 °C ortalama sıcaklık ister. Vegetatif dönemde optimumun altındaki sıcaklıklar yaprakçık sayısının azalmasına yol açmaktadır. Özellikle çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklıklar çiçek dökülmesine ve dane tutumunun azalmasına neden olmaktadır. Baklada optimum fotosentez sıcaklığı 25 °C civarında olup bunun üzerinde ve altındaki sıcaklıklarda fotosentez azalmaktadır. Soğuk

havalara ve dona karşı dayanıklılığı ise genotipe, bitkinin gelişme dönemine, soğuk şiddetine ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Kışlık çeşitlerin pek çoğunun kar örtüsüz -12 °C'ye, kar örtülü -20 °C'ye kadar düşük sıcaklıklara dayanabildikleri bildirilmektedir (Lawes vd 1983).

Serin mevsim yemeklik dane baklagillerden bakla, bezelye, mercimek ve nohudun tarla koşullarında kışa dayanıklılıkları karşılaştırıldığında; bakla=mercimek>bezelye>nohut olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bakla için -9 °C'nin altındaki rizosfer sıcaklıklarının genellikle öldürücü olduğu bildirilmiştir. Bezelyede yapılan kontrollü üşüme testlerinde ise, öldürücü rizosfer sıcaklığının -8.5 °C olduğu aktarılmıştır (Murray vd 1988).

Bond vd (1994) tarafından, kışlık yetiştirilen baklalar kışa dayanıklılık derecelerine göre 3 farklı bölgeye ayrılmıştır. Buna göre;

(a) İngiltere, Kuzey Fransa ve kısmen Almanya'da ki çeşitler yaklaşık -18 °C'lik soğuklara dayanabilmektedir.

(b) Güney ve Batı Fransa ile Kuzey İspanya'da ki çeşitler daha erkenci olup yaklaşık -12 °C'ye kadar soğuklara dayanabilmektedir.

(c) Akdeniz ülkeleri çeşitleri yaklaşık -6 °C'ye kadar soğuğa dayanım gösterirler. Soğuğa dayanımı hiç olmayan Afrika çeşitleri bu gruplarda yer almamaktadır.

Yaygın olarak yazlık yetiştirilen Avrupa ve Çin çeşitleri ise (b) ya da (c) kategorisinde değerlendirilebilir. Ayrıca, Akdeniz bölgesindeki çeşitler arasında bir farklılık vardır. Akdeniz çeşitlerinden Aquadulce, "ILB 3187" ve "3188" soğuğa dayanıklı olarak belirlense de Akdeniz çeşitlerinin tamamı göz önüne alındığında (a) ya da (b) kategorisine girecek kadar soğuğa dayanıklı değildir (Bond vd 1994).

Soğuğa dayanıklılığın geliştirilmesine yönelik ıslah stratejilerinin iyi belirlenmesi gerekir. Zira, soğuğa dayanıklılığı çok iyi olan Fransız çeşit "Cote d'Or" kahverengi leke hastalığına, yine soğuğa dayanıklılığı çok iyi olan Alman çeşitler "Hiverna" ve "Webo" ise yaprak ve bakla leke hastalığı (antraknoza) çok hassastır. Bu nedenle

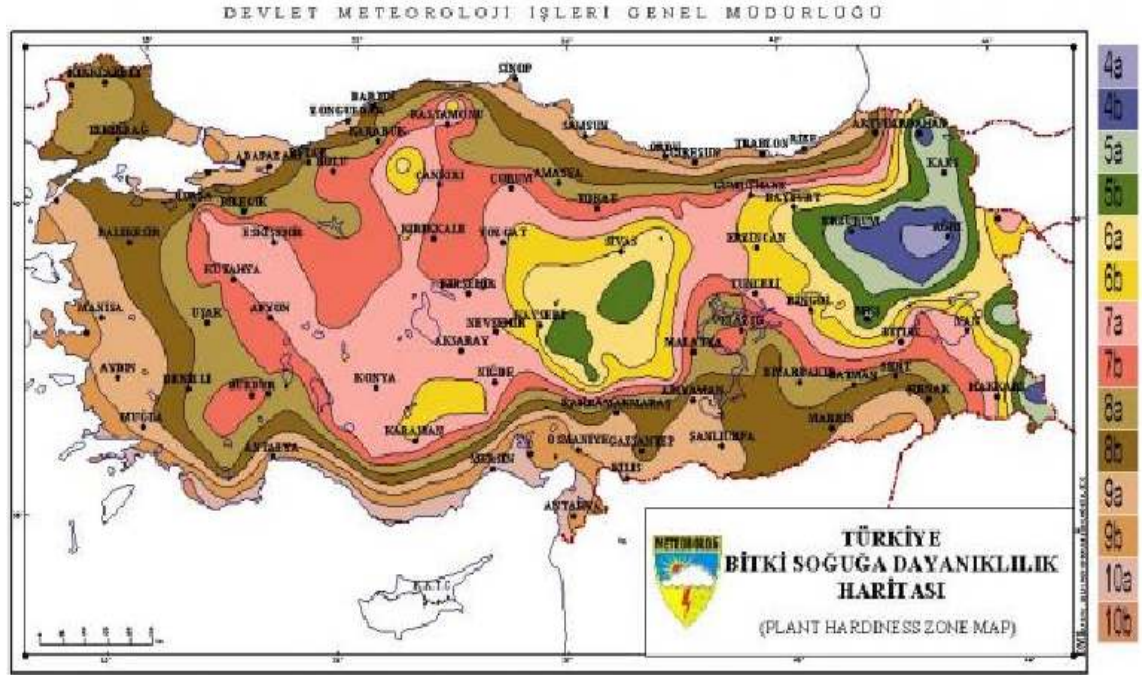
soğuğa dayanıklılıkla ilgili ıslah çalışmalarında hastalığa dayanıklılıkla birlikte kombine ıslah programları geliştirilmelidir (Bond vd 1994).

Baklada soğuğa dayanıklılık üzerine yapılan çalışmalarda, yazlık tiplerin -6 °C'ye kadar, kışa dayanıklılığı ile bilinen Fransız Cote d'Or çeşidinin ise -12 °C'de soğuğa dayandığı gözlenmiştir. İngiltere'de 1984-85 yıllarında yürütülen çalışmalarda “Boxer”, “Throws MS” ve “Webo” soğuğa en dayanıklı çeşitler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, büyük daneli tiplerin küçük daneli tiplere göre soğuğa dayanımının daha iyi olduğu görülmüştür (Bond vd 1994). Yapılan bir başka çalışmada ise; Fransız Cote d'Or çeşidinin soğuk uyumu sağlandıktan sonra -22 °C'ye kadar ayakta kaldığı aktarılmıştır (Duc 1997).

Baklanın tarla koşulları altında hayatta kalabilmesi için bildirilen minimum hava sıcaklığı -25 °C'dir. Ayrıca baklada dona dayanıklılıkta doğal varyasyonun sınırlı olduğu göz önüne alınırsa, daha fazla don dayanımını teşvik için mutasyon ıslahı gerekli olabilir (Murray vd 1988).

Bahsedilen serin mevsim baklagiller arasında nohudun en az dayanıma sahip olduğu tartışılrsa da Singh vd (1981) Ankara yakınlarında Kasım 1981'de ekilen 3158 Kabuli hattının Aralık 1981'den Mart 1981'e kadar 47 gün boyunca kar örtüsü altında kaldıktan sonra -26.8 °C'lik hava sıcaklığında bile hayatta kaldığını aktarmıştır.

Türkiye, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türkiye Bitki Soğuğa Dayanıklılık Haritasına göre 14 farklı iklim kuşağına ayrılmıştır (Şekil 2.4). Türkiye İstatistik Kurumu 2009 verilerine bakıldığında; 4, 5 ve 6 nolu iklim kuşaklarında bakla üretimi yapılmadığı görülmektedir. Bu da ülkemiz koşulları için baklanın, -15 °C sıcaklığın altında kayıt altına alınmış ticari yetiştiriciliğinin olmadığını göstermektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.4. Türkiye bitki soğuğa dayanıklılık haritası.

Kuşak ¹	Renk	Santigrad (°C)	İller ²
4a		-31.7/-34.4	Ağrı
4b		-28.9/-31.6	Ardahan, Erzurum
5a		-26.2/-28.8	Kars, Muş
5b		-23.4/-26.1	
6a		-20.6/-23.3	Bayburt, Kayseri, Sivas
6b		-17.8/-20.5	Gümüşhane, Erzincan, Karaman
7a		-15.0/-17.7	Afyon, Aksaray, Bingöl, Bitlis, Bolu, Çorum, Eskişehir, Hakkari, Iğdır, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde, Tunceli, Van, Yozgat
7b		-12.3/-14.9	Ankara, Çankırı, Elazığ, Kastamonu, Kırıkkale, Kütahya, Tokat
8a		-9.5/-12.2	Amasya, Batman, Bilecik, Burdur, Diyarbakır, Edirne, Düzce, Isparta, Karabük, Kırklareli, Malatya, Uşak
8b		-6.7/-9.4	Artvin, Balıkesir, Bartın, Bursa, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şırnak, Tekirdağ
9a		-3.9/-6.6	Adıyaman, Çanakkale, Denizli, Kocaeli, Kilis, Manisa, K.Maraş, Muğla, Osmaniye, Sakarya, Şanlıurfa, Yalova
9b		-1.2/-3.8	Adana, Aydın, Giresun, Hatay, İstanbul, İzmir, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Trabzon, Zonguldak
10a		1.6/-1.1	Antalya, Mersin
10b		1.7/4.3	

Şekil 2.5. Ortalama yıllık en düşük sıcaklık aralığı tablosu.

¹ Kuşaklar ve alt-üst sınırları “USDA Plant Hardiness Zone Map” de kullanılan değerlerdir (<http://www.usna.usda.gov/Hardzone/index.html>)

² Yıllık en düşük sıcaklık ölçümlerinin uzun yıllar (1975-2006) ortalamasını gösterir.

Baklada 1-3 yapraklı aşamada yapraktan absisik asit (ABA) ve chlormequat (CCC) uygulamaları yazlık tiplerde soğuğa dayanıklılığı arttırırken, giberellik asit (GA)

uygulamaları soğuga dayanıklılığı azaltmıştır (Herzog 1979). Ayrıca soğuk uyumu (5 °C’de 8 saat) için uygun koşullarda yetiştirilen dayanıklı baklalarda baharlık tiplere göre yapraklarda içsel ABA konsantrasyonunun arttığı görülmüştür (Herzog 1978).

Bakla, bezelye, mercimek ve nohutta bitkide dallanmanın soğuga tolerans ile ilişkili olduğu ve soğuk stresi altında kışlık tiplerin dallanmasının yazlık tiplere göre daha iyi olduğu belirlenmiştir (Swensen ve Murray 1983).

Bezelyede yapılan bir çalışmada, soğuga dayanıklılık ile ortalama yaprakçık alanının ters orantılı olduğu ancak sadece yaprakçık alanına bakılarak soğuga dayanıklılığın tahmin edilemeyeceği bildirilmiştir (Açıkgöz 1982).

Ayrıca birçok yemeklik baklagilde dik formda gelişen bitkilerden ziyade rozet şeklinde toprak yüzeyine yakın gelişen bitkilerin soğuga daha dayanıklı olduğu ve göreceli olarak dayanıklılığı ayırt etmede kullanışlı bir parametre olduğu öne sürülmüştür (Lawes vd 1983, Murray vd 1988).

2.5. Soğuga Dayanıklılık Üzerine Yapılan Biyokimyasal Çalışmalar

Soğuk stresine dayanıklılık mekanizması üzerindeki tartışmalar günümüzde de sürmektedir. En son bilgilere göre bitkilerde soğuk stresine dayanıklılık üç şekilde oluşmaktadır. Bunlar: (a) membranların stabilizasyonu, (b) şekerlerin, diğer ozmolitlerin ve antifiriz proteinlerin birikimi, ve (c) gen ekspresyonundaki değişiklik olarak saptanmıştır (Kaçar vd 2002).

Donma ile hücrede buz kristallerinin oluşumu öncelikle membranlar üzerinde zarar yapmaktadır. En büyük zarar donma evresinde suyun hücre dışına çıkmasıyla, bir başka deyişle hücre dehidrasyonu ile oluşmaktadır. Donma evresinde membran yapısı değişirken dona karşı bir tepkime şeklinde proteinler denature olmaktadır. Membranın lipid kompozisyonu ile birlikte, yağ asitleri, fosfolipitler ve çeşitli steroller yanında membranın özellikleri de önemli ölçüde değişmektedir (Kaçar vd 2002).

Soğuk uyumu, üşütücü olmayan düşük sıcaklıklara maruz kalmayla tetiklenen bir süreçtir. Tarımsal koşullarda soğuk uyumu, fideler kış başlangıcından önce düşük sıcaklıklara maruz kaldığında mevsimsel olarak meydana gelir. Soğuk uyumu koşulları özellikle süresi dona dayanıklılığı etkiler. Soğuk uyumu bitki dokularında fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açar. Soğuk uyumu sırasında, sakaroz ve fruktan birikimi, toplam protein konsantrasyonunda artış, serbest prolin birikimi, hücre zarı stabilitesinde artış, hücre zarında fosfolipid ve doymamış yağ asidi (linoleik ve linolenik asitler) içeriğinde artış ve desaturaz enzim aktivitesinde artış olduğu aktarılmıştır (Arbaoui ve Link 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kışlık tiplerin dane veriminin baharlık tiplere nazaran daha yüksek olduğunu göstermiştir (Arbaoui vd 2008). Bu nedenle, kışa dayanıklılığın geliştirilmesi soğuk iklimlerde bakla üretimini teşvik etme açısından önemlidir. Ancak, doğal üşütücü sıcaklıkların düzensiz görülmesi ve kışa dayanıklılığın karmaşıklığı bu uygulamalar için seleksiyon etkinliğini azaltır. Bitkinin kışa dayanıklılığı temelde 3 faktöre bağlıdır: (1) don toleransına, (2) kar küfü gibi canlı streslere karşı dayanıklılığına ve (3) su ile toprak saturasyonu düzeyi gibi kötü çevresel koşullara toleransına (Herzog 1987a; Arbaoui vd 2008).

Don stresine dayanıklılığın sağlanmasında başta basit şekerler olmak üzere prolin gibi diğer ozmolitlerin hücrede birikiminin önemli etki yaptığına inanılmaktadır (Kaçar vd 2002).

Şekerlerin ve düşük sıcaklığın uyardığı bazı proteinlerin soğuğa karşı koruyucu (kryoprotektif) etkileri olduğu bilinmektedir. Bu proteinler düşük sıcaklığın uyardığı su kaybı sırasında proteinlerin ve zarların kararlılığını arttırmaktadır. Kışlık buğdayda sakaroz konsantrasyonundaki artış, donmaya karşı toleransı artırır. Sakaroz donmaya karşı toleransın oluşmasında yer alan başlıca şekerdir. Sakaroz bağlaşık (koligatif) olarak iş görür; ancak bazı türlerde rafinoz, fruktanlar, sorbitol ya da mannitol benzer işlevi görür. Kışlık tahıllar soğuğa alışırken, hücre çeperlerinde çözünebilir şekerler biriktirerek buz büyümesini sınırlandırır (Taiz ve Zeiger 2008).

ABA bir stres hormonu olarak bilinir. Çünkü ABA'nın değişik streslere adaptasyonu arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin bitkilerde ve bitki hücre kültürlerinde donmaya karşı tolerans ABA tarafından artırılabilir. Yapılan bir çalışmada, ABA uygulanmış salatalık fidelerinde soğuk hasarının önemli derecede düşürüldüğü kaydedilmiştir. Soğuğa dayanıklılık sırasında bitkiler ABA içeriğinde bir artış gösterir. ABA artışı soğuk stresine adaptasyonda bir iç düzenleyici olarak karşımıza çıkar. Irving ve Lanphear (1968), ABA'nın soğuğa karşı korunmada etkili bir hormon olduğunu ilk olarak önermişlerdir. Daha sonra yapılan çalışmalarda, ABA'nın bitkiyi soğuğa veya düşük sıcaklıktan dolayı meydana gelen herhangi bir hasara karşı korumada iki farklı etkisi olduğu ileri sürülmüştür. Bunlarda birincisi, bitkiler düşük sıcaklıklara maruz bırakıldığında ABA miktarında artış gözlenmesi; ikincisi ise dışarıdan uygulanan ABA'nın belirli bitkilerde soğuğa karşı dayanıklılığı arttırmasıdır.

Karbonhidratlar yeryüzünde en yaygın olarak bulunan organik moleküllerdir. Tüm canlılar için büyük önem taşıyan karbonhidratlar bitki ve hayvan metabolizmasında temel rol oynarlar. Karada ve denizde yaşayan bitkiler güneş enerjisini kullanarak karbondioksit ve suyu şekerlere dönüştürürler. Bu şekilde, fotosentezle büyük boyutlarda üretilen karbonhidratlar, fotosentez yapamayan diğer hayvan, bitki ve mikroorganizma hücrelerinde enerji ve karbon kaynağı olarak kullanılırlar. Fotosentezle üretilen karbonhidratların bir kısmı proteinler, yağlar ve diğer organik maddelere dönüştürülür; geri kalan kısım ise polisakkaritler olarak adlandırılan şeker polimerlerine dönüştürülür. Karbonhidratların moleküler büyüklükleri glukoz ve fruktoz gibi küçük moleküler ağırlığa sahip basit şekerlerden başlayarak, amilopektin ve selüloz gibi büyük moleküler ağırlıklı doğal polimerlere kadar büyük bir değişim göstermektedir (Köksel 2007).

Murray vd'nin (1988) aktardığına göre Açıkgöz (1982) yemlik baklagillerde toplam karbonhidrat ve toplam şeker içeriğinin soğuğa dayanıklılıkla pozitif ilişkili olduğunu bildirmiştir. Üç farklı düşük hava sıcaklığında (-16, -12, -8 °C) soğuğa tolerans ve toplam şeker içeriği arasındaki korelasyonlar incelenmiş ve en yüksek korelasyon -12 °C'de belirlenmiştir.

Zeytin sürgünlerinin in-vitro'da dona dayanıklılığının değerlendirilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, iklim ünitesinde 4 °C'den başlayarak -20 °C'ye kadar saatte 2 °C sıcaklığı düşürülerek soğuk uyumu kazandırılmış zeytin sürgünlerinde soğuk uyumunun dona dayanıklılığı arttırdığı ve soğuk uyumu olmayan sürgünlerle karşılaştırıldığında öldürücü sıcaklığın (LT₅₀) 4 °C daha düşük olduğu bulunmuştur. Soğuk uyumu sağlanan sürgünlerde -15 °C'de zarar oluşurken, kontrol sürgünlerinde soğuk zararı -10 °C'de ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda ortamdaki % 6 (w/v) sakarozun hem soğuk uyumu sağlanmış hem de sağlanmamış bitkilerde yüksek dona dayanım sağladığı belirlenmiştir (Bartolozzi vd 2001).

Soğuğa dayanıklı nohut ıslah hatlarında, soğuk stresinin zararlı etkilerinden tohum ve tohum kabuğunu koruyan potansiyel antioksidatif enzimlerin ve tohum gelişiminde sakaroz metabolizması enzimlerinin rolü araştırılmıştır. Hassas kontrol olarak ele alınan ICCV 96029 ve ICCV 96030 hatları ile soğuğa dayanıklı hatlar kıyaslandığında, soğuğa dayanıklı hatların çoğunun tohumlarında önemli ölçüde sakaroz sentaz aktivitesi gözlemlenmiştir. Ayrıca, kontrol hatlarla karşılaştırıldığında dayanıklı genotiplerin gelişmekte olan tohum ve tohum kabuklarının daha yüksek antioksidan enzim aktivitesine (katalaz, askorbat peroksidaz ve glutatyon redüktaz gibi) sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda; tohum kabuğundaki yüksek antioksidan enzim aktivitesinin ve sakaroz sentaz aktivitesinin gelişmekte olan tohumları soğuk stresinden koruduğu bildirilmiştir (Kaur vd 2009).

Bitkisel ürünlerin üretiminde ve hasat sonu muhafazası sırasında yaralanma, oksijen yetersizliği ve soğuk stresi ile sıklıkla karşılaşmaktadır. Nişasta depolayan birçok bitki organında, karbon metabolizmasında anahtar bir enzim olan sakaroz sentazın ekspresyonu araştırılmıştır (Klotz ve Haagensohn 2008).

Sakaroz depolayan organlarda yaralanmanın, oksijen yetersizliğinin ve soğuğun etkisini belirlemek için şeker pancarında yapılan bir çalışmada; yaralanıp, oksijensiz koşullarda düşük sıcaklıklara maruz bırakılan şeker pancarı köklerinde sakaroz sentaz aktivitesine katkı sağlayan iki gen (SBSS1 ve SBSS2) için transkript ve protein düzeyleri belirlenmiştir. 7 gün süreyle 2 °C'de soğuk uygulanmış şeker pancarı

köklerinde soğuk uygulaması yapılmamış bitki kökleriyle kıyaslandığında SBSS1 transkript düzeyleri 2 kat artarken, SBSS2 transkript düzeylerinin 2 kattan fazla arttığı gözlemlenmiştir (Klotz ve Haagensohn 2008).

Şekerler düşük sıcaklıkta pek çok bitkide birikir ve osmotik düzenlemede soğuktan korumada rol alır. Soğuk koşullarda yumrulara biriken şekerler nişastadan türemektedirler. Patates yumrularının düşük depo sıcaklıklarına transferi; sakaroz fosfat sentazın (SPS) yeni bir formunun ortaya çıkmasına, kinetik özelliklerde bir değişikliğe, heksoz-fosfatta azalmaya ve 2-4 günden sonra sakaroz sentezinin uyarılmasına yol açmaktadır. Soğukta depolanan patateslerde SPS ekspresyonunun şeker sentezini tek başına kontrol etmediği sonucuna varılmıştır (Krause vd 1998).

Sasaki vd (1996) tarafından lahana fidelerinde dona dayanıklılık ile şeker içeriği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Dondurucu olmayan düşük sıcaklıklara (5 °C) maruz bırakılan fideler -6 °C'ye kadar dona dayanıklılık kazanmıştır. Dona dayanıklılığın derecesi düşük sıcaklığa maruz kalma süresiyle (10 gün kadar) birlikte artmıştır. Lahana yapraklarında sakaroz, glukoz, fruktoz ve *myoinositol* çözünür şekerler olarak belirlenmiş ve *myo*-inositol hariç tüm şekerler ve nişasta soğuk uyumu boyunca yavaş yavaş artmıştır. Öyle ki; *myoinositol* haricindeki şekerlerin miktarı dona dayanıklılığın derecesiyle pozitif ilişkili bulunmuştur. Uyarılan dona dayanıklılık ontogenetik değişikliklere bağlanmaz ama soğuk uyumuna dayandırılır. Ancak uyarılan dona dayanıklılık, kontrol sıcaklıklarına döndükten sadece 1 gün sonra kaybedilmiş ve bu değişiklik şeker içeriğindeki büyük azalmayla ilişkilendirilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; lahana yapraklarındaki şeker içeriği dona dayanıklılıkla pozitif ilişkilidir.

Lahana fideleri düşük sıcaklığa maruz kaldıkları uyum süresince dona dayanıklılık kazanırlar. Ancak, bitkiler ılıman sıcaklıklara maruz kaldığında bu dayanıklılığı kaybeder. Lahana fidelerinin yapraklarında soğuk uyumu boyunca *Myo*-inositol hariç çözünebilir şekerler birikmektedir. 5 günlük deaklimasyon boyunca sakaroz, glukoz ve fruktoz içerikleri soğuk uyumunda önceki gibi aynı düzeylere hızlı bir şekilde düşer. Şeker konsantrasyonlarındaki değişikliklerden sorumlu enzimleri belirlemek için soğuk uyumu ve soğuk uyumunun kaybı süresince sakaroz sentaz, sakaroz fosfat sentaz ve asit

invertaz enzim aktivitelerindeki değişiklikler araştırılmıştır. Soğuk uyumu boyunca sakaroz sentaz aktivitesi soğuk uyumundan önceki aktivitesine göre 3 kata kadar artmıştır. Ama deaklimasyon boyunca soğuk uyumundan önceki aktivite düzeyine düşmüştür. Soğuk uyumu boyunca sakaroz fosfat sentaz aktivitesi de soğuk uyumu boyunca kadar artmış ama deaklimasyon boyunca soğuk uyumundan önceki aktivite düzeyine düşmüştür. Ancak, asit invertaz aktivitesi soğuk uyumu boyunca yavaş yavaş azalır ama deaklimasyon boyunca soğuk uyumundan önceki aktivite düzeyine artmaz. Sonuçlar göstermiştir ki; asit invertaz hariç SS ve SPS enzimleri, soğuk uyumu ve deaklimasyon tarafından düzenlenmekte ve lahana yapraklarındaki dona dayanıklılığın kazanılmasında ve şeker birikiminde önemli rol oynamaktadır (Sasaki vd 2001).

Şeker metabolizması, kışa dayanıklılıkla ilgili önemli faktörlerden biridir. Sakaroz biyosentezinin keşfinden bu yana onun biyosentezi ve kritik rolüyle ilgili önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Bhowmik vd 2006).

Bhowmik vd (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, çok yıllık ingiliz çiminin (*Lolium perenne* L.) soğuk uyumu boyunca şeker içeriği ile sakaroz metabolizması enzimlerinin aktivitelerindeki değişiklikler incelenmiştir. Soğuk uyumu boyunca yaprak ve sürgün dokularındaki çözünebilir şekerlerden glukoz, fruktoz ve sakaroz ile asit invertaz (AI), sakaroz sentaz (SS) ve sakaroz fosfat sentaz (SPS) enzimlerindeki değişiklikler belirlenmiştir. Frukthanlar baskın karbonhidrat olmasına rağmen glukoz, fruktoz ve sakaroz'daki değişiklikler önemli bulunmuştur. Hem yaprakta hem de sürgün dokularındaki bu üç çözünebilir şeker 1. günden 7. güne kadar azalmaya başlarken daha sonra 28. güne kadar artmaya başlamıştır. Serbest asit invertaz hücre duvarına bağlı haldekinden daha yüksek bir aktivite göstermiştir. Hem yaprak hem de sürgün dokularında ilk hafta boyunca artan AI aktivitesi bundan sonra yavaş yavaş azalmaya başlamıştır. Diğer taraftan hem SS hem de SPS soğuk uyumu periyodu boyunca yavaş yavaş artmıştır. Sakaroz içeriği AI ile negatif, SS ve SPS ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Sonuçlar ingiliz çiminde AI, SS ve SPS enzimlerinin soğuk uyumuna göre düzenlendiğini ve dona dayanıklılığın kazanılmasında ve şeker birikiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Buğday (*Triticum aestivum*) fideleri 0 °C'nin üzerindeki 2-4 °C'lik üşüme sıcaklıklarına maruz bırakıldığında sakaroz birikmekte ve sakaroz sentaz aktivitesi artmaktadır. Sakaroz sentaz (SS) düzeyi üzerine soğuk peryodunun etkisi araştırılmıştır. Sakaroz sentaz miktarını belirlemek için buğday ruşeyminde Western blot çalışmaları yapılmış ve 23 °C'den 4 °C'ye taşınan bitkilerde soğukta 14 gün boyunca SS peptid miktarının arttığı görülmüştür. Bitkiler tekrar 23 °C'ye taşındığı zaman SS miktarı azalmaktadır. RNA düzeyinde yapılan northern blot analizi ile soğuk uyumu boyunca buğday yapraklarında SS'in 5-6 kat arttığı doğrulanmıştır. Sonuçlar SS'in soğuk stresi için bitki savunmasına katkı sağladığını göstermiştir (Crespi vd 1991).

Ticari olarak yetiştirilen bir şeker pancarı çeşidinin (Hilma) sürgün kültürleri ve tarlada yetişen bitkilerin soğuğa dayanıklılığı, soğuğa dayanıklı olarak ıslah edilmiş iki çeşit olan 'Monofeb' ve 'Winter Hybrid 88619' ile karşılaştırılmıştır. Monofeb ve Winter Hybrid 88619'un yaprakları Hilma ile kıyaslandığında elektrolit sızıntısı ölçümlerine göre hem temmuzda hem de kasım aylarında dona dayanıklılıkta bir artış görülmüştür. Ancak, bütün çeşitler sonraki ayda soğuk uyumu göstermiştir. Çeşitler arasında benzer kalitatif farklar, hiçbir bitki büyüme düzenleyicisi eklenmemiş % 1'lik sakaroz içeren ortamdan elde edilen sürgün kültürlerinde belirlenmiştir. Yüksek miktarda (% 3) sakaroz ve benzil adenin içeren kültür ortamında çoklu sürgün gelişimini teşvik eden apikal dominansi gelişir. Organize kültürlerdeki soğuğa dayanıklılığın geliştirilmesi için in vitro seleksiyonuyla ilgili olarak bu bulguların etkileri tartışılmaktadır (Dix vd 1994).

Soğuğa dayanıklı (*Saccharum sinense* R. cv. Yomitanzan ve *Saccharum* sp. cv. NiF4) ve hassas (*S. officinarum* L. cv. Badila) şeker kamışı çeşitlerinde sakaroz sentezi üzerine, üşüme sıcaklıklarına (10 °C) kısa süreli maruz kalmanın etkisi araştırılmıştır. Bitkiler 25/30 °C'lik gece/gündüz sıcaklıklarında yetiştirilmiş daha sonra gece/gündüz sıcaklıkları 10 °C'lik üşüme sıcaklıklarında sabitlenmiştir. Üşüme sıcaklıklarına 52 saat maruz bırakıldıktan sonra, NiF4 ve Yomitanzan çeşitlerinin yapraklarındaki sakaroz içeriğinin, gece/gündüz sıcaklıkları 25/30 °C'de tutulan kontrol bitkilerine göre 2.5-3.5 kat arttığı gözlenmiştir. Badila çeşidinin yapraklarında ise böyle bir artış görülmemiştir. Benzer şekilde, NiF4 ve Yomitanzan çeşitlerinin yapraklarındaki nişasta içeriğinin yüksek olduğu ancak 52 saatlik soğuk uygulamasının ardından Badila çeşidinin

yapraklarında nişastanın tükendiği belirlenmiştir. Üşüme sıcaklıkları boyunca NiF4 ve Yomitanzan çeşitlerinin yapraklarında SPS enzim aktivitesi nispeten aynı kalırken Badila çeşidinin yapraklarında SPS enzim aktivitesi önemli ölçüde azalmıştır. Üşüme sıcaklığında bu üç çeşit içinde sitozolik fruktoz-1,6-bisfosfataz aktivitesinde önemli bir fark yoktur. Bu da şu hipotezleri destekler: (1) Üşüme sıcaklıklarına maruz kalma: şeker kamışı yapraklarındaki sakaroz içeriği yapraklardaki fotosentetik oran ile belirlenir ve SPS ile ilişkili değildir. (2) Üşüme sıcaklıklarında şeker kamışı yapraklarındaki SPS aktivitesi yapraklardaki şeker konsantrasyonuna göre belirlenmektedir (Du ve Nose 2002).

Kışlık çavdarda (*Secale cereale* L. cv Musketeer) fotosentez ve karbon metabolizması üzerine kısa ve uzun süreli düşük sıcaklık uygulamasının (5 °C) etkisi araştırılmıştır. 5 °C’de yetiştirilen soğuk uyumlu bitkiler 24 °C’de yetiştirilen bitkilere göre % 25 daha fazla in situ CO₂ değişim oranı sergilemiştir. 3 saat sonra fotosentezin kademeli bir düşüş gösterdiği soğuk uyumsuz bitkilerin aksine soğuk uyumlu bitkilerde gün boyunca bu yüksek oranlar korunmuştur. Soğuk uyumunun ardından fotosentez kapasitesindeki artışla ilgili ribuloz-1,5-bisfosfat karboksilaz/oksigenaz ve sakaroz fosfat sentaz aktivitesinde bir artış ve ilgili metabolitlerin rezervlerinde 3-4 katlık bir artış olmuştur (Hurry vd 1994).

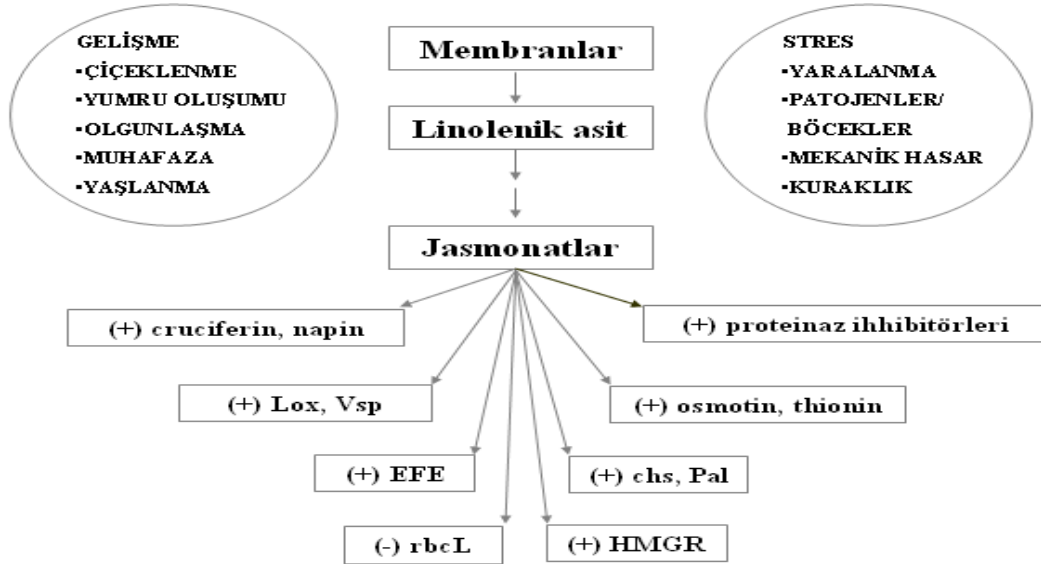
Yüksek tuz stresi, kuraklık ya da düşük sıcaklık stresi gibi bitkiler için uygun olmayan çevre şartlarında bitki hücreleri bu streslere karşı koymak için poliol, şekerler, amino asitler ve betainler gibi suda eriyebilir bazı küçük organik moleküllerin konsantrasyonunu artırırlar. Bu suda eriyebilir maddeler tuz ve soğuk stresi boyunca turgor basıncının devam ettirilmesini sağlarlar (Sakamoto ve Murata 2002).

Bitkilerde jasmonatlar olarak bilinen küçük sinyal molekülleri, fizyolojik mekanizmaları düzenlemede ve çeşitli stres koşullarının etkisini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır (Meng vd 2009). Özellikle bitkilerin hastalık ve böcek zararlarına karşı dayanıklılığını arttırdığını bildiren pek çok çalışma mevcuttur (McConn vd 2007, Thomma vd 1999, Kloeck vd 2001).

Jasmonik asidin metil ester formu ilk kez 1962’de İspanyol yasemininin (*Jasminum grandiflorum*) uçucu yağlarından elde edilmiştir. Bulunuşunun üzerinden 50 yıla yakın bir süre geçen jasmonatların bitki büyüme ve gelişmesini etkilemenin yanı sıra, bitki korumasında yer alan genlerin ekspresyonunu da arttırdığı görülmektedir (Gupta ve Gupta 2005).

Jasmonatlar (3-oxo-2 (2’-cis-pentenyl-cyclopentane-1-acetic acid) siklopentanon bileşenlerinin spesifik bir sınıfına ait olup jasmonat ile hoş kokulu esteri olan metil jasmonat tarafından temsil edilmektedir. Jasmonatlar bugüne kadar eğrelti otu, yosun ve mantarlar da dahil 150 familyayı temsil eden 206 bitki türünde belirlenmiştir. Bitkilerin sürgün ucu, genç yapraklar, olgunlaşmamış meyveler ve kök uçları gibi organlarda yüksek oranda jasmonat içerdiği bulunmuştur. Jasmonatlar çok düşük konsantrasyonlarda bile fizyolojik olayları etkileyebilir (Gupta ve Gupta 2005).

Jasmonatlar, bitki gelişimi ve çevresel streslere tepki için biosentetik olarak bir dizi reaksiyon sonucunda linolenik asitten sentezlenmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Bitki gelişimi ve çevresel streslere tepki için linolenik asitten jasmonik asidin biyosentezi ve teşvik ettiği genler (Creelman ve Mullet 1995).

(Vsp, vegetative storage protein acid phosphatases; Lox, lipoxgenase; EFE, ethylene forming enzyme; rbcL, large subunit of ribulose bisphosphate carboxylase; pinII, proteinase inhibitor II; thionin, antifungal protein; osmotin, antifungal protein; chs, chalcone synthase; Pal, phenylalanine ammonia lyase; HMGR, hydroxymethylglutaryl CoA reductase)

Jasmonatların, depo ve stres proteinleri olmak üzere iki fonksiyonel protein tipinin düzenlenmesine katkı sağladığı bildirilmiştir (Gupta ve Gupta 2005). Son zamanlarda jasmonatların biyosentezinde önemli rol oynayan lipoksigenaz enziminin de önemi artmıştır (Creelman ve Mullet 1995, Gupta ve Gupta 2005).

ABA ve jasmonatların birçok araştırmacı tarafından yapı, fiziksel özellik ve aktivite açısından benzer olduğu ve aralarında sinerjistik bir etki olduğu gözlenmiştir. Her ikisi de yaşlanmayı teşvik eder, tohum çimlenmesini ve büyümeyi engeller (Gupta ve Gupta 2005).

Meng vd (2009)'nin yapmış olduğu çalışmada; şeftali meyvelerinde düşük depo sıcaklıklarında (5 °C) metil jasmonat (MeJA) uygulamasının, meyve kalitesi ve fizyolojik değişiklikler üzerine etkisi araştırılmıştır. MeJA uygulamasının, yüksek peroksidaz aktivitesi ve düşük fenolik bileşenlerin etkisiyle soğuk zararı (CI) indeksini azalttığı bildirilmiştir. Sonuçta MeJA uygulamasının, düşük sıcaklıkta şeftali meyvelerinin kalitesini kontrole göre arttırdığı ve soğuk zararını azalttığı saptanmıştır.

Arbaoui ve Link (2006), Karl, Cote d'Or ve Göttingen bakla populasyonu gibi iyi bilinen kışlık bakla genotiplerinde dona dayanıklılık ile ilgili yaptıkları çalışmada, linoleik asit içeriğinin bütün genotiplerde ortalama % 6 oranında arttığını saptamışlardır. Linoleik asit içeriğindeki bu değişikliklerin, oleik+linoleik asit miktarındaki artış ile negatif ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanı

Bu çalışmanın ilk etabı olan yayla seleksiyonu aşaması 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarında Kasım-Temmuz ayları arasında Burdur-Bucak-Ürkütlü deneme alanında yürütülmüştür. Araştırma yerinin denizden yüksekliği yaklaşık 832 m olup, 37° 19' kuzey enlemi ve 30° 18' doğu boylamında yer almaktadır. Denemenin ilk yılı olan 2005-2006 sezonunda 1 Kasım 2005'de, ikinci yılı olan 2006-2007 sezonunda ise 21 Kasım 2006'da ekimler yapılmıştır.

Yaylada soğuğa dayanıklı ve hassas genotiplerin seleksiyonundan sonra ise, seçilen genotipler 2008-2009 yetiştirme sezonunda Eylül/Ekim-Haziran ayları arasında hem Ürkütlü'de hem de Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisi 2 no'lu parselde yaprak örneği almak için yetiştirilmiştir. Antalya'daki deneme yerinin denizden yüksekliği yaklaşık 51 m olup, 36° 52' kuzey enlemi ve 30° 44' doğu boylamında yer almaktadır. Denemenin numune alma aşaması olan üçüncü yılında 2008-2009 sezonunda yaylada 25 Eylül 2008'de, sahilde ise 9 Ekim 2008'de ekimler yapılmıştır.

3.1.2. Deneme materyali

Tek yıllık *Vicia* türlerine ait toplam 114 genotip soğuğa tolerans için gözlemlenmiş ve yabancı türlerle kıyaslanmıştır. Bunlardan 3 tanesi *V. narbonensis* L. (koca fiğ), 2 tanesi *V. montbretii* (Fisch. & Mey.) Davis & Plitmann, geri kalan 109 genotipte *V. faba* var. *faba* L. türüne aittir.

V. montbretii'nin 1982'ye kadar *Lens* Miller cinsine ait bir tür olduğu düşünülmektedir. Ancak, Ladizinsky ve Sakar (1982) tarafından yapılan bazı morfolojik ve sitolojik çalışmalar sonucunda bu tür *Vicia* L. cinsine dahil edilmiş ve *V. montbretii* (Fisch & Mey) olarak adlandırılmıştır. Koca fiğ genotiplerinden biri (AWV-

5) denizden yüksekliği yaklaşık 1200 m olan Akseki-Antalya'dan toplanmıştır. Bu yabani tür yerel olarak 'kuř baklası' diye bilinir. Toplanan türler, Akdeniz Üniversitesi Fen Edebiyat Fakóltesi Biyoloji Bölümü tarafından taksonomik olarak sınıflandırılmıştır. (Prof.Dr. Hüseyin Sömböl ile kişisel görüşme 2005).

Denemede kullanılan tek yıllık *Vicia* cinsine ait genetik materyaller; ETAE, ICARDA, INRA ve USDA araştırma kuruluşlarından sağlanmıştır. Fransa'dan introduksiyon materyali olarak getirtilen '00 tip' diye bilinen visin, konvisin ve tanen içermeyen beyaz çiçekli genotipler (ACV 43-64 arası) ve Batı Akdeniz Bölgesi sahil kesiminde yoğun olarak yetiştirilen ticari bakla çeşitleri de kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan genotipler ve belirgin özellikleri Ek 7.1'de verilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme deseni

Çalışmanın seleksiyon aşamasında deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir genotip, parselde sıra sayısı 2, parsel uzunluğu 2 m, sıra arası mesafe 45 cm ve sıra üzeri mesafe 10 cm olacak şekilde ekilmiştir.

Seçilen genotiplerin 2008-2009 sezonu ekimlerinde, deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir genotip, yaprak numunesi alınacağı dikkate alınarak parselde sıra sayısı 4, parsel uzunluğu 2 m, sıra arası mesafe 45 cm ve sıra üzeri mesafe 10 cm olacak şekilde ekilmiştir.

Serbest şeker ve jasmonik asit analizlerinde ise deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrür 3 paralelli olarak okutulmuştur.

3.2.2. Arazide ölçülen özellikler

Arazide ölçülen morfolojik özellikler, 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarında bitkilerin taze hasat olgunluğuna eriştiği haziran ayı içerisinde genotiplerin soğuğa karşı morfolojik savunma mekanizmalarını değerlendirmek amacıyla ölçülmüştür.

Genotiplerin; bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, dal sayısı, bakla sayısı, dane sayısı, parsel biyolojik verimi, parsel dane verimi, 100 dane ağırlığı ve hasat indeksi özellikleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Bitki boyu: Bitkinin toprak yüzeyinden lider sürgün ucuna kadar olan uzunluğu (cm).

İlk bakla yüksekliği: Bitkide meydana gelen ilk meyvenin yerden yüksekliği (cm).

Dal sayısı: Bitkide bulunan ana dalların sayısı (adet).

Bakla sayısı: Bitkide bulunan toplam bakla sayısı (adet).

Dane sayısı: Bitkide bulunan toplam dane sayısı (adet).

Parsel biyolojik verimi: Hasat edilen bitkilerin sap ve daneleriyle beraber toplam ağırlığı (g).

Parsel dane verimi: Parselden hasat edilen bitkilerin danelerinin ağırlığı (g).

100 dane ağırlığı: Ortalamayı temsil edecek şekilde sayılan 100 danenin ağırlığı (g).

Hasat indeksi: $(\text{Dane verimi} / \text{Biyolojik verim}) \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır (%).

3.2.3. Soğuğa dayanıklılık gözlemlerinde kullanılan görsel skala değerleri

Soğuğa toleransı değerlendirmek için, 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarında fide dönemi boyunca mart ve nisan aylarındaki son donlardan sonra 2 kez 1-5 görsel skalası kullanılmıştır. Denemede kullanılan tek yıllık *Vicia* genotiplerinde soğuk hasarı, baklada tam anlamıyla soğuğa hassas bir genotip olmaması nedeniyle soğuğa hassas “ILC 533” nohut hattı öldükten sonra aşağıdaki görsel puanlama tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir.

- 1- **Soğuğa çok dayanıklı:** Soğuk zararının herhangi bir negatif etkisi yoktur. Bitki fide döneminde hızlı gelişme (plant vigor) gösterir, baklalar % 100 gelişir, boş bakla yoktur.
- 2- **Soğuğa dayanıklı:** Yaprakların % 25'i solmuş ve soğuk hasarının etkisiyle semptomlar siyaha dönmüştür. Ancak, ölü bitki yoktur.
- 3- **Toleranslı:** Yaprakların % 25-50'si solmuş ve soğuk hasarının etkisiyle semptomlar siyaha dönmüştür. Ancak, ölü bitki yoktur.
- 4- **Soğuğa hassas:** Yaprakların % 50-75'i solmuş ve soğuk hasarının etkisiyle semptomlar siyaha dönmüştür. Ancak, bitkilerin % 10'u ölmüştür.
- 5- **Soğuğa çok hassas:** Yaprakların % 75-100'ü solmuş ve soğuk hasarının etkisiyle semptomlar siyaha dönmüştür. Ancak, bitkilerin % 10-25'i ölmüştür.

Bazı değişiklikler yapılarak kullanılan bu değerlendirme tekniği nohutta (*Cicer arietinum* L.) canlı (Toker vd 2010) ve cansız (Toker 2005) stresler için başarılı olarak kullanılmıştır.

3.2.4. Analizler için yaprak örneklerinin alınması

Soğuğa dayanıklı ve hassas olarak belirlenen hatların ekiminden sonra yaylada ilk iki sezonun iklim verileri dikkate alınarak kış soğuklarının en şiddetli olduğu mart ayı başında, seçilen her bir genotipten 5'er bitki küçük saksılara aktarılmıştır. Saksılara aktarılan bitkiler Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Laboratuvarı'ndaki 0 °C'lik depolarda soğuk uyumundan emin olmak için 1 hafta süreyle tutulmuştur. Bir haftanın sonunda bitkilerin üst kısmından 3. ve 4. yapraklardan yaprak örnekleri alınarak -18 °C'de derin dondurucuda analizler yapılncaya kadar muhafaza edilmiştir.

Antalya deneme alanından ise yaprak örnekleri soğukların etkisinin kalmadığı mart ayı sonunda bitkiler kuraklık stresine maruz kalmadan yine bitkilerin üst kısmından 3. ve 4. yapraklardan yaprak örnekleri alınarak analizler yapılncaya kadar -18 °C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

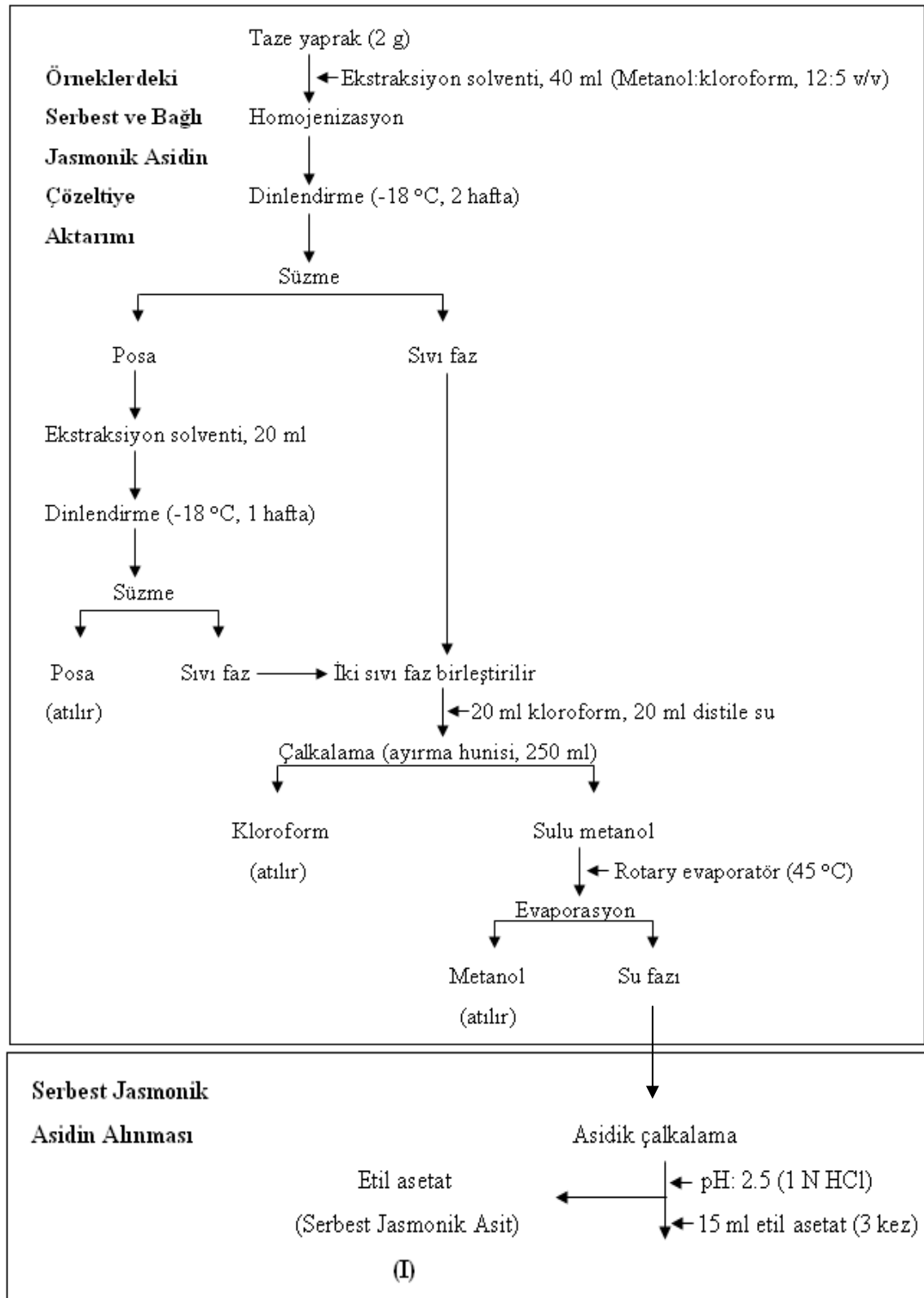
3.2.5. Hormon analizleri

3.2.5.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma

Örneklerde jasmonik asit (JA) ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri bazı değişikliklerle Topçuoğlu ve Ünyayar (1995)'a, HPLC analiz işlemleri ise Gundlach vd (1992)'e göre modifiye edilerek yapılmıştır. Ekstraksiyon ve temizleme işlemleri ışıktan bozulmayı engellemek amacıyla, çok az ışığın olduğu bir ortamda aşağıdaki sıraya göre yürütülmüştür. Yaprak örneklerinde jasmonik asit ekstraksiyonu Şekil 3.1'de gösterildiği gibi uygulanmıştır.

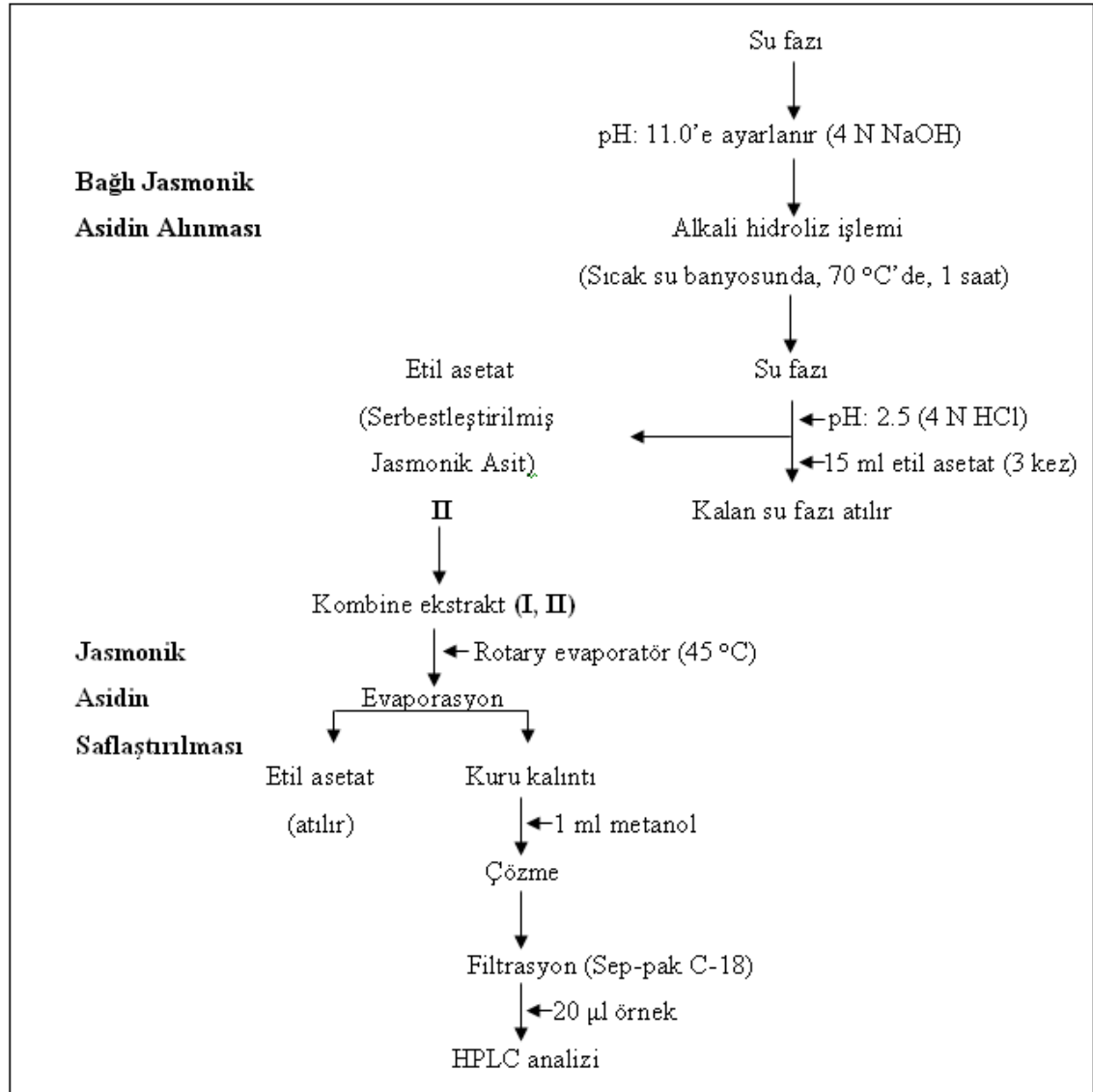
- I) 2 g taze ağırlıkta kıyılmış yaprak örnekleri, içlerinde 40 ml ekstraksiyon solventi (metanol:kloroform 12:5 v/v) bulunan 200 ml'lik kapaklı kavanozlara konulmuş ve ultraturrax ile homojenize edilmiştir. İçinde ekstraksiyon solventi bulunan bu kavanozlar, derin dondurucuda -18 °C'de 2 hafta süreyle dinlendirilmiştir. 2 haftanın sonunda örnekler whatman-42 filtre kağıdından süzülerek posa ve sıvı faz birbirinden ayrılmıştır. Daha sonra posanın içinde de bir miktar sıvı faz kalabileceği düşünülerek, posanın üzerine 20 ml ekstraksiyon solventi eklenerek -18 °C'de 1 hafta daha dinlendirilmiştir. Bu 1 haftanın sonunda tekrar aynı şekilde süzme işlemi yapılmış ve sıvı fazlar birleştirilerek posa atılmıştır.
- II) Her bir kavanozdaki ekstrakt, 250 ml'lik ayırma hunilerine alınmış ve üzerine 20 ml distile su ve 20 ml kloroform konulmuştur. Büyüme hormonları hariç sulu metanol fazındaki organik maddelerin kloroform fazına geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra, dinlenme sırasında kloroform ve sulu metanol fazları birbirinden net olarak ayrılmıştır. Ayırma hunilerindeki musluklar yardımıyla altta kalan kloroform fazı atılmıştır. Kloroform fazının tamamıyla atılabilmesi için ayırma hunilerinde kalan sulu metanol fazı evaporasyon balonlarına alınarak su fazı kalana kadar rotary-evaporatörde 45 °C'de su banyosu içinde ve vakum altında buharlaştırılmıştır.
- III) Evaporasyon balonlarında kalan su fazının pH'sı 1 N HCl kullanılarak, 2.5' e ayarlanmıştır.

- IV) pH'sı 2.5'e ayarlanan ve 250 ml'lik ayırma hunilerine alınan her bir örnek üzerine 15 ml etil asetat konulmuştur. Bu ayırma hunileri kuvvetli olarak 3-4 kez çalkalanmış ve etil asetat ile su fazındaki JA'in etil asetat fazına geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra, dinlenme sırasında etil asetat ve su fazları birbirinden net olarak ayrılmıştır. Ayırma hunisindeki musluk yardımıyla, altta kalan su fazı bir behere, üstteki etil asetat fazı ise daha önceden hazırlanan etiketli kavanozlara alınmıştır. Ekstraksiyon sonucu kavanozlara alınan etil asetat fazları içinde asidik serbest- JA bulunmaktadır.
- V) Beherlerde kalan su fazlarının pH'sı 4 N NaOH kullanılarak, 11'e ayarlanmıştır.
- VI) Beherlerin ağızları fazla sıkı olmamak üzere alüminyum folyo ile kapatılarak 1 (bir) saat, 70 °C de su banyosunda bırakılmıştır.
- VII) Bir saat sonra beherler sıcak su banyosundan çıkarılmış (alkali hidroliz işlemi) ve içlerindeki su fazlarının pH'sı 4 N HCl kullanılarak 2.5'e ayarlanmıştır.
- VIII) pH'sı 2.5' e ayarlanan ve 250 ml'lik ayırma hunilerine alınan her bir örnek üzerine 15 ml etil asetat konulmuştur. Bu ayırma hunileri kuvvetli olarak 3-4 kez çalkalanmış ve etil asetat ile su fazındaki JA'in etil asetat fazına geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra, dinlenme sırasında etil asetat ve su fazları birbirinden net olarak ayrılmıştır. Ayırma hunisindeki musluk yardımıyla, altta kalan su fazı bir behere, üstteki etil asetat fazı ise serbest JA'in bulunduğu kavanoza alınmıştır. İşlem 3 kez tekrarlanmıştır. Böylece ekstraksiyon sonucu kavanoza alınan etil asetat fazları içinde bağlı iken serbest ve bağlı-JA bulunmaktadır. Daha sonra bu kavanozlar derin dondurucuda -18 °C' de evaporasyon işlemine kadar saklanmıştır.
- IX) Beherlerde kalan su fazları atılmıştır.



Şekil 3.1. Bitkisel hormonların ekstraksiyon ve saflaştırma prosedürü.

(Şekil 3.1'in devamı)



- X) Derin dondurucudan çıkartılan ekstraktlar 250 ml'lik ekstraksiyon balonlarına alınmış ve 45 °C'de rotary-evaporatörde buharlaştırılmıştır. Evaporasyon işlemi sonucunda balonların çeperlerine yapışan ve hormonları içeren kuru kalıntılar 1 ml metanol ile çözülerek ependorf tüplerine alınmıştır.
- XI) Daha spesifik ayırım yapabilmek için Sep-Pak C18 (Waters) kartuşları kullanılmış ve kartuşlar kullanılmadan önce şartlandırılmıştır. Kartuşlar 2.5 ml % 80'lik metanolden geçirildikten sonra, 2.5 ml HPLC grade suyla yıkanıp, 2.5 ml kuru hava geçirilmek suretiyle kullanıma hazırlanmıştır. Berrak kısımlar 5 ml'lik şırıngalarla şartlandırılmış Sep-Pak C18 kartuşlarından 1 ml/dk akış

hızıyla geçirilmiştir. Kartuşlar tarafından adsorbe edilen hormonlar 2.5 ml % 80'lik metanol ile çözmek suretiyle falkon tüplerine alınmıştır.

- XII) Falkon tüplerine alınan numunelerden 20 µl alınarak manuel enjeksiyon ile HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

3.2.5.2. Sıvı kromatografi (HPLC) analiz şartları

Bitkisel hormonların HPLC ile analizleri aşağıda verilen konfigürasyona göre yapılmıştır.

- a) **Pompa:** Basıncı 400 bar'a kadar çıkabilen Agilent 1200 marka (G1311 A model) 4'lü pompa (quaternary pump) kullanılmıştır.
- b) **Dedektör:** Agilent 1200 marka ve G1315 D model DAD dedektör (Diode Array Dedektör) kullanılmıştır.
- c) **Kolon:** C18-dolgulu Agilent marka (4.6 mm x 150 mm, 5 µm) kolon kullanılmıştır.
- d) **Degaz işlemi:** Agilent 1200 marka G1322 A model degasser kullanılarak mobil fazda oluşan gazlar uzaklaştırılmıştır. Ayrıca; mobil faz hazırlandıktan sonra oluşan gazlar, ultrasonik su banyosu (Bandelin Sonorex) ile uzaklaştırılmıştır.
- e) **Kaydedici (Integrator):** Dedektörün gönderdiği uyarılar "Chemstation" adlı yazılım kullanılarak bilgisayar ortamına kaydedilmiştir.
- f) **İzokratik sistem:** İzokratik sistem, sabit konsantrasyondaki mobil fazın 1.0 ml/dk. akış hızı ile beraber maddelerin kolonlardaki alıkonma zamanına bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmesi temeline dayanmaktadır.
- g) **Mobil (sürükleyici) faz:** Jasmonik asidin belirlenmesinde mobil faz olarak, metanol ve % 1'lik asetik asit çözeltisi (55:45 v/v (HPLC grade, Merck) kullanılmıştır.
- h) **UV absorbands değerleri:** JA için 280 nm'ye ayarlanmıştır (Gundlach vd 1992, Martinez-Medina vd 2010).
- i) **Kolon sıcaklığı:** Sistemde Agilent 1200 marka G1316 A model termostatlı kolon fırını bulunmaktadır. Kolon sıcaklığı 25 °C'ye ayarlanmıştır.

j) **Akış hızı:** 1 ml/dk olarak belirlenmiştir.

k) **Enjeksiyon hacmi:** Agilent 1200 marka G1328 B model manuel enjeksiyon bloğuna 20 µl örnek enjekte edilmiştir.

3.2.6. Şeker analizleri

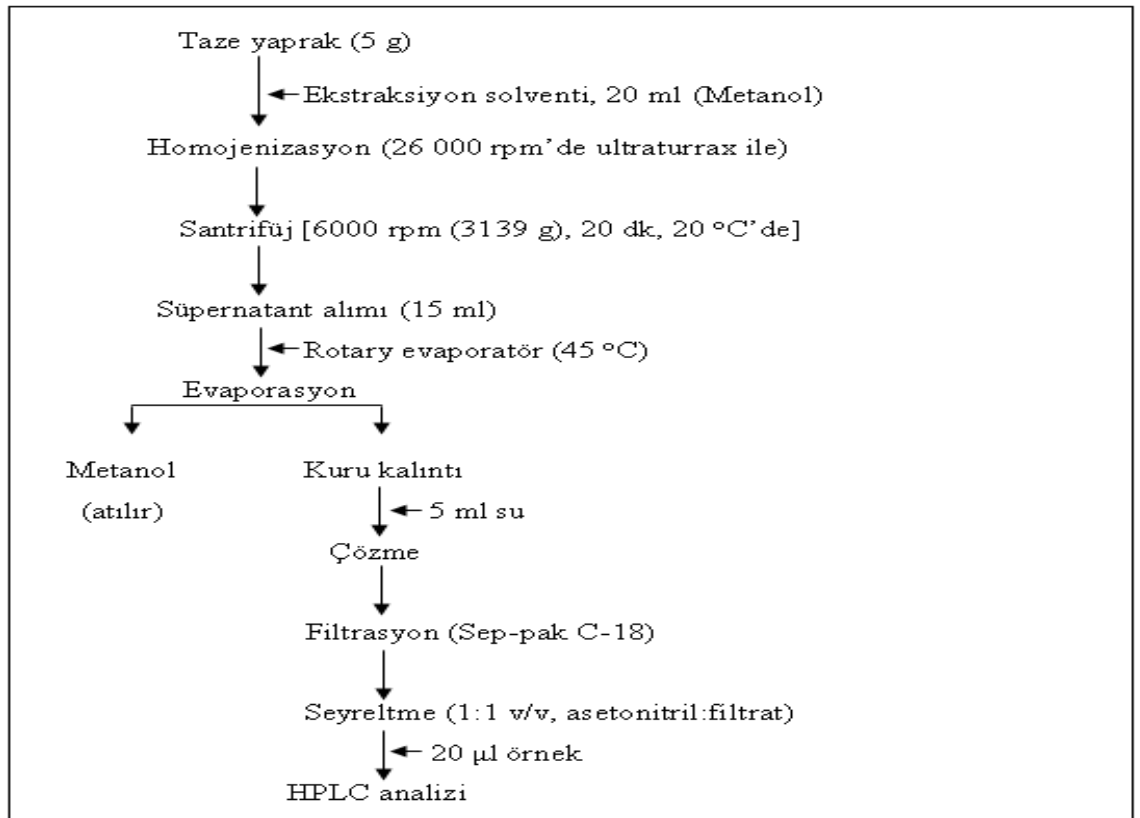
3.2.6.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma

Örneklerden ksiloz, fruktoz, glukoz ve sakaroz şekerlerinin ekstraksiyon, saflaştırma ve HPLC analiz işlemleri; kısmen modifiye edilerek Karkacier (2003)'e göre yapılmıştır. Ekstraksiyon ve temizleme işlemleri aşağıdaki sıraya göre yürütülmüştür. Yaprak örneklerinde ksiloz, fruktoz, glukoz ve sakaroz ekstraksiyonu Şekil 3.2'de gösterildiği gibi uygulanmıştır.

- I) 5 g taze yaprak örneği, içlerinde 20 ml ekstraksiyon solventi (metanol) bulunan 100 ml'lik kapaklı kavanozlarda ultraturrax ile 26.000 rpm'de homojenize edilmiştir.
- II) Homojenize edilen yaprak örnekleri 28 ml'lik santrifüj tüplerine alınmış, 6000 rpm'de (3139 g x) 20 dk süreyle 20 °C sıcaklıkta santrifüj cihazı (Sigma) ile santrifüj edilmiştir.
- III) Santrifüjden sonra 15 ml süpernatant 250 ml'lik cam balonlara alınarak, metanol fazı rotary-evaporatör aleti ile 45 °C' de su banyosu içinde ve vakum altında evapore edilmiştir.
- IV) Evaporasyon işlemi sonucunda balonların çeperlerine yapışan ve şekerleri içeren kuru kalıntılar 5 ml HPLC grade su ile çözülerek 15 ml'lik falkon tüplerine alınmıştır.
- V) Daha spesifik ayırım yapabilmek amacıyla Sep-Pak C18 (Waters) kartuşları kullanılmış ve kartuşlar kullanılmadan önce şartlandırılmıştır. Kartuşlardan 5 ml

asetonitril geçirildikten sonra, 5 ml HPLC grade suyla yıkanıp, 5 ml kuru hava geçirilmek suretiyle kullanıma hazırlanmıştır. Filtratlar şartlandırılmış Sep-Pak C18 kartuşlarından 1 ml/dk akış hızıyla geçirilmiştir. Filtre edilen serbest şekerlerin 2.5 ml'si falkon tüplerine alınmıştır.

- VI) HPLC enjeksiyonundan önce Sep-Pak C18 kartuşlarından geçirilen numuneler 1:1 v/v oranında asetonitril ile seyreltilmiştir.
- VII) Mobil fazda çözünerek hazırlanmış standart ksiloz, fruktoz, glukoz ve sakaroz çözeltileri kullanılarak HPLC kalibre edilmiş ve numune okumalarına geçilmiştir.
- VIII) Asetonitrille seyreltilmiş numunelerden 20 µl alınarak manuel enjeksiyon ile HPLC'ye enjekte edilmiştir.



Şekil 3.2. Serbest şekerlerin ekstraksiyon ve saflaştırma prosedürü.

3.2.6.2. Sıvı kromatografi (HPLC) ile analiz şartları

Serbest şeker analizlerinde HPLC sistemi kullanılmış ve HPLC analizleri aşağıda verilen konfigürasyona göre yapılmıştır.

- a) **Pompa:** Basıncı 400 bar'a kadar çıkabilen Agilent 1200 marka (G1311 A model) 4'lü pompa (quaternary pump) kullanılmıştır.
- b) **Dedektör:** Agilent 1200 marka ve G1362 A model RID dedektör (Refraktif Index Dedektör) kullanılmıştır.
- c) **Kolon:** Çalışmamızda amino-dolgulu karbonhidrat kolonu (Alltech; 300 mm x 4.1 mm) kullanılmıştır.
- d) **Degaz işlemi:** Agilent 1200 marka G1322 A model degasser kullanılarak mobil fazda oluşan gazlar uzaklaştırılmıştır. Ayrıca; mobil faz hazırlandıktan sonra oluşan gazlar, Bandelin Sonorex marka ultrasonik su banyosu ile uzaklaştırılmıştır.
- e) **Kaydedici (Integrator):** Dedektörün gönderdiği uyarılar "Chemstation" adlı yazılım kullanılarak bilgisayar ortamına kaydedilmiştir.
- f) **İzokratik sistem:** İzokratik sistem, sabit konsantrasyondaki mobil fazın 1.2 ml/dk. akış hızı ile beraber maddelerin kolonlardaki alıkonma zamanına bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmesi temeline dayanmaktadır.
- g) **Mobil faz:** Çalışmamızda mobil faz olarak, 75:25 v/v asetonitril:su (HPLC grade, Merck) kullanılmıştır.
- h) **Kolon ve dedektör sıcaklığı:** Kolon ve dedektör sıcaklığı 35 °C'ye ayarlanmıştır.
- i) **Akış hızı:** 1.2 ml/dk olarak belirlenmiştir.
- j) **Enjeksiyon hacmi:** Agilent 1200 marka G1328 B model manuel enjeksiyon bloğuna 20 µl örnek enjekte edilmiştir.

3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi

Veriler MINITAB istatistik programında analiz edilmiştir. Geniş anlamda kalıtım derecesi tahminleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Toker 2004). Geniş anlamda kalıtım derecesi (%)= Genotipik varyans/ Fenotipik varyans.

$$h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$$

Fenotipik varyans (σ_p^2)= $\sigma_g^2 + (\sigma_{gy}^2 / y) + (\sigma_e^2 / ry)$ formülüyle bulunmuştur.

Formüle göre; y= yıl, g= genotip, r= tekerrür, σ_g^2 = genotipik varyans, σ_p^2 = fenotipik varyans, σ_{gy}^2 = genotip x yıl varyansı ve σ_e^2 = hata varyansı' dır.

Geniş anlamda kalıtım derecesinin standart hatası aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Canci ve Toker 2009b).

$$SE(h^2) = (1-h^2) [1 + (b-1) h^2] [2/(bf)]^{1/2}$$

Formüle göre; b= blok serbestlik derecesi, bf= hata serbestlik derecesi' dir.

Çizelge 3.1. Varyans analizi ve beklenen kareler ortalaması

Varyans öğeleri	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması*	Beklenen kareler ortalaması
Tekerrür	y(r-1)		
Yıl	(y-1)		
Genotip	(g-1)	M ₃	$\sigma_e^2 + r \sigma_{gy}^2 + ry \sigma_g^2$
Genotip x yıl	(g-1) (y-1)	M ₂	$\sigma_e^2 + r \sigma_{gy}^2$
Hata	gy (r-1)	M ₁	σ_e^2

* M₁, M₂ ve M₃ gözlenen kareler ortalamaları değerleri.

Çizelge 3.2. Varyans öğeleri ve hesaplama yöntemleri

Varyans öğeleri		Hesaplama yöntemi
Genotip	(σ_g^2)	M ₃ -M ₂ /y.r
Genotip x yıl	(σ_{gy}^2)	M ₂ -M ₁ /r
Hata	(σ_e^2)	M ₁

Path ve faktör analizleri Dewey ve Lu (1959) ile Cattell (1965)'e göre yapılmıştır. Varyans analizleri SAS paket programı, Path analizleri Tarist programı, korelasyon, temel bileşen ve faktör analizleri ise Minitab paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Alanına Ait Toprak Analiz Sonuçları

Toprak örnekleri genel kurallara uygun olarak her iki deneme alanından 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örneklerinin pH'ları Jackson'a göre 1/2.5 toprak/su karışımında (Jackson 1967), CaCO₃ içerikleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Evliya 1964), elektriksel iletkenlik satürasyon çamurunda (Anonim 1988), bünnye Bouyoucos hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos 1955), organik madde modifiye Walkey-Black metoduna göre (Black 1965) belirlenmiştir. Toplam azot modifiye Kjeldahl metoduna göre (Black 1957), alınabilir fosfor Olsen metoduna göre (Olsen 1982), değişebilir K, Ca ve Mg analizleri 1 N Amonyum Asetat (pH= 7) metoduna göre (Kaçar 1972) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norwell 1978) Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü Ürkütlü deneme alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de, Antalya deneme alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları ise Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Buna göre her iki deneme yerinin de alkali ve aşırı kireçli olduğu bulunmuştur. Tuzluluk tehlikesi olmayan deneme alanlarının organik maddece fakir olduğu, buna karşılık sodyum seviyesinin düşük olduğu saptanmıştır. Demir ve çinko gibi elementlerin eksiklik gösterebileceği belirlenmiştir. Deneme alanları karşılaştırıldığında; Ürkütlü deneme yerinin toprak bünyesinin tınlı, Antalya deneme yerinin ise toprak bünyesinin kumlu-killi-tınlı yapıda olduğu görülmüştür.

Baklanın besin maddeleri alımı çeşide ve bitki sıklığına göre önemli ölçüde değişeceği gibi ekim zamanı ve çevre şartları gibi birçok faktöre göre de değişir. Bu konuda yapılan araştırmalarda değişik sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Balaban ve Sepetoğlu (1991) 4000 kg/ha dane verimine karşılık, sırasıyla 224 kg N/ha, 17 kg P₂O₅/ha, 123 kg K₂O/ha, 106 kg CaO/ha olarak bulmuşlardır ve bu topraktan alınan besin maddelerinden azotun % 72'si, fosforun % 58'i, potasyumun % 46'sı ve kalsiyumun % 4'ü danede bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Ürkütlü deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Ölçülen Parametreler	Bulunan Değerler	Değerlendirme
pH	8.033	Alkali
E.C (mS/cm)	0.06	Tuzluluk tehlikesi yok
CaCO ₃ (%)	30.6	Aşırı kireçli
Kum (%)	31.12	
Kil (%)	26.88	
Silt (%)	42	
Bünye		Tınlı
Organik madde (%)	3.13	Düşük
Toplam N (%)	0.126	Orta
P (ppm)	22.482	Yeterli
K (meq/100 g)	0.5243	İyi
Na (meq/100 g)	0.235	Düşük
Ca (meq/100 g)	23.125	İyi
Mg (meq/100 g)	11.84	İyi
Fe (ppm)	3.66	Noksanlık gösterebilir
Zn (ppm)	0.166	Düşük
Mn (ppm)	2.088	Yeterli
Cu (ppm)	0.496	Yeterli

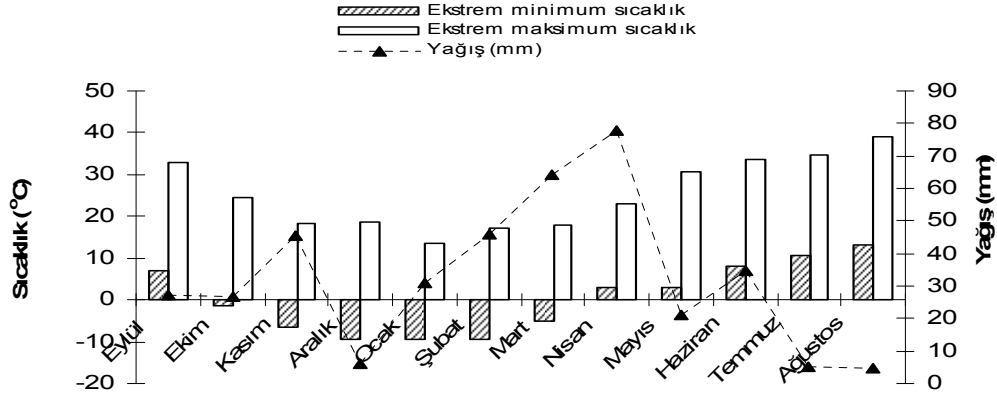
Bu bilgiler ışığında, her iki deneme alanına da 2 kg/da saf azot gelecek şekilde ekimle beraber 18:46:0 (DAP) taban gübresi verilmiştir. Yabancı ot kontrolü ise, her bir yetiştirme dönemi için fide ve çiçeklenme öncesi dönemde 2 kez elle yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Antalya deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Ölçülen Parametreler	Bulunan Değerler	Değerlendirme
pH	7.96	Alkali
E.C (mS/cm)	0.93	Tuzluluk tehlikesi yok
CaCO ₃ (%)	26.5	Aşırı kireçli
Kum (%)	45.08	
Kil (%)	31.28	
Silt (%)	23.64	
Bünye		Kumlu-Killi-Tınlı
Organik madde (%)	1.87	Düşük
Toplam N (%)	0.106	Orta
P (ppm)	9.37	Yeterli
K (meq/100 g)	0.61	İyi
Na (meq/100 g)	0.15	Düşük
Ca (meq/100 g)	37.71	İyi
Mg (meq/100 g)	7.12	İyi
Fe (ppm)	3.56	Noksanlık gösterebilir
Zn (ppm)	0.746	Noksanlık gösterebilir
Mn (ppm)	2.316	Yeterli
Cu (ppm)	1.368	Yeterli

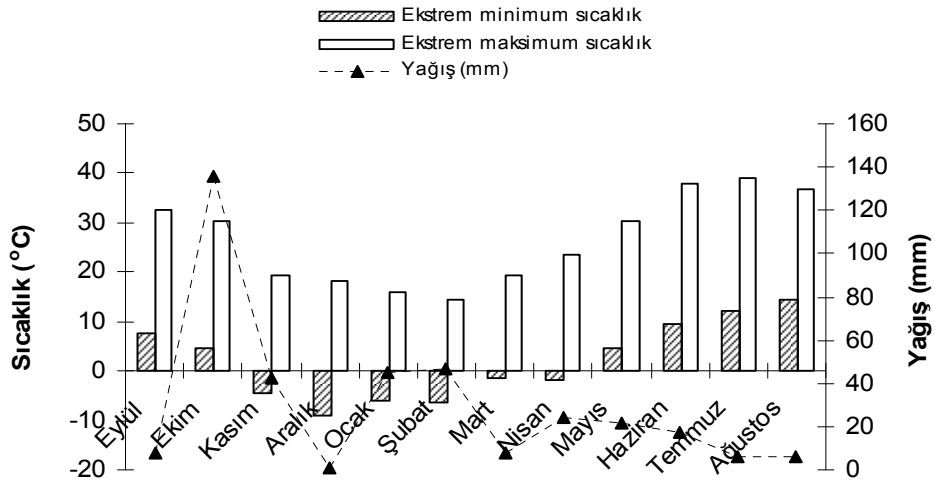
4.2. Deneme Alanına Ait İklim Verileri

Ürkütlü’de denemenin yürütüldüğü ilk yıl olan 2005 yılında vejetasyon süresinde minimum sıcaklık -9.6°C , maksimum sıcaklık 34.7°C toplam yağış 331.3 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.1).



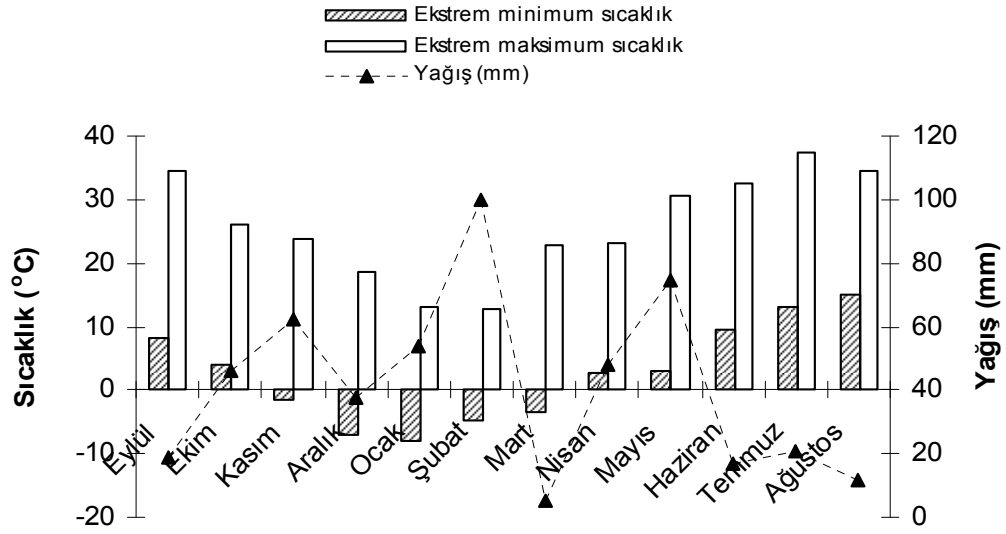
Şekil 4.1. 2005-2006 yetiştirme sezonu Ürkütlü deneme yerine ait iklim verileri.

Denemenin ikinci yılı olan 2006-2007 yetiştirme sezonunda Ürkütlü’de vejetasyon süresinde minimum sıcaklık -9.2°C , maksimum sıcaklık 39°C toplam yağış 212.7 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.2).



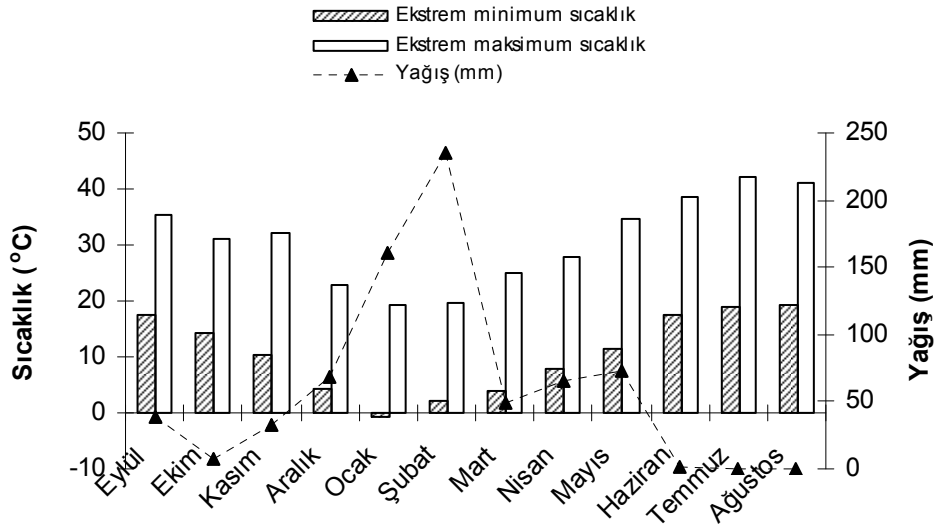
Şekil 4.2. 2006-2007 yetiştirme sezonu Ürkütlü deneme yerine ait iklim verileri.

Denemenin Ürkütlü deneme yeri olan 2008-2009 yetiştirme sezonunda vejetasyon süresinde minimum sıcaklık -7.9°C , maksimum sıcaklık 37.3°C toplam yağış 418.7 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. 2008-2009 yetiştirme sezonu Ürkütlü deneme yerine ait iklim verileri.

Antalya deneme alanında 2008-2009 yetiştirme sezonunda vejetasyon süresince minimum sıcaklık -0.6 °C, maksimum sıcaklık 38.7 °C toplam yağış 686.4 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. 2008-2009 yetiştirme sezonu Antalya deneme yerine ait iklim verileri.

Antalya ve Ürkütlü deneme yerlerinin meteorolojik verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün online veri talep sistemi olan TÜMAS tarafından sağlanmıştır. Aylık minimum-maksimum sıcaklıklar ile aylık toplam yağış değerlerinin yanısıra, yetiştirme sezonlarına ait kar örtülü gün sayıları ile donlu gün sayıları da

Tümas Veri Arşiv Sistemi'nden sağlanmıştır. Buna göre; 2005-2006 sezonunda bitkiler fide döneminde 2 gün, 2006-2007 sezonunda ise 5 gün kar örtüsü altında kalmışlardır. Donlu gün sayısı da 2005-2006 sezonunda 86 gün, 2006-2007 sezonunda ise 65 gün olmuştur. En düşük sıcaklık -9.6 °C ile Aralık-2005'te gerçekleşmiştir.

4.3. Arazide Ölçülen Özellikler

Bakla genotiplerinde soğuğa dayanıklılık değerleri ilk yıl 2-5 arasında belirlenirken, ikinci yıl bu değerler minimum 1 ve maksimum 5 olarak belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında soğuğa dayanıklılık değerleri ortalaması 4 olarak elde edilirken, denemenin ikinci yılında 2 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Soğuğa dayanıklılık gözlemleri bakımından yıllar ve genotipler arasında istatistiki olarak farklılık ($P < 0.01$) belirlenmiştir.

Genotiplerin bitki boyları ortalaması ilk yıl için 65 cm olarak ölçülürken, ikinci yıl 48 cm olarak ölçülmüştür. Genotiplerde en kısa bitki boyu ilk yıl 48 cm ve en uzun bitki boyu da 86 cm olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en kısa bitki boyu 20 cm ve en uzun bitki boyu da 69 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Alınan bitki boyu verileri istatistiki olarak incelendiğinde yıllar ($P < 0.01$) ve genotipler ($P < 0.05$) arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur.

İlk bakla yüksekliği değerleri için en düşük değer 5 cm (ilk yıl) ve 2 cm (ikinci yıl) olduğu buna karşılık en yüksek değer ilk yıl için 20 cm ve ikinci yıl için 22 cm olduğu görülmektedir. Ortalama ilk bakla yüksekliği ölçümleri ise ilk yıl 11 cm ve ikinci yıl 10 cm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.3). İlk bakla yüksekliği açısından hem yıllar hem de genotipler arasında istatistiki bir fark belirlenmemiştir.

Bakla genotiplerinde bitkide dal sayısı ilk yıl 2-6 adet arasında belirlenirken, ikinci yıl bu değerler minimum 1 ve maksimum 14 olarak belirlenmiştir. Denemenin her iki yılında da dal ortalaması 4 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Bitkide dallanma gözlemleri bakımından genotipler arasında istatistiki olarak bir fark bulunmazken, yıllar arasında istatistiki olarak farklılık ($P < 0.01$) belirlenmiştir.

Genotiplerdeki bakla sayısı bakımından en düşük değerin 4 adet (ilk yıl) ve 5 adet (ikinci yıl) olduğu buna karşılık en yüksek değerin ilk yıl için 35 adet ve ikinci yıl için 42 adet olduğu görülmektedir. Denemenin her iki yılında da bitkide bakla sayısı ortalaması 13 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Bitkide bakla sayısı ölçümleri açısından hem yıllar hem de genotipler arasında istatistiki olarak bir fark belirlenmemiştir.

Bakla genotipleri arasında baklada dane sayısı bakımından en düşük değerin her iki yıl içinde 2 adet olduğu, en yüksek değerin ise ilk yıl için 4 adet ve ikinci yıl için 5 adet olduğu belirlenmiştir. Denemenin her iki yılında da bitkide dane sayısı ortalaması 3 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Baklada dane sayısı ölçümleri açısından yıllar ($P < 0.01$) ve genotipler ($P < 0.05$) arasında istatistiki olarak fark saptanmıştır.

Genotiplerin biyolojik verim ortalaması ilk yıl için 559 g olarak ölçülürken, ikinci yıl 518 g olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en az biyolojik verim ilk yıl 196 g ve en fazla biyolojik verim ise 880 g olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en az biyolojik verim 20 g ve en fazla biyolojik verim de 1596 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Alınan biyolojik verim bulguları istatistiki olarak incelendiğinde yıllar ($P < 0.01$) arasındaki fark önemli bulunurken, genotipler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Bakla genotipleri arasında dane verimi ortalaması ilk yıl için 191 g olarak ölçülürken, ikinci yıl 254 g olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en az dane verimi ilk yıl 36 g ve en fazla dane verimi ise 356 g olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en az dane verimi 4 g ve en fazla dane verimi de 750 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Alınan dane verimi bulguları istatistiki olarak incelendiğinde yıllar ($P < 0.01$) arasındaki fark önemli bulunurken, genotipler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Genotiplerin hasat indeksi ortalaması ilk yıl için % 33 olarak hesaplanırken, ikinci yıl % 44 olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en düşük hasat indeksi ilk yıl % 17 ve en yüksek hasat indeksi de % 47 olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en düşük hasat indeksi % 3 ve en yüksek hasat indeksi de % 63 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Hesaplanan

hasat indeksi değerleri istatistiki olarak incelendiğinde yıllar ($P < 0.01$) arasındaki fark önemli bulunurken, genotipler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Bakla genotipleri arasında 100 dane ağırlığı ortalaması ilk yıl için 92 g olarak ölçülürken, ikinci yıl 90 g olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en düşük 100 dane ağırlığı ilk yıl 66 g ve en yüksek 100 dane ağırlığı ise 134 g olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en düşük 100 dane ağırlığı 12 g ve en yüksek 100 dane ağırlığı da 149 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). 100 dane ağırlığı bakımından yıllar ve genotipler arasında istatistiki olarak farklılık ($P < 0.01$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinin 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarına ait soğuga dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için tanımlayıcı istatistikleri (ortalama, standart hata, minimum ve maksimum)

Verim Kriterleri	Ortalama $\pm$ Standart Hata		Minimum		Maksimum	
	2005-6	2006-7	2005-6	2006-7	2005-6	2006-7
Soğuga Dayanıklılık Skalası (1-5)	4 $\pm$ 0.1	2 $\pm$ 0.1	2	1	5	5
Bitki Boyu (cm)	65 $\pm$ 0.8	48 $\pm$ 0.6	48	20	86	69
İlk Bakla Yüksekliği (cm)	11 $\pm$ 0.3	10 $\pm$ 0.2	5	2	20	22
Bitkide Dal Sayısı (Adet)	4 $\pm$ 0.1	4 $\pm$ 0.1	2	1	6	14
Bitkide Bakla Sayısı (Adet)	13 $\pm$ 0.5	13 $\pm$ 0.4	4	5	35	42
Baklada Dane Sayısı (Adet)	3 $\pm$ 0.1	3 $\pm$ 0.0	2	2	4	5
Biyolojik Verim (g)	559 $\pm$ 14.4	518 $\pm$ 24.5	196	20	880	1596
Dane Verimi (g)	191 $\pm$ 6.8	254 $\pm$ 13.4	36	4	356	750
Hasat İndeksi (%)	33 $\pm$ 0.6	44 $\pm$ 0.9	17	3	47	63
100 Dane Ağırlığı (g)	92 $\pm$ 1.4	90 $\pm$ 2.2	66	12	134	149

Yabani genotiplerde soğuga dayanıklılık değerleri ortalaması ilk yıl 2, ikinci yıl 1 olarak belirlenirken, her iki deneme yılında da bu değerler minimum 1 ve maksimum 2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Soğuga dayanıklılık gözlemleri bakımından yıllar ve genotipler açısından istatistiki olarak bir farklılık saptanmamıştır.

Yabani *Vicia* genotiplerinin bitki boyları ortalaması ilk yıl için 35 cm olarak ölçülürken, ikinci yıl 25 cm olarak ölçülmüştür. Genotiplerde en kısa bitki boyu ilk yıl

18 cm ve en uzun bitki boyu da 54 cm olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en kısa bitki boyu 11 cm ve en uzun bitki boyu da 45 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Alınan bitki boyu verileri istatistiki olarak incelendiğinde yıllar ($P < 0.05$) ve genotipler ($P < 0.01$) arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur.

Yabani tiplerde ilk bakla yüksekliği değerleri için en düşük değerin 3 cm (ilk yıl) ve 2 cm (ikinci yıl) olduğu buna karşılık en yüksek değerin ilk yıl için 13 cm ve ikinci yıl için 14 cm olduğu görülmektedir. Ortalama ilk bakla yüksekliği ölçümleri ise ilk yıl 9 cm ve ikinci yıl 6 cm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4). İlk bakla yüksekliği açısından hem yıllar hem de genotipler arasında istatistiki bir fark belirlenmemiştir.

Yabani *Vicia* genotiplerinde bitkide dal sayısı ilk yıl 2-12 adet arasında belirlenirken, ikinci yıl bu değerler minimum 4 ve maksimum 12 olarak belirlenmiştir. Denemenin her ilk yılında dal ortalaması 5, ikinci yılında ise 7 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Bitkide dallanma gözlemleri bakımından yıllar arasında istatistiki olarak bir fark bulunmazken, genotipler arasında istatistiki olarak farklılık ($P < 0.05$) belirlenmiştir.

Yabani *Vicia* genotiplerindeki bakla sayısı bakımından en düşük değerin 3 adet (ilk yıl) ve 19 adet (ikinci yıl) olduğu buna karşılık en yüksek değerin ilk yıl için 58 adet ve ikinci yıl için 88 adet olduğu görülmektedir. Denemenin ilk yılında bitkide bakla sayısı ortalaması 25 adet, ikinci yılında ise 46 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Bitkide bakla sayısı ölçümleri açısından alınan veriler istatistiki olarak incelendiğinde yıllar ($P < 0.01$) ve genotipler ($P < 0.05$) arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur.

Yabani genotipler arasında baklada dane sayısı bakımından en yüksek değerin her iki yıl içinde 6 adet olduğu, en düşük değerin ise ilk yıl için 1 adet ve ikinci yıl için 2 adet olduğu belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında bitkide dane sayısı ortalaması 4 adet, ikinci yılında ise 3 adet olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Baklada dane sayısı ölçümleri açısından yıllar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmazken, genotipler ($P < 0.01$) arasında istatistiki olarak fark saptanmıştır.

Yabani genotiplerin biyolojik verim ortalaması ilk yıl için 111 g olarak ölçülürken, ikinci yıl 243 g olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en az biyolojik verim ilk yıl 6 g ve en fazla biyolojik verim ise 298 g olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en az biyolojik verim 20 g ve en fazla biyolojik verim de 926 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Alınan biyolojik verim bulguları istatistiki olarak incelendiğinde hem yıllar hem de genotipler arasında istatistiki olarak bir fark belirlenmemiştir.

Yabani genotipler arasında dane verimi ortalaması ilk yıl için 41 g olarak ölçülürken, ikinci yıl 91 g olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en az dane verimi ilk yıl 1 g ve en fazla dane verimi ise 142 g olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en az biyolojik verim 2 g ve en fazla biyolojik verim de 470 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Alınan dane verimi bulguları istatistiki olarak incelendiğinde hem yıllar hem de genotipler arasında istatistiki bir fark belirlenmemiştir.

Yabani genotiplerin hasat indeksi ortalaması ilk yıl için % 24 olarak hesaplanırken, ikinci yıl % 20 olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en düşük hasat indeksi ilk yıl % 7 ve en yüksek hasat indeksi de % 50 olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en düşük hasat indeksi % 2 ve en yüksek hasat indeksi de % 51 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Bitkide hesaplanan hasat indeksi değerleri bakımından yıllar arasında istatistiki olarak bir fark bulunmazken, genotipler arasında istatistiki olarak farklılık ($P < 0.05$) belirlenmiştir.

Yabani *Vicia* genotipleri arasında 100 dane ağırlığı ortalaması ilk yıl için 12 g olarak ölçülürken, ikinci yıl 9 g olarak kaydedilmiştir. Genotiplerde en düşük 100 dane ağırlığı ilk yıl 4 g ve en yüksek 100 dane ağırlığı ise 28 g olarak ölçülmüştür. İkinci yıl ise en düşük 100 dane ağırlığı 3 g ve en yüksek 100 dane ağırlığı da 24 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *V. narbonensis* and *V. montbretii* genotiplerinin 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarına ait soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için tanımlayıcı istatistikleri (ortalama, standart hata, minimum ve maksimum)

Verim Kriterleri	Ortalama $\pm$ Standart Hata		Minimum		Maksimum	
	2005-6	2006-7	2005-6	2006-7	2005-6	2006-7
Soğuğa Dayanıklılık Skalası (1-5)	2 $\pm$ 0.2	1 $\pm$ 0.1	1	1	2	2
Bitki Boyu (cm)	35 $\pm$ 4.0	25 $\pm$ 3.9	18	11	54	45
İlk Bakla Yüksekliği (cm)	9 $\pm$ 1.1	6 $\pm$ 1.3	3	2	13	14
Bitkide Dal Sayısı (Adet)	5 $\pm$ 1.1	7 $\pm$ 0.9	2	4	12	12
Bitkide Bakla Sayısı (Adet)	25 $\pm$ 5.7	46 $\pm$ 7.6	3	19	58	88
Baklada Dane Sayısı (Adet)	4 $\pm$ 0.8	3 $\pm$ 0.5	1	2	6	6
Biyolojik Verim (g)	111 $\pm$ 43.8	243 $\pm$ 116.0	6	20	298	926
Dane Verimi (g)	41 $\pm$ 23.2	91 $\pm$ 55.4	1	2	142	470
Hasat İndeksi (%)	24 $\pm$ 6.7	20 $\pm$ 5.9	7	2	50	51
100 Dane Ağırlığı (g)	12 $\pm$ 3.9	9 $\pm$ 2.7	4	3	28	24

Bakla genotipleri için yıl ortalamalarına bakıldığında en düşük bitki boyu 21 cm ile ACV-102 genotipinde belirlenirken en yüksek 68 cm ile ACV-46 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.5). *V. narbonensis* ve *V. montbretii* soyuna ait yabani genotiplerin bitki boyu özellikleri *Vicia faba* genotiplerinden daha düşük değerler almışlardır (Şekil 4.15). Yabani genotipler için en düşük bitki boyu değeri 18.88 cm ile AWV-4 (*V. montbretii*) genotipinde bulunurken en yüksek 45.94 cm ile AWV-2 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur. Elde edilen veriler, yabani genotiplerin kültür formlarına göre daha kısa boylu ve soğuğa daha dayanıklı olduklarını göstermektedir.

Vicia faba genotipleri için ilk bakla yüksekliği yıl ortalaması en düşük 4.25 cm ile ACV-52 genotipinde belirlenirken en yüksek 14.75 cm ile ACV-81 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.6). *V. narbonensis* ve *V. montbretii* soyuna ait yabani genotiplerin ilk bakla yüksekliği özellikleri bakla genotiplerinden daha düşük değerler almışlardır (Şekil 4.16). Yabani genotipler için ilk bakla yüksekliği yıl ortalaması en düşük 4.33 cm ile AWV-4 (*V. montbretii*) genotipinde bulunurken en yüksek 10.5 cm ile AWV-2 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur.

Bakla genotipleri için yıl ortalamalarına bakıldığında bitkide en az dal sayısı 1.5 dal ile ACV-102 genotipinde belirlenirken en fazla 6 dal ile ACV-7 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.7). Yabani genotipler için bitkide en az dal sayısı 3.25 ile AWW-4 (*V. montbretii*) genotipinde bulunurken en yüksek 9.71 dal ile AWW-2 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur (Şekil 4.17). Elde edilen verilere bakıldığında yabani genotiplerin dallanmasının kültür formlarından daha iyi olduğu görülmüştür.

Vicia faba genotiplerinde bitkide bakla sayısı için yıllar ortalamasına bakıldığında en düşük bakla sayısı 6.75 ile ACV-67 genotipinde belirlenirken en yüksek 31 bakla ile ACV-53 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.8). Yabani genotiplerde en düşük 19.88 bakla sayısı ile AWW-5 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunurken en yüksek 49.92 bakla ile AWW-4 (*V. montbretii*) genotipinde bulunmuştur (Şekil 4.18). Elde edilen verilere bakıldığında yabani genotiplerdeki bakla sayısının kültür formlarından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Bakla genotiplerinde yıl ortalamalarına göre baklada dane sayısı açısından 2 dane ile en düşük ACV-86,87,90,103,104,106 genotiplerinde belirlenirken baklada 4.75 dane ile en yüksek ACV-67 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.9). Yabani genotipler için baklada dane sayısı en düşük 1.5 dane sayısı ile AWW-3 (*V. montbretii*) genotipinde olup en yüksek 5.5 dane ile AWW-1 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur (Şekil 4.19).

Bakla genotiplerinde biyolojik verim açısından yıllar ortalamasına bakıldığında en düşük biyolojik verim 20 g ile ACV-102 genotipinde belirlenirken en yüksek 931 g ile ACV-24 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.10). *V. narbonensis* ve *V. montbretii* soyuna ait yabani genotiplerin biyolojik verim özellikleri bitki boyu ile paralel olarak *Vicia faba* genotiplerinden daha düşük değerler almışlardır (Şekil 4.20). Yabani genotipler için biyolojik verim en düşük 31 g ile AWW-5 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunurken en yüksek 558.5 g ile AWW-2 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur.

Bakla genotipleri dane verimi açısından değerlendirilecek olursa, en düşük dane verimi 6.5 g ile ACV-80 genotipinde belirlenirken en yüksek 540 g ile ACV-64

genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.11). *V. narbonensis* ve *V. montbretii* soyuna ait yabancı genotiplerin dane verimi özellikleri biyolojik verim ile paralel olarak *Vicia faba* genotiplerinden daha düşük değerler almışlardır (Şekil 4.21). Yabancı genotipler için en düşük dane verimi 2.75 g ile AWV-3 (*V. montbretii*) genotipinde bulunurken en yüksek 275 g ile AWV-2 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur.

Bakla genotiplerinde hasat indeksi açısından yıl ortalamalarına bakıldığında en düşük hasat indeksi yüzdesi % 4.95 ile ACV-80 genotipinde belirlenirken en yüksek % 59.71 ACV-49 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.12). Ortalama hasat indeksi değerlerine bakıldığında; *V. narbonensis* ve *V. montbretii* soyuna ait yabancı genotiplerin hasat indeksi değerlerinin *Vicia faba* genotiplerinkinden daha düşük olduğu saptanmıştır (Şekil 4.22). Yabancı genotipler için en düşük hasat indeksi değeri % 9.16 ile AWV-4 (*V. montbretii*) genotipinde bulunurken en yüksek % 48.98 ile AWV-2 (*V. narbonensis*) genotipinde bulunmuştur.

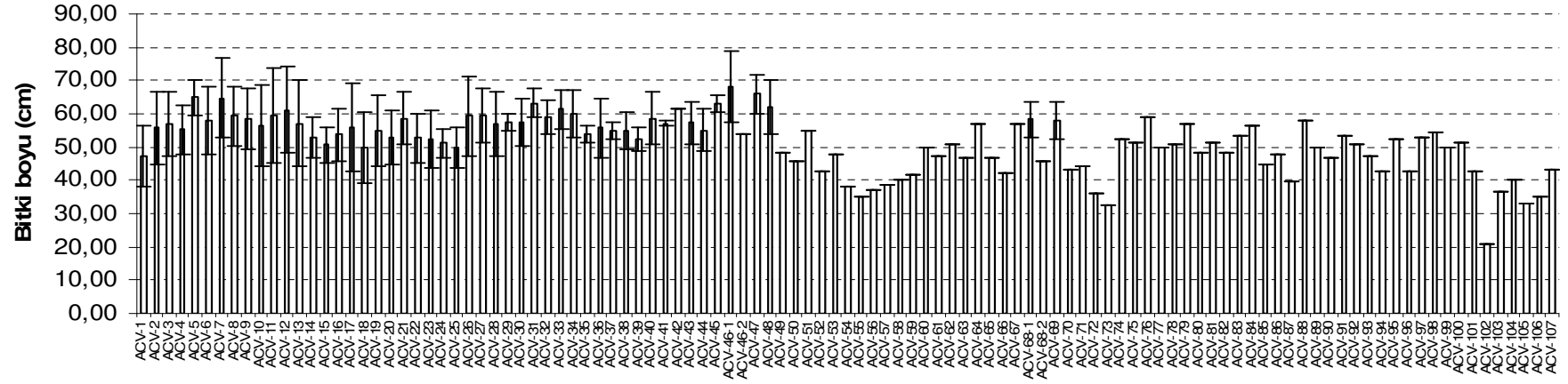
Bakla genotiplerinde 100 dane ağırlığı açısından yıllar ortalamasına bakıldığında, en düşük 100 dane ağırlığı 13 g ile ACV-102 genotipinde belirlenirken en yüksek 136.53 g ile ACV-70 genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.13). 100 dane ağırlığı ortalamalarına bakıldığında; *V. narbonensis* ve *V. montbretii* soyuna ait yabancı genotiplerin 100 dane ağırlığı değerlerinin *Vicia faba* genotiplerinkinden daha düşük olduğu saptanmıştır (Şekil 4.23). Elde edilen veriler yabancı genotiplerin danelerinin kültür formlarının danelerinden daha küçük olduğunu göstermektedir.

Deneme sonucunda elde edilen morfolojik bulgular, Terzopoulos vd (2003, 2004) ve Nadal vd (2003) ile uyum göstermektedir. Bu benzerlik bizim çalışmada kullandığımız özellikle İspanya'dan gelen materyallerin bazıları ile aynı materyaller olmasından kaynaklanmaktadır.

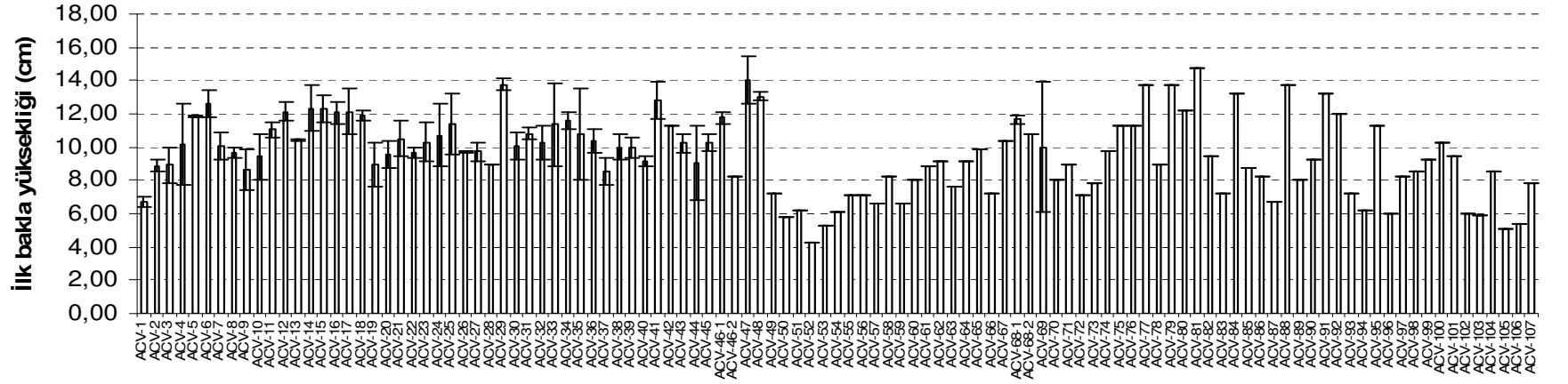
Ricciardi vd'nin (2001) 10 farklı bakla genotipinde kuraklık üzerine yaptıkları çalışmada; genotiplerin bitkide bakla sayısı ortalaması stressiz çevrede 13.2, stresli çevrede ise 10.7 olarak bulunmuştur. Baklada dane sayısı açısından uygulamalar arasında fark bulunmazken, 100 dane ağırlığı stressiz çevrede 488.7 g stresli çevrede ise

396.5 g olarak kaydedilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin bitki boyu değerleri ortalama 77.3 olarak elde edilmiştir. Bitki başına düşen ortalama dane verimlerine bakıldığında stressiz çevrede 18.7 g, stresli çevrede ise 13.7 g olarak belirlenmiştir. Stresli ve stressiz çevrelerden alınan yaprak örneklerinde yapılan absisik asit analizlerinde, bakla genotiplerinin kuraklık stresine maruz kaldığında ortalama % 34.1 absisik asit içeriğini arttırdıkları tespit edilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerde bu oran % 8.8 ile % 78.4 arasında değişmektedir. Yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde; bitki boyu ile baklada dane sayısı özellikleri bakımından uygulamalar arasında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Bitkide bakla sayısı, bitki başına verim, 100 dane ağırlığı özellikleri ve yaprakta absisik asit içeriği açısından ise istatistiki olarak ($P < 0.05$) fark tespit edilmiştir.

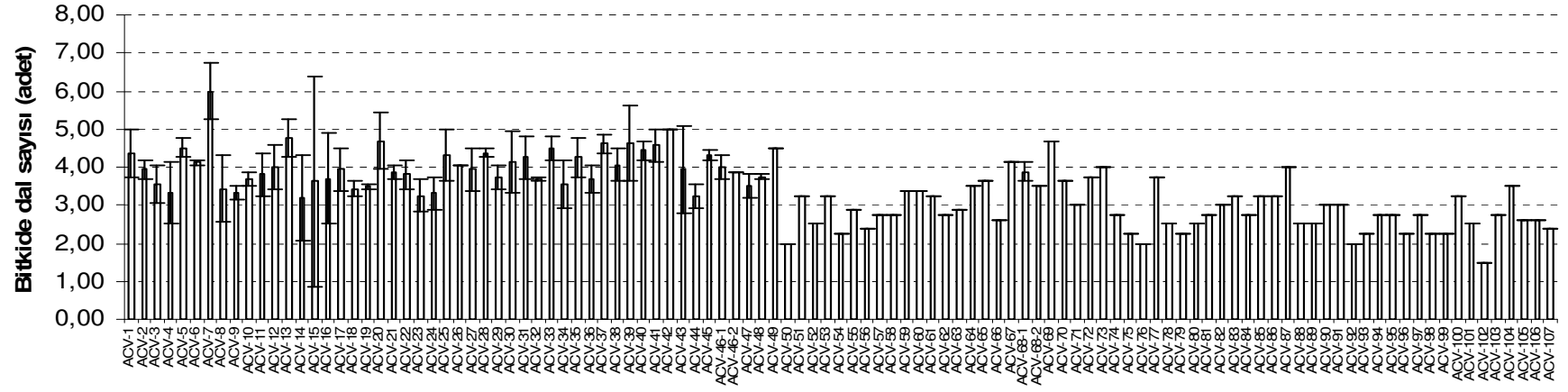
Baklada yazlık ve kışlık ekimler arasındaki ve verim ile verim komponentleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere Tokat'ta yapılan bir çalışmada, yazlık ve kışlık ekimler arasında istatistiki olarak önemli fark tespit edilmiş ve kışlık ekimlerden yazlık ekimlere göre daha yüksek verim alındığı belirlenmiştir. Kışlık ekimler kasım ayı içerisinde, yazlık ekimler ise mart ayı içerisinde yapılmış olup denemede kullanılan çeşitlerden bazıları bu tez çalışmasında kullanılan çeşitlerdir. Verim ve verim komponentleri arasında ise dane verimi ile hasat indeksi, baklada dane sayısı ve bakla uzunluğu arasında pozitif korelasyonlar saptanmıştır (Düzdemir ve Ece 2011).



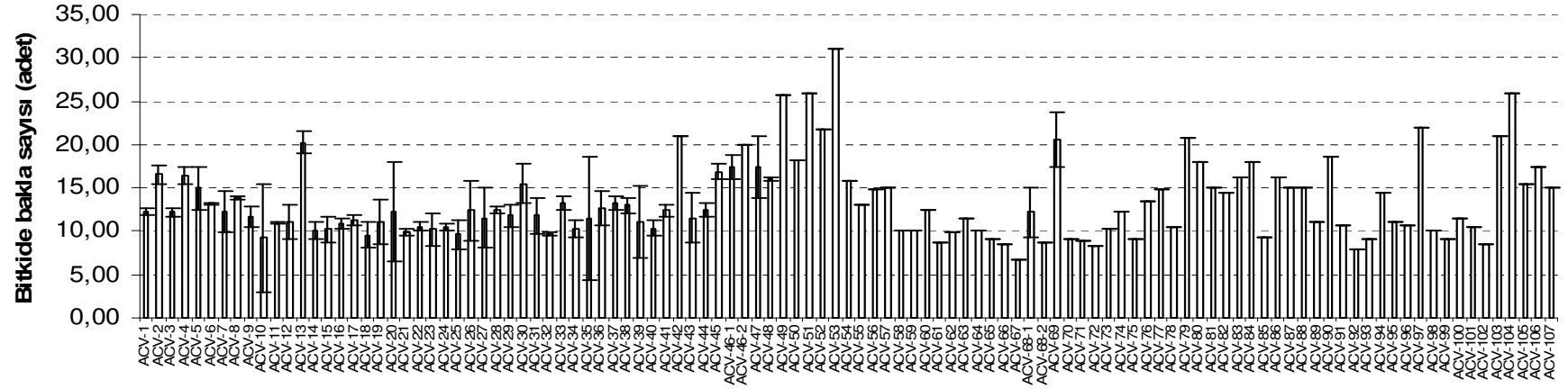
Şekil 4.5. *Vicia faba* genotiplerinin bitki boyu özellikleri.



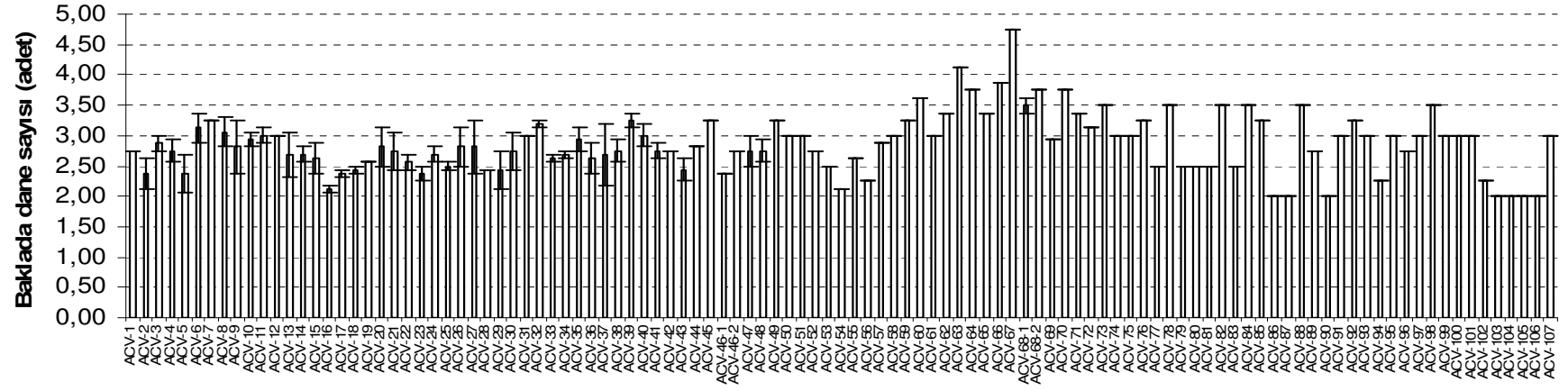
Şekil 4.6. *Vicia faba* genotiplerinin ilk bakla yüksekliği özellikleri.



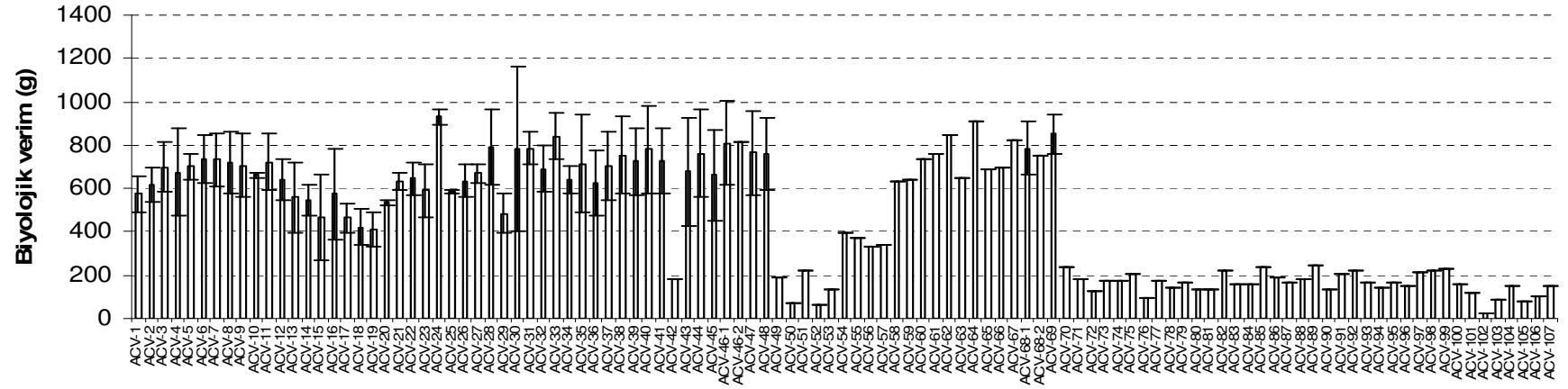
Şekil 4.7. *Vicia faba* genotiplerinin bitkide dal sayısı özellikleri.



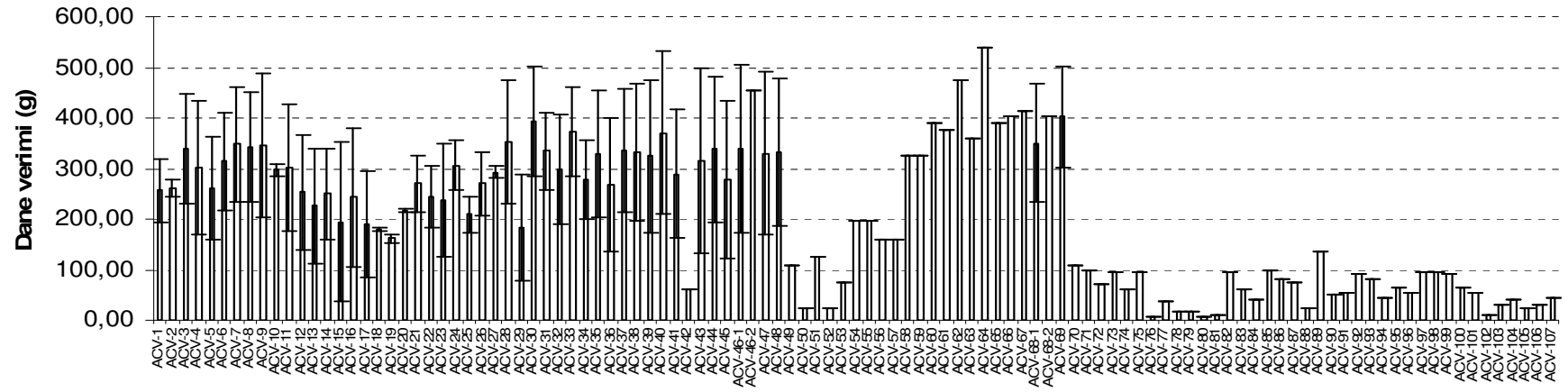
Şekil 4.8. *Vicia faba* genotiplerinin bitkide bakla sayısı özellikleri.



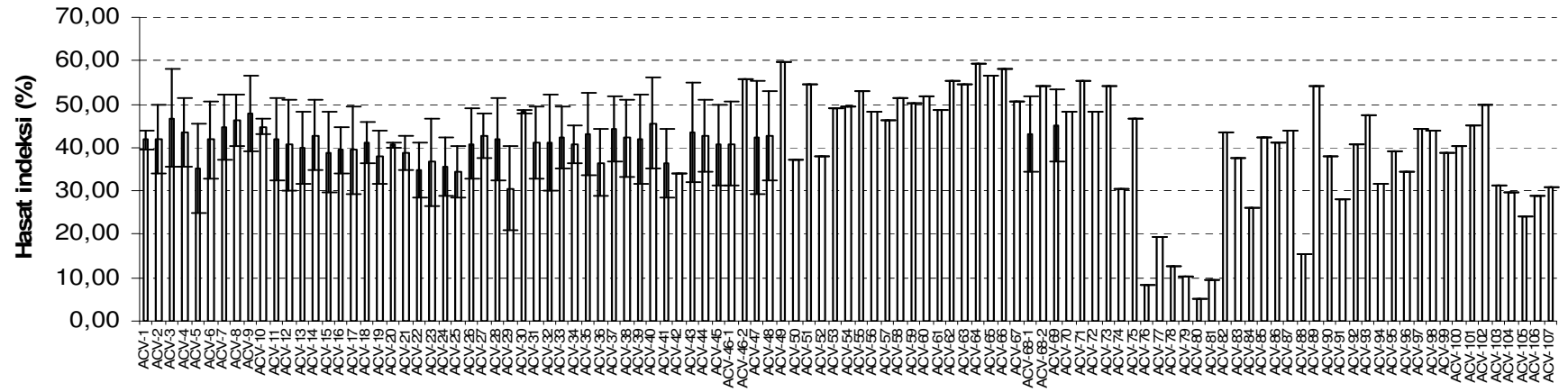
Şekil 4.9. *Vicia faba* genotiplerinin baklada dane sayısı özellikleri.



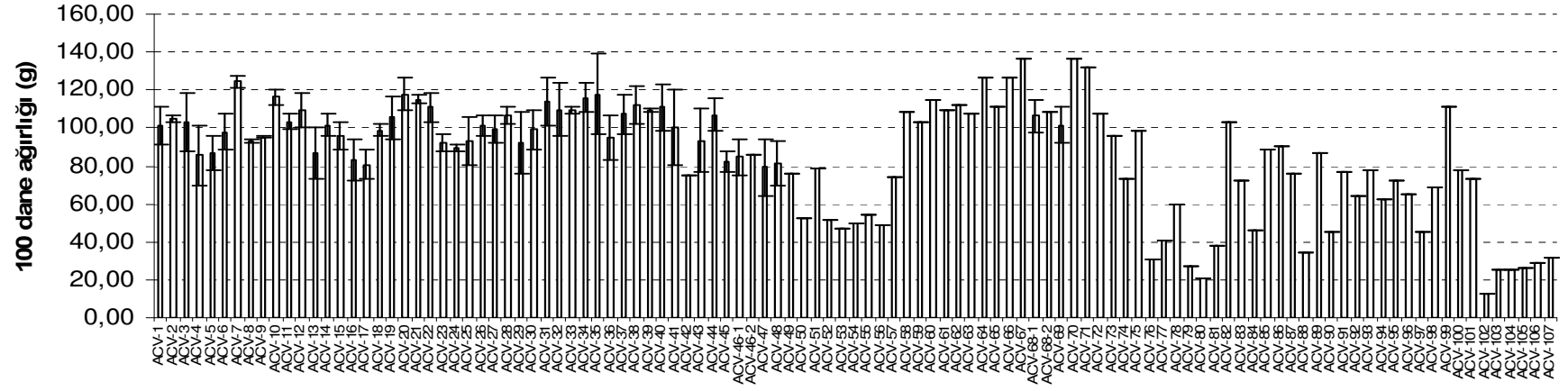
Şekil 4.10. *Vicia faba* genotiplerinin biyolojik verim özellikleri.



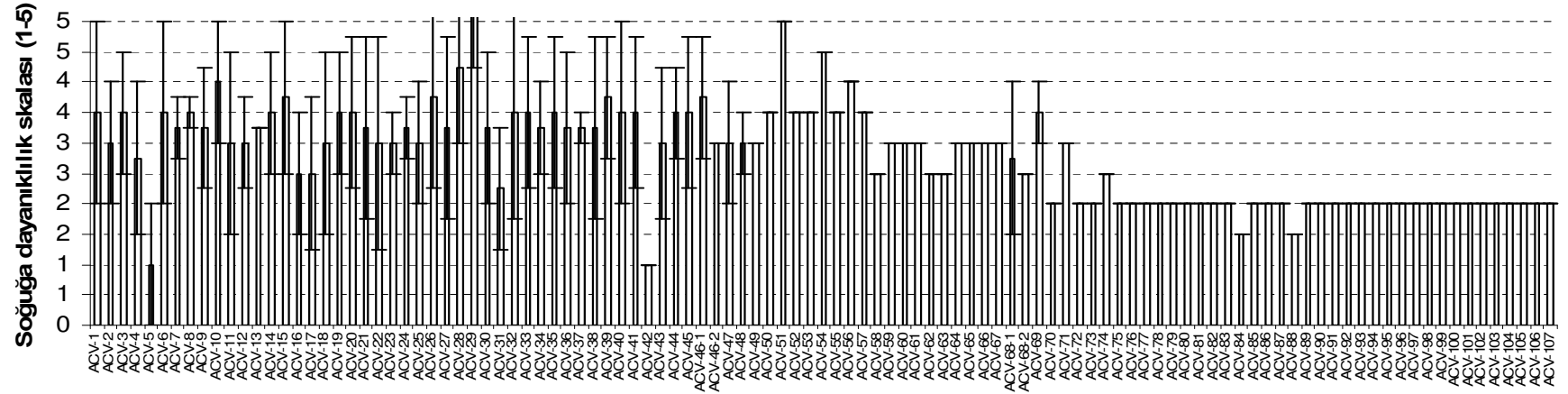
Şekil 4.11. *Vicia faba* genotiplerinin dane verimi özellikleri.



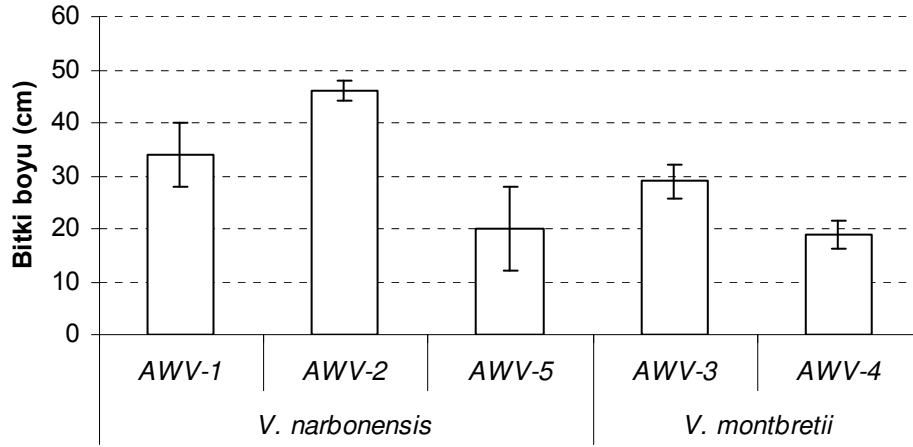
Şekil 4.12. *Vicia faba* genotiplerinin hasat indeksi özellikleri.



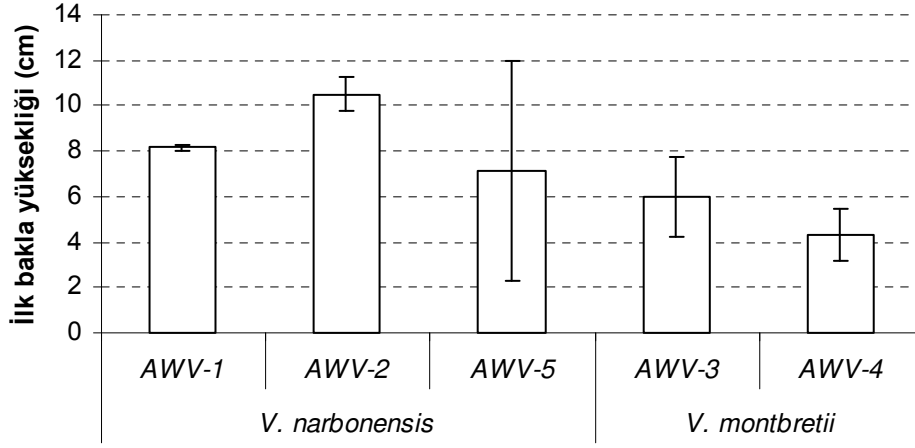
Şekil 4.13. *Vicia faba* genotiplerinin 100 dane ağırlığı özellikleri.



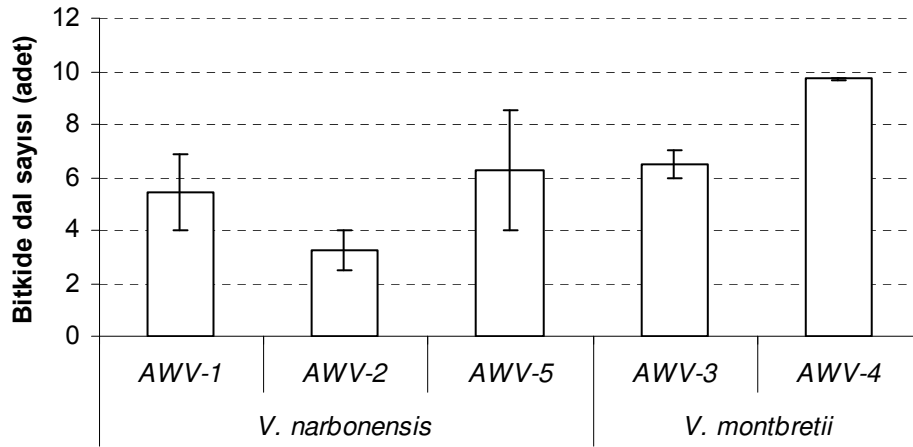
Şekil 4.14. *Vicia faba* genotiplerinin soğuğa dayanıklılık özellikleri. .



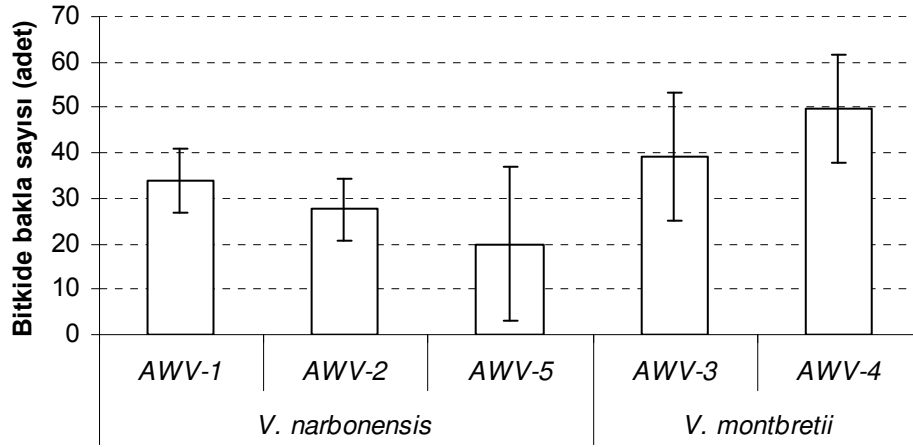
Şekil 4.15. Yabani *Vicia* genotiplerinin bitki boyu özellikleri.



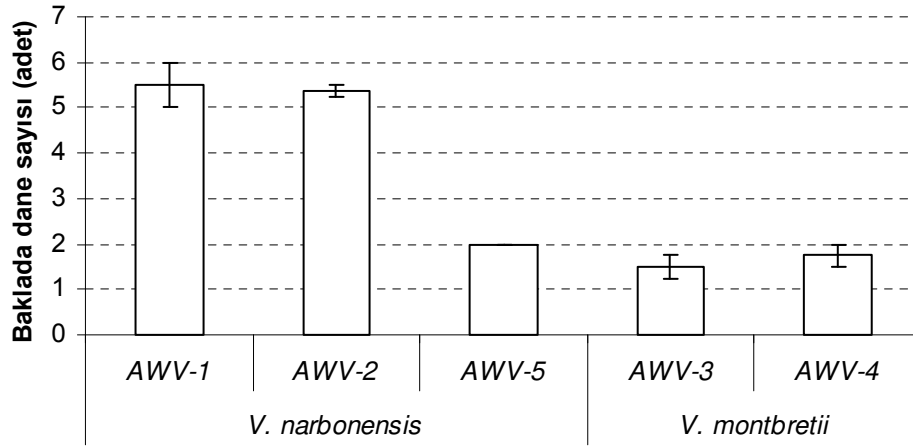
Şekil 4.16. Yabani *Vicia* genotiplerinin ilk bakla yüksekliği özellikleri.



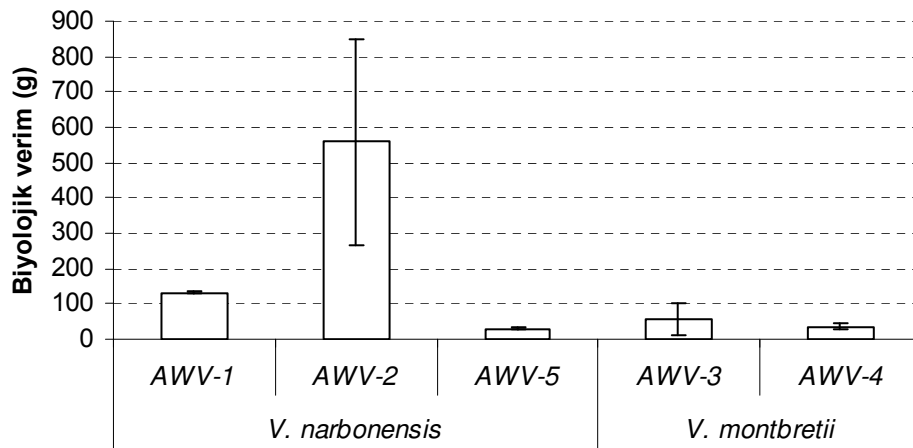
Şekil 4.17. Yabani *Vicia* genotiplerinin bitkide dal sayısı özellikleri.



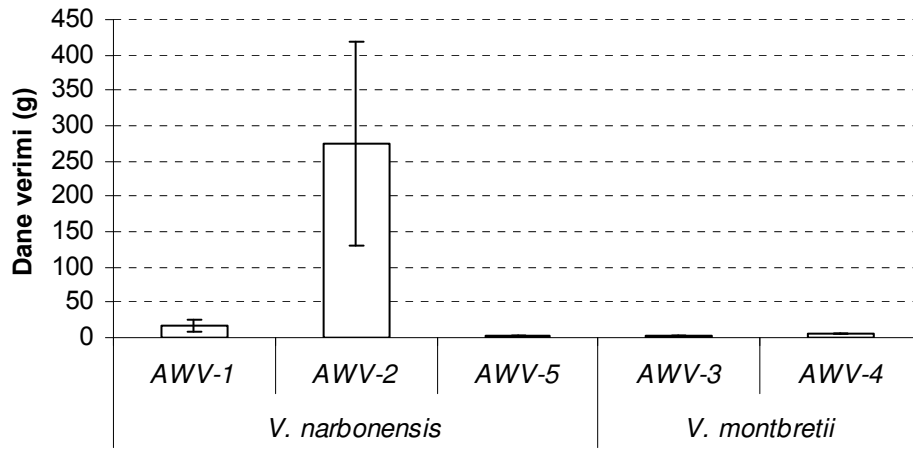
Şekil 4.18. Yabani *Vicia* genotiplerinin bitkide bakla sayısı özellikleri.



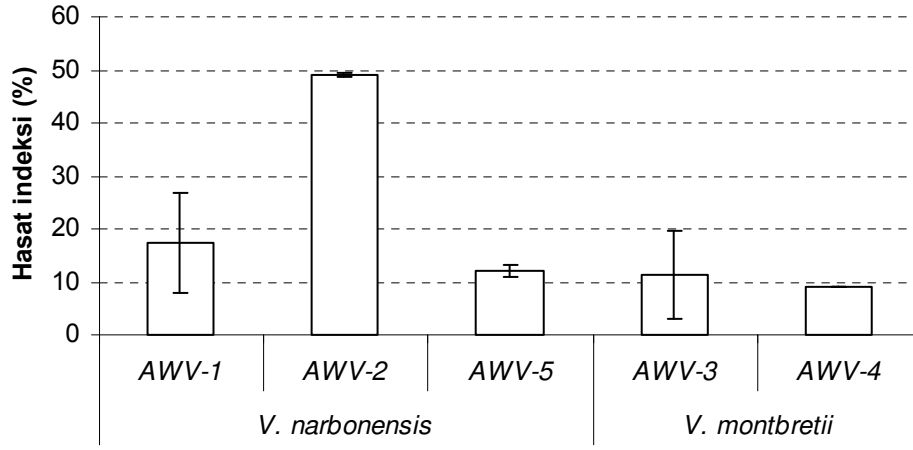
Şekil 4.19. Yabani *Vicia* genotiplerinin baklada dane sayısı özellikleri.



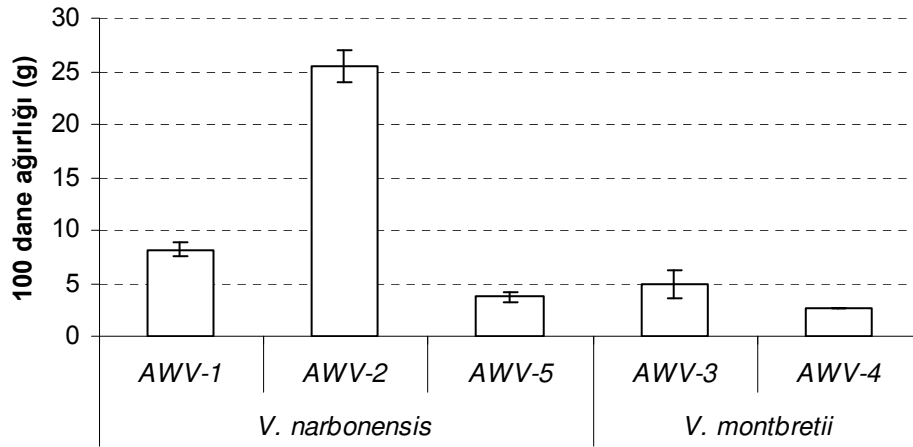
Şekil 4.20. Yabani *Vicia* genotiplerinin biyolojik verim özellikleri.



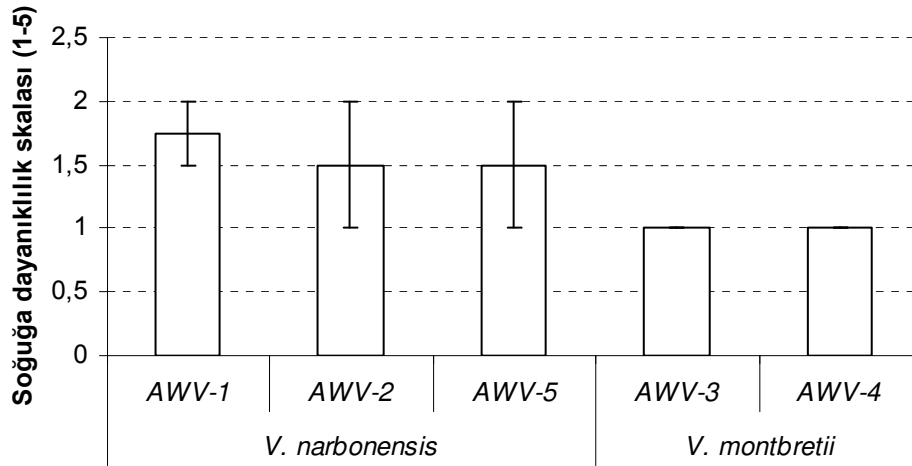
Şekil 4.21. Yabani *Vicia* genotiplerinin dane verimi özellikleri.



Şekil 4.22. Yabani *Vicia* genotiplerinin hasat indeksi özellikleri.



Şekil 4.23. Yabani *Vicia* genotiplerinin 100 dane ağırlığı özellikleri.



Şekil 4.24. Yabani *Vicia* genotiplerinin soğuğa dayanıklılık özellikleri.

Tek yıllık *Vicia* genotiplerinde verim komponentlerinin dane verimine doğrudan ya da dolaylı etkileri incelendiğinde, en yüksek doğrudan etkinin (0.9543) biyolojik verim ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Biyolojik verimi, ikinci büyük değer olarak hasat indeksi (0.1441) takip etmektedir. Dane verimi üzerine en düşük doğrudan etkinin 0.0053 ile 100 dane ağırlığı ile ilişkili olduğu hesaplanmıştır. Biyolojik verim üzerine en yüksek dolaylı etkiyi 100 dane ağırlığı (0.6712) ve bitki boyu (0.5679) özelliklerinin yaptığı saptanmıştır. Hasat indeksi üzerine en yüksek dolaylı etkiyi 100 dane ağırlığı (0.0932) ve biyolojik verim (0.0669) özelliklerinin yaptığı saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Tek yıllık *Vicia* genotiplerinde bazı verim komponentlerinin dane verimine doğrudan ya da dolaylı etkileri

Özellikler	BB	İY	BD	BS	DS	BV	HI	DA
Bitki boyu (BB)	-0.0604	-0.0213	0.0001	-0.0099	0.0066	0.5679	0.0191	0.0028
İlk bakla yüksekliği (İY)	-0.0403	-0.0319	0.0000	-0.0095	0.0055	0.3235	-0.0311	0.0012
Bitkide dal sayısı (BD)	0.0005	0.0000	-0.0151	0.0149	-0.0051	0.2452	-0.0222	0.0004
Bitkide bakla sayısı (BS)	0.0191	0.0097	-0.0072	0.0312	-0.0075	-0.3315	-0.0559	-0.0034
Baklada dane sayısı (DS)	-0.0091	-0.0040	0.0017	-0.0054	0.0437	0.1877	0.0426	0.0014
Biyolojik verim (BV)	-0.0359	-0.0108	-0.0039	-0.0108	0.0086	0.9543	0.0669	0.0037
Hasat indeksi (HI)	-0.0080	0.0069	0.0023	-0.0121	0.0129	0.4434	0.1441	0.0034
100 dane ağırlığı (DA)	-0.0318	-0.0070	-0.0012	-0.0201	0.0119	0.6712	0.0932	0.0053

BB= Bitki boyu, İY= İlk bakla yüksekliği, BD= Bitkide dal sayısı, BS= Bitkide bakla sayısı, DS= Baklada dane sayısı, BV= Biyolojik verim, HI= Hasat indeksi ve DA= 100 dane ağırlığı. Koyu karakterle yazılan grup verim ile olan direkt etkileri ifade etmektedir.

4.4. Soğuğa Dayanıklılık ile Verim ve Verim Kriterleri Arasındaki İlişkiler

Denemede yer alan *V. narbonensis* ve *V. montbretii* türlerine ait yabancı genotipler soğuğa dayanıklılık açısından 2 ve altında değerler alırken, kültürü yapılan genotiplerden ACV-10, ACV-28, ACV-29, ACV-51 ve ACV-54 genotipleri iki yıllık soğuğa dayanıklılık skala değeri ortalaması olarak 4 ve üzeri değerler almışlardır (Şekil 4.14).

Görsel değerlendirmelerden elde edilen veriler incelendiğinde yabancı *Vicia* genotiplerinin kültür formlarına göre soğuğa daha dayanıklı olduğu ve kültür formları içinde de tanen, visin ve konvisin içermeyen beyaz çiçekli genotiplerin soğuğa daha hassas olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.24). Soğuğa dayanıklı bakla genotipleri ve yabancı akrabaları soğuğa maruz kalınan vejetatif periyot boyunca yüksek pigmentasyon sergilemiştir. Pigmentasyon ve fide döneminde rozet bitki gelişimi, soğuğa dayanıklılık için geliştirilen önemli morfolojik savunma mekanizmalarından biridir (Murray vd 1988).

Soğuğa dayanıklılık üzerine yapılan çalışmalarda, mercimekte yabancı tiplerden *Lens orientalis* (Boiss.) Ponert'in (Hamdi vd 1996), nohutta *C. bijugum* K.H. Rech., *C. echinospermum* P.H. Davis, *C. pinnatifidum* Jaub. et Sp. ve *C. reticulatum* Ladiz.'in (Singh vd 1998, Toker 2005), mürdümükte *L. ochrus* (L.) DC. (Abd El-Moneim ve Cocks 1993) ve *Lathyrus cicera* L.'nin (Robertson ve Abd El-Moneim 1995, vaz Patto vd 2006) soğuğa dayanıklılıklarının kültür formlarından daha yüksek olduğu aktarılmıştır. Benzer şekilde *Vicia* L., *Pisum* L. ve *Lupinus* L. türlerinin yabancıları tarımı yapılan türlerden daha dayanıklı bulunmuştur (Ceylan vd 2006).

Serin mevsim yemeklik baklagillerin yabancı türleri yüksek derecede soğuğa dayanıklılığa sahip olmanın yanı sıra aynı zamanda diğer cansız streslere karşı da önemli ölçüde dayanıklılığa sahiptir (Hamdi ve Erskine 1996, Singh vd 1998, Ceylan vd 2006, Toker vd 2007a-b, Canci ve Toker 2009a, Toker ve Yadav 2010).

Baklada soğuga dayanımı en iyi çeşitlerden biri Fransız “Cote d’Or” çeşididir. Soğuk uyumu sağlandığında -22 °C’de bile hayatta kalabilmektedir (Duc 1997). Murray vd (1988) tarafından baklanın Ankara’da tarla koşullarında -25 °C’ye kadar soğuga dayanabildiği aktarılmıştır. F7-(Cor1 x BPL)-95 ve Karl bakla hatlarının soğuga dayanıklılık için iyi kaynaklar olduğu belirlenmiştir (Arbaoui vd 2008). Link vd (2010) Cote d’Or (-16 °C), Hiverna (-15 °C) ile ILB3187, ILB2999, ILB14, ILB345 (-14 °C) hatlarının soğuk dayanımının çok iyi olduğunu bildirmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda, Herzog ve Olszewski (1998)’de Hiverna çeşidinin baklada iyi bir soğuga dayanıklılık kaynağı olduğunu beyan etmiştir.

Soğuk stresine maruz bırakılan tek yıllık *Vicia* genotiplerinde geniş anlamda kalıtım dereceleri hesaplandığında en yüksek değerin % 94 ile 100 dane ağırlığı özelliği için olduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla baklada dane sayısı (% 90), bitki boyu (% 76) ve bitkide bakla sayısı (% 66) özellikleri gelmiştir. Biyolojik verim ve hasat indeksi özellikleri için geniş anlamda kalıtım dereceleri % 65 olarak hesaplanmıştır. Biyolojik verim ve hasat indeksi özelliklerini % 58 ile dane verimi takip etmektedir. En düşük kalıtım derecesine (% 30) sahip özellik olarak da bitkide dal sayısı belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Soğuk stresi koşulları altında, tek yıllık *Vicia* genotiplerinde soğuk dayanımının verim kriterlerine doğrudan ya da dolaylı etkileri incelendiğinde ise en yüksek doğrudan etkinin (1.2345) biyolojik verim ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Biyolojik verimi, ikinci büyük değer olarak dane verimi (-0.7719) takip etmektedir. Soğuga dayanıklılık ile dane verimi arasında negatif ilişki saptanmıştır. Burada negatif ilişkinin nedeni; soğuga dayanıklılık özelliğinden kaynaklanmaktadır. Dane verimi yüksek genotipler soğuga dayanıklılık skalasından düşük değerler almışlardır. Soğuga dayanıklılık üzerine en düşük doğrudan etkinin (0.0767) bitki boyu ile ilişkili olduğu hesaplanmıştır. Biyolojik verim üzerine en yüksek dolaylı etkiyi 100 dane ağırlığı (0.6712) ve bitki boyu (0.5679) özelliklerinin yaptığı saptanmıştır. Hasat indeksi üzerine en yüksek dolaylı etkiyi 100 dane ağırlığı (0.0932) ve biyolojik verim (0.0669) özelliklerinin yaptığı saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Daha önce yapılan çalışmalarda baklada soğuk toleransı üzerine kalıtım derecesinin % 89 gibi yüksek bir değer aldığı hesaplanmış ve soğuk uyumundan sonra ise bu değerin arttığı gözlemlenmiştir (Link vd 2010).

Soğuğa dayanıklılık ve bazı verim kriterleri arasındaki korelasyonlara bakıldığında; biyolojik verim, dane verimi, hasat indeksi ve 100 dane ağırlığının diğer verim karakterleri ve soğuğa dayanıklılık üzerine pozitif yönde ilişkiler gösterdiği ve bu ilişkilerin % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Korelasyon tablosu incelendiğinde, en yüksek korelasyonun biyolojik verim ve dane verimi arasında (0.972) olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 100 dane ağırlığı ile dane verimi (0.722) ve biyolojik verim (0.703) arasındaki ilişkiler izlemektedir. Korelasyon analizi sonucunda elde edilen bu sonuç, yapılan path analiz sonuçlarını desteklemektedir. Bitkide dal sayısı ve dane sayısı özelliklerinin diğer verim kriterleri ile arasında istatistiki olarak önemli ilişki tespit edilmemiştir (Çizelge 4.7).

Yerel bakla populasyonlarını, hatlarını ve çeşitlerini içeren 15 bakla (*Vicia faba* L.) genotipinde bazı fenolojik ve morfolojik özellikler ile dane verimi arasındaki ilişkileri incelemek ve dane verimi bakımından başarılı bir seleksiyon yapabilmek için hangi özelliklerin dikkate alınması gerektiğini tespit etmek amacıyla Samsun koşullarında yapılan çalışmada, dane verimi ile hasat indeksi ($r=0.861^{**}$), bakla uzunluğu ($r=0.763^{**}$), baklada dane sayısı ($r=0.700^{**}$) ve biyolojik verim ($r=0.648^{**}$) arasında olumlu ve çok önemli ilişkiler bulunmuştur. Tez çalışmamızda yer alan Eresen-87, Filiz-99 ve Lara bakla çeşitlerinin de kullanıldığı çalışmada, çiçeklenme süresi ($r=-0.789^{**}$), hasat olgunluk süresi ($r=-0.781^{**}$), ilk bakla bağlama süresi ($r=-0.772^{**}$) ve bitki başına dal sayısı ($r=-0.596^{*}$) ise dane verimi ile olumsuz ilişkiler göstermiştir. Baklada dane verimi ile olumlu ve önemli ilişkiler gösteren, aynı zamanda dane verimi üzerine olumlu yüksek doğrudan etkiye sahip olan hasat indeksi ve biyolojik verime ilave olarak bakla uzunluğu ve baklada dane sayısının dane verimi yüksek bakla genotiplerinin seçiminde öncelikli seleksiyon kriterleri olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Pekşen 2007).

Akdeniz bölgesinin sahil kesiminde sekiz bakla genotipi ile yürütülen bir çalışmada, bitki boyu, bitkide bakla ve dal sayısı, tohum verimi, biyolojik verim, 100 dane ağırlığı, çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı gibi morfolojik özelliklerin kalıtım derecesi değerleri hesaplanmıştır. Çevresel koşullardan en az etkilenen özellik 100 dane ağırlığı (% 99) olarak belirlenmiştir. Bunu % 97 ile çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı ve % 83 ile bitki boyu özellikleri takip etmiştir. Diğer taraftan, bakla sayısı, biyolojik verim, tohum verimi, dal sayısı gibi morfolojik özelliklerin çevresel koşullardan olumsuz şekilde etkilendiği saptanmıştır (Toker 2004).

Fukuta ve Yukawa (1998), 36 ve 61 gün kar örtüsü altında kalan bakla çeşitlerinin kar toleransı ile büyüme özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlar ve denemede kullanılan 41 bakla çeşidini dayanıklı, orta derecede dayanıklı ve hassas olmak üzere 3 gruba ayırmışlardır. Dayanıklı çeşitler daha kısa bitki boyuna, daha az biyolojik verime sahip olmasına ve geç çiçeklenmesine rağmen hassas çeşitler tam tersi özellikler sergilemişlerdir. Fukuta ve Yukawa'nın elde ettikleri bulgular bizim tez çalışmasında elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Nohutta kuraklık ve sıcaklık stresi için en uygun morfolojik seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, küçük ve koyu renk daneli desi tip nohutların iri ve açık renkli kabuli tip nohutlara göre kuraklık ve sıcaklık stresine daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Dane ağırlığı en yüksek kalıtım derecesine sahip ve stres koşullarından en az etkilenen özellik olarak bulunmuştur. Nohutta kuraklığa ve sıcaklığa dayanıklı bitki ıslahında path ve çok değişkenli analizleri, ilk çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı gibi fenolojik karakterlerin kuraklıktan kaçma için öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca, hasat indeksi, biyolojik verim ve bitkide bakla sayısı gibi morfolojik özelliklerin de göz önüne alınması gerektiği belirtilmiştir (Canci ve Toker 2009b). Elde edilen sonuçlar, dane rengi pigmentasyonu, dane iriliği, dane ağırlığı ve belirlenen morfolojik seleksiyon kriterleri açısından bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.6. Tek yıllık *Vicia* genotiplerinde bazı verim komponentlerinin soğuk dayanımına doğrudan ya da dolaylı etkileri ve kalıtım derecesi tahminleri

Özellikler	BB	İY	BD	BS	DS	BV	DV	HI	DA	h ²
Bitki boyu (BB)	0.0767	-0.1239	0.0021	-0.0656	-0.0288	0.7347	-0.3898	0.0260	0.1348	76±0.04
İlk bakla yüksekliği (İY)	0.0512	-0.1855	0.0003	-0.0631	-0.0240	0.4185	-0.1678	-0.0425	0.0562	42±0.08
Bitkide dal sayısı (BD)	-0.0007	0.0002	-0.2353	0.0988	0.0221	0.3172	-0.1689	-0.0303	0.0198	30±0.09
Bitkide bakla sayısı (BS)	-0.0243	0.0565	-0.1122	0.2073	0.0328	-0.4288	0.2667	-0.0764	-0.1647	66±0.06
Baklada dane sayısı (DS)	0.0116	-0.0233	0.0272	-0.0357	-0.1907	0.2428	-0.1998	0.0583	0.0698	90±0.02
Biyolojik verim (BV)	0.0456	-0.0629	-0.0605	-0.0720	-0.0375	1.2345	-0.7503	0.0914	0.1802	65±0.06
Dane verimi (DV)	0.0387	-0.0403	-0.0515	-0.0716	-0.0494	1.2000	-0.7719	0.1167	0.1849	58±0.07
Hasat indeksi (HI)	0.0101	0.0400	0.0362	-0.0805	-0.0565	0.5736	-0.4577	0.1968	0.1657	65±0.06
100 dane ağırlığı (DA)	0.0403	-0.0407	-0.0182	-0.1333	-0.0519	0.8683	-0.5570	0.1273	0.2562	94±0.01

h²= Geniş anlamda kalıtım derecesi, BB= Bitki boyu, İY= İlk bakla yüksekliği, BD= Bitkide dal sayısı, BS= Bitkide bakla sayısı, DS= Baklada dane sayısı, BV= Biyolojik verim, DV= Dane verimi, HI= Hasat indeksi ve DA= 100 dane ağırlığı. Koyu karakterle yazılan grup soğuk dayanımı ile olan direkt etkileri ifade etmektedir.

Çizelge 4.7. Tek yıllık *Vicia* genotiplerinde soğuğa dayanıklılık ve bazı verim kriterleri arasındaki korelasyonlar (N= 114)

Özellikler	BB	İY	BD	BS	DS	BV	DV	HI	DA
İlk bakla yüksekliği (İY)	0.668**								
Bitkide dal sayısı (BD)	-0.009	-0.001							
Bitkide bakla sayısı (BS)	0.316**	0.304**	0.477**						
Baklada dane sayısı (DS)	0.151	0.126	-0.116	-0.172					
Biyolojik verim (BV)	0.595**	0.339**	0.257**	-0.347**	0.197*				
Dane verimi (DV)	0.505**	0.217*	0.219*	0.346**	0.259**	0.972**			
Hasat indeksi (HI)	0.132	-0.216*	-0.154	-0.388**	0.296**	0.465**	0.593**		
100 dane ağırlığı (DA)	0.526**	0.219*	0.077	-0.643**	0.272**	0.703**	0.722**	0.647**	
Soğuğa dayanıklılık skalası (SD)	0.366**	0.043	0.023	-0.243**	-0.040	0.569**	0.556**	0.428**	0.491**

BB= Bitki boyu, İY= İlk bakla yüksekliği, BD= Bitkide dal sayısı, BS= Bitkide bakla sayısı, DS= Baklada dane sayısı, BV= Biyolojik verim, DV= Dane verimi, HI= Hasat indeksi, DA= 100 dane ağırlığı ve SD= Soğuğa dayanıklılık skalası.

* : p<0.05 önem seviyesindeki istatistiki farkları, ** : p<0.01 önem seviyesindeki istatistiki farkları göstermektedir.

Ölçülen özellikler temel bileşen analizi sonucuna göre 4 gruba ayrılmıştır. Dane verimi (-0.433), biyolojik verim (-0.433) ve 100 dane ağırlığı (-0.427) ilk grubu oluşturmuşlardır. Bitkide dal sayısı (-0.593), hasat indeksi (0.410) ve bitkide bakla sayısı (-0.389) 2. gruba dahil olmuşlardır. İlk bakla yüksekliği (0.597) ve bitki boyu (0.360) özellikleri de 3. grubu oluşturmuşlardır. Baklada dane sayısı (-0.839) ve soğuğa dayanıklılık (0.442) özellikleri ise ikisi birlikte son grupta yer almışlardır (Çizelge 4.8).

Dane verimi, biyolojik verim, 100 dane ağırlığı, bitkide dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve baklada dane sayısı özelliklerinin negatif, hasat indeksi, ilk bakla yüksekliği, bitki boyu ve soğuğa dayanıklılık özellikleri de pozitif etkiler göstermişlerdir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Tek yıllık *Vicia* genotiplerinde soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için temel bileşen analizi sonuçları

Verim kriterleri	Temel Bileşenler			
	TB1	TB2	TB3	TB4
Dane verimi (g)	-0.433	-0.113	-0.210	-0.083
Biyolojik verim (g)	-0.433	-0.216	-0.129	-0.023
100 dane ağırlığı (g)	-0.427	0.100	-0.049	-0.011
Bitkide dal sayısı (cm)	-0.012	-0.593	-0.410	-0.214
Hasat indeksi (%)	-0.310	0.410	-0.319	-0.068
Bitkide bakla sayısı (adet)	0.288	-0.389	-0.340	-0.196
İlk bakla yüksekliği (cm)	-0.184	-0.362	0.597	-0.043
Bitki boyu (cm)	-0.330	-0.285	0.360	0.060
Baklada dane sayısı (adet)	-0.155	0.215	0.108	-0.839
Soğuğa dayanıklılık skalası (1-5)	-0.309	-0.015	-0.233	0.442
Eigen değerleri	4.309	1.579	1.531	1.005
Varyasyonun açıklanan oranı (%)	43.1	15.8	15.3	10.1
Varyasyonun toplam oranı (%)	43.1	58.9	74.2	84.2

Tek yıllık *Vicia* genotipleri için ölçülen özellikler faktör analizi sonucunda 4 faktör altında incelenmiştir. Analiz sonucunda ortaya çıkan bu 4 faktörün toplam varyansı % 84.3 oranında açıkladığı belirlenmiştir. Dane verimi (-0.900), biyolojik verim (-0.900), 100 dane ağırlığı (-0.886), bitki boyu (-0.686), hasat indeksi (-0.644), soğuğa dayanıklılık skalası (-0.642) ve bitkide bakla sayısı (0.597) özellikleri ilk grubu oluşturmuşlardır. Bitkide dal sayısı (-0.746), ilk bakla yüksekliği (0.738) ve baklada dane sayısı (-0.841) özellikleri ise tek başlarına sırasıyla 2. 3. ve 4. grupları oluşturmuşlardır (Çizelge 4.9).

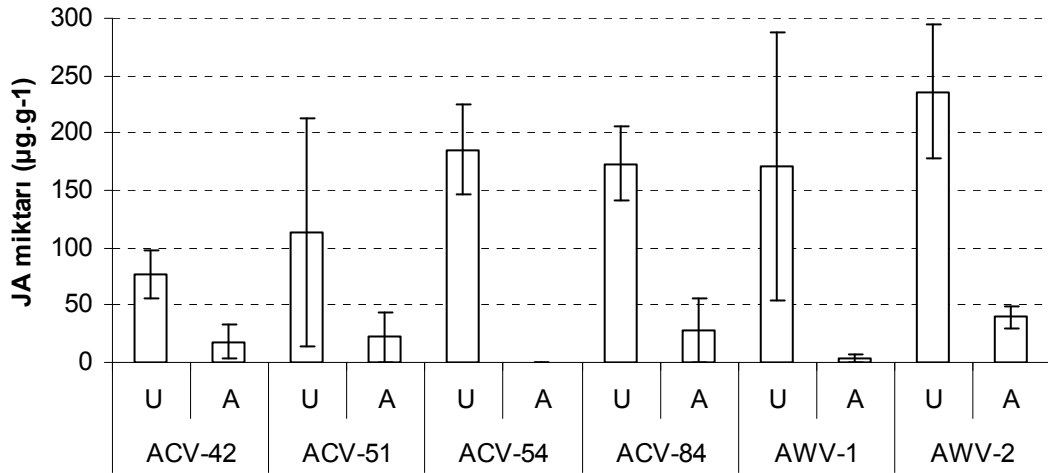
Dane verimi, biyolojik verim, 100 dane ağırlığı, bitki boyu, hasat indeksi, bitkide dal sayısı ve baklada dane sayısı özellikleri negatif etkiler yaparak, bitkide bakla sayısı ve ilk bakla yüksekliği özellikleri de pozitif etkiler yaparak faktörleri oluşturmuşlardır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Tek yıllık *Vicia* genotiplerinde soğuğa dayanıklılık skalası ve verim kriterleri için faktör analizi sonuçları

Verim kriterleri	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4
Dane verimi (g)	-0.900	-0.142	-0.260	-0.083
Biyolojik verim (g)	-0.900	-0.271	-0.159	-0.023
100 dane ağırlığı (g)	-0.886	0.126	-0.060	-0.011
Bitki boyu (cm)	-0.686	-0.358	0.445	0.060
Hasat indeksi (%)	-0.644	0.515	-0.395	-0.068
Soğuğa dayanıklılık skalası (1-5)	-0.642	-0.019	-0.288	0.443
Bitkide bakla sayısı (adet)	0.597	-0.489	-0.421	-0.196
Bitkide dal sayısı (cm)	-0.025	-0.746	-0.507	-0.215
İlk bakla yüksekliği (cm)	-0.382	-0.454	0.738	-0.043
Baklada dane sayısı (adet)	-0.323	0.271	0.134	-0.841
Varyans	4.309	1.579	1.531	1.005
% Varyans	43.1	15.8	15.3	10.1

4.5. Jasmonik Asit ve Soğuga Dayanıklılık

Vicia genotiplerinde jasmonik asit içeriği ortalaması Ürkütlü deneme yeri için $159.29 \mu\text{g.g}^{-1}$ ve Antalya deneme yeri için ise $18.54 \mu\text{g.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Genotiplerin jasmonik asit değerlerine bakıldığında, Ürkütlü deneme yerinden elde edilen verilerin Antalya deneme yerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Jasmonik asit seviyesinin soğuk stresli çevrede soğuk stresi olmayan stressiz çevreye göre arttığı anlaşılmaktadır. Bu da tek yıllık *Vicia* türlerinde jasmonik asidin soğuga dayanıklılık mekanizması üzerine etkisi olabileceğini göstermektedir. Ürkütlü deneme yerine ait en düşük rakam $76.87 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-42 (*V. faba*) genotipine, en yüksek rakamın ise $235.77 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWV-2 (*V. narbonneensis*) genotipinde olduğu kaydedilmiştir. Antalya deneme yerinden (soğuk stresi olmayan) alınan örneklerde ise; ACV-54 (*V. faba*) genotipinde en yüksek değerin $39.61 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWV-2 (*V. narbonneensis*) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Seçilen genotiplerin jasmonik asit içerikleri

Jasmonik asit için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; jasmonik asidin soğuk stresi koşullarında arttığı ve genotipler arasında da istatistiki olarak ($P < 0.05$) bir fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10). Genotipler ile deneme yeri arasındaki interaksiyon istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Seçilen genotiplerde jasmonik asit için varyans analizi sonuçları

Genotip*	Deneme yeri*	JA ($\mu\text{g/g}^{-1}$)
ACV-42	Ürkütlü	76.87 ABCa
	Antalya	17.64 BCb
ACV-51	Ürkütlü	112.83 ABCa
	Antalya	22.11 BCb
ACV-54	Ürkütlü	185.71 ABa
	Antalya	0.00 Cb
ACV-84	Ürkütlü	173.07 ABCa
	Antalya	28.21 BCb
AWV-1	Ürkütlü	171.36 ABCa
	Antalya	3.65 Cb
AWV-2	Ürkütlü	235.77 Aa
	Antalya	39.61 BCb
F _{genotip}		0.72 ^{öd}
F _{deneme veri}		22.68**
F _{genotip x deneme veri}		0.57 ^{öd}

* Veriler Duncan karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$)

Büyük harfler genotipler arasındaki, küçük harfler deneme yerleri arasındaki istatistiki farklılığı göstermektedir.

Pedranzani vd (2007) sahil çamının (*Pinus pinaster*) sürgünlerinde soğuk stresi üzerine jasmonatların etkisi üzerine yaptıkları çalışmada Gredos populasyonunun 72 saatlik soğuk uygulaması ardından jasmonik asit içeriğinin 2 kat arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzeri sonuç bulunmuştur.

Soğuğa dayanıklılık için fizyolojik ve moleküler mekanizmalar gibi biyokimyasal seleksiyon kriterleri de oldukça önemlidir (Arbaoui vd 2008). Arbaoui ve Link (2008) baklada yağ asidi kompozisyonu ile dona dayanıklılığın pozitif ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da soğuğa maruz kalan genotiplerin jasmonik asit içeriklerinin stressiz koşullardakilere göre önemli derecede arttığı bulunmuştur.

4.6. Serbest Şekerler ve Soğuğa Dayanıklılık

Soğuğa dayanıklı ve hassas olarak seçilen genotiplerde serbest şekerler ve jasmonik asit için varyans analizi yapılmış ve elde edilen veriler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Seçilen genotiplerde serbest şekerler için varyans analizi sonuçları

Genotip*	Deneme yeri*	Ksiloz ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Fruktoz ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Glukoz ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Sakaroz ($\mu\text{g/g}^{-1}$)	Toplam Şeker ($\mu\text{g/g}^{-1}$)
ACV-42	Ürkütlü	114.92 BCa	273.08 Ca	288.86 EFa	1640.25 Aa	2317.11 BCa
	Antalya	60.27 Cb	180.28 Cb	124.50 Fb	1060.83 BCDEb	1425.88 CDb
ACV-51	Ürkütlü	146.54 BCa	142.43 Ca	446.38 DEa	1509.76 ABa	2245.11 BCa
	Antalya	222.52 BCb	230.70 Cb	403.44 DEFb	1267.12 ABCb	2123.78 BCDB
ACV-54	Ürkütlü	143.42 BCa	230.60 Ca	269.44 EFa	1004.69 BCDEa	1648.15 CDa
	Antalya	124.21 BCb	176.60 Cb	196.02 EFb	683.49 DEb	1180.33 Db
ACV-84	Ürkütlü	460.71 BCa	268.22 Ca	319.33 EFa	1408.02 ABa	2456.28 BCa
	Antalya	70.58 Cb	166.90 Cb	159.11 EFb	1013.13 BCDEb	1409.72 CDb
AWV-1	Ürkütlü	1244.07 Aa	1200.62 Aa	1000.18 ABa	1018.11 BCDEa	4462.97 Aa
	Antalya	524.33 Bb	944.07 Bb	822.48 BCb	733.53 CDEb	3024.41 Bb
AWV-2	Ürkütlü	977.24 Aa	1412.89 Aa	1225.30 Aa	1220.07 ABCDa	4835.49 Aa
	Antalya	432.68 BCb	710.36 Bb	645.59 CDb	540.16 Eb	2328.78 BCb
F _{genotip}		16.84**	54.75**	37.98**	7.5**	31.84**
F _{deneme veri}		17.19**	14.52**	19.27**	30.42**	59.11**
F _{genotip x deneme veri}		3.94*	5.29**	3.03*	0.89 ^{öd}	5.92**

* Veriler Duncan karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$)

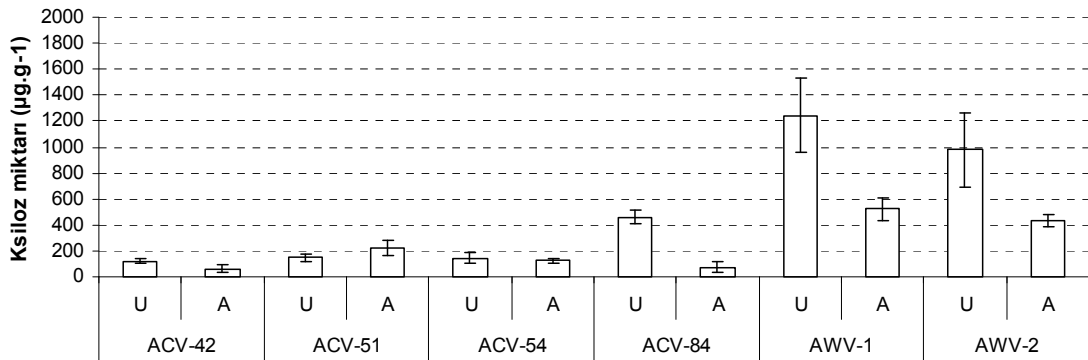
Büyük harfler genotipler arasındaki, küçük harfler deneme yerleri arasındaki istatistiki farklılığı göstermektedir.

4.6.1. Ksiloz

Ksiloz için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ksiloz miktarının soğuk stresi koşullarında arttığı ve genotipler arasında da istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu

saptanmıştır (Çizelge 4.11). Genotipler ile deneme yeri arasındaki interaksiyon açısından istatistiki olarak ($P < 0.05$) bir fark olduğu belirlenmiştir.

Bakla genotiplerinin yapraklarında odun şekeri olarak bilinen ksiloz içeriği ortalaması Ürkütlü deneme yeri için $515.11 \mu\text{g.g}^{-1}$ ve Antalya deneme yeri içinde $239.10 \mu\text{g.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Genotiplerin ksiloz içerikleri incelendiğinde, ACV-51 genotipi hariç Ürkütlü deneme yerinden elde edilen verilerin Antalya deneme yerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Soğuk stresi koşullarında *V. nannonensis* genotiplerinin *V. faba* genotiplerine göre ksiloz içerikleri ortalama 5 kat yüksek bulunmuştur. Ürkütlü deneme yerine ait en düşük rakam $118.67 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-42 (*V. faba*) genotipine, en yüksek rakamın ise $1244.07 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWW-1 (*V. nannonensis*) genotipinde olduğu kaydedilmiştir. Antalya deneme yerinden elde edilen en düşük değer $60.27 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-42 (*V. faba*) genotipine, en yüksek rakamın ise $524.33 \mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWW-1 (*V. nannonensis*) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Seçilen genotiplerin ksiloz içerikleri

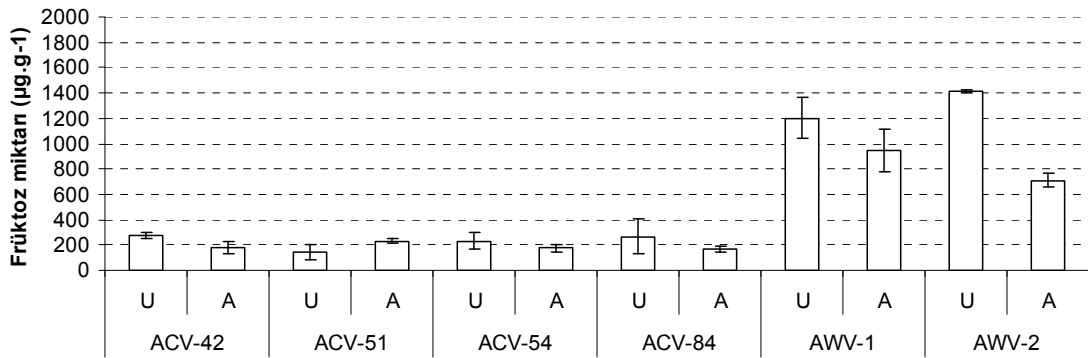
Genotipler arasında ise en yüksek ksiloz içeriği *V. narbonensis* türüne ait AWW-1 ve AWW-2 genotipleri sergilemiştir (Çizelge 4.11).

4.6.2. Fruktoz

D-Fruktoz (Levüloz): Bir ketoz şeker olan fruktoz, serbest halde tatlı meyvelerde bulunur. Serbest halde iken genellikle piranoz formunda, bileşik halde ise furanoz

formundadır. Sakaroz ve rafinoz gibi oligosakkaritlerin yapısında bulunur (Köksel 2007).

Vicia genotiplerinde fruktoz içeriği ortalaması Ürkütlü deneme yerinde 587.97 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ve Antalya deneme yerinde 401.48 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Genotiplerin fruktoz içerikleri incelendiğinde, ACV-51 genotipi hariç Ürkütlü deneme yerinden elde edilen verilerin Antalya deneme yerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Soğuk stresi koşullarında *V. narnonensis* genotiplerinin *V. faba* genotiplerine göre fruktoz içerikleri ortalama 5-6 kat yüksek bulunmuştur. Ürkütlü deneme yerine ait en düşük rakam 142.43 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-51 (beyaz çiçekli) genotipine, en yüksek rakamın ise 1412.89 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWV-2 (*V. narnonensis*) genotipinde olduğu kaydedilmiştir. Antalya deneme yerinden elde edilen en düşük değer 166.9 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-84 (*V. faba*) genotipine, en yüksek rakamın ise 944.07 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWV-1 (*V. narnonensis*) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.27).



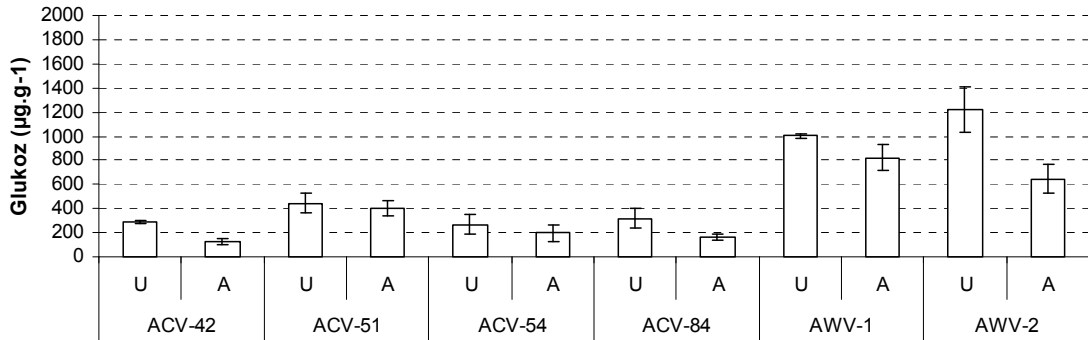
Şekil 4.27. Seçilen genotiplerin fruktoz içerikleri

Fruktoz için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; fruktoz miktarının soğuk stresi koşullarında arttığı ve genotipler arasında da istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11). Genotipler ile deneme yeri arasındaki interaksiyon açısından istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu belirlenmiştir.

4.6.3. Glukoz

D-Glukoz (Dekstroz): D-Glukoz biyokimyasal olaylardaki rolü de göz önüne alındığında, doğada en yaygın olarak bulunan önemli bir monosakkarittir. Üzüm şekeri de denilen glukoz serbest halde olgun meyvelerde, balda ve birçok hayvanın kanında bulunur. Bileşik halde ise, birçok polisakkaritin tamamını ya da bir bölümünü oluşturur (Köksel 2007).

Vicia genotiplerinde glukoz içeriği ortalaması Ürkütlü deneme yeri için 591.58 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ve Antalya deneme yeri içinde 391.86 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Genotiplerin glukoz içerikleri incelendiğinde, tüm genotiplerde Ürkütlü deneme yerinden elde edilen verilerin Antalya deneme yerine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Stresli koşullarda en düşük değerin 269.44 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-54 (beyaz çiçekli) genotipinde, en yüksek değerin ise 1225.3 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWW-2 (*V. narnonensis*) genotipinde olduğu kaydedilmiştir. Stressiz koşullarda elde edilen en düşük değerin 124.5 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-42 (*V. faba*) genotipinde, en yüksek değerin ise 822.48 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWW-1 (*V. narnonensis*) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Seçilen genotiplerin glukoz içerikleri

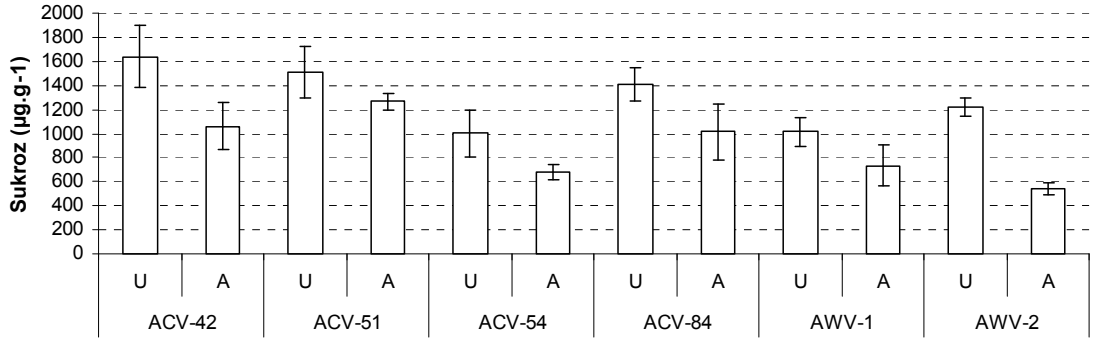
Glukoz için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; glukoz miktarının soğuk stres koşullarında arttığı ve genotipler arasında da istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11). Seçilen genotipler ile deneme yeri arasındaki interaksiyon açısından istatistiki olarak ($P < 0.05$) bir fark olduğu belirlenmiştir.

4.6.4. Sakaroz

Sakaroz (Sukroz): Şeker pancarı veya şeker kamışından elde edilen sakaroz, glukoz ve fruktozdan oluşan bir disakkarittir. Birçok bitkinin yapısında bulunan sakaroz, kendisini oluşturan α -D-glukopiranoz ve β -D-früktofuranoz anomerik karbon atomlarından kovalent olarak birleştiği için indirgen bir şeker değildir. Sakaroz bitki biyokimyasında önemli bir moleküldür. Bitki yapısı ve bileşiminde en büyük yeri tutan nişasta ve selülozun yapı taşını D-glukoz oluşturduğu halde, sakaroz fotosentez sonrası bitki yapısında görülen başlıca ara üründür. Sakaroz bitkilerin yapısındaki klorofil tarafından absorbe edilen fotosentetik enerji ile üretilir. Fotosentez sırasında yapraklarda üretilen şeker, bitki dolaşım sistemi aracılığı ile bitkinin diğer bölümlerine genelde sakaroz halinde taşınır. İndirgen şeker olmaması, sakarozu oksidatif ve hidrolitik etkilere karşı koruduğu için yapraklardan diğer bitki dokularına taşıma sırasında sakaroz, D-glukoza göre daha avantajlıdır. Sakarozun tüm bitkiler tarafından üretilmesine karşın, iki bitki (şeker pancarı ve şeker kamışı) ticari amaçla şeker üretimini mümkün kılacak oranlarda bu şekeri üretir ve bünyelerinde depolarlar (Köksel 2007).

Vicia genotiplerinde ortalama sakaroz içeriği Ürkütlü deneme yeri için 1300.15 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ve Antalya deneme yeri içinde 883.04 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Genotiplerin sakaroz içerikleri incelendiğinde, tüm genotiplerde stresli koşullardan elde edilen verilerin stressiz koşullara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Stresli koşullarda en düşük değerin 1004.69 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-54 (beyaz çiçekli) genotipinde, en yüksek değerin ise 1640.25 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-42 (*V. faba*) genotipinde olduğu kaydedilmiştir. Stressiz koşullarda elde edilen en düşük değer 540.16 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWW-2 (*V. narbonensis*) genotipine, en yüksek rakamın ise 1267.12 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-51 (beyaz çiçekli) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.29).

Sakaroz için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; sakaroz miktarının soğuk stresi koşullarında arttığı ve genotipler arasında da istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11). Seçilen genotipler ile deneme yeri arasındaki interaksiyon açısından istatistiki olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.29. Seçilen genotiplerin sakaroz içerikleri

In-vitro ortamda yetiştirilen ve soğuk uyumu kazandırılan zeytin sürgünlerinde soğuk uyumunun dona dayanıklılığı arttırdığı ve soğuk uyumu olmayan sürgünlerle karşılaştırıldığında % 50 öldürücü sıcaklığın (LT_{50}) 4 °C daha düşük olduğu bulunmuştur. Soğuk uyumu sağlanan sürgünlerde -15 °C’de zarar oluşurken, kontrol sürgünlerinde soğuk zararı -10 °C’de ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda ortamdaki % 6 (w/v) sakarozun hem soğuk uyumu sağlanmış hem de sağlanmamış bitkilerde yüksek dona dayanım sağladığı belirlenmiştir (Bartolozzi vd 2001).

Nohutta hassas kontrol olarak ele alınan ICCV 96029 ve ICCV 96030 hatları ile soğuğa dayanıklı hatlar kıyaslandığında, soğuğa dayanıklı hatların çoğunun tohumlarında önemli ölçüde sakaroz sentaz aktivitesi gözlemlenmiştir. Ayrıca, kontrol hatlarla karşılaştırıldığında dayanıklı genotiplerin gelişmekte olan tohum ve tohum kabuklarının daha yüksek antioksidan enzim aktivitesine (katalaz, askorbat peroksidaz ve glutahion reduktaz gibi) sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda; tohum kabuğundaki yüksek antioksidan enzim aktivitesinin ve sakaroz sentaz aktivitesinin gelişmekte olan tohumları soğuk stresinden koruduğu bildirilmiştir (Kaur vd 2009).

Bitkisel ürünlerin üretiminde ve hasat sonu muhafazası sırasında yaralanma, oksijen yetersizliği ve soğuk stresi ile sık sık karşılaşılmaktadır. Nişasta depolayan birçok bitki organında, karbon metabolizmasında anahtar bir enzim olan sakaroz sentazın ekspresyonu araştırılmıştır (Klotz ve Haagensohn 2008).

Sakaroz depolayan organlarda yaralanmanın, oksijen yetersizliğinin ve soğukun etkisini belirlemek için şeker pancarında yapılan bir çalışmada; yaralanıp, oksijensiz koşullarda düşük sıcaklıklara maruz bırakılan şeker pancarı köklerinde sakaroz sentaz aktivitesine katkı sağlayan iki gen (SBSS1 ve SBSS2) belirlenmiştir. 7 gün süreyle 2 °C’de soğuk uygulanmış şeker pancarı köklerinde soğuk uygulaması yapılmamış bitki kökleriyle kıyaslandığında SBSS1 düzeyleri 2 kat artarken, SBSS2 düzeyleri 2 kattan fazla arttığı gözlemlenmiştir (Klotz ve Haagensohn 2008).

Şekerler düşük sıcaklıkta pek çok bitkide birikir ve osmotik düzenlemede soğuktan korumada rol alır. Soğuk koşullarda yumrulara biriken şekerler nişastadan türemektedirler. Patates yumrularının düşük depo sıcaklıklarına transferi; sakaroz fosfat sentazın (SPS) yeni bir formunun ortaya çıkmasına, kinetik özelliklerde bir değişikliğe, heksoz-fosfatta azalmaya ve 2-4 günden sonra sakaroz sentezinin uyarılmasına yol açmaktadır (Krause vd 1998).

Lahana fidelerinde dona dayanıklılık ile şeker içeriği arasındaki ilişki araştırılmış ve soğuk uyumu için düşük sıcaklıklara (5 °C) maruz bırakılan fideler -6 °C’ye kadar dona dayanıklılık kazanmıştır. Dona dayanıklılığın derecesi düşük sıcaklığa maruz kalma süresiyle (10 gün kadar) birlikte artmıştır. Lahana yapraklarında sakaroz, glukoz, fruktoz ve *myo*-inositol çözünür şekerler olarak belirlenmiş ve *myo*-inositol hariç tüm şekerler ve nişasta soğuk uyumu boyunca yavaş yavaş artmıştır. Çözünür şekerlerin ve nişastanın dona dayanıklılıkla pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ancak uyarılan dona dayanıklılık, kontrol sıcaklıklarına döndükten sadece 1 gün sonra kaybedilmiş ve bu değişiklik şeker içeriğindeki büyük azalmayla ilişkilendirilmiştir (Sasaki vd 1996).

Yine lahana fidelerinde şeker konsantrasyonlarındaki değişikliklerden sorumlu enzimleri belirlemek için yapılan bir çalışmada, soğuk uyumu boyunca sakaroz sentaz aktivitesinin soğuk uyumundan öncekine göre 3 kata kadar arttığı tespit edilmiştir. Ama deaklimasyon boyunca soğuk uyumundan önceki aktivite düzeyine düşmüştür. Soğuk uyumu boyunca sakaroz fosfat sentaz aktivitesi de soğuk uyumu boyunca artmış ama deaklimasyon boyunca soğuk uyumundan önceki aktivite düzeyine düşmüştür. Ancak, asit invertaz enzim aktivitesi için böyle bir ilişki saptanmamıştır. Sonuçlar asit invertaz

hariç SS ve SPS enzimlerinin, soğuk uyumu ve deaklimasyon tarafından düzenlendiğini ve lahana yapraklarındaki dona dayanıklılığın kazanılmasında ve şeker birikiminde önemli rol oynadığı gösterilmiştir (Sasaki vd 2001).

Şeker metabolizması, kışa dayanıklılıkla ilgili önemli faktörlerden biridir. Sakaroz biyosentezinin keşfinden bu yana onun biyosentezi ve kritik rolüyle ilgili önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Bhowmik vd 2006).

Bhowmik vd (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, çok yıllık ingiliz çiminde (*Lolium perenne* L.) soğuk uyumu boyunca glukoz, fruktoz ve sakaroz'daki değişiklikler önemli bulunmuştur. Sakaroz içeriği AI ile negatif, SS ve SPS ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Sonuçlar ingiliz çiminde AI, SS ve SPS enzimlerinin soğuk uyumuna göre düzenlendiğini ve dona dayanıklılığın kazanılmasında ve şeker birikiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Buğday (*Triticum aestivum* L.) fideleri 0 °C'nin üzerindeki 2-4 °C'lik üşüme sıcaklıklarına maruz bırakıldığında sakaroz birikmekte ve sakaroz sentaz aktivitesi artmaktadır. Sakaroz sentaz enziminin soğuk stresi için bitki savunmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Crespi vd 1991).

Ticari olarak yetiştirilen bir şeker pancarı çeşidinde (Hilma) soğuğa dayanıklılığın geliştirilmesi için in vitro seleksiyonuyla ilgili olarak kültür ortamına ilave edilen yüksek miktarda (% 3) sakaroz ve benzil adeninin soğuk dayanımına katkı sağladığı bildirilmiştir (Dix vd 1994).

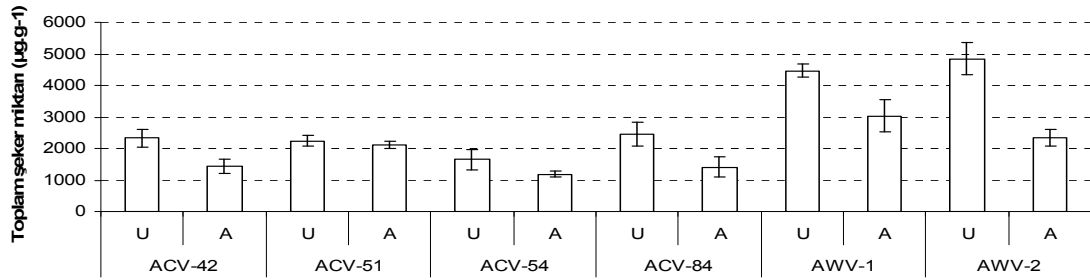
Soğuğa dayanıklı (*Saccharum sinense* R. cv. Yomitanzan ve *Saccharum* sp. cv. NiF4) ve hassas (*S. officinarum* L. cv. Badila) şeker kamışı çeşitlerinin yapraklarında sakaroz içeriğinin, kontrol bitkilerine göre 2.5-3.5 kat arttığı gözlenmiştir (Du ve Nose 2002).

Kışlık çavdarda (*Secale cereale* L. cv Musketeer) soğuk uyumunun ardından fotosentez kapasitesindeki artışla paralel ribuloz-1,5-bisfosfat karboksilaz/oksijenaz ve

sakaroz fosfat sentaz aktivitesinde bir artış ve ilgili metabolitlerin rezervlerinde 3-4 katlık bir artış olmuştur (Hurry vd 1994).

4.6.5. Toplam şeker

Vicia genotiplerinde toplam şeker içeriği ortalaması Ürkütlü deneme yeri için 2994.81 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ve Antalya deneme yeri içinde 1915.48 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Genotiplerin toplam şeker içerikleri incelendiğinde, tüm genotiplerde stresli koşullardan elde edilen verilerin stressiz koşullara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Stresli koşullarda en düşük rakam 1648.15 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-54 (beyaz çiçekli) genotipine, en yüksek rakamın ise 4835.49 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWV-2 (*V. narnonensis*) genotipinde olduğu kaydedilmiştir. Stressiz koşullarda elde edilen en düşük değer 1180.33 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile ACV-54 (beyaz çiçekli) genotipine, en yüksek rakamın ise 3024.41 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile AWV-1 (*V. narnonensis*) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Seçilen genotiplerin toplam şeker içerikleri

Toplam şeker üzerine yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; toplam şeker miktarının soğuk stresi koşullarında arttığı ve genotipler arasında da istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11). Seçilen genotipler ile deneme yeri arasındaki interaksiyon açısından istatistiki olarak ($P < 0.01$) bir fark olduğu belirlenmiştir.

Murray vd'nin (1988) aktardığına göre, Açıkgöz (1982) yemlik baklagillerde toplam karbonhidrat ve toplam şeker içeriğinin soğuğa dayanıklılıkla pozitif ilişkili olduğunu bildirmiştir. Üç farklı düşük hava sıcaklığında (-16, -12, -8 °C) soğuğa

tolerans ve toplam şeker içeriği arasındaki korelasyonlar incelenmiş ve en yüksek korelasyon -12 °C’de belirlenmiştir.

4.7. Serbest Şekerler, Jasmonik Asit ve Soğuğa Dayanıklılık Arasındaki İlişkiler

Soğuğa dayanıklı ve hassas olarak seçilen genotiplerde serbest şekerler, jasmonik asit ve soğuğa dayanıklılık arasındaki ilişkiler için korelasyon analizi yapılmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Soğuğa dayanıklılık üzerine serbest şekerler, toplam şeker ve jasmonik asit arasındaki korelasyonlara bakıldığında; sakaroz hariç diğer biyokimyasal karakterlerin negatif yönde ilişkiler gösterdiği ve bu ilişkiler incelendiğinde sadece fruktozun % 5 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Soğuğa dayanıklılık üzerine incelenen biyokimyasal özelliklerden en yüksek korelasyonun soğuğa dayanıklılık ve fruktoz arasında (-0.391) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Fruktozun soğuğa dayanıklılıkla ilişkisinin negatif olması, soğuğa dayanıklılık skala değerlerinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen veriler göz önüne alındığında; soğuğa dayanıklılık üzerine incelenen özelliklerden fruktozun soğuğa dayanıklılıkla ilişkisinin önemli olması biyokimyasal seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebileceği yönünde yorumlanmıştır.

Diğer özellikler arasındaki ilişkilere bakıldığında en yüksek korelasyonun toplam şeker ile glukoz (0.921) arasında olduğu ve bunu sırasıyla glukoz ile fruktoz (0.917), toplam şeker ile ksiloz (0.885) ve toplam şeker ile fruktoz (0.873) arasındaki ilişkilerin izlediği belirlenmiştir. En düşük korelasyon ise sakaroz ve ksiloz arasında saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Seçilen genotiplerde soğuğa dayanıklılık ve serbest şekerler ve jasmonik asit arasındaki korelasyonlar

Özellikler	Ksiloz	Fruktoz	Glukoz	Sakaroz	Toplam şeker	Jasmonik asit
Fruktoz	0.774**					
Glukoz	0.833**	0.917**				
Sakaroz	-0.008	-0.146	-0.043			
Toplam şeker	0.885**	0.873**	0.921**	0.262		
Jasmonik asit	0.301	0.335*	0.359*	0.091	0.369*	
Soğuğa dayanıklılık	-0.293	-0.391*	-0.222	0.030	-0.305	-0.042

* : $p < 0.05$ önem seviyesindeki istatistiki farkları, ** : $p < 0.01$ önem seviyesindeki istatistiki farkları göstermektedir.

Chang vd (2010) tarafından çeltik polisakkaritlerinin kimyasal ve fizyokimyasal özellikleri üzerine soğuk stresinin etkisi araştırılmış ve çeltik için polisakkaritler arasında temel şekerin arabinoz olduğu bulunmuştur. Soğuk stresine maruz kalan fidelerde fukoz ve arabinoz miktarları azalırken, glukoz ve fruktoz şekerlerinin stresin süresine paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. Galaktoz ve mannoz ise soğuk stresi ile ilişkilendirilememiştir. Glukoz ve fruktozun soğuk stresi ile arasındaki korelasyonlar pozitif olarak belirlenmiştir. Çeltikte elde edilen bu veriler baklada soğuğa dayanıklılıkla ilgili yapılan çalışmayla fruktoz açısından benzerlik göstermiştir.

Buna karşın çok yıllık ingiliz çiminin (*Lolium perenne* L.) soğuğa dayanıklılığı üzerine yapılan çalışmada fruktanlar baskın karbonhidrat olmasına rağmen glukoz, fruktoz ve sakaroz'daki değişiklikler soğukla ilişkilendirilmiştir (Bhowmik vd 2006).

Ayrıca, bezelye yapraklarında soğuk koşullarda teşvik edilen oksidatif stres sonucunda toplam şeker içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca soğuk koşullarda bezelye yapraklarında oksidatif stresin artmasıyla fruktoz, fruktoz 6-fosfat (F6P) ve fruktoz 1,6-bisfosfatın (FBP) soğuk stresi koşullarında fizyolojik dengenin sağlanmasında ve enzimatik olmayan savunma mekanizmasında önemli rol oynadığı saptanmıştır (Bogdanovic vd 2008).

5. SONUÇ

Bu çalışmada; 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarında fide aşamasında 109 bakla genotipi, 3 koca fiğ genotipi (*V. narbonensis* L.) ve 2 *V. montbretii* Fisch. et C.A. Mey genotipini içeren toplam 114 genotip soğuğa tolerans için gözlemlenmiştir. Yetiştirilen genotiplerin soğuğa dayanıklılıkları (1-5 skalası ile) ve tarımsal özellikleri belirlenmiştir. Baklada ACV-51 ve ACV-54 genotipleri soğuğa hassas olarak seçilirken, ACV-42 ve ACV-84 bakla genotipleri ile AWW-1 ve AWW-2 koca fiğ genotipleri soğuğa dayanıklı genotipler olarak seçilmiştir. Soğuğa dayanıklı ve hassas olarak belirlenen genotipler 2008-2009 yetiştirme sezonunda Ürkütlü (stresli) ve Antalya (stressiz) deneme alanlarında tekrar ekilmişler ve yapılacak olan analizler için yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örneklerinde serbest şeker (ksiloz, fruktoz, glukoz, sakaroz) ve jasmonik asit analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda aşağıdaki sonuçlar ve öneriler ortaya çıkmıştır.

1. Soğuğa dayanıklılık gözlemleri sonucunda; *V. narbonensis* ve *V. montbretii* yabani genotiplerinin soğuğa dayanıklılık bakımından *V. faba* kültür formu genotiplerinden daha üstün oldukları saptanmıştır. Kültür formları içersinde de beyaz çiçekli genotiplerin koyu renk çiçek taşıyan genotiplere göre soğuğa daha hassas oldukları belirlenmiştir.
2. Denemede kullanılan genotiplerin soğuğa dayanımı üzerine yapılan ilişki analizlerinde dane ağırlığı ve biyolojik verimin soğuk stresi için en önemli tarımsal seleksiyon kriterleri olduğu saptanmıştır.
3. Ayrıca, stres koşullarına maruz bırakılan bitkilerde jasmonik asit içeriğinin arttığı ve *V. narbonensis* yabani genotiplerinin *V. faba* kültür genotiplerine göre daha fazla jasmonik asit içerdiği kaydedilmiştir.
4. Seçilen genotiplerde yapılan şeker analizleri sonucunda, yine stresle birlikte bitkide hem serbest şeker içeriğinde hem de buna paralel olarak toplam şeker içeriğinde bir artış meydana geldiği saptanmıştır. *V.*

narbonensis yabani genotiplerinin *V. faba* kültür genotiplerine göre daha fazla şeker içerdiği belirlenmiştir.

5. Sonuç olarak; soğuk stresine maruz bırakılan bitki dokularında JA ve serbest şeker içeriğinin bitkileri soğuk zararından korumak amacıyla bitki tarafından arttırıldığı bulunmuştur. Ayrıca, incelenen biyokimyasal kriterlerden fruktozun soğuğa dayanıklılık çalışmalarında biyokimyasal seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen veriler ışığında; soğuğa dayanıklılık ile ilgili değerlendirilen kriterlerin dışında afidler gibi entomolojik seleksiyon kriterlerinin, çiçek ve dane rengi ile gövde pigmentasyonunun ve bitki gelişim formları gibi morfolojik seleksiyon kriterlerinin de görsel olarak değerlendirilebileceği önerilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- ABD EL-MONEIM, A.M. and COCKS, P.S. 1993. Adaptation and yield stability of selected lines of *Lathyrus* spp. under rainfed conditions in West Asia. *Euphytica*, 66: 89-97.
- AÇIKGÖZ, E. 1982. Cold tolerance and its association with seedling morphology and chemical-composition in annual forage legumes. 1. Field peas (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L. *poir*). *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung-Journal of plant breeding*, 88(2): 118-126.
- ALLEN, D.J. and ORT, D.R. 2001. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in Plant Science*, 6: 36-42.
- ANONİM, 1988. Yaprak ve toprak analiz metodları. II. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytinlik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü, İzmir.
- ANONİM, 2011. <http://www.nationalgeographic.com.tr/ngm/1101/konu.aspx?Konu=1>
- ARBAOUI, M. and LINK, W. 2006. Three approaches to screen faba bean (*Vicia faba* L.) For winter hardiness. International workshop on faba bean breeding and agronomy, Cordoba (Spain). 25-27 October, 2006, pp:222.
- ARBAOUI, M. and LINK, W. 2008. Effect of hardening on frost tolerance and fatty acid composition of leaves and stems of a set of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Euphytica*, 162: 211-219.
- ARBAOUI, M., BALKO, C. and LINK, W. 2008. Study of faba bean (*Vicia faba* L.) winter-hardiness and development of screening methods. *Field Crops Research*, 106: 60-67.
- ATICI, Ö., DEMİR, Y. and KOCAÇALISKAN, İ. 2003. Effects of low temperature on winter wheat and cabbage leaves. *Biologia Plantarum*, 46: 603-606.
- BADARUDDIN, M. and MEYER, D.W. 2001. Factors modifying frost tolerance of legume species. *Crop Science*, 41: 1911-1916.
- BAKHT, J., BANO, A. and DOMINY, P. 2006. The role of abscisic acid and low temperature in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerance. II. Effects on plasma membrane structure and function. *Journal of Experimental Botany*, 57: 3707-3715.
- BALABAN, M. ve SEPETOĞLU, H. 1991. Baklada farklı çeşit ve bitki sıklığının besin maddeleri alımı, büyüme ve verime etkisi ile bunlar arasındaki ilişkiler. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1): 293-298.

- BARTOLOZZI, F., MENCUCCINI, M. and FONTANAZZA, G. 2001. Enhancement of frost tolerance in olive shoots *in vitro* by cold acclimation and sucrose increase in the culture medium. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 67: 299–302.
- BERTAMINI, M., MUTHUCHELIAN, K., RUBINIGG, M., ZORER, R. and NEDUNCHEZHIAN, N. 2005. Photoinhibition of photosynthesis in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling). Effect of chilling nights. *Photosynthetica*, 43: 551-557.
- BERTAMINI, M., ZULINI, L., MUTHUCHELIAN, K. and NEDUNCHEZHIAN, N. 2007. Low night temperature effects on photosynthetic performance on two grapevine genotypes. *Biologia Plantarum*, 51: 381-385.
- BHOWMIK, P.K., TAMURA, K., SANADA, Y., TASE, K. and YAMADA, T. 2006. Sucrose metabolism of perennial ryegrass in relation to cold acclimation. *Zeitschrift fur Naturforschung C-A Journal of Biosciences*, 61: 99-104.
- BLACK, C.A. 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc., Newyork.
- BLACK, C.A. 1965. Methods of soil analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376.
- BOGDANOVIC, J., MOJOVIC, M., MILOSAVIC, N., MITROVIC, A., VUBINIC, L. and SPASOJEVIC, I. 2008. Role of fructose in the adaptation of plants to cold-induced oxidative stres. *European Biophysics Journal with Biophysics Letters*, 37: 1241–1246.
- BOIS, J.F., WINKEL, T., LHOMME, J.P., RAFFAILLAC, J.P. and ROCHETEAU, A. 2006. Response some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journal of Agronomy*, 25: 299-308.
- BOND, D.A., JELLIS, G.J., ROWLAND, G.G., LE GUEN, J., ROBERTSON, L.D., KHALIL, S.A. and LI-JUAN, L. 1994. Present status and future strategy in breeding faba beans (*Vicia faba* L.) for resistance to biotic and abiotic stresses, Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes, F.J. Muehlbauer, W.J. Kaiser (eds), Kluwer, Dordrecht, pp. 592–616.
- BOUYOUCOS, G.J. 1955. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4(9): 434.
- BROWSE, J. and XIN, Z. 2001. Temperature sensing and cold acclimation. *Current Opinion in Plant Biology*, 4: 241-246.
- CALCAGNO, F. and GALLO, G. 1993. Screening for Resistance to Abiotic Stresses. In: Breeding for Stres Tolerance in Cool-Season Food Legumes (eds. K.B. Singh and M.C. Saxena), A Wiley-Sayce Co-Publication, 57 Marlborough Road, St Leonards, Exeter EX2 4 LN, United Kingdom, pp:293-309.

- CANCI, H. and TOKER, C. 2009a. Evaluation of annual wild *Cicer* species for drought and heat resistance under field conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56: 1-6.
- CANCI, H. and TOKER, C. 2009b. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195: 47-54.
- CATTEL, R.B. 1965. Factor analysis: An introduction to essentials. I. The propose and underlying models. *Biometrics*, 21: 190-215.
- CEYLAN, F.O., CANCI, H., ERTÖY, N. and TOKER, C. 2006. Comparison of *Vicia* species for cold tolerance to pea and lupin species. International workshop on faba bean breeding and agronomy, 25-27 October 2006, Cordoba, Spain, pp 113-116.
- CHANG, M.C., CHIEN, W.F., CHAO, C.H. and LU, M.K. 2010. Effects of cold stress on alterations of physiochemical and chemical properties of rice polysaccharides. *Carbohydrate Polymers* 80: 373–376.
- CHENG, H.Y. and SONG, S.Q. 2006. Species and organ diversity in the effect of hydrogen peroxide on superoxide dismutase activity in vitro. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48 (6): 672-678.
- CHINNUSAMY, V., ZHU, J. and ZHU, J.K. 2006. Gene regulation during cold acclimation in plants. *Physiologia Plantarum*, 126: 52-61.
- CLARKE, H.J. and SIDDIQUE, K.H.M. 2004. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. *Field Crops Research*, 90: 323-334.
- CREELMAN, R.A. and MULLET, J.E. 1995. Jasmonic acid distribution and action in plants-regulation during development and response to biotic and abiotic stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 92: 4114-4119.
- CRESPI, M.D., ZABALETA, E.J., PONTIS, H.G. and SALERNO, G.L. 1991. Sucrose synthase expression during cold-acclimation in wheat. *Plant Physiology*, 96: 887-891.
- DAVIDSON, J.F. and SCHIESTL, R.H. 2001. Mitochondrial respiratory electron carriers are involved in oxidative stress during heat stress in *Saccharomyces cerevisiae*. *Molecular and Cellular Biology*, 21: 8483-8489.
- DE VIRVILLE, J.D., CANTREL, C., BOUSQUET, A.L., HOFFELTI, M., TENREIRO, A.M., PINTO, V.V., ARRABACA, J.D., CAIVEAU, O., MOREAU, F. and ZACHOWSKI, A. 2002. Homeoviscous and functional adaptations of mitochondrial membranes to growth temperature in soybean seedlings. *Plant Cell and Environment*, 25: 1289-1297.

- DEWEY, D. L. and LU, K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of cerested wheat grass seed production. *Agronomy Journal*, 51: 515-518.
- DIX, P.J., FINCH, I. and BURKE, J.I. 1994. Genotypic differences in cold tolerance are masked by high sucrose and cytokinin in shoot cultures of sugar-beet. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 36: 285-290.
- DOMISCH, T., FINÉR, L. and LEHTO, T. 2002. Growth, carbohydrate and nutrient allocation of Scots pine seedlings after exposure to simulated low soil temperature in spring. *Plant Soil*, 246: 75-86.
- DU, Y.C. and NOSE, A. 2002. Effects of chilling temperature on the activity of enzymes of sucrose synthesis and the accumulation of saccharides in leaves of three sugarcane cultivars differing in cold sensitivity. *Photosynthetica*, 40: 389-395.
- DUC, G., 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*, 53: 99–109.
- DÜZDEMİR, O. and ECE, A. 2011. Determining relationships among plant characteristics related to plant seed yield of broad bean (*Vicia faba* L.) sown in winter and summer seasons in transitional climate areas of Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(1): 73-82.
- EVLIYA, H. 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Sayı:10.
- FAOSTAT, 2009. Food and Agriculture Organization Statistics. <http://www.faostat.fao.org>. Erişim tarihi: Ekim 2011.
- FENNELL, A. and MARKHART, A.H. 1998. Rapid acclimation of root hydraulic conductivity to low temperature. *Journal of Experimental Botany*, 49: 879-884.
- FOWLER, S. and THOMASHOW, M.F. 2002. Arabidopsis transcriptome profiling indicates that multiple regulatory pathways are activated during cold acclimation in addition to the CBF cold response pathway. *Plant Cell*, 14: 1675-1690.
- FOYER, C.H. and NOCTOR, G. 2005. Oxidant and antioxidant signalling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in physiological context. *Plant Cell and Environment*, 28: 1056-1071.
- FOYER, C.H., VANACKER, H., GOMEZ, L.D. and HARBINSON, J. 2002. Regulation of photosynthesis and antioxidant metabolism in maize leaves at optimal and chilling temperatures: review. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40: 659-668.

- FUKUTA, N. and YUKAWA, T. 1998. Varietal difference in snow tolerance and growth characteristics of broad bean (*Vicia faba* L.). *Japanese Journal of Crop Science*, 67(4): 505-509.
- GUNDLACH, H., MULLER M.J., KUTCHAN T.M. and ZENK M.H. 1992. Jasmonic acid is a signal transducer in elicitor-induced plant cell cultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89: 2389-2393.
- GUPTA, N.K. and GUPTA, S. 2005. Plant Physiology. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, pp: 580.
- HAMDI, A. and ERSKINE, W. 1996. Reaction of wild species of the genus *Lens* to drought. *Euphytica* 91: 173-179.
- HAMDI, A., KUSMENOGLU, I. and ERSKINE, W. 1996. Sources of winter hardiness in wild lentil. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43: 63-67.
- HERZOG, H. 1978. Growth and cold tolerance of broad beans (*Vicia faba* L.). 1. Possible indirect criteria for frost hardiness during development of shoot. *Zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau-Journal of Agronomy and Crop Science*, 146(4): 303-314.
- HERZOG, H. 1979. Growth and cold tolerance of broad beans (*Vicia faba* L.) under different test conditions. 3. control by different growth-regulators. *Zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau-Journal of Agronomy and Crop Science*, 148(1): 72-82.
- HERZOG, H., 1987a. Freezing resistance and development of faba beans as affected by ambient temperatures, soil moisture and variety. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 159: 90–100.
- HERZOG, H., 1987b. A quantitative method to assess freezing resistance in faba beans. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 158: 195–204.
- HERZOG, H., 1989. Influence of pre-hardening duration and dehardening temperatures on varietal freezing resistance in faba beans (*Vicia faba* L.). *Agronomie (Paris)*, 9: 55–61.
- HERZOG, H., and OLSZEWSKI, A. 1998. A rapid method for measuring freezing resistance in crop plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 181: 71–79.
- HU, W.H., SHI, K., SONG, X.S., XIA, X.J., ZHOU, Y.H. and YU, J.Q. 2006. Different effects of chilling on respiration in leaves and roots of cucumber (*Cucumis sativus*). *Plant Physiology and Biochemistry*, 44: 837-843.
- HUANG, M. and GUO, Z. 2005. Responses of antioxidative system to chilling stress in two rice cultivars differing in sensitivity. *Biologia Plantarum*, 49: 81-84.

- HURRY, V.M., MALMBERG, G., GARDESTROM, P. and OQUIST, G. 1994. Effects of a short-term shift to low-temperature and of long-term cold hardening on photosynthesis and ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase and sucrose-phosphate synthase activity in leaves of winter rye (*secale-cereale* l). *Plant Physiology*, 106: 983-990.
- IRVING, R.M. and LANPHEAR, F.O. 1968. Regulation of Cold Hardiness of *Acer negundo*. *Plant Physiology*, 43:9-13.
- JACKSON, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- JANSEN, P.C.M. 1992. *Vicia faba* L., Plant Resources of South-East Asia, L.J.G. van der Maesen, S. Somaatmadja (eds), Prosea Foundation, Bogor, Indonesia, pp. 64-66.
- JIANG, Q.W., KIYOHARU, O. and RYOZO, I. 2002. Two novel mitogen-activated protein signaling components, OsMEK1 and OsMAP1, are involved in a moderate low-temperature signaling pathway in Rice1. *Plant Physiology*, 129: 1880-1891.
- KAÇAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 453.
- KAÇAR, B., KATKAT, A.V. ve ÖZTÜRK, Ş. 2002. Bitki Fizyolojisi, ss:563. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No. 198. Vipaş Yayınları, Bursa.
- KANG, H.M. and SALTVEIT, M.E. 2001. Activity of enzymatic antioxidant defence systems in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles. *Physiologia Plantarum*, 113: 548-556.
- KAPLAN, F., SUNG, D.Y. and GUY, C.L. 2006. Roles of β -amylase and starch breakdown during temperatures stres. *Physiologia Plantarum*, 126: 120-128.
- KARKACIER, M., ERBA  , M., USLU, M.K., AKSU, M., 2003. Comparison of different extraction and detection methods for sugars using amino-bonded phase HPLC. *Journal of Chromatographic Science*, 41: 331-333.
- KAUR, S., GUPTA, A.K., KAUR, N., SANDHU, J.S. and GUPTA, S.K. 2009. Antioxidative enzymes and sucrose synthase contribute to cold stress tolerance in chickpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195: 393-397.
- KLIMOV, S.V., POPOV, V.N., DUBININA, I.M., BURAKHANOVA, E.A. and TRUNOVA, T.I. 2002. The decreased cold-resistance of chilling-sensitive plants is related to suppressed CO₂ assimilation in leaves and sugar accumulation in roots. *Russian Journal of Plant Physiology*, 49: 776-781.
- KLOEK, A.P., VERBSKY, M.L., SHARMA, S.B., SCHOELZ, J.E., VOGEL, J., KLESSIG, D.F. and KUNKEL, B.N. 2001. Resistance to *Pseudomonas syringae*

- conferred by an *Arabidopsis thaliana* coronatine-insensitive (coi1) mutation occurs through two distinct mechanisms. *Plant Journal*, 26: 509–522.
- KLOTZ, K.L. and HAAGENSEN, D.M. 2008. Wounding, anoxia and cold induce sugarbeet sucrose synthase transcriptional changes that are unrelated to protein expression and activity. *Journal of Plant Physiology*, 165: 423-434.
- KNIGHT, H., TREWAVAS, A.J. and KNIGHT, M.R. 1996. Cold calcium signaling in *Arabidopsis* involves two cellular pools and a change in calcium signature after acclimation. *Plant Cell*, 8: 489-503.
- KÖKSEL, H. 2007. Karbonhidratlar. Saldamlı, İ. (ed) Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 49-132 s.
- KRATSCH, H.A. and WISE, R.R. 2000. The ultrastructure of chilling stress. *Plant Cell and Environment*, 23: 337-350.
- KRAUSE, K.P., HILL, L., REIMHOLZ, R., HAMBORG NIELSEN, T., SONNEWALD, U. and STITT, M. 1998. Sucrose metabolism in cold-stored potato tubers with decreased expression of sucrose phosphate synthase. *Plant, Cell and Environment*, 21: 285-299.
- KUK, I.Y., SIN, J.S., BURGOS, N.R., HWANG, T.E., HAN, O., CHO., B.H., JUNG, S. and GUH, J.O. 2003. Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage in rice plants. *Crop Science*, 43: 2109-2117.
- LADIZINSKY, G. and SAKAR, D. 1982. Morphological and cytogenetical and characterization of *Vicia montbretii* Fisch. and Mey. (Synonym: *Lens montbretii* Fisch. and Mey.) Davis and Plitmann. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 85: 209-212.
- LANG, V., MANTYLA, E., WELIN, B., SUNDBERG, B. and PALVA, E.T. 1994. Alterations in water status, endogenous abscisic acid content, and expression of *rab18* gene during the development of freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology*, 104: 1341-1349.
- LAWES, D.A., BOND, D.A. and POULSON, M.D. 1983. The Faba Bean. In: Hebblethwaite P.D. (ed.), Butterworth, London, pp. 23-76.
- LEE, D.H. and LEE, C.B. 2000. Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber: in gel enzyme activity assays. *Plant Science*, 159: 75-85.
- LEIPNER, J., FRACHEBOUD, Y. and STAMP, P. 1997. Acclimation by suboptimal growth temperature diminishes photooxidative damage in maize leaves. *Plant Cell and Environment*, 20: 366-372.

- LENG, P., ITAMURA, H., YAMAMURA, H. and DENG, X.M. 2000. Anthocyanin accumulation in apple and peach shoots during cold acclimation. *Scientia Horticulturae*, 83: 43-50.
- LICHTENTHALER, H.K., 1998, The stress concept in plants: An introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 851: 187-198.
- LINDSAY, W.L. and NORWELL, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3): 421-428.
- LINK, W., BALKO, C. and STODDARD, F.L. 2010. Winter hardiness in faba bean: Physiology and breeding. *Field Crops Research*, 115: 287–296.
- LOGAN, B.A., KORNYEYEV, D., HARDISON, J. and HOLADAY, A.S. 2006. The role of antioxidant enzymes in photoprotection. *Photosynthesis Research*, 88: 119-132.
- LUNDMARK, M., CAVACO, A.M., TREVANION, S. and HURRY, V. 2006. Carbon partitioning and export in transgenic *Arabidopsis thaliana* with altered capacity for sucrose synthesis grown at low temperature: a role for metabolite transporters. *Plant Cell and Environment*, 29: 1703-1714.
- LYONS, J.M. 1973. Chilling injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 24: 445-466.
- MAHAJAN, S. and TUTEJA, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- MARTINEZ-MEDINA, A., PASCUAL, J.A., PEREZ-ALFOCEA, F., ALBACETE, A., ROLDAN, A. 2010. *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices* modify the hormone disruption induced by *Fusarium oxysporum* infection in melon plants. *Phytopathology*, 100: 682-688.
- MARTZ, F., KIVINIEMI, S., PALVA, T.E. and SUTINEN, M.L. 2006. Contribution of omega-3 fatty acid desaturase and 3-ketoacyl-ACP synthase II (KASII) genes in the modulation of glycerolipid fatty acid composition during cold acclimation in birch leaves. *Journal of Experimental Botany*, 57: 4, 897-909.
- MENG, X., HAN, J., WANG, Q. and TIAN, S. 2009. Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. *Food Chemistry*, 114: 1028–1035.
- MCCONN, M., CREELMAN, R.A., BELL, E., MULLET, J.E. and BROWSE, J. 1997. Jasmonate is essential for insect defense in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94: 5473–5477.

- MORSY, M.R., JOUVE, L., HAUSMAN, J-F., HOFFMANN, L. and STEWART, J.MCD. 2007. Alteration of oxidative and carbohydrate metabolism under abiotic stress in two rice (*Oryza sativa* L.) genotypes contrasting in chilling tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 164: 157-167.
- MURRAY, G.A., ESER, D., GUSTA, L.V. and ETEVE, G. 1988. Winterhardiness in pea, lentil, faba bean and chickpea, *World Crops: Cool Season Food Legumes*, R.J. Summerfield (ed), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp. 831-843.
- NADAL, S., SUSO, M.J. and MORENO, M.T. 2003. Management of *Vicia faba* genetic resources: changes associated to the selfing process in the *major*, *equina* and *minor* groups. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 183-192.
- NAVROT, N., ROUHIER, N., GELHAYE, E. and JACQUOT, J.P. 2007. Reactive oxygen species generation and antioxidant systems in plant mitochondria. *Physiologia Plantarum*, 129: 185-195.
- NAYYAR, H., BAINS, T.S. and KUMAR, S. 2005a. Chilling stressed chickpea seedlings: effect of cold acclimation, calcium and abscisic acid on cryoprotective solutes and oxidative damage. *Environmental and Experimental Botany*, 54: 275-285.
- NAYYAR, H., BAINS, T.S. and KUMAR, S. 2005b. Low temperature induced floral abortion in chickpea: relationship to abscisic acid and cryoprotectants in reproductive organs. *Environmental and Experimental Botany*, 53: 39-47.
- OLSEN, S.R. and SOMMERS, E.L. 1982. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, methods of soil analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney (eds), pp: 404-430.
- ORVAR, B.L., SANGWAN, V., OMANN, F. and DHINDSA, R.S., 2000. Early steps in cold sensing by plant cells: the role of actin cytoskeleton and membrane fluidity. *Plant Journal*, 23: 785-794.
- ÖNCEL, I. 1984. A study on the relation of cold acclimation and hardiness to mineral nutritional and biochemical fluctuations of three agricultural forms of *Brassica oleracea* L.. I. Soluble Carbohydrate and Strach Fluctuations, *Communications*, 2: 13-37.
- ÖZEN, H.Ç. ve ONAY, A. 1999. Bitki Büyüme ve Gelişme Fizyolojisi, Dicle Üniversitesi Yayınları, Diyarbakır, 167 s.
- PEARCE, R.S. 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. *Plant Growth Regulation*, 29: 47-76.
- PEARCE, R.S., QUARRIE, S.A. and DAVIES, W.J. 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. *Plant Growth Regulation*, 29: 47-76.

- PEDRANZANI, H., SIERRA-DE-GRADO, R., VIGLIOCCO, A., MIERSCH, O. and ABDALA, G. 2007. Cold and water stresses produce changes in endogenous jasmonates in two populations of *Pinus pinaster* Ait. *Plant Growth Regulation*, 52: 111-116.
- PEKŞEN, E. 2007. Bakla (*Vicia faba* L.)’da özellikler arasındaki ilişkiler ve dane verimi bakımından seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. O.M.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 73-78.
- POSMYK, M.M., BAILLY, C., SZAFRANSKA, K., JANAS, K.M. and CORBINEAU, F. 2005. Antioxidant enzymes and isoflavonoids in chilled soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 162: 403-412.
- PRASAD, T.K. 1997. Role of catalase in inducing chilling tolerance in pre-emergent maize seedlings. *Plant Physiology*, 114: 1369-1376.
- PRASAD, P.V.V., BOOTE, K.J., THOMAS, J.M.G., ALLEN JR, L.H. and GORBET, D.W. 2006. Influence of soil temperature on seedling emergence and early growth of peanut cultivars in field conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192: 168-177.
- RICCIARDI, L., POLIGNANO, G.B. and De GIOVANNI, C. 2001. Genotypic response of faba bean to water stress. *Euphytica*, 118: 39-46.
- ROBERTSON, L.D. and ABD EL-MONEIM, A.M. 1995. Status of *Lathyrus* germplasm held at ICARDA and its use in breeding programmes, *Lathyrus Genetic Resources in Asia*, R.K. Arora, P.N. Mathur, K.W. Riley, Y. Adham (eds), Raipur, India, pp 97-111.
- ROBERTSON, L.D. and SAXENA, M.C. 1993. Problems and prospects of stress resistance breeding in faba bean, *Breeding for Stress Tolerance in Cool Seasons Food Legumes*, K.B. Singh, M.C. Saxena (eds), Wiley, Chichester, pp. 37-50.
- RUIZ, J.M., SÁNCHEZ, E., GARCIA, P.C., LOPEZ-LEFEBRE, L.R., RIVERO, R.M. and ROMERO, L. 2002. Proline metabolism and NAD kinase activity in greenbean plants subjected to cold-shock. *Phytochemistry*, 59: 473-478.
- SAKAMOTO, A. and MURATA, N. 2002. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. *Plant Cell and Environment*, 25: 161-171.
- SANTARIUS, K.A. 1992. Freezing of isolated thylakoid membranes in complex media. VIII. Differential cryoprotection by sucrose, proline and glycerol. *Physiologia Plantarum*, 84: 87-93.
- SANTORO, M.M., LIU, Y., KHAN, S.M.A., HOU, L-X. and BOLEN, D.W. 1992. Increased thermal stability of proteins in the presence of naturally occurring osmolytes. *Biochemistry*, 31: 5278-5283.

- SASAKI, H., ICHIMURA, K. and ODA, M. 1996. Changes in sugar content during cold acclimation and deacclimation of cabbage seedlings. *Annals of Botany*, 78: 365-369.
- SASAKI, H., ICHIMURA, K., IMADA, S. and YAMAKI, S. 2001. Sucrose synthase and sucrose phosphate synthase, but not acid invertase, are regulated by cold acclimation and deacclimation in cabbage seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 158: 847-852.
- SAVITCH, L.V., HARNEY, T. and HUNER, N.P.A. 2000. Sucrose metabolism in spring and winter wheat in response to high irradiance, cold stress and cold acclimation. *Physiologia Plantarum*, 108, 270-278.
- SAXENA, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes, *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*, K.B. Singh, M.C. Saxena (eds), John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 3-14.
- SCEBBA, F., SEBASTIANI, L. and VITAGLIANO, C. 1998. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation. *Physiologia Plantarum*, 104: 747-752.
- SCEBBA, F., SEBUSTIANI, L. and VITAGLIANO, C. 1999. Protective enzymes against activated oxygen species in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings: Responses to cold acclimation. *Journal of Plant Physiology*, 155: 762-768.
- SEPETOĞLU, H. 2002. Yemeklik Dane Baklagiller. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ofset Basımevi, Bornova-İzmir, 262 s.
- SEPPÄNEN, M.M. and FAGERSTEDT, K. 2000. The role of superoxide dismutase activity in response to cold acclimation in potato. *Physiologia Plantarum*, 108: 279- 285.
- SHINOZAKI, K. and YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. 2000. Molecular response to dehydration and low temperature: differences and cross-talk between two stress signalling pathways. *Current Opinion in Plant Biology*, 3: 217-223.
- SINGH, K.B., MEYVECI, K., IZGIN, N. and SOLOMON, T. 1981. Screening kabuli chickpea for cold tolerance. *International Chickpea Newsletter*, 4: 11-14.
- SINGH, K.B., OCAMPO, B. and ROBERTSON, L.D. 1998. Diversity for abiotic and biotic stress resistance in the wild annual *Cicer* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 45: 9-17.
- STRAND, Å., HURRY, V., GUSTAFSSON, P. and GARDESTRÖM, P. 1997. Development of *Arabidopsis thaliana* leaves at low temperatures releases the suppression of photosynthesis and photosynthetic gene expression despite the accumulation of soluble carbohydrates. *Plant Journal*, 12: 605-614.

- SWENSEN, J.B. and MURRAY, G.A. 1983. Cold-acclimation of field peas in a controlled environment. *Crop Science*, 23(1): 27-30.
- TAIZ, L. and ZEIGER, E. 2008. Bitki stres fizyolojisi, Bitki Fizyolojisi, İ. Türkan (ed), Palme Yayıncılık, Türkiye, pp. 591-623.
- TERZOPOULOS, P.J., KALTSIKES, P.J. and BEBELI, P.J. 2003. Collection, evaluation and classification of Greek populations of faba bean (*Vicia faba* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 373-381.
- TERZOPOULOS, P.J., KALTSIKES, P.J. and BEBELI, P.J. 2004. Characterization of Greek populations of faba bean (*Vicia faba* L.) and their evaluation using a new parameter. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51: 655-662.
- THOMASHOW, M.F. 1998. Role of cold-responsive genes in plant freezing tolerance. *Plant Physiology*, 118: 1-7.
- THOMASHOW, M.F. 1999. Plant cold acclimation: Freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50: 571-599.
- THOMASHOW, M.F. 2001. So what's new in the field of plant cold acclimation? Lots!. *Plant Physiology*, 125: 89-93.
- THOMMA, B.P., NELISSEN, I., EGGERMONT, K. and BROEKAERT, W.F. 1999. Deficiency in phytoalexin production causes enhanced susceptibility of *Arabidopsis thaliana* to the fungus *Alternaria brassicicola*. *Plant Journal*, 19: 163-171.
- TOKER, C., 2004. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield criteria in faba bean (*Vicia faba* L.). *Hereditas*, 140: 222-225.
- TOKER, C., 2005. Preliminary screening and selection for cold tolerance in annual wild *Cicer* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52: 1-5.
- TOKER, C., LLUCH, C., TEJERA, N.A., SERRAJ, R. and SIDDIQUE, K.H.M. 2007a. Abiotic stresses, Chickpea Breeding and Management, S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen, B. Sharma (eds), CAB Int., Wallingford, pp. 474-496.
- TOKER, C., CANCI, H. and YILDIRIM, T. 2007b. Evaluation of perennial wild *Cicer* species for drought resistance. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 1781-1786.
- TOKER, C. and MUTLU, N. 2010. Breeding for abiotic stresses, Biology and Breeding of Food Legumes, A. Pratap, J. Kumar (eds), CAB Int., Wallingford, UK, pp. 241-261.

- TOKER, C. and YADAV, S.S. 2010. Legumes cultivars for stress environments, Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops, S.S.Yadav, D.L. McNeil, R. Redden, S.A. Patil (eds), Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 351-376.
- TOKER, C., ERLER, F., CEYLAN, F.O. and CANCI, H. 2010. Severity of leaf miner [*Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) (Diptera: Agromyzidae)] damage in relation to leaf type in chickpea. *Turkish Journal of Entomology*, 34: 211-226.
- TOPÇUOĞLU, Ş.F. ve ÜNYAYAR, S. 1995. Beyaz çürükçül fungus *Phanerochaete chrysosporium* ME 446'da bitki büyüme maddelerinin (oksin, gibberellin, absisik asit ve sitokinin) üretimi ve biyolojik aktivitelerinin tayini. İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu Proje No İ.Ü.A.F. 93-19 Malatya.
- TÜİK, 2009. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: Mayıs 2011.
- UEMURA, M. and STEPONKUS, P.L. 1999. Cold acclimation in plants: relation between lipid composition and cryostability of the plasma membrane. *Journal of Plant Research*, 112: 245-254.
- UEMURA, M., TOMINAGA, Y., NAKAGAWARA, C., SHIGEMATSU, S., MINAMI, A. and KAWAMURA, Y. 2006. Responses of the plasma membrane to low temperatures. *Physiologia Plantarum*, 126: 81-89.
- VENEMA, J.H., VILLERUS, L. and van HASSELT, P.R. 2000. Effect of acclimation to suboptimal temperature on chilling-induced photo damage: Comparison between a domestic and a high-altitude wild *Lycopersicon* species. *Plant Science*, 152: 153-163.
- VERNIERI, P., LENZI, A., FIGARO, M., TOGNONI, F. and PARDOSI, A. 2001. How the roots contribute to the ability of *Phaseolus vulgaris* L. to cope with chilling-induced water stress. *Journal of Experimental Botany*, 52: 2199-2206.
- WATHUGALA, D.L., RICHARDS, S.A., KNIGHT, H. and KNIGHT, M.R. 2011. OsSFR6 is a functional rice orthologue of SENSITIVE TO FREEZING-6 and can act as a regulator of COR gene expression, osmotic stress and freezing tolerance in Arabidopsis. *New Phytologist*, 191: 984-995.
- WANG, X., LI, W., LI, M. and WELTI, R. 2006. Profiling lipid changes in plant response to low temperatures. *Physiologia Plantarum*, 126: 90-96.
- WILLIAMSON, J.D., JENNINGS, D.B., GUO, W., PHARR, D.M. and EHRENSHAFT, M. 2002. Sugar alcohols, salt stress and fungal resistance: polyols-multifunctional plant protection. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127: 467-473.

- XIN, Z. and BROWSE, J. 2000. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. *Plant Cell and Environment*, 23: 893-902.
- YANG, M.T., CHEN, S.L., LIN, C.Y. and CHEN, Y.M. 2005a. Chilling stress suppresses chloroplast development and nuclear gene expression in leaves of mung bean seedlings. *Planta*, 221: 374-385.
- YANG, H.M., ZHANG, J.H. and ZHANG, X.Y. 2005b. Regulation mechanisms of stomatal oscillation. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47: 1159-1172.
- VAZ PATTO, B., SKIBA, M.C., PANG, E.C.K., OCHATT, S.J., LAMBEIN, F. and RUBIALES, D. 2006. *Lathyrus* improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical breeding to marker assisted selection. *Euphytica*, 147: 133-147.

7. EKLER

Ek 7.1. Araştırmada Kullanılan Tek Yıllık *Vicia* Türleri ve Belirgin Özellikleri

Çizelge 7.1. Araştırmada kullanılan tek yıllık *Vicia* türleri ve belirgin özellikleri

Sıra No	Kayıt No	Adı	Pedigree	Orjini
1	AWV-1	<i>V. narbonensis</i>	PI 294300	İsrail
2	AWV-2	<i>V. narbonensis</i>	PI 466925	Suriye
3	AWV-3	<i>V. montbretii</i>	PI 515984	Türkiye
4	AWV-4	<i>V. montbretii</i>	PI 632670	Türkiye
5	AWV-5	<i>V. narbonensis</i>		Güzelsu/Akseki
6	ACV-1	<i>V. faba</i>	TR 33517	Türkiye
7	ACV-2	<i>V. faba</i>	TR 35049	Türkiye
8	ACV-3	<i>V. faba</i>	TR 35330	Türkiye
9	ACV-4	<i>V. faba</i>	TR 39064	Türkiye
10	ACV-5	<i>V. faba</i>	TR 31590	Türkiye
11	ACV-6	<i>V. faba</i>	TR 26194	Türkiye
12	ACV-7	<i>V. faba</i>	TR 26265	Türkiye
13	ACV-8	<i>V. faba</i>	TR 26298	Türkiye
14	ACV-9	<i>V. faba</i>	TR 26453	Türkiye
15	ACV-10	<i>V. faba</i>	TR 26703	Türkiye
16	ACV-11	<i>V. faba</i>	TR 12679	Türkiye
17	ACV-12	<i>V. faba</i>	TR 12700	Türkiye
18	ACV-13	<i>V. faba</i>	TR 12734	Türkiye
19	ACV-14	<i>V. faba</i>	TR 26250	Türkiye
20	ACV-15	<i>V. faba</i>	TR 12540	Türkiye
21	ACV-16	<i>V. faba</i>	TR 12619	Türkiye
22	ACV-17	<i>V. faba</i>	TR 23018	Türkiye
23	ACV-18	<i>V. faba</i>	TR 40217	Türkiye
24	ACV-19	<i>V. faba</i>	TR 32925	Türkiye
25	ACV-20	<i>V. faba</i>	TR 33561	Türkiye
26	ACV-21	<i>V. faba</i>	TR 37200	Türkiye
27	ACV-22	<i>V. faba</i>	TR 44931	Türkiye
28	ACV-23	<i>V. faba</i>	TR 22992	Türkiye
29	ACV-24	<i>V. faba</i>	TR 40725	Türkiye
30	ACV-25	<i>V. faba</i>	TR 44917	Türkiye
31	ACV-26	<i>V. faba</i>	TR 44942	Türkiye
32	ACV-27	<i>V. faba</i>	TR 46010	Türkiye
33	ACV-28	<i>V. faba</i>	TR 43551	Türkiye
34	ACV-29	<i>V. faba</i>	TR 51370	Türkiye
35	ACV-30	<i>V. faba</i>	TR 49377	Türkiye
36	ACV-31	<i>V. faba</i>	TR 49382	Türkiye
37	ACV-32	<i>V. faba</i>	TR 49387	Türkiye
38	ACV-33	<i>V. faba</i>	TR 53770	Türkiye
39	ACV-34	<i>V. faba</i>	TR 53947	Türkiye
40	ACV-35	<i>V. faba</i>	TR 53949	Türkiye
41	ACV-36	<i>V. faba</i>	TR 57729	Türkiye
42	ACV-37	<i>V. faba</i>	TR 57730	Türkiye
43	ACV-38	<i>V. faba</i>	TR 57731	Türkiye
44	ACV-39	<i>V. faba</i>	TR 57732	Türkiye
45	ACV-40	<i>V. faba</i>	TR 57733	Türkiye
46	ACV-41	<i>V. faba</i>	TR 61254	Türkiye
47	ACV-42	<i>V. faba</i>	TR-31590	Türkiye
48	ACV-43	<i>V. faba</i>	B.C.R 112	Fransa
49	ACV-44	<i>V. faba</i>	B.C.R 126	Fransa

Çizelge 7.1'in devamı				
50	ACV-45	<i>V. faba</i>	B.C.R 144	Fransa
51	ACV-46-1	<i>V. faba</i>	B.C.R 691	Fransa
52	ACV-46-2	<i>V. faba</i>	B.C.R 691	Fransa
53	ACV-47	<i>V. faba</i>	B.C.R 703	Fransa
54	ACV-48	<i>V. faba</i>	B.C.R 900	Fransa
55	ACV-49	<i>V. faba</i>	B.C.R 691-1	Fransa
56	ACV-50	<i>V. faba</i>	B.C.R 691-2	Fransa
57	ACV-51	<i>V. faba</i>	B.C.R 691-3	Fransa
58	ACV-52	<i>V. faba</i>	B.C.R 691-4	Fransa
59	ACV-53	<i>V. faba</i>	B.C.R 691-5	Fransa
60	ACV-54	<i>V. faba</i>	Triple White x ILB 938	Suriye
61	ACV-55	<i>V. faba</i>	Triple White x ILB 938	Suriye
62	ACV-56	<i>V. faba</i>	Triple White x ILB 938	Suriye
63	ACV-57	<i>V. faba</i>	Triple White x ILB 938	Suriye
64	ACV-58	<i>V. faba</i>	White Flower x Giza Blanca -BC	Suriye
65	ACV-59	<i>V. faba</i>	White Flower x Giza Blanca -BC	Suriye
66	ACV-60	<i>V. faba</i>	White Flower x Giza Blanca -BC	Suriye
67	ACV-61	<i>V. faba</i>	White Flower x Giza Blanca -BC	Suriye
68	ACV-62	<i>V. faba</i>	White Flower x Giza Blanca -BC	Suriye
69	ACV-63	<i>V. faba</i>	White Flower x Giza Blanca -BC	Suriye
70	ACV-64	<i>V. faba</i>	Giza Blanca (ILB 1270)	Suriye
71	ACV-65	<i>V. faba</i>	Luz de Otano	Fito Toh.
72	ACV-66	<i>V. faba</i>	Reina Mora	Fito Toh.
73	ACV-67	<i>V. faba</i>	Seher	May Agro Toh.
74	ACV-68-1	<i>V. faba</i>	Lara	May Agro Toh.
75	ACV-68-2	<i>V. faba</i>	Lara	May Agro Toh.
76	ACV-69	<i>V. faba</i>	Sakız	Yerel
77	ACV-70	<i>V. faba</i>	Eresen 87	ETA E
78	ACV-71	<i>V. faba</i>	Filiz 99	ETA E
79	ACV-72	<i>V. faba</i>	Kıtlık 2003	ETA E
80	ACV-73	<i>V. faba</i>	Anamur	Yerel
81	ACV-74	<i>V. faba</i>	ILB 308	İspanya
82	ACV-75	<i>V. faba</i>	ILB 423	Cezayir
83	ACV-76	<i>V. faba</i>	ILB 603	Rusya
84	ACV-77	<i>V. faba</i>	ILB 930	İran
85	ACV-78	<i>V. faba</i>	ILB 1090	İngiltere
86	ACV-79	<i>V. faba</i>	ILB 1825	Fas
87	ACV-80	<i>V. faba</i>	ILB 1848	İtalya
88	ACV-81	<i>V. faba</i>	ILB 2012	Almanya
89	ACV-82	<i>V. faba</i>	ILB 2278	Kıbrıs
90	ACV-83	<i>V. faba</i>	ILB 2778	Çin
91	ACV-84	<i>V. faba</i>	ILB 2864	Kanada
92	ACV-85	<i>V. faba</i>	ILB 3044	Ekvador
93	ACV-86	<i>V. faba</i>	ILB 3129	Çin
94	ACV-87	<i>V. faba</i>	ILB 3307	Pakistan
95	ACV-88	<i>V. faba</i>	ILB 3369	Polonya
96	ACV-89	<i>V. faba</i>	ILB 3477	Suriye
97	ACV-90	<i>V. faba</i>	ILB 3911	Umman
98	ACV-91	<i>V. faba</i>	ILB 4156	Bulgaristan
99	ACV-92	<i>V. faba</i>	ILB 4208	Portekiz
100	ACV-93	<i>V. faba</i>	ILB 5055	Nepal

Çizelge 7.1'in devamı				
101	ACV-94	<i>V. faba</i>	ILB 5265	Çin
102	ACV-95	<i>V. faba</i>	ILB 5412	Çin
103	ACV-96	<i>V. faba</i>	ILB 5436	Çin
104	ACV-97	<i>V. faba</i>	ILB 6049	Etiyopya
105	ACV-98	<i>V. faba</i>	ILB 6054	Libya
106	ACV-99	<i>V. faba</i>	ILB 6373	Cezayir
107	ACV-100	<i>V. faba</i>	ILB 0	Çin
108	ACV-101	<i>V. faba</i>	ILB 0	Çin
109	ACV-102	<i>V. faba</i>	ILB 2856	Hindistan
110	ACV-103	<i>V. faba</i>	ILB 2866	Pakistan
111	ACV-104	<i>V. faba</i>	ILB 3326	Pakistan
112	ACV-105	<i>V. faba</i>	ILB 3328	Pakistan
113	ACV-106	<i>V. faba</i>	ILB 3329	Pakistan
114	ACV-107	<i>V. faba</i>	ILB 6506	Hindistan

Ek 7.2. Ürkütlü Deneme Yerine Ait 2005-2006 ve 2006-2007 Yıllarının Ortalama Tarımsal Verileri

Çizelge 7.2. Ürkütlü deneme yerine ait 2005-2006 ve 2006-2007 yıllarının ortalama tarımsal verileri

Genotipler	BB	İY	BD	BS	DS	BV	DV	HI	DA	SD
ACV-1	47.31	6.69	4.38	12.31	2.75	574.00	257.00	41.86	101.22	3.5
ACV-2	55.75	8.88	3.94	16.56	2.38	614.50	262.00	41.85	104.87	3
ACV-3	56.88	8.94	3.56	12.19	2.88	698.00	339.00	46.70	102.67	3.5
ACV-4	55.38	10.19	3.31	16.50	2.75	676.00	301.00	43.52	85.50	2.75
ACV-5	64.88	11.81	4.50	15.00	2.38	700.50	261.00	35.30	86.68	2.25
ACV-6	57.94	12.63	4.13	13.19	3.13	735.00	314.00	41.82	98.03	3.5
ACV-7	64.75	10.06	6.00	12.25	3.25	734.00	347.50	44.68	124.34	3.25
ACV-8	59.25	9.69	3.44	13.88	3.06	721.00	343.00	46.22	93.47	3.5
ACV-9	58.38	8.63	3.31	11.63	2.81	707.50	345.50	47.73	95.07	3.25
ACV-10	56.56	9.44	3.69	9.25	2.94	663.50	297.50	44.79	116.36	4
ACV-11	59.38	11.06	3.81	10.94	3.00	723.00	301.50	42.08	103.30	3
ACV-12	61.25	12.13	4.00	11.13	3.00	643.00	253.50	40.60	109.33	3
ACV-13	57.13	10.44	4.75	20.25	2.69	558.00	226.00	39.95	86.60	3.25
ACV-14	52.81	12.31	3.19	10.13	2.69	545.50	249.50	42.81	101.64	3.5
ACV-15	50.75	12.31	3.63	10.25	2.63	467.00	194.00	38.95	95.46	3.75
ACV-16	53.69	12.06	3.69	10.81	2.13	573.50	243.00	39.44	83.09	2.5
ACV-17	56.06	12.13	3.94	11.31	2.38	463.00	189.50	39.53	80.67	2.5
ACV-18	49.81	11.94	3.44	9.56	2.44	422.50	180.00	41.17	98.73	3
ACV-19	54.94	8.94	3.50	11.00	2.56	412.00	162.00	37.81	105.61	3.5
ACV-20	52.81	9.56	4.69	12.25	2.81	535.00	218.00	40.54	117.74	3.5
ACV-21	58.63	10.50	3.88	9.88	2.75	630.00	269.50	38.69	115.13	3.25
ACV-22	52.75	9.63	3.81	10.50	2.56	645.00	245.50	34.97	110.92	3
ACV-23	52.50	10.31	3.25	10.19	2.38	591.00	236.00	36.63	92.04	3
ACV-24	51.13	10.69	3.31	10.50	2.69	931.00	306.50	35.46	89.55	3.25
ACV-25	49.63	11.38	4.31	9.63	2.50	584.50	209.50	34.36	92.86	3
ACV-26	59.31	9.75	4.06	12.38	2.81	634.00	270.50	40.88	101.10	3.75
ACV-27	59.44	9.75	3.94	11.56	2.81	670.25	293.00	42.66	99.18	3.25
ACV-28	56.94	9.00	4.38	12.44	2.44	791.00	352.00	42.10	106.79	4.25
ACV-29	57.69	13.75	3.75	11.81	2.44	486.00	183.50	30.65	92.42	5
ACV-30	57.50	10.06	4.13	15.50	2.75	784.50	393.00	48.14	99.24	3.25
ACV-31	63.19	10.81	4.25	11.81	3.00	785.50	334.50	41.23	113.65	2.25

Çizelge 7.2'nin devamı										
ACV-32	59.00	10.25	3.69	9.69	3.19	690.50	299.00	40.98	109.72	3.5
ACV-33	61.44	11.38	4.50	13.19	2.63	840.00	373.00	42.26	109.10	3.5
ACV-34	59.88	11.56	3.56	10.25	2.69	639.00	276.50	40.80	116.14	3.25
ACV-35	54.00	10.81	4.25	11.44	2.94	715.00	329.50	43.21	117.75	3.5
ACV-36	55.75	10.38	3.69	12.63	2.63	623.50	266.75	36.43	94.71	3.25
ACV-37	55.06	8.56	4.63	13.19	2.69	705.00	336.00	44.21	107.14	3.25
ACV-38	55.00	10.00	4.06	13.00	2.75	752.50	331.50	42.18	112.20	3.25
ACV-39	52.44	10.00	4.63	11.13	3.25	724.50	324.00	41.88	109.48	3.75
ACV-40	58.69	9.13	4.44	10.38	3.00	780.50	370.00	45.52	110.84	3.5
ACV-41	57.06	12.81	4.56	12.38	2.75	726.50	289.50	36.38	100.27	3.5
ACV-42	61.50	11.25	5.00	21.00	2.75	178.00	60.00	34.06	75.28	1
ACV-43	57.31	10.25	3.94	11.56	2.44	677.00	315.50	43.45	93.31	3
ACV-44	55.13	9.06	3.25	12.50	2.81	760.00	337.50	42.68	106.83	3.5
ACV-45	63.25	10.31	4.31	16.88	3.25	661.00	279.00	40.63	81.99	3.5
ACV-46-1	68.13	11.75	4.00	17.38	2.38	810.00	339.00	40.91	84.54	3.75
ACV-46-2	53.88	8.25	3.88	19.88	2.75	817.00	455.00	55.65	85.93	3
ACV-47	65.88	14.06	3.50	17.38	2.75	765.50	329.50	42.29	79.20	3
ACV-48	61.94	13.06	3.75	16.06	2.75	758.50	333.00	42.56	81.31	3
ACV-49	48.50	7.25	4.50	25.75	3.25	187.00	110.00	59.71	75.58	3
ACV-50	46.00	5.75	2.00	18.25	3.00	69.00	25.00	37.36	52.40	3.5
ACV-51	55.00	6.25	3.25	26.00	3.00	222.00	125.00	54.67	79.05	5
ACV-52	42.50	4.25	2.50	21.75	2.75	65.00	25.00	38.10	51.75	3.5
ACV-53	47.75	5.25	3.25	31.00	2.50	138.00	75.00	49.11	47.10	3.5
ACV-54	38.00	6.13	2.25	15.75	2.13	395.00	195.00	49.31	50.08	4.5
ACV-55	35.00	7.13	2.88	13.00	2.63	371.00	195.00	52.99	54.10	3.5
ACV-56	37.13	7.13	2.38	14.88	2.25	336.00	160.00	48.32	48.50	3
ACV-57	38.63	6.63	2.75	15.13	2.88	342.00	160.00	46.20	73.68	3.5
ACV-58	40.13	8.25	2.75	10.00	3.00	630.00	325.00	51.27	108.30	2.5
ACV-59	41.50	6.63	3.38	10.00	3.25	641.00	325.00	50.42	103.33	3
ACV-60	49.88	8.00	3.38	12.38	3.63	736.00	390.00	51.71	114.40	3
ACV-61	47.50	8.88	3.25	8.75	3.00	757.00	375.00	48.57	109.75	3
ACV-62	51.00	9.13	2.75	9.88	3.38	850.00	475.00	55.53	112.50	2.5
ACV-63	46.88	7.63	2.88	11.38	4.13	651.00	360.00	54.61	107.48	2.5
ACV-64	56.75	9.13	3.50	10.00	3.75	911.00	540.00	59.22	126.53	3
ACV-65	46.75	9.88	3.63	9.00	3.38	686.00	390.00	56.43	111.55	3
ACV-66	42.00	7.25	2.63	8.50	3.88	696.00	405.00	58.03	126.18	3
ACV-67	56.75	10.38	4.13	6.75	4.75	821.00	415.00	50.56	136.20	3
ACV-68-1	58.44	11.69	3.88	12.19	3.50	787.00	350.75	43.05	106.34	2.75
ACV-68-2	46.00	10.75	3.50	8.63	3.75	748.00	405.00	54.13	108.80	2.5
ACV-69	58.06	10.00	4.69	20.56	2.94	851.00	401.75	45.09	101.56	3.5
ACV-70	43.25	8.00	3.63	9.13	3.75	241.00	110.00	48.43	136.53	2
ACV-71	44.00	9.00	3.00	8.88	3.38	181.00	100.00	55.33	131.63	3
ACV-72	36.00	7.13	3.75	8.25	3.13	128.00	70.00	48.23	107.58	2
ACV-73	32.38	7.88	4.00	10.25	3.50	176.00	95.00	53.99	96.13	2
ACV-74	52.50	9.75	2.75	12.25	3.00	177.00	60.00	30.29	73.33	2.5
ACV-75	51.25	11.25	2.25	9.00	3.00	203.00	95.00	46.79	98.50	2
ACV-76	59.00	11.25	2.00	13.50	3.25	92.00	7.50	8.20	30.35	2
ACV-77	49.99	13.75	3.75	14.75	2.50	172.00	37.00	19.55	40.88	2
ACV-78	51.00	9.00	2.50	10.50	3.50	143.00	18.00	12.53	59.98	2
ACV-79	56.75	13.75	2.25	20.75	2.50	164.00	17.50	10.25	27.50	2
ACV-80	48.25	12.25	2.50	18.00	2.50	131.00	6.50	4.95	20.35	2
ACV-81	51.25	14.75	2.75	15.00	2.50	131.00	11.50	9.39	37.73	2
ACV-82	48.50	9.50	3.00	14.50	3.50	221.00	95.00	43.36	103.48	2
ACV-83	53.50	7.25	3.25	16.25	2.50	159.00	60.00	37.75	72.30	2
ACV-84	56.25	13.25	2.75	18.00	3.50	155.00	40.00	26.29	46.10	1.5
ACV-85	44.75	8.75	3.25	9.25	3.25	237.00	100.00	42.34	89.00	2
ACV-86	48.00	8.25	3.25	16.25	2.00	192.00	80.00	41.02	90.15	2

Çizelge 7.2'nin devamı

ACV-87	39.75	6.75	4.00	15.00	2.00	168.00	75.00	43.71	76.10	2
ACV-88	58.00	13.75	2.50	15.00	3.50	179.00	25.00	15.42	34.65	1.5
ACV-89	50.00	8.00	2.50	11.00	2.75	248.00	135.00	54.27	87.23	2
ACV-90	46.75	9.25	3.00	18.50	2.00	132.00	50.00	37.88	44.75	2
ACV-91	53.25	13.25	3.00	10.75	3.00	208.00	55.00	28.21	76.65	2
ACV-92	51.00	12.00	2.00	8.00	3.25	224.00	90.00	40.88	63.88	2
ACV-93	47.50	7.25	2.25	9.00	3.00	168.00	80.00	47.48	77.33	2
ACV-94	42.50	6.25	2.75	14.50	2.25	143.00	45.00	31.64	62.68	2
ACV-95	52.50	11.25	2.75	11.00	3.00	168.00	65.00	39.21	72.48	2
ACV-96	42.75	6.00	2.25	10.75	2.75	153.00	55.00	34.42	65.50	2
ACV-97	53.00	8.25	2.75	22.00	3.00	215.00	95.00	44.27	44.90	2
ACV-98	54.25	8.50	2.25	10.00	3.50	218.00	95.00	43.99	69.08	2
ACV-99	50.00	9.25	2.25	9.00	3.00	233.00	90.00	38.63	111.03	2
ACV-100	51.55	10.25	3.25	11.50	3.00	161.00	65.00	40.44	77.58	2
ACV-101	42.50	9.50	2.50	10.50	3.00	121.00	55.00	44.89	73.63	2
ACV-102	21.00	6.00	1.50	8.50	2.25	20.00	10.00	50.00	13.00	2
ACV-103	36.50	5.88	2.75	21.00	2.00	84.00	30.00	31.19	24.95	2
ACV-104	40.00	8.50	3.50	25.88	2.00	147.00	40.00	29.76	24.90	2
ACV-105	33.13	5.13	2.63	15.38	2.00	82.00	23.00	24.23	25.93	2
ACV-106	34.88	5.38	2.63	17.38	2.00	104.00	30.00	28.68	28.85	2
ACV-107	43.13	7.88	2.38	15.00	3.00	148.00	45.00	31.00	31.55	2
AWV-1	34.02	8.15	5.42	33.75	5.5	133	17.22	17.36	8.17	1.75
AWV-2	45.94	10.5	3.25	27.63	5.38	558.5	275	48.98	25.52	1.5
AWV-3	28.94	6	6.5	39.25	1.5	56.5	2.75	11.24	4.88	1
AWV-4	18.88	4.33	9.71	49.92	1.75	35.5	4.5	9.16	2.73	1
AWV-5	20	7.13	6.25	19.88	2	31	3.5	12.12	3.71	1.5

BB= Bitki boyu, İY= İlk bakla yüksekliği, BD= Bitkide dal sayısı, BS= Bitkide bakla sayısı, DS= Baklada dane sayısı, BV= Biyolojik verim, DV= Dane verimi, HI= Hasat indeksi ve DA= 100 Dane ağırlığı, SD= Soğuğa dayanıklılık skalası.

Ek 7.3. Denemeye Ait Fotoğraflar



Şekil 7.1. Ürkütlü deneme alanından genel bir görünüm



Şekil 7.2. *Vicia narbonensis*'in çiçek yapısı



Şekil 7.3. *Vicia faba*'nın visin, konvisin ve tanen içeren (Sol) ve içermeyen (Sağ) genotiplerdeki çiçek yapısı



Şekil 7.4. *Vicia narbonensis*'in yaprak ve sülük yapısı.

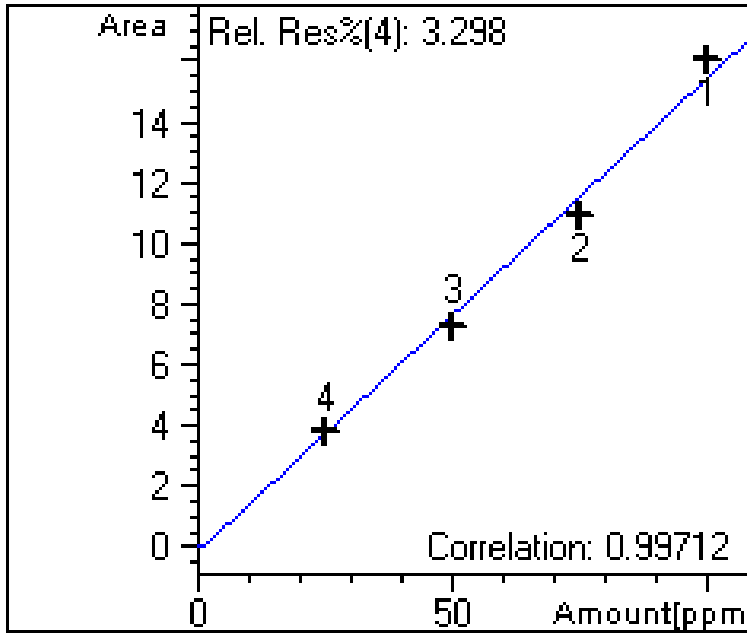


Şekil 7.5. *Vicia faba*'nın yaprak ve sülük yapısı.



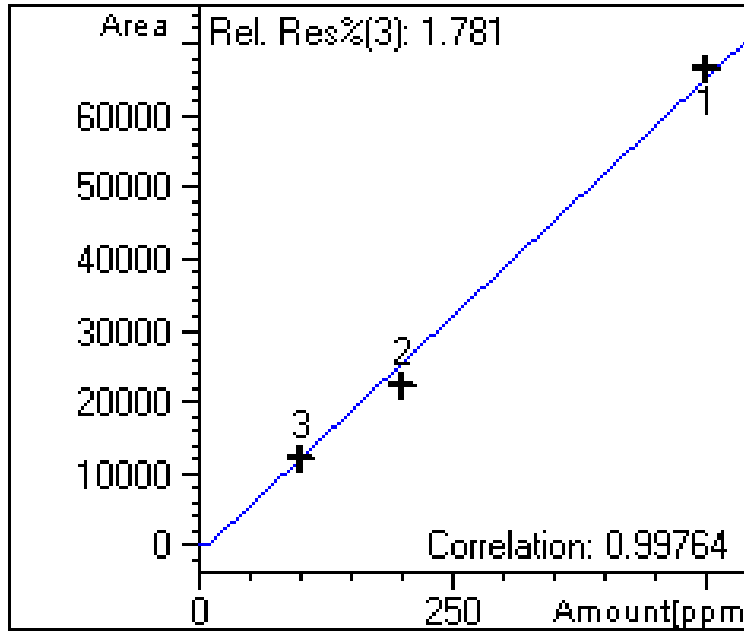
Şekil 7.6. Denemede kullanılan genotiplere ait farklı tipte daneler.

Ek 7.4. Jasmonik Aside Ait Kalibrasyon Eğrisi

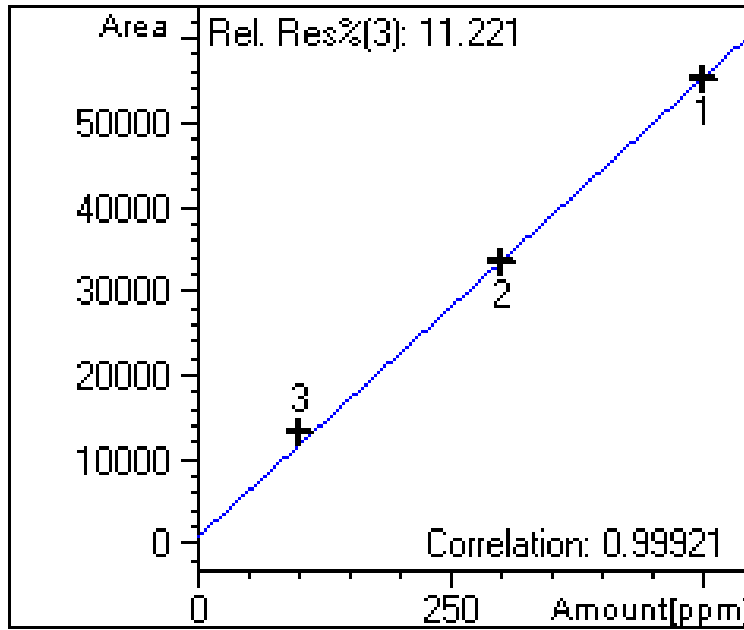


Şekil 7.7. Jasmonik asit kalibrasyon eğrisi

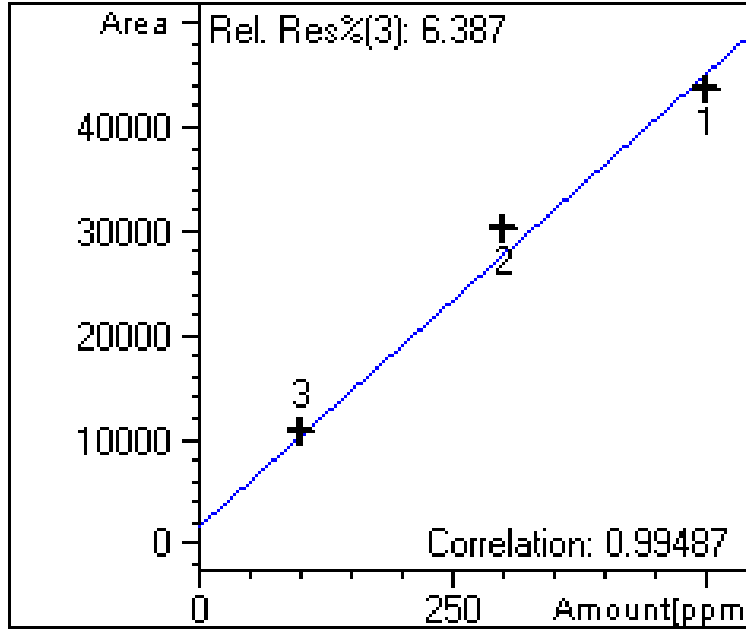
Ek 7.5. Serbest Şekerlere Ait Kalibrasyon Eğrileri



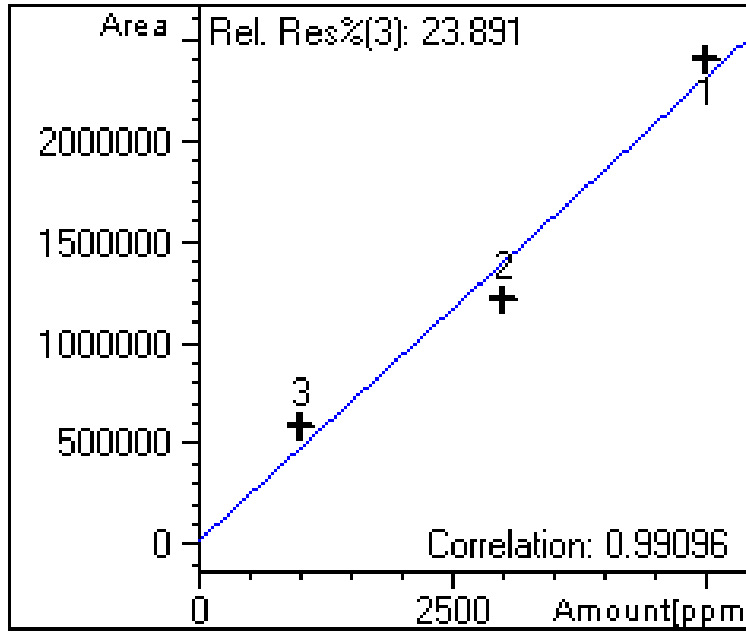
Şekil 7.8. Ksiloz kalibrasyon eğrisi



Şekil 7.9. Fruktoz kalibrasyon eğrisi

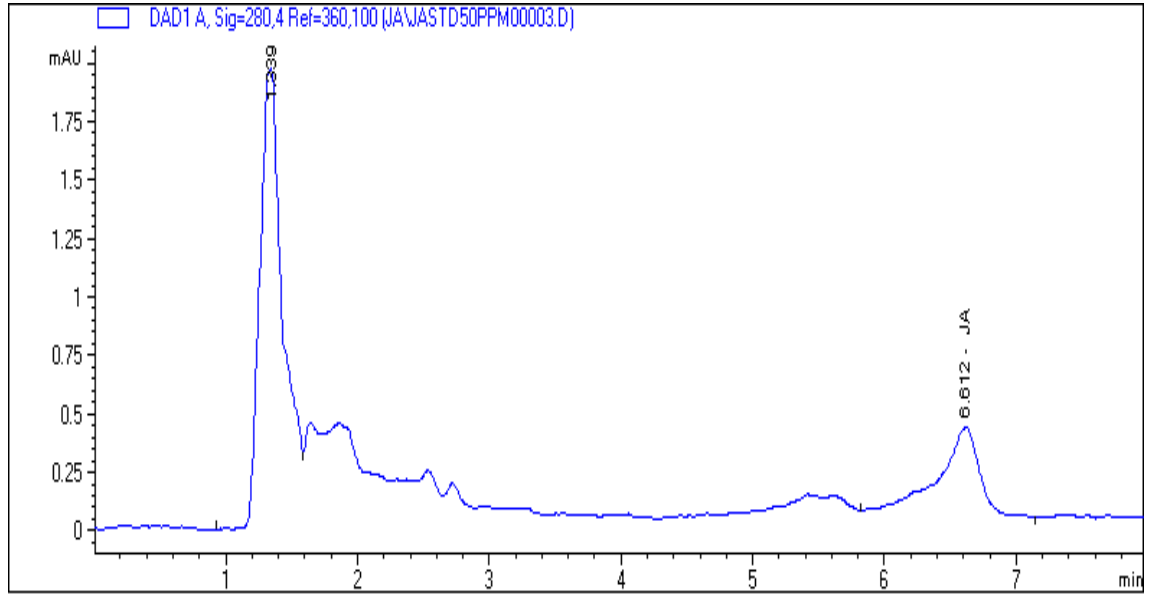


Şekil 7.10. Glukoz kalibrasyon eğrisi

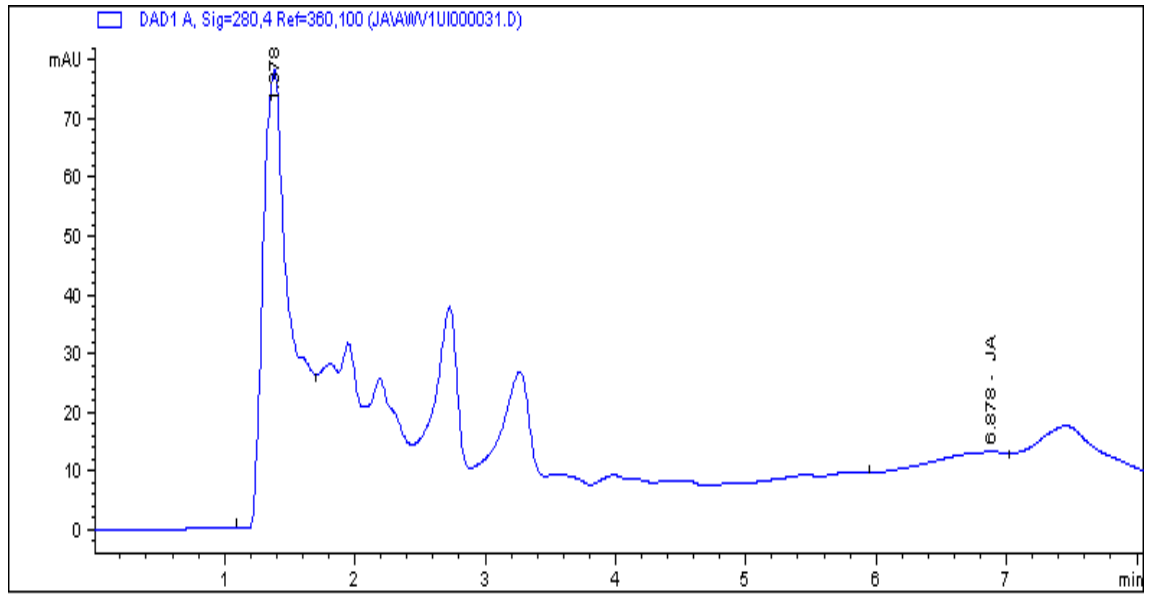


Şekil 7.11. Sakaroz kalibrasyon eğrisi

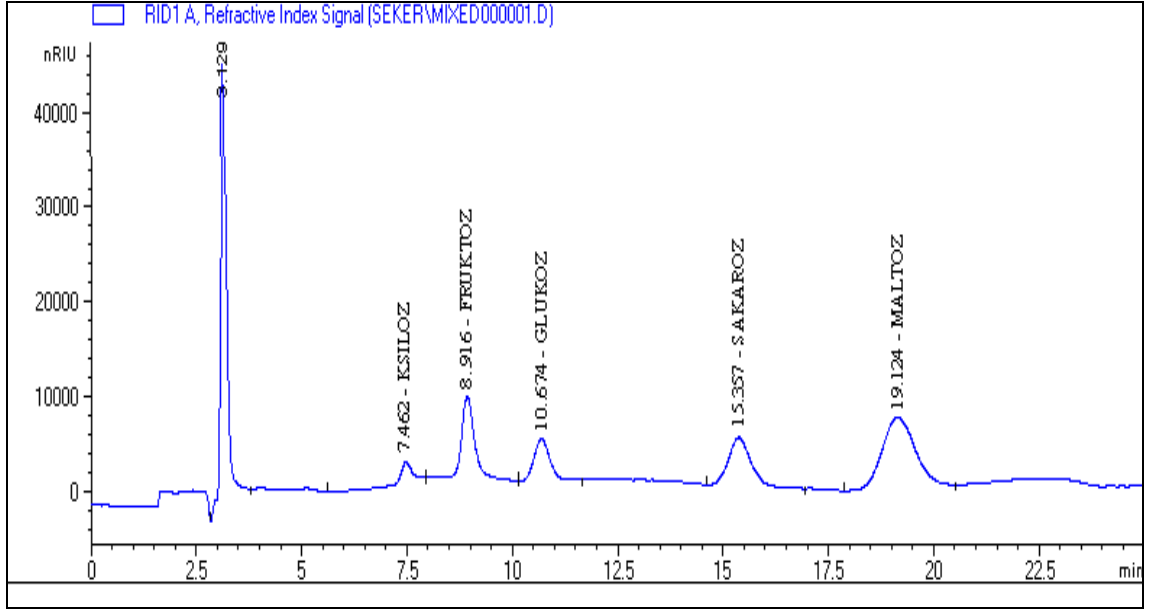
Ek 7.6. Jasmonik Asit ve Serbest Şekerlere Ait Standart ve Numune Kromatogramları



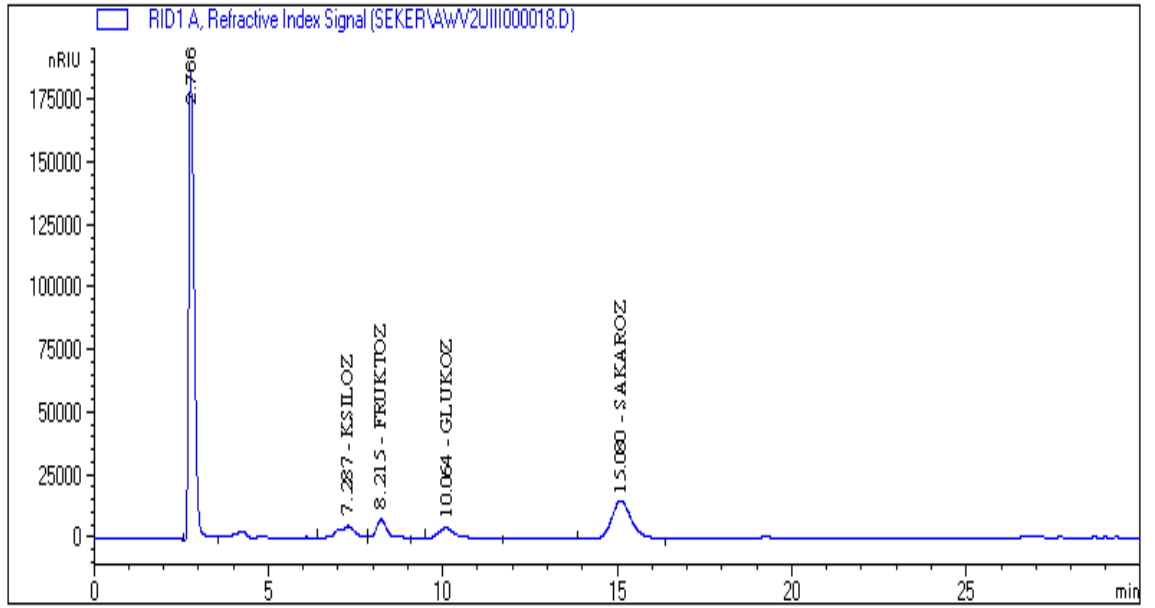
Şekil 7.12. Jasmonik asit standart kromatogramı



Şekil 7.13. Jasmonik aside ait AWWV-1 genotipinin numune kromatogramı



Şekil 7.14. Serbest şekerlere ait standart karışım kromatogramı



Şekil 7.15. Serbest şekerlere ait AWW-2 genotipinin numune kromatogramı

ÖZGEÇMİŞ

Nisa İNCİ, 1978 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Anadolu’nun farklı illerinde tamamlayarak, 1995 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünü kazandı ve 1999 yılında Ziraat Mühendisi ünvanı olarak mezun oldu. 2000 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı ve aynı yıl Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2003 yılında Yüksek Lisans tezini tamamlayarak Ziraat Yüksek Mühendisi ünvanını aldı. 2004 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında doktora eğitime başladı. Halen aynı birimde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve 1 çocuk annesidir