

Eskişehir Koşullarında Bazı Elma Anaç/Çeşit Kombinasyonlarının
Soğuga Dayanım Derecelerinin Belirlenmesi

Ali BAYKUL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Haziran 2012

Determination of Cold Resistance Degrees in Some Apple Rootstock/Cultivar
Combinations in Eskisehir Conditions

Ali BAYKUL

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Horticulture

June 2012

Eskişehir Koşullarında Bazı Elma Anaç/Çeşit Kombinasyonlarının
Soğuğa Dayanım Derecelerinin Belirlenmesi

Ali BAYKUL

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

Danışman: Doç. Dr. Ece TURHAN

Haziran 2012

ONAY

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Ali BAYKUL'un YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Eskişehir Koşullarında Bazı Elma Anaç/Çeşit Kombinasyonlarının Soğuğa Dayanım Derecelerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr. Ece TURHAN

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Doç. Dr. Ece TURHAN

Üye: Prof. Dr. Hatice GÜLEN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU

Üye: Yrd. Doç. Dr. Cenap YILMAZ

Üye: Yrd. Doç. Nihal KAYAN

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

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada Eskişehir koşullarında bazı elma anaç/çesit kombinasyonlarının soğuğa dayanım dereceleri araştırılmıştır. MM106 anacı üzerine aşılı Golden Delicious, Mondial Gala, Summer Red, Vista Bella, William's Pride ve M7 anacı üzerine aşılı Fuji ve Summer Red elma çesitlerinden aktif dönemde (Ağustos) ve durgun dönemde (Ocak) bir yıllık sürgünler alınmıştır. Bir yıllık sürgünler soğuğa dayanıklılığın belirlenmesi amacıyla, kontrollü koşullarda kademeli olarak düşürülen sıcaklıklarda (5, -5, -15, -25 ve -35 °C) 12 saat tutularak düşük sıcaklık testlerine maruz bırakılmıştır. Düşük sıcaklık testlerini takiben sürgün örneklerinde hücre membranındaki zararlanma elektriksel iletkenliğin ölçülmesi yoluyla belirlenmiştir. Çesitlerin aktif ve durgun dönemdeki bir yıllık sürgün kabuklarında toplam çözünebilir şeker, indirgen şeker, sakkaroz miktarı ve sakkaroz metabolizması enzim aktiviteleri incelenmiştir.

Yapılan analizlerin sonucunda en düşük zararlanma oranı MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red çesidinde olmuştur. MM106 anacı üzerindeki diğer çesitlerin zararlanma oranlarına göre sıralaması ise Golden Delicious, Vista Bella, William's Pride ve Mondial Gala şeklinde bulunmuştur. M7 üzerine aşılı çesitler içerisinde ise en düşük zararlanma oranına Summer Red çesidinde ulaşılmıştır. Anaçların düşük sıcaklıklara toleransları karşılaştırıldığında ise M7 anacının MM106 anacına göre daha toleranslı olduğu belirlenmiştir. Kabuk dokularında, toplam çözünebilir şeker, indirgen şeker ve sakkaroz miktarları aktif dönemde durgun döneme göre daha az miktarda bulunmuştur. Asit invertaz (EC 3.2.1.26) enzimi aktivitesinin kabuk dokularında aktif dönemde durgun döneme göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, kabuk dokularındaki sakkaroz sintaz (EC 2.4.2.13) enzimi aktivitesi ise durgun dönemde aktif dönemdeki aktivitesine göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Elma, *Malus x domestica* Borkh., düşük sıcaklık, anaç, hücre membran zararı, çözünebilir şekerler, asit invertaz, sakkaroz sintaz.

SUMMARY

In this study determination of cold tolerance of some apple rootstock/cultivar combinations were investigated under Eskişehir conditions. The bark tissues were collected from apple trees cvs. Golden Delicious, Mondial Gala, Summer Red, Vista Bella, William's Pride grafted on MM106 rootstock and cvs. Summer Red and Fuji grafted on M7 rootstock in cold acclimated (CA, in January) and non-acclimated (NA, in August) stages. Shoot samples were exposed to controlled freezing test (5, -5, -15, -25, and -35 °C) for 12 hours in manually-controlled low temperature freezer. Following each temperature test, cell membrane injury of shoot tissues was assayed using electrolyte leakage method. On the other hand, total soluble sugar, reducing sugar, sucrose content and sucrose metabolism enzymes activity measured at non-acclimated (NA) and cold-acclimated (CA) periods in one year old shoots tissue.

As the result of electrolyte leakage test for cultivars grafted on MM106 rootstock, the lowest injury was observed in cv. Summer Red. The rate of injury for other cultivars grafted on MM106 is Golden Delicious, Vista Bella, William's Pride and Mondial Gala respectively. As the result of electrolyte leakage test the lowest injury was measured in M7/Summer Red graft combination. Considering the rootstocks, it was found that M7 is hardier to low temperature than MM106. It was determined that in CA period plant tissues have high amount of total soluble sugar, reducing sugar and sucrose than those in NA period. Acid invertase (EC 3.2.1.26) enzyme activity in bark tissues is greater in NA period than that in CA period. On the other hand, sucrose synthase (EC 2.4.2.13) enzyme activity in bark tissues is higher at CA period than that in NA period.

Keywords: Apple, *Malus x domestica* Borkh, low temperature, rootstock, cell membrane injury, soluble sugars, acid invertase, sucrose synthase.

TEŞEKKÜR

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

Yüksek lisans eğitimim sürecince yardımını ve bilgisini esirgemeyen değerli Hocam Yrd. Doç. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Cenap YILMAZ 'a çok teşekkür ederim. Tüm hayatım boyunca olduğu gibi tez çalışmam boyunca da desteğini benden esirgemeyen sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER DİZİNİ	xv
KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1 Materyal	17
3.1.1. Anaçlar.....	18
3.1.1.1 MM106 yarı bodur elma anacı.....	18
3.1.1.2 M7 yarı bodur elma anacı	18
3.1.2 Çeşitler	18
3.1.2.1 Golden Delicious	18
3.1.2.2 Mondial Gala	19
3.1.2.3 Summer Red	19
3.1.2.4 Vista Bella	19
3.1.2.5 William's Pride	20
3.1.2.6 Fuji	20
3.1.3 Denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri.....	20
3.2 Yöntem	21
3.2.1 Hücre membran zararı	23
3.2.2 Çözünebilir şekerler	23
3.2.2.1 Toplam şeker	24
3.2.2.2 İndirgen şekerler	24

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2.3 Sakkaroz	24
3.2.4 Sakkaroz metabolizması enzimleri.....	25
3.2.4.1. Asit invertaz	25
3.2.4.2 Sakkaroz sintaz	25
3.3. Verilerinin değerlendirilmesi	26
4. SONUÇLAR	27
4.1. % Zararlanma	27
4.1.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin % zararlanma oranları bakımından karşılaştırılması	27
4.1.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin % zararlanma oranları bakımından karşılaştırılması	29
4.1.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının % zararlanma oranları bakımından karşılaştırılması	31
4.2. Çözünebilir Şekerler.....	33
4.2.1. Toplam şeker	33
4.2.1.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin toplam şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması.....	33
4.2.1.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin toplam şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması	35
4.2.1.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması	37
4.3. İndirgen Şeker	39
4.3.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin indirgen şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması	39
4.3.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin indirgen şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması	41

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.3.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker İçerikleri bakımından karşılaştırılması	43
4.4. Sakkaroz	45
4.4.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin sakkaroz içerikleri bakımından karşılaştırılması.....	45
4.4.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin sakkaroz içerikleri bakımından karşılaştırılması.....	47
4.4.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz içerikleri bakımından karşılaştırılması	49
4.5. Sakkaroz Metabolizması Enzimleri	51
4.5.1. Asit İnvvertaz	51
4.5.1.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin asit invvertaz aktiviteleri bakımından karşılaştırılması	51
4.5.1.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin asit invvertaz aktiviteleri bakımından karşılaştırılması.....	53
4.5.1.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının asit invvertaz aktiviteleri bakımından karşılaştırılması	55
4.5.2. Sakkaroz Sintaz.....	57
4.5.2.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin sakkaroz sintaz enzimi aktiviteleri bakımından karşılaştırılması.....	57
4.5.2.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin sakkaroz sintaz enzimi aktivitelerinin bakımından karşılaştırılması	59
4.5.2.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz sintaz enzimi aktivitelerinin bakımından karşılaştırılması.....	61
5. TARTIŞMA	64
EK AÇIKLAMALAR - A	68
KAYNAKLAR DİZİNİ	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	<u>Sayfa</u>
2.1. Dünya da bitki soğ uğa dayanıklılık haritası	4
2.2. Türkiye’ de bitki soğ uğa dayanıklılık haritası	5
3.1.1. Bir yıllık sürgün örneklerinin alındığı meyve bahçesinden görünüm	17
3.1.3.1 Denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri	21
3.2.1 Düşük sıcaklık testleri için örneklerin hazırlanması	22
4.1.1.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde % zararlanma oranları	29
4.1.2.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde % zararlanma oranları	31
4.1.3.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak M7 ve MM106 anaçlarının % zararlanma oranları	33
4.2.1.1.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	35
4.2.1.2.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	37
4.2.1.3.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	39
4.3.1.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	41
4.3.2.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.....	43
4.3.3.1 Düşük sıcaklık uygulamalarına bağı lı olarak M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	45

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

4.4.1.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitli indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	47
4.4.2.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	49
4.4.3.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	51
4.5.1.1.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitli asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	53
4.5.1.2.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	55
4.5.1.3.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	57
4.5.2.1.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	59
4.5.2.2.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	61
4.5.2.3.1	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	<u>Sayfa</u>
4.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde % zararlanma oranları	28
4.1.2. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde % zararlanma oranları	30
4.1.3. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının zararlanma oranları	32
4.2.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	34
4.2.1.2. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	36
4.2.1.3. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	38
4.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	40
4.3.2. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.....	42
4.3.3. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	44
4.4.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	46
4.4.2. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	48
4.4.3. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler	50

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

4.5.1.1.	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	52
4.5.1.2.	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	54
4.5.1.3.	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	56
4.5.2.1.	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşit sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	58
4.5.2.2.	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	60
4.5.2.3.	Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler	62

SİMGELER DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
EC	Enzim kodu
g	Gram
m	Metre
mg	Miligram
mM	Milimolar
mL	Mililitre
nm	Nanometre
rpm	Round per minute
µL	Mikrolitre

KISALTMALAR DİZİNİ

ABA	Absisik Asit
APX	Askorbat peroksidaz
CAT	Katalaz
CO ₂	Karbondioksit
DDT	DL-Dithiothreitol
dH ₂ O	Saf Su
DIECA	Diethyl dithiocarbamate. Sodium trihydrate
dk.	Dakika
DNA	Dinitronükleik asit
Ei	Elektriksel iletkenlik
EC metre	Elektriksel iletkenlik ölçer
h	Saat
HEPES	N 2-2-ethanesulphonic acid
KOH	Potasyum Hidroksit
PO ₄ -Cit	H ₂ PO ₄ (dihydrogen phosphate) + sitrik asit
ö.d.	Önemli değil
RNA	Ribonükleik Asit
SS	Standart sapma
T.A	Taze ağırlık
UDP	Uridine 5'-diphosphate
vd.	Ve diğerleri

1. GİRİŞ

Bitkiler için uygun olmayan herhangi bir çevre faktörü için “stres”, bu etkene karşı bitkinin hayatta kalabilme yeteneği ise “stres direnci” olarak ifade edilmektedir (Levitt, 1980). Bitkilerin düşük sıcaklıklarda yaşamlarını sürdürebilmesi genetik yapı ve çevre koşullarının etkileşiminden oluşan dirence bağlıdır. Dayanıklılık kalıcı olup direnç ise çevre şartlarına bağımlı olarak kazanılabilen ya da kaybedilebilen bir özelliktir (Boscaiu et al., 2008; Smallwood and Bowles, 2002).

Bitkiler buldukları ortamla devamlı olarak temas halinde olan canlılardır. Bunun neticesinde çevrelerinde oluşan biyotik (zararlı, hastalık, virüs, bakteri, mantar, hayvanlar, insanlar vb.) ve abiyotik (düşük ve yüksek sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, radyasyon, sel, mineral madde vb.) etmenlerden önemli ölçüde etkilenirler (Howell and Weiser, 1970; Taiz and Zeiger, 2006). Bitkilerin verimliliğini ve yeryüzünde yayılışını sınırlayan en önemli faktörlerin başında abiyotik faktörler gelmektedir. Dünyada verim düşüklüğünün temel nedeni olan abiyotik etmenlerin, önemli ürünlerin ortalama verimini % 50 ya da daha fazla düşürdüğü bildirilmektedir (Bray et al., 2000).

Bitki gelişimini etkileyen önemli abiyotik etmenlerden biri de düşük sıcaklık stresidir. Özellikle düşük sıcaklıklara dayanıklılık gösteren bitkilerin daha fazla yayılış alanı gösterdikleri göze çarpmaktadır. Soğuklara dayanıklı bitkiler ılıman bitki kuşaklarından daha soğuk iklim kuşaklarına değin geniş bir yayılış alanı ve çeşitlilik gösterirler (Hilborn and Stiles, 1973). Stres fizyolojisi ve özellikle düşük sıcaklık fizyolojisi ile ilgili çalışmalar yaklaşık olarak 1930’lu yıllarda başlamıştır (Kratsch and Wise, 2000). Ancak düşük sıcaklıklar ve bunlarla ilgili bilgiler insanlık tarihi kadar eskidir. Bitkilerin var oluşundan bugüne dünyamız çok çeşitli soğuk dönemler geçirmiş bunun sonucunda dayanıklı olan bitkiler hayatta kalmıştır (Wisniewski et al., 2003). 1930’lu yıllarda dünyadaki soğuk hava dalgası nedeniyle Amerika kıtasındaki pek çok ağaç yok olmuştur (Hilborn and Stiles, 1973). Bugün yetiştiriciliğini yaptığımız pek

çok bitki ise 19. yüzyılın başlarında seçilmiş veya ıslahı yapılmıştır (Thomashow, 1999).

Yeryüzündeki en düşük sıcaklık -90 °C ile Antarktika'da ölçülürken, Doğu Sibirya'nın vadi ve ovalarında ise bugüne kadar ölçülen en düşük sıcaklık -66 ile -68 °C arasındadır. Yine yeryüzünün % 42'sinde yıllık ortalama hava sıcaklığının -20 °C'nin altında olduğu, dünyanın toplam yüz ölçümünün sadece 1/3'ünde donma tehlikesinin olmadığı rapor edilmektedir (Larcher, 1995). Ekonomik öneme sahip bitkileri düşük sıcaklık zararından korumak için dünya genelinde yıllık olarak yaklaşık 100 milyon dolar harcanarak önlem alınmasına rağmen, yıllık ekonomik kayıp 10–100 milyon dolar arasında değişmektedir (Steponkus, 1992).

Düşük sıcaklık stresi genellikle bitki gelişimini ve verimliliği etkiler (Martsolf, 1992; Jan et al., 2009). Düşük sıcaklıklara maruz kalan bitkilerde maruz kalınan bu faktör sonucu çeşitli morfolojik, fizyolojik ve genetik değişiklikler olur (Huner et al., 1997). Düşük sıcaklıklara dayanıklılık soğuğa alışma sürecinde kazanılmış bir özelliktir (Thomashow, 1999). Düşük sıcaklıklara dayanıklılık üzerine bitkinin içinde bulunduğu gelişme dönemi, bitki bünyesindeki metabolik değişimler, sıcaklığın düşüş hızı, derecesi ve etki süresi gibi birçok faktör etkili olmaktadır (Levitt, 1980).

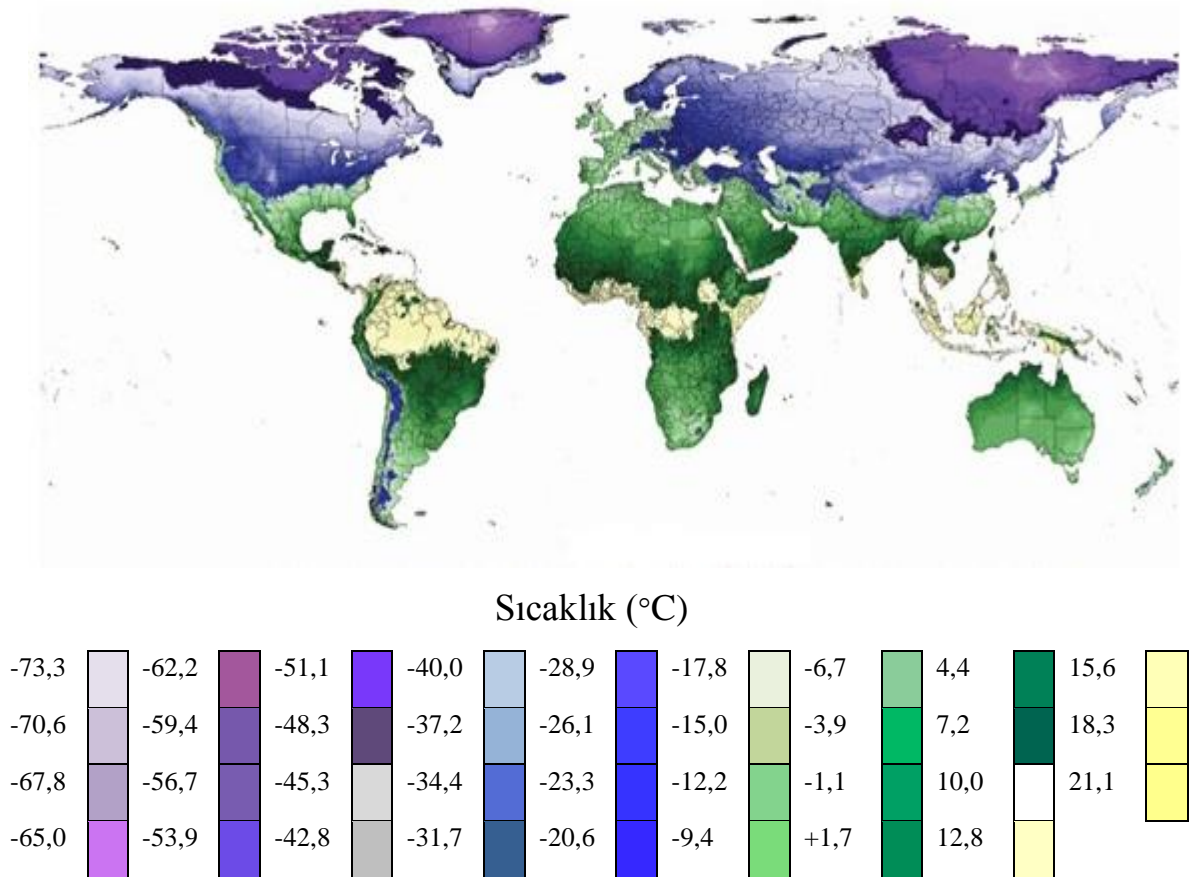
Bitkiler doğal yetiştirme alanlarındaki kış soğuklarından anormal olmamak koşulu ile büyük ölçüde zarar görmezler. Ancak başka iklim bölgelerinden getirilen ve geldikleri yerlerin iklim koşulları ile uyum sağlamayan bitkiler çok defa dayanabilecekleri derecenin altına düşen kış donlarına uyum sağlamaya zorlanmaktadır (Burak, 1989; Özçağırın vd, 2004). Soğuğa alışma ile ilişkili olarak hücrenin biyokimyasal yapısında lipit bileşimi, şekerler ve çözünen proteinlerde artış, spesifik proteinlerin ifadesi, enzim aktivitelerinde artış gibi değişimler olur (Levitt, 1980; Thomashow, 1999; Eriş et al.; 2007; Gülen et al., 2008; Turhan, 2012; Turhan and Ergin, 2012). Yapılan çalışmalara göre soğuğa uyum sağlamış bitkilerde genler çeşitli özel proteinlerin sentezlenmesi ve birikimini uyarılmaktadır (Guy, 1990; Arora and Wisniewski, 1994).

Modern tarımdaki ilerlemelere rağmen, biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkisiyle büyük verim kayıpları olmaktadır (Boyer, 1982; Zeigler, 1990; Krieg, 1994). Bu durumda, artan nüfusun uygun şekilde beslenmesini sağlamak ve değişen beslenme alışkanlıklarına cevap vermek için biyotik ve abiyotik stres faktörlerine genetik adaptasyon yeteneği yüksek olan çeşitlerin geliştirilmesi ve böylece bitkilerden alınan verimin ve ürün kalitesinin artırılması için yeni yaklaşımlar gerekmektedir (Synder and Melo-Abreu, 2005). Diğer taraftan bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde çevre faktörlerinden sıcaklığın ayrı bir önemi vardır (Eriş, 1982). Bahçe bitkileri dayanabilecekleri dereceden aşağı düşen kış soğuklarından, az veya çok zarar görürler. Bu nedenle özellikle kültür bitkilerini şiddetli kış soğuklarından, ilkbaharın geç ve sonbaharın erken donlarından korumanın ekonomik ve pratik uygulanabilir alternatif yollarının belirlenmesi çok önemlidir (Eriş, 1995).

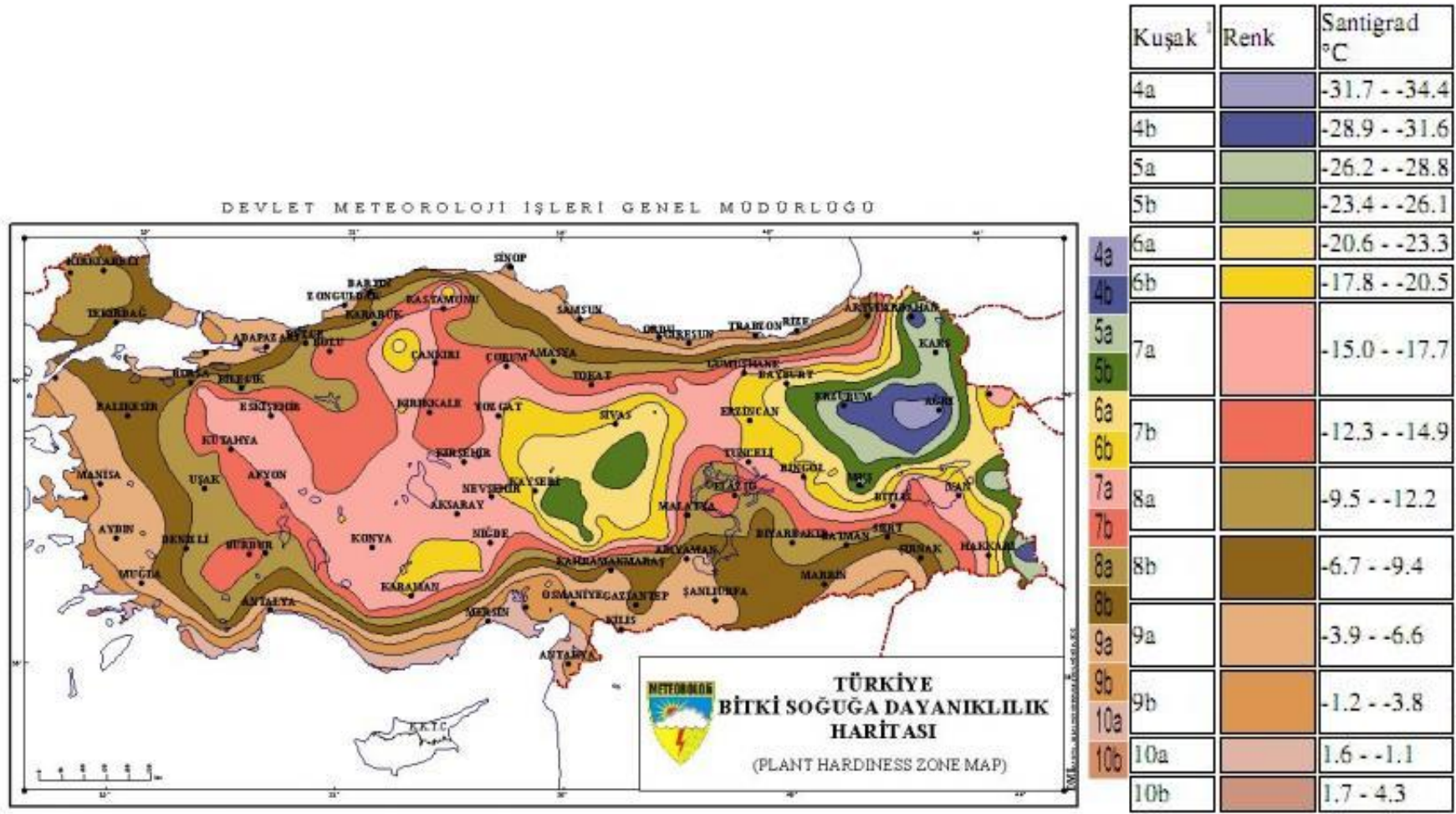
Elma, dünya üzerinde çok geniş yayılma alanı gösteren ve değişik ekolojilerde üretimi yapılabilen ve genel olarak soğuklara dayanıklı bir bitkidir (Özçağırın vd, 2004). 2010 yılı verilerine göre; Dünya elma üretimi yaklaşık 70 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Türkiye, Dünya elma üretiminde 2.600.000 ton ile Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra 3. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2011). Bu çalışma ile MM106 elma anacı üzerine aşılı Golden Delicious, Mondial Gala, Summer Red, Vista Bella, William's Pride ve M7 elma anacı üzerine aşılı Fuji ve Summer Red anaç/çeşit kombinasyonlarının düşük sıcaklıklara dayanımı incelenmiştir. Böylece erken sonbahar veya ilkbahar geç donlarının etkili olduğu bölgemize önerilebilecek elma anaç/çeşit kombinasyonlarının saptanması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile dona dayanıklılık dereceleri saptanan anaç/çeşit kombinasyonlarını uygun bölgelere önererek meyve yetiştiricilerinin sürekli olarak karşılaştığı düşük sıcaklık ve don zararlarının azaltılması ve böylece ülke ekonomisine katkıda bulunulması sağlanacaktır. Bitkilerde soğuğa dayanıklılığı ve uyumu sağlayan fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaların aydınlatılması tarımsal üretimin artırılması ve dayanıklı bitkilerin geliştirilebilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda bölgemiz gibi meyvecilik açısından gelişmesi beklenen bölgelerde daha bilinçli bir üretim planlaması yapılarak sürekli kazanç sağlanabilir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Birçok bitki türünün coğrafi olarak dağılımında ve yaşamlarını sürdürmelerinde bitkilerin değişik abiyotik stres koşullarına karşı koyabilme yetenekleri baş rolü oynamaktadır (Wisniewski et al., 2009). Çeşitlilik tropik bölgelerden kutup bölgelerine gittikçe soğuk zararının artması ile birlikte ters orantılı olarak azalmaktadır. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de sırasıyla dünyada ve ülkemizde bitki soğuğa dayanıklılık haritaları görülmektedir.



Şekil 2.1. Dünya’da bitki soğuğa dayanıklılık haritası (Anonymous, 2007)



Şekil 2.2. Türkiye’de bitki soğuga dayanıklılık haritası (Anonim, 2007)

Ancak bitkiler âleminde düşük sıcaklıklara tolerans gösterme bakımından büyük varyasyonlar bulunmaktadır (Rajashekar, 2000). Muz ve avokado gibi tropik bitkiler düşük sıcaklıklara tolerans gösteremezken elma, armut gibi ılıman iklim meyve türlerinin soğuklara toleransları daha yüksektir (Sutka and Galiba, 2003)

Düşük sıcaklığa maruz kalmış bitki hücresinde, don anında su hücreden hücre içi boşluğa hareket etmekte ve buz oluşmaktadır (Levitt, 1980; Smallwood and Bowles, 2002). Bu olay hücrenin su kaybetmesine neden olur. Don ilerledikçe bu hücrenel bir büzüşmeye yol açar. Böylelikle don süresince 3 tip stres yaşanır. Bunlar; donmanın neden olduğu su kaybı, vakuolden su kaybına bağlı osmotik stres ve hücre büzüşmesinin sebep olduğu mekanik strestir. Söz konusu don olayında canlı kalabilme şansının don dehidratasyonu toleransı ve hücre içi dondan korunma kabiliyetine bağlı olduğu bildirilmektedir (Levitt, 1980; Smallwood and Bowles, 2002).

Levitt (1980), iki temel düşük sıcaklık stresi tipi tanımlamıştır. Bunlardan birincisi “donma stresidir” ve 0 °C’nin altındaki sıcaklıkları içerir. İkincisi ise, 0 °C’nin üstündeki sıcaklıkları içeren “üşüme stresi”dir. Bu iki farklı düşük sıcaklık stresi altında bitkilerde meydana gelen zararlanma ifade edilirken, donma ve üşüme zararı ifadeleri kullanılmaktadır (Levitt,1980).

Her bitki kendi büyüme ve gelişmesi için optimum olan belirli sıcaklık ihtiyacına sahiptir. Belirli sıcaklık koşulları bir bitki için optimum olurken, diğer bir bitki için strese neden olabilir (Mahajan and Tuteja, 2005). Bir bitkinin doğal soğuk duyarlılığı, bazı türlerin soğuğa karşı uyum yeteneği olsa da, zamanlama etkisi ve yapısal hasarın ortaya çıkmasına göre hafif, orta ya da şiddetli olarak sonuçlanır (Kratsch and Wise, 2000).

Abiyotik stres faktörleri genel olarak hücrede; hücrenel dehidrasyona, hücrenin osmotik bileşiminin değişimine, iyon ve su taşıma sistemlerinin aktivasyon veya deaktivasyonuna, plasma membranlarında değişimlere, vakuolde toksik iyonların birikimine neden olabilirler. Hücrenin stres faktörlerine tepkisi ise; hücrenin kendisini stresten koruması için moleküler (şekerler, prolin, polialkoller, amonyumlu bileşikler,

ısı şoku protenleri, aminoasitler gibi), enzimatik (glutatiyon reduktaz, katalaz, süperoksit dismutaz, vd) ve enzimatik olmayan (Vitamin C, vitamin E, flavonoidler, fenoller, vd) antioksidant sistemlerini aktive eder (Boscaiu et al., 2008).

Soğğun bitkiye en büyük zararı hücre zarı hasarına yol açmasıdır. Bu hasar büyük ölçüde dehidrasyon nedeniyle (Mahajan and Tuteja, 2005). Soğukla muamele sırasında hücre zarının lipid içeriğinde bir dizi değişiklik meydana gelir. Öncelikle, hücre zarının fosfolipid oranında artış gözlenir. İkinci olarak, artan soğuk stresi uygulamasında soğuk dayanıklılığının maksimum olduğu seviyede hücre zarındaki serebrosidlerin oranı azalır, fakat azalmanın miktarı bitki türlerine göre çeşitlilik gösterir (Wang et al., 2006; Feng et al., 2009). Hücre zarı lipidleri soğuk duyarlılığında ya da dayanıklılığında önemlidir (Mahajan and Tuteja, 2005).

Literatüre bakıldığında düşük sıcaklık zararını modelleyebilmek için bitki üzerinde araştırmacılar tarafından farklı sıcaklık dereceleri denenmiştir. Howell and Weiser (1970) elmada 10 °C' lik basamaklar halinde bitki ısını düşürüp -50 °C'ye kadar sıcaklığı düşürmüşlerdir. Şeftali (Burak, 1989) ve zeytinde (Eriş et al, 2007) yapılan benzer çalışmalarda ise bitki ısı 5 °C'lik basamaklar halinde -20 °C'ye düşürülmüştür. Turhan and Ergin (2012) kiraz anaç/çeşit kombinasyonlarında yaptıkları düşük sıcaklık çalışmasında bitki ısını 10 °C'lik basamaklar halinde -25 °C'ye kadar düşürmüşlerdir.

Dondurucu sıcaklıklar bitkilerin dona dayanımını uyarır (Thomashow, 1999). Tek yıllık veya çok yıllık bitkiler büyüme mevsimlerinde -3 °C gibi sıcaklıklara dayanamazken soğuk kış aylarında daha düşük derecelere dayanıklılık gösterebilmektedir (Bervaes et al., 1978). Howell and Weiser (1970) dinlenme döneminde Haralson elma çeşidinin -55 °C' ye dayandığını bildirilmektedirler. Elma çeşitleri üzerine yapılan çalışmalarda, çeşitlerin Ocak ayında soğğa en dayanıklı olduğu belirlenmiş ve Ocak ayı içerisinde hücrenin osmotik yoğunluğunun en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Küden vd., 1998; Sabajeviene et al., 2007). Sekiz farklı ceviz çeşidinde yapılan bir çalışmada soğğa dayanımda sonbahardan başlayarak bahara kadar bir artış olduğu, baharla birlikte ise bir azalma olduğu belirlenmiştir (Aslamarz et al., 2010). Çilek çeşitlerinde yapılan başka bir çalışmada ise çilek bitkilerinin soğğa

dayanımlarının en yüksek ocak ayında olduğu tespit edilmiştir (Linden et al., 2002). Bitkilerin soğuğa dayanıklılığını etkileyen diğer bir etmende gün uzunluğudur. Yapılan çalışmalarda bitkilerin kısa gün şartlarında soğuğa dayanıklılığının arttığı görülmüştür (Bervaes et al., 1978; Makaracı and Flore, 2009).

Sarıçam üzerinde yapılan bir çalışmada ise bitkinin soğuğa dayanımının yıllara göre ve coğrafi konuma göre de değişim gösterdiği bildirilmektedir (Leinonen, 1996). *Hippophae rhamnoides L.* türlerinde yapılan bir çalışmada ise erkek bireylerin dişi bireylere göre soğuğa daha fazla dayanım gösterdiği belirlenmiş ve kuzey bölgelerden alınmış bitki türlerinin güney bölgelerde yetişmiş bitki türlerine oranla daha yüksek dayanım gösterdiği tespit edilmiştir (Li et al., 2005). Japonya'da farklı bölgelerden alınan odunsu bitkilerin soğuğa dayanımları karşılaştırıldığında, coğrafi olarak kuzeyde ve iklim olarak daha soğuk bölgelerden alınan bitkilerin soğuğa daha uyumlu oldukları ve dayanıklılıklarının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Sakai, 1978a). Örneğin soğuk iklime uyum sağlamış söğüt türlerinin farklı çeşitlerinden örnek alınıp soğuk testleri uygulandığında hücresel bozulmalar, ksilemde kararmalar, fizyolojik ve morfolojik değişiklikler çok az gözlenmiştir (Sakai, 1978b).

Dolgo, Golden Delicious, Manchurian Crab ve Red Delicious elma çeşitlerinde yapılan düşük sıcaklık çalışmasında; kasım, ocak ve mart aylarında çeşitlerden alınan ve düşük sıcaklık uygulamalarına (0, -15, -30, -45 °C) tabi tutulan dokularda görsel kahverengileşme ve zararlanma aylara göre değişmekle birlikte kasım ayında -30 °C ile birlikte başlamış, ocak ayında -45 °C derecede, mart ayında ise tekrar -30 °C derece deki uygulamalarda gözlemlenmiştir (Vertucci et al., 1992).

Meyve ağaçlarının organlarının soğuğa dayanıklılık dereceleri de değişmektedir. Meyve ağaçlarının gövde, kök ve dalları kış aylarında çok düşük sıcaklıklara dayanabildiği halde, ilkbaharda aktif olarak gelişmeye devam eden ağaçların, dinlenme dönemindekilere oranla çiçek ve küçük meyveleri düşük sıcaklıklarda çok daha fazla zararlanmaktadır (Burak, 1989). Soğuklardan en fazla etkilenen organlar çiçek tomurcuklarıdır. Bunlar da özellikle açmaya başladıkları dönemlerde soğuklara çok

duyarlıdırlar. Çiçek tomurcuklarının soğuklara dayanıklılığı, içinde buldukları gelişme periyoduna göre değişmektedir (Burak, 1989).

Elmada soğuk zararı sonucu en sık görülen zararlanma belirtileri ksilemde kararma (blackheart injury) ve soğğun şiddetine göre dal ve ağaç ölümleridir (Palonen and Buszard, 1997). Nybom (1992) tarafından yapılan bir çalışmada İsveç' de Nisan ayında 129 elma çeşidinde soğuk zararlanmaları elektriksel iletkenlik ölçümleri yöntemi ile incelenmiş ve bitkilerin en çok uyanma dönemlerinde zararlandıkları belirlenmiştir. Erken çiçek açan elma çeşitleri daha geç çiçek açan çeşitlere göre soğuktan daha fazla zarar görmüşlerdir. Don zararı ile çeşitler ve çeşitlerin orijin ülkeleri arasında bir ilişki saptanmıştır. Bu çalışmada çiçek tomurcuklarının soğuklara dayanıklılığı ile kabuk dokularının soğuklara dayanıklılıkları arasında farklılıklar tespit edilmiştir.

Genel olarak don zararı sonucunda membran yıkımından çok plazma membranlarında değişiklikler olmaktadır (Palta and Li, 1980). Plazma membranlarında görülen bu değişiklikler; hücrelerden iyon akışının artması, hücrenin turgor durumunu kaybetmesi, protoplazma, mitokondri ve kloroplastların şişmesi şeklinde özetlenebilir (Kratsch and Wise, 2000). Kloroplast şişmesine yol açan ve osmotik olarak aktif olan ajanlar nişasta bozulma ürünleriyle ilişkilidir. Nişasta soğuk stresi sırasında çözünür şekerlere dönüştürülür (Kaplan et al., 2006) ve bu nedenle yaprak çözünür şekerleri soğuk stresi sırasında artma eğilimindedirler (Strand et al., 1997; Nayyar et al., 2005).

Dinlenme halindeki hücrelerde şeker oranının ve proteinlerin artışı hücre içindeki buz oluşumunu azaltarak dona dayanıklılığı arttırmaktadır (Levitt, 1980). Dinlenme döneminde RNA, DNA ve lipitlerde de genel bir artış görülmektedir. Kışlık bitkilerde sıfırın altındaki sıcaklıklarda yaşamlarını sürdürmelerini sağlayan antifriz proteinlerin miktarının da soğğa uyum evresinde arttığı belirlenmiştir (Griffith and Yaish, 2004).

Soya fasulyesinde yapılan bir çalışmada düşük sıcaklığa maruz kalmış bitki organelleri incelenmiş ve bunun sonucunda mitokondri ve vakuol organlarında yoğunlaşma ve deformasyonlar gözlenmiştir. Ancak bitkide gözlenen bu zarar öldürücü olmamakla birlikte geriye dönüşü olmayacak derecede hücre, organ ve dokuların

zararlandığını göstermektedir (Glinska et al., 2009). Kivide yapılan başka bir çalışmada ise soğuk uygulamaları ile birlikte membran geçirgenliği ile doymuş ve doymamış yağ asitleri miktarlarında artış görülmüştür (Antunes and Sfakiotakis, 2008).

Biberde soğuğa dayanıklı KM-121 ve Mert çeşitlerinde yapılan bir çalışmada düşük sıcaklık stresine maruz kalan bitkide apoplastik ve toplam çözünebilir proteinler, prolin ve fenollerde artış ve klorofil II miktarında ise azalma görüldüğü belirtilmektedir (Koç vd., 2010). Domates ve karpuz türlerinde yapılan bir çalışmada düşük sıcaklıkla birlikte sürgün ağırlığında azalış, fenolik maddelerde artış, phenylalanine ammonia-lyase aktivitesinde artış, düşük peroksidaz ve polifenol oksidaz aktivitesi gözlemlendiği bildirilmektedir (Rivero et al., 2001). Fuji elma çeşidinde ve Okubo şeftali çeşidinde yapılan bir çalışmada soğuğa alışma sırasında bitki dokularındaki antosiyanin miktarındaki değişim incelenmiş ve aralık-ocak aylarında diğer aylara göre bitki dokularında daha yüksek seviyelerde antosiyanin görülmüştür. Soğuğa alışma ile birlikte bitki dokularındaki antosiyanin oranında artış olmuştur (Leng et al., 2000).

Arbequina ve Picual zeytin çeşitlerinde yapılan soğuğa dayanıklılık çalışmasında her iki çeşitte bitki dokularında dışarıdan gözle görülür bir zararlanma görülmezken, floemde ve kortekste zarar görmüş dokular gözlemlenmiştir ve Arbequina çeşidinde Picual çeşidine oranla daha az zararlanma görülmüştür (Ruiz et al., 2006).

Herdem yeşil *Malosma laurina* ve *Rhus ovata* türlerinde yapılan bir çalışmada bitkilerin fidan ve yetişkin dönemleri karşılaştırıldıklarında arazi koşullarında yetişkin bitkilerin düşük sıcaklık zararlarına toleransının arttığı bildirilmektedir (Pratt et al., 2005). Avokado da yapılan diğer bir çalışmada ise -3 °C'ye kadar düşen sıcaklıklardan 7-10 gün sonra meyve dökümleri görülmüştür (Bayram ve Tepe, 2007).

Dondan zarar gören hücrelerin hücre membran geçirgenliği azalır ve hücre iyon sızıntısı artar. Bu iyon sızıntısı elektriksel iletkenlik (Ei) ölçümü ile hesaplanır. Özellikle stres çalışmalarında elektriksel iletkenlik ölçümleri çeşit seçiminde basit hızlı, efektif ve kalitatif bir metottur (Murray et al., 1989; Linden, 2002). Örneğin 60 farklı badem çeşidinde yapılan bir çalışmada çeşitlerin en hızlı izleme ve sonuç alma yöntemi

olarak iyon sızıntısı değerlerine bakılarak bir seleksiyon yapılmıştır. Badem genotipleri arasında iyon sızıntısı değerleri en düşük çıkan bademler soğuğa en dayanıklı olarak bulunmuştur (Imani et al., 2011). İyon sızıntısı testi, sıcaklık stresi ile ilgili olarak bitki zararlanma ölçütü olarak yaygın kullanılan bir metottur. Test, hücre zarının zarar görmesi sonucunda sitoplazmik sıvıların hücreler arası apoplastik sıvıya geçmesi ve sitoplazmik sıvıda çözünenlerin ölçülmesi temeline dayanır. Ancak odunsu bitkilerde her zaman doğru sonuç vermemektedir (Linden and Palonen, 2000). İyon sızıntısı yöntemi kullanılarak klonal seleksiyon çalışmalarında klonlar arasındaki farklılıklar kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Örneğin Leccino zeytin çeşidine ait klonlar iyon sızıntısı tekniği ile hızlı bir şekilde dona dayanıklılık yönünden değerlendirilmiştir (La Porta et al., 1994).

Bouteillan, Nostrale di Rigali, Leccino, Madonna dell'Impruneta, Ascolana Tenera, Vocio, Frantoio, Morcona, I-79, Leccio Uzzano, III-79, N 1 ve Borsciona zeytin çeşitlerinde yapılan soğuğa dayanıklılık çalışmasında (-8, -12, -14, -16, -20 °C) iyon sızıntısı yöntemi kullanılarak en dayanıklı çeşit Borsciona bulunmuştur (Bartolozzi and Fontananza, 1999). Düşük sıcaklığa maruz bırakılan mısır fidelerinde yapılan bir çalışmada ise elektriksel iletkenlik değerlerinin 4-7 günler arasında artış gösterdiği bildirilmektedir (Markowski and Skrudlik, 1995). Çilek bitkisinde yapılan bir başka çalışmada ise düşük sıcaklığa maruz kalan çilek bitkilerinin ilk 4 gün % zararlanma değerlerinin yükseldiği bunu takip eden günlerden 7 inci güne kadar düştüğü ve 7 inci günden sonra tekrar artışa geçtiği bildirilmiştir (Gülen et al., 2008). A2, B9, B118, CG179, CG202, CG210, G16, G30, G65, KSC28, M26, M26 EMLA, M27, M4, M9, M9 EMLA ve P2 elma anaçlarının düşük sıcaklıklara dayanımı üzerine yapılan bir çalışmada anaçlar % zararlanma değerlerine göre değerlendirildiğinde KSC28'in en yüksek dayanımı, M4'ün ise en düşük dayanımı gösterdiği bildirilmektedir (Prive, 2006). Bazı şeftali ve nektarin anaç/çeşit kombinasyonlarında düşük sıcaklıklara dayanımın belirlenmesi için yapılan çalışmada, iyon sızıntısı yöntemi ile çeşitlerin % zararlanmaları tespit edilmiştir. Çalışmada şeftali çeşitlerinden Crest Haven düşük sıcaklık stresine Vista Rich çeşidine oranla daha toleranslı bulunmuştur. Nektarin çeşitlerinden ise Sweet Lady çeşidi Venüs çeşidine oranla daha düşük zararlanma oranı göstermiştir (Baykul vd., 2011). 11 çilek çeşidinin düşük sıcaklıklara dayanımının

belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada yine iyon sızıntısı yöntemi ile çeşitlerin yaz ve kış döneminde düşük sıcaklıklara toleransları saptanmıştır. Sonuçlara göre, genel olarak Kabarla düşük sıcaklık stresine en hassas; Ventana ise en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte yaz döneminde Aromas da düşük sıcaklıklara önemli derecede hassasiyet göstermiştir. Ayrıca Camino Real çilek çeşidi durgun dönemde en dayanıklı çeşit olarak tespit edilmiştir. (Turhan vd., 2011).

Concord, Norton, Vignolse ve St. Vincent üzüm çeşitlerinin dona dayanımları üzerine yapılan çalışmada Concord ve Norton çeşitlerinin diğer çeşitlere oranla soğuğa daha hassas olduğu belirlenmiştir (Gu et al., 2002). Imperial Red Mac/Antonovka, Cortland/Beautiful Arcade, Rogers Red Mac/M.111, Spur Mac/M.111, Jersey Mac/M.111, Vista Bella/M.111, Imperial Red Mac/M.111 çeşit ve anaçları kullanılarak yapılan bir düşük sıcaklık çalışması sonucunda Jersey Mac/M.111, Vista Bella/M.111, Spur Mac/M.111 ve Rogers Red Mac/M.111 diğer çeşit ve anaç kombinasyonlarına göre daha dayanıklı bulunduğu bildirilmektedir (Coleman, 1985). Bazı elma anaçlarının (B9, M9, MM106, M26 ve Azayesh) soğuğa dayanımlarını karşılaştırmak üzere yapılan izleme çalışmasında stres duyarlılık indeksine göre Azayesh ve M9 anaçları MM106, M26 ve B9 anacına göre daha dayanıklı bulunmuştur (Mirabdolbaghi et al., 2010).

Soğuğa uyum sırasında birçok dayanıklı bitkide çözünür şeker birikiminin gerçekleştiği, şeker birikimi ile donma toleransının kazanılması arasında çok belirgin bir korelasyonun bulunduğu belirlenmiştir (Wanner and Juntilla, 1999). Bitki türüne göre değişmekle birlikte, bitki hücrelerinde düşük sıcaklık koşullarında sakkaroz, glikoz, fruktoz, rafinoz ve staçiyoz gibi suda çözünebilen şekerlerin birikim gösterdiği kanıtlanmıştır (Klimov et al., 2002). Bununla birlikte soğuğa uyumun sağlanması için sadece çözünür şeker birikiminin gerçekleştirilmesi yeterli olmamaktadır (Murelli et al., 1995). Bitkilerde dinlenme sonrası soğuğa dayanıklılığın azalması ve çözünebilir şeker seviyesindeki düşmenin hava sıcaklığı ile orantılı olduğu düşünülmektedir (Pagter et al., 2011). Kahve bitkisinde soğuk uygulaması sonucunda toplam çözünebilir şeker miktarlarında ve malat dehidrogenaz ile piruvat kinaz enzimlerinde artış olduğu rapor edilmiştir (Partelli et al., 2010). Bazı elma anaçlarında (P16, P22, P59, M26) yapılan

bir çalışmada soğuğa alışma döneminde nişasta miktarlarında azalış ve çözünebilir şeker miktarında artış görüldüğü ve bünyesinde daha fazla çözünebilir şeker biriktiren anaçların soğuğa daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Orlikowska et al., 2010). Yine aynı çalışmada P16 anacının dokularında en yüksek miktarda nişasta depoladığı ve M26 anacının ise bitki dokularında en az miktarda nişasta depoladığı belirlenmiştir (Orlikowska et al., 2010). Zeytin de yapılan çalışmalar göstermektedir ki toplam şeker, fosfolipid içerikleri ve toplam çözünebilir proteinler durgun dönemde bir artış göstermektedir (Eriş et al., 2007; Gülen et al., 2009). Elma anaçlarının soğuğa dayanımlarının karşılaştırılması üzerine yapılan bir başka çalışmada ise B (9, 146, 396), P (2, 22, 60) ve M (9, 26) serilerinden anaçlar kışım, mart ve ağustos aylarında alınan kabuk dokularında karbonhidrat içerikleri açısından karşılaştırılmışlardır. Bunun sonucunda en yüksek şeker içeriği dönemsel olarak P 22 anacında tespit edilmiştir. En düşük değerler ise M serisi anaçlarda gözlemlenmiştir (Sabajeviene et al., 2007). Diğer bir araştırmada da soğuğa dayanıklılık açısından YP (Yltoinen Piikio) anacının çok dayanıklı, M7'nin daha az dayanıklı, M9 anacının ise duyarlı olduğu bulunmuştur (Khanizadeh, 1989). Farklı anaçlar üzerine aşılı Red Haven şeftali çeşidinde yapılan çalışmada bitki dokularında daha fazla çözünebilir şeker, indirgen şekerler ve diğer karbonhidratları depolayan Siberian C anacı, Harrow Blood anacına göre daha dayanıklı bulunmuştur (Khanizadeh, 1989).

Üç farklı ahududu çeşidinde yapılan bir çalışmada; ahududu sürgünleri ve tomurcuklarında farklı dönemlerdeki karbonhidrat değerleri incelenmiş bunun sonucunda glikoz ve fruktozun sürgünlerde daha baskın olduğu bulunmuş ayrıca sakkarozun ise tomurcuklarda daha yoğun birikimi tespit edilmiştir (Palonen, 1999). Nişasta ekim ve nisan aylarında dokularda çok az görülmüştür. Bitkinin soğuğa dayanımını arttırmak için nişastanın soğuk dönemi boyunca invert şekerlere ve en çok da sakkarozla dönüştüğü belirlenmiştir (Palonen and Linden, 1999). Bazı farklı şaraplık üzüm çeşitlerinin dönemsel olarak karbonhidrat içeriklerinin incelendiği bir çalışmada soğuğa uyumla birlikte toplam çözünebilir şekerler ve indirgen şeker içerikleri açısından genel bir artış görülmüştür (Grant et al., 2009). Gisela 5 ve Mazzard anaçları üzerine aşılı 0900 Ziraat ve Lambert çeşidi kirazlarda yapılan bir çalışmada; kiraz dokularında durgun dönemdeki toplam şeker, indirgen şeker ve sakkaroz miktarlarının;

aktif döneme göre daha yüksek olduğu ve soğuğa daha toleranslı olduğu belirtilen Mazzard anacının daha yüksek miktarda toplam şeker, indirgen şeker ve sakkaroz biriktirdiği bildirilmektedir (Turhan and Ergin, 2012). Aromas ve Diamante çilek çeşitleri üzerinde yapılan düşük sıcaklık uygulamasında apoplastik sıvıdaki toplam şeker, indirgen şeker ve sakkaroz açısından aktif ve durgun dönemde ve her iki çeşit arasında bir farklılık görülmezken düşük sıcaklığa daha toleranslı bulunan Diamante çeşidinin simplastik dokulardaki toplam şeker, indirgen şeker ve sakkaroz miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Turhan, 2012).

Sakkaroz biyosentezi ile doğrudan ilgili iki enzim vardır. Bunlar sakkaroz fosfat ve sakkaroz sintaz enzimleridir (Feest et al., 2003). Bitki dokularında en çok rastlanan şeker metabolizması enzimleri asit invertaz, sakkaroz sintaz ve sakkaroz fosfat sintazdır. Bunlardan asit invertaz hücrede farklı dokularda bulunur. Bunlar hücre duvarında, vakuolde ve sitoplazmik olmak üzere üç çeşittir (Sturm and Tang, 1999). Asit invertaz enziminin hücre zarının farklılaşması, sakkarozun depodan kaynağa iletimi, vakuolde indirgen şekerlerin birikimi gibi hücrede farklı görevleri bulunmaktadır. Sakkaroz sintaz enziminin ise özellikle sakkaroz enziminin özümlemesi ve depodan kaynağa kaynaktan depoya sakkarozun iletiminde önemli görevler üstlendiği bildirilmektedir (Sturm and Tang, 1999).

Buğdayda yapılan çalışmalar da göstermiştir ki asit invertaz ve sakkaroz sintaz enzimlerinin her ikisinin de bitkilerin soğuğa uyumu ile ilgili görevleri bulunmaktadır (Abdel- Latif, 2008). Lahana fidelerinde soğuğa dayanım üzerine yapılan bir çalışmada soğuğa alışma dönemi öncesi yapılan analizlere göre soğuk uygulamaları ile birlikte bitki bünyesinde indirgen şekerlerde (sakkaroz, glikoz, fruktoz) artış görüldüğü bildirilmektedir. Yine aynı çalışmada şeker metabolizma enzimlerinden sakkaroz sintaz ve sakkaroz fosfat sintaz enzimlerinin seviyesinde artış görülürken asit invertaz enziminin dokulardaki miktarında ise düşme görüldüğü bildirilmektedir. Özellikle sakkaroz sintaz seviyesinin stres öncesi ölçümlere göre 3 kata varan değerlerde artış gösterdiği bildirilmektedir (Sasaki, 1996). Gisela 5 ve Mazzard anaçları üzerine aşılı 0900 Ziraat ve Lambert çeşidi kiraz kabuk dokularında aktif dönemdeki asit invertaz ve sakkaroz sintaz aktivitesi durgun döneme göre daha yüksek bulunmuştur (Turhan and

Ergin, 2012). Aromas ve Diamante çilek çeşitlerinde yapılan bir çalışmada ise aktif dönemde apoplastik sıvıda asit invertaz enzim aktivitesinin durgun dönemde bulunan asit invertaz enzim aktivitesine göre daha yüksek olduğu, simplastik dokularda ise aynı enzim aktivitesinin durgun dönemde daha yüksek bulunduğu bildirilmektedir. Sakkaroz sintaz enziminin ise simplastik dokularda durgun dönemde aktif döneme göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Turhan, 2012).

Son yıllarda düşük sıcaklık stresi ve strese dayanımda rol oynayan fizyolojik faktörler arasında en çok reaktif oksijen türleri (ROS)'nin neden olduğu oksidatif zararlar üzerinde durulmaktadır. Reaktif oksijen türleri normal hücre metabolizması ürünleridir ve savunma mekanizmaları tarafından ortamdan uzaklaştırılırlar (Scandalios, 1993). Normal koşullar altında ya da çeşitli streslere (soğuk ve donma, kuraklık, kuruma, sel, herbisit uygulamaları, patojen saldırılar ve radyasyon) maruz kalma sırasında hem kloroplast hem de mitokondride reaktif oksijen türleri üretirler. Elektron taşıma zincirindeki aksaklıklara bağlı olarak CO₂ fiksasyonundaki kısıtlamalar kloroplastlarda reaktif oksijen türleri oluşumunun esas nedenidir. Reaktif oksijen türleri zar lipitlerinin peroksidasyonuna, protein denatürasyonuna, DNA zincirlerinin kırılmasına ve enzimlerin inaktivasyonuna neden olur (Hirt, 2004; Desikan, 2004; Cheng and Song, 2006; Apostolova et al., 2008; Jan et al., 2009). Stres koşulları sonucu oluşan reaktif oksijen türlerini uzaklaştırma mekanizmalarının yetersiz kalması yüzünden bitkide oksidatif stres meydana gelir. Hücresel zar ve organelleri reaktif oksijen türlerinin zarar verici etkisinden korumak için bitkilerde antioksidant sistemleri oldukça önemlidir (Lee and Lee, 2000). Cansev et al. (2009) 9 farklı zeytin çeşidinde yaptıkları çalışmada, yaprak dokularında katalaz (CAT) ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitelerinin durgun dönemde aktif döneme göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar CAT enzim aktivitesinin çeşitlerin dona dayanım dereceleri ile direkt korelasyon gösterdiğine de dikkat çekmişlerdir. Elma çiçeklerinde yapılan bir çalışmada ise, reaktif oksijen türlerinden Hidrojen Peroksit (H₂O₂) üretiminde yeri olan ve elektron taşıma zincirinde görev yapan NADH-Cyt-C-redüktaz ve Cyt-oxidaz enzimlerinin ilkbaharda azaldığı ve buna bağlı olarak soğuğa dayanıklılığında azaldığı tespit edilmiştir. Her iki enzimin aktivitesi de soğuğa dayanım arttıkça azalmıştır (Kuroda et al., 1993).

Donma direncini etkileyen diğer bir faktör de absisik asit (ABA) hormonudur. Bitki dokularındaki ABA miktarının soğuğa uyum sırasında geçici olarak arttığı ve dışarıdan yapılan ABA uygulamalarının soğuğa alışmada etkili olduğu ortaya çıkarılmıştır (Chen et al., 1983; Lang et al., 1994; Smallwood and Bowles, 2002). Literatürde yapılan pek çok çalışmada bitkilere yapılan çeşitli hormon, gübre gibi uygulamalar ile soğuğa mukavemetin artırıldığı gözlemlenmiştir (Güleryüz ve Bolat, 1992; Zilkah et al., 1996; Smiley and Shirazi, 2003; Turfan vd., 2010; Aydın ve Nalbantoğlu, 2011). Bitkilere yapılan bu dışsal uygulamalar ne kadar bitkinin oluşabilecek soğuk zararlarını tolere etmesine yardımcı olsa da sadece destek olmaktan öteye geçememektedir (Coleman et al., 1992; Korkmaz, 2002).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Eskişehir koşullarında bazı elma anaç/çeşit kombinasyonlarının soğuga dayanım derecelerinin incelendiği bu çalışma; 2010–2011 yılları arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü meyve çeşit koleksiyon bahçesi ve fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Meyve bahçesi yıllık bakımları (sulama, gübreleme, toprak işleme) düzenli olarak yapılmakta ve ağaçlar kuvvetli tutulmaktadır. Denemede kullanılan bir yıllık sürgünler, 5x3 m sıra arası ve sıra üzeri mesafeye göre tesis edilmiş elma ağaçlarından alınmıştır (Şekil 3.1.1). Modifiye lider terbiye sistemine göre terbiye edilen elma ağaçlarının her yıl yaz ve kış budamaları düzenli olarak yapılmaktadır.



Şekil 3.1.1. Bir yıllık sürgün örneklerinin alındığı meyve bahçesinden görünüm.

Denemede 3-4 yaşlı MM106 elma anacı üzerine aşılı Golden Delicious, Mondial Gala, Summer Red, Vista Bella, William's Pride ve M7 elma anacı üzerine aşılı Fuji ve Summer Red çeşitleri kullanılmıştır. Bu anaçlar ve çeşitlerin özellikleri kısaca şöyledir:

3.1.1. Anaçlar

3.1.1.1 MM106 yarı bodur elma anacı

Yarı bodur karakterde bir anaçtır. Pamuklu bite karşı dayanıklıdır. M7 anacı ile benzer gelişme kuvvetinde olup elma standart çöğür anacının % 50-60'ı kadar gelişme gösterir. Kök çürüklüğüne hassas, pamuklu bite ve ateş yanıklığına dayanıklıdır. Ağır bünyeli iyi drene edilmeyen topraklarda kesinlikle kullanılmamalıdır. Üzerindeki çeşidi erken verime yatırır. Spur özelliği gösteren (zayıf gelişen) çeşitler için iyi bir anaçtır (Özçağırın vd., 2004).

3.1.1.2 M7 yarı bodur elma anacı

Amerika'da en yaygın olarak kullanılan anaçlar arasında yer alır. MM106 ile aynı gelişme kuvvetinde ağaçlar oluşturur. Kök kanseri ve kök boğazı çürüklüğüne duyarlıdır. Yarı bodur bir çeşittir. MM106 yerine kullanılabilen bir anaçtır. Üzerine aşılı çeşitleri erken meyveye yatırır. Derin dikilmediğinde kök kayıpları yapar (Özçağırın vd., 2004).

3.1.2 Çeşitler

3.1.2.1 Golden Delicious

Amerika orijinli bir çeşittir. Ağacı dik-yarı dik ve orta kuvvette gelişir. Meyvesi orta iri veya iri, kesik koni şeklinde, sap tarafı geniş, kabuk ince, sıvama açık sarı renkli, bazen güneş gören tarafı sarı üzerine parçalı pembe renklidir. Meyve eti sarımtırak beyaz, ince, sulu, hafif mayhoş ve hoş kokuludur. Soğuk hava deposunda Mart ayına kadar saklanabilir. Dikkatli meyve seyreltmesi yapılırsa her yıl bol ürün verir.

Tozlayıcıları; Starkrimson Delicious, Starking Delicious, Jonathan'dır (Özçağırın vd., 2004).

3.1.2.2 Mondial Gala

Yeni Zelanda orijinli kuvvetli yayvan gelişen ağaç yapısına sahiptir. Çok verimli bir çeşittir. Yoğun yağış olduğunda bakteriyel hastalıklara karşı önlem alınmalıdır. Meyve eti krem renkte ve tatlıdır. Meyve kabuğu sarımsı beyaz üstüne kırmızımsı renktedir. Hasat zamanı iyi takip edilmeli gecikme durumunda meyvede bozulmalar meydana gelmektedir. Hasat tarihi ağustosun ikinci yarısıdır. Tozlayıcıları; Fuji Golden Delicious, Granny Smith, Braeburn, Jersey mac'dir (Anonim, 2011).

3.1.2.3 Summer Red

Dr. K.O. Lapins tarafından Kanada British Columbia, Summerland Meyve Araştırma İstasyonunda elde edilmiştir. Ağaçları güçlü, yüksek verimlidir. Aynı zamanda 1 yıllık sürgünlerde meyve verimi vardır. Meyveleri orta irilikte, silindirik yuvarlak, hafif uzun şekilli, belirgin kırmızı kabuklu ve beyaz lentisellidir. Meyve eti sert ve suludur. Ağacı kuvvetli gelişir. Meyveler silindirik-yuvarlak, hafif uzun şekilli, meyve eti gevrek, sulu ve tadı mayhoştur. Temmuzun son haftasında olgunlaşır. Tozlayıcıları: Golden Delicious ve Jonathan'dır (Özçağırın vd., 2004).

3.1.2.4 Vista Bella

Prof. L.F. Hough tarafından bulunmuştur. Ağaçları çok kuvvetli ve yüksek verimlidir. Meyve orta irilikte, oldukça şişkin, yarısından fazlası homojen kırmızı menekşe rengindedir. Oldukça iyi yeme kalitesi vardır. Zedelenmeye ve taşımaya dayanıklıdır. Ağacı kuvvetli gelişir, sağlıklı ve bol verimlidir. Haziran sonu-Temmuz başında olgunlaşır. Tozlayıcıları: Idared, Jersey mac, Prima'dır (Özçağırın vd., 2004).

3.1.2.5 William's Pride

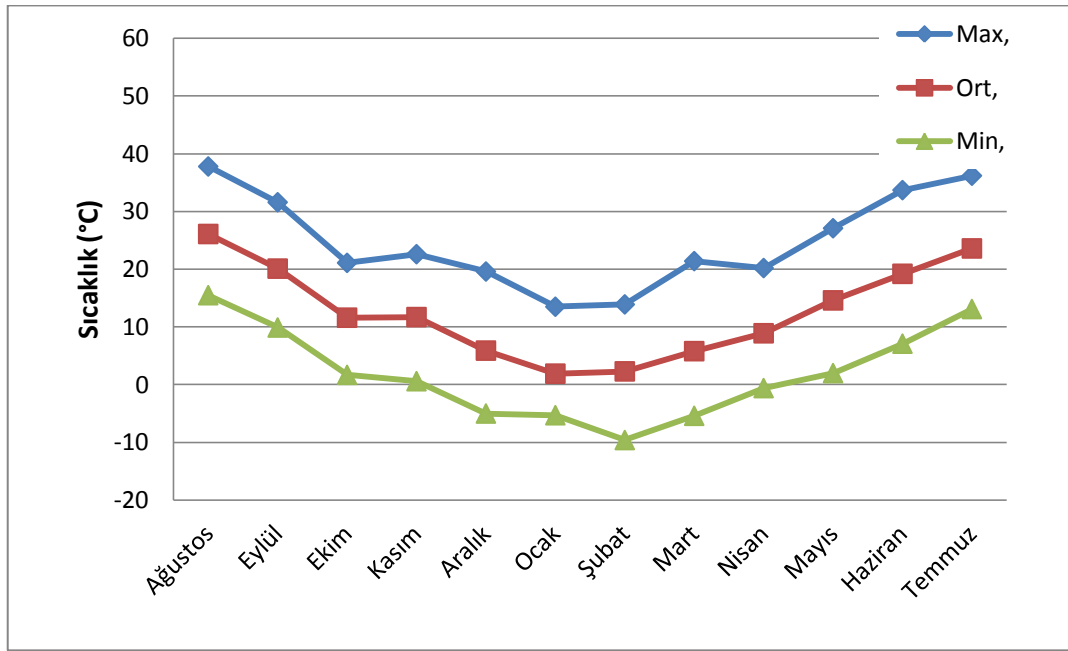
A.B.D' de ıslah edilen bu çeşidin ağaçları kuvvetli gelişir ve yayvan taç oluşturur. Yazlık elmalar içinde kalite yönünden en iyilerindedir. Meyvesi gösterişli ve orta boyutlardadır. Meyve kabuğu yeşil- sarı zemin üzerine % 70- 90 koyu kırmızı üst renge sahiptir. Olgunlaşması temmuz ortalarıdır. Meyvenin dala tutunması kuvvetli olup, meyve dökümü olmaz. Tozlayıcıları; Gala Grubu, Golden Delicious, Vista Bella, Jersey Mac'tır (Anonim, 2011).

3.1.2.6 Fuji

Japonya orijinli kuvvetli ve dik gelişen ağaç yapısına sahiptir. Meyveleri orta irilikte, ekşiliği çok az tatlı, meyve eti sert ve krem renktedir. Depo ömrü uzundur. Ekimin 2. yarısında hasat edilir. Lezzetinden dolayı çok tercih edilmektedir. Birçok klonu bulunmaktadır. Bunların içinde Kiku, Nagafu, Red Fuji en çok kullanılanlardır. Tozlayıcıları: Golden Delicious, Gala serisi ve Granny Smith'dir (Özçağırın vd., 2004).

3.1.3. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri

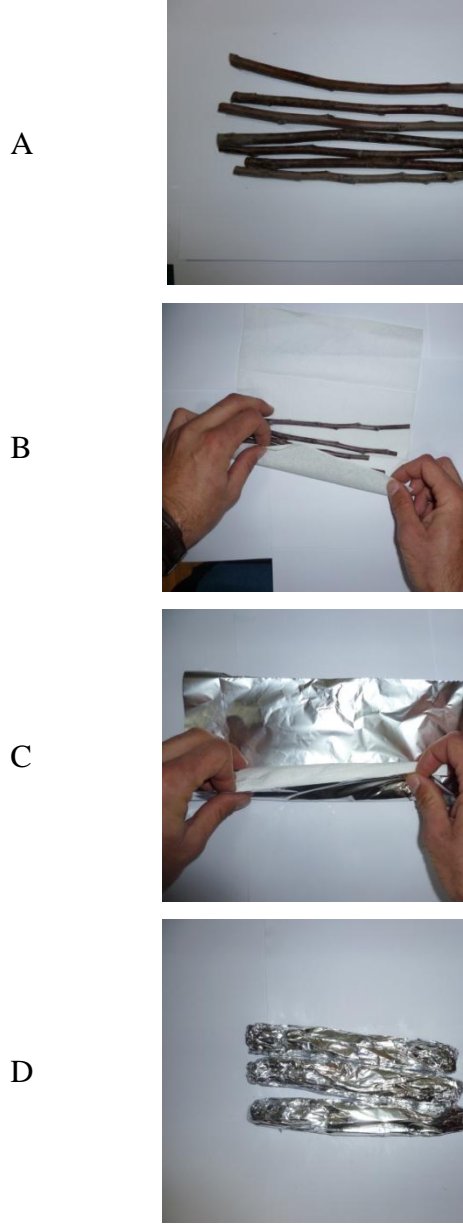
Deneme materyallerinin sağlandığı elma bahçesinin bulunduğu Eskişehir ilinde, Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarına göre 1975–2010 yıllarını kapsayan uzun yıllık verilerde yıllık toplam ortalama sıcaklık 10.86 °C, ortalama oransal nem % 62,6 olmuştur. Bu çalışmanın yürütüldüğü 2010 yılı Ağustos ve 2011 yılı Ocak aylarında bu değerler sırasıyla 25,3 °C, % 52,1 ve 0,9 °C ve % 70,9 olarak kaydedilmiştir. Eskişehir merkezde 2010–2011 yıllarına ait ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri Şekil 3.1.3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1.3.1. Araştırmanın yürütüldüğü 2010 – 2011 yıllarına ait ortalama sıcaklıklar (°C)

3.2. Yöntem

2010 yılı Ağustos (aktif dönem) ve 2011 yılı Ocak (durgun dönem) aylarında olmak üzere yılda iki dönemde çalışma yürütülmüştür. Tesadüfi olarak 5 farklı ağaçtan alınan 10–12 adet 1 yaşlı sürgün hızla laboratuara getirilerek örnekler iki gruba ayrılmıştır. Örneklerin yarısına düşük sıcaklık uygulamaları için Arora et al. (1992)'nin önerdikleri yöntem uygulanmıştır. Bu amaçla sürgünler, önce nemli havlu kâğıtlara, daha sonra alüminyum folyolara sarılarak hazırlanmışlardır ve derin dondurucuda soğuk testine tabi tutulmuşlardır (Şekil 3.2.1). Sıcaklık basamakları thermo coup yardımı ile kontrol edilmiştir. Hazırlanan örnekler 12 saat süreyle, kademeli olarak 5 °C, -5 °C, -15 °C, -25 °C, -35 °C sıcaklıklarda tutulmuşlardır. Sıcaklık yaklaşık olarak -5 °C'ye kadar 1,5 °C/s, -35 °C'ye kadar ise 5 °C/s hızda azaltılmıştır. Düşük sıcaklık uygulama sürelerini tamamlayan örnekler yavaş çözünmeyi sağlamak amacıyla yaklaşık 8 saat 5 °C' de bekletilmişlerdir. Örneklerin diğer yarısı ise karbonhidrat ve sakkaroz metabolizması enzim analizleri için paketlenip, sıvı azotta dondurulduktan sonra -80 °C'de derin dondurucuya kaldırılmıştır.



Şekil 3.2.1. Düşük sıcaklık testleri için örneklerin hazırlanması. A. Düşük sıcaklık uygulaması yapılacak bir yaşlı elma sürgünleri, B. Örneklerin ıslak havlu kağıt içerisindeki görünümü, C. ve D. Örneklerin alüminyum folyo ile sarılmış haldeki görünümü.

3.2.1. Hücre membran zararı

Düşük sıcaklık uygulamaları sonucu oluşan hücre membran zararını tespit edebilmek amacıyla “iyon sızıntısı” testleri Arora (1998)’e göre yapılmıştır. Örnekleme için seçilen dallardan 1 x 1 cm ebadında kabuk dokusu çıkarılmıştır. Kabuk dokularının üzerine 20 mL ultra saf su eklenmiştir. Örnekler 24 saat boyunca orbital çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 2010, Germany) inkübasyona bırakılmıştır. Meydana gelen iyon sızıntısını belirlemek amacıyla örneklerin elektriksel iletkenliği EC metre (YSI 3200, USA) ile belirlenmiştir. Daha sonra otoklavda (Hirayama Hiclave HG -80, Japan) 121 °C de 20 dakika tutularak dokuların öldürülmesi sağlanmıştır. Örnekler otoklavdan çıkarıldıktan sonra 4 saat süre ile orbital çalkalayıcıda inkübasyona bırakılmıştır ve sonra yine EC metre ile ikinci okuma oda sıcaklığında yapılmıştır. Hücre membran zararlanması aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Arora et al., 1998):

$$\frac{O.D.1 - O.D.2}{O.D.2} \times 100 = \text{Hücre Membran Zararlanma Oranı (\%)}$$

O.D.1= 1. Okuma değeri
O.D.2= 2.Okuma değeri

U= Uygulama
K= Kontrol

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

3.2.2. Çözünabilir şekerler

Toplam şeker, indirgen şeker ve sakkaroz analizlerinde Ocak ve Ağustos aylarına ait kontrol grubu örnekleri kullanılmıştır. Örnekler -80 °C’den çıkarılıp ~ 100 mg kabuk örneği 5 mL’lik % 80’lik etil alkol ilave edildikten sonra 85 °C sıcaklıktaki su banyosunda 1 saat inkübasyona bırakılmıştır ve daha sonra dokulardan ayrılan

süspansiyon çıkarılmıştır. Bu işlem, 1 saat, 30 dakika, 15 dakika ve 15 dakika olmak üzere 4 kez tekrarlanmıştır. Etil alkol solüsyonu kültür tüplerinde toplandıktan sonra devamlı ventilasyon sağlanmak suretiyle 55 °C sıcaklıktaki su banyosunda etil alkol uçurulmuştur. Kültür tüplerinde kalan çökelekler 1 mL saf suda çözdürüldükten sonra, örnekler 4 °C'de 10000 g'de 10 dakika santrifüj (Beckman Coulter Allegra 64R and Avanti 30 Compact Centrifuges, USA) edilmiştir. Santrifüj edildikten sonra ayrışan sıvı kısımdan, 1,5 mL' lik mikro santrifüj tüplerine aktarılmıştır ve bu örnekler toplam şeker, indirgen şeker ve sakkaroz analizlerinde kullanılmıştır.

3.2.2.1. Toplam şeker

Toplam şeker analizinde anthron metodundan yararlanılmıştır (Van Handel, 1968). 10–25 µL örnek kültür tüplerine alınarak üzerine 5 mL anthron çözeltisi ilave edilmiştir. Ardından örnekler 10 dakika kaynayan sıcak suda inkübe edilmiş ve oda sıcaklığına geldikten sonra 620 nm dalga boyunda glikoz standardı kullanarak spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) okumalar yapılmıştır.

3.2.2.2. İndirgen şekerler

İndirgen şeker miktarını belirlemek için; santrifüj edilmiş örneklerden 100 µL alınıp kültür tüplerine konmuş, üzerine 900 µL su ve 1 mL Samner çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra tüplerin üzeri alüminyum folyo ile örtülüp 5 dakika kaynayan su içerisinde bırakılmıştır. Kaynar sudan çıkarılan örnekler oda sıcaklığına geldikten sonra 550 nm dalga boyunda glikoz standardı kullanarak spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) okumalar yapılmıştır (Miller, 1959).

3.2.2.3. Sakkaroz

Santrifüj edilmiş örneklerden 150 µL alınıp kültür tüplerine konmuş, üzerine 150 µL KOH ilave edilmiş ve üzeri alüminyum folyo ile kapatılıp kaynar suda 10 dakika bekletilmiştir. Kaynar sudan alınan örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar beklemeye

alınmıştır. Oda sıcaklığına gelen örnekler üzerine 300 µL saf su ve 2500 µL anthron çözeltisi ilave edilmiştir. Anthron ilave edilen örnekler 1 saat beklemeye bırakılmıştır. 1 saat sonunda örneklerdeki sakkaroz miktarı spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) 620 nm dalga boyunda sakkaroz standartları kullanılarak belirlenmiştir (Van Handel, 1968).

3.2.3. Sakkaroz metabolizması enzimleri

Sakkaroz metabolizmasında yer alan asit invertaz ve sakkaroz sintaz enzim aktivitelerinin belirlenmesi için yapılan analizlerde Ocak ve Ağustos aylarına ait kontrol grubu örnekleri kullanılmıştır.

3.2.3.1. Asit invertaz

Kabuk dokudaki çözünür asit invertaz aktivitesi Aloni et al. (1991)'e göre belirlenmiştir. Kabuk dokuları ilk olarak sıvı azot yardımı ile öğütülmüşlerdir. Yaklaşık 250 mg doku örnekleri 25 mM HEPES (N2-2-ethanesulphonic acid) tampon çözeltisi (pH 7.2), 5 mM MgCl₂, 2 mM DDT (DL-Dithiothreitol) ve antioksidan olarak 3 mM DIECA (diethyldithiocarbamic acid) içeren ortamda öğütülmüştür. Bu karışım 4 °C'de 20 dakika 10.000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Kültür tüplerine 100 µL ekstrakte edilmiş örnek alınarak, örnekler üzerine 10 mL 0,1 M reaksiyon tampon çözeltisi (PO₄-Cit; pH 5.0) ve 20 mM sakkaroz ilave edilerek örnekler inkübe edilmiştir. İnkübasyon 37 °C'de 1 saat sürdürülmüş ve 1 mL samner çözeltisi eklenerek reaksiyon sonlandırılmıştır. 5 dakika kaynatmadan sonra örnekler 550 nm dalga boyunda glikoz standardı kullanarak spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) okumalar yapılmıştır.

3.2.3.2 Sakkaroz sintaz

Kabuk dokudaki sakkaroz sintaz aktivitesi Aloni et al. (1996)'a göre belirlenmiştir. Kabuk dokuları ilk olarak sıvı azot yardımı ile öğütülmüşlerdir. Yaklaşık 250 mg doku

örnekleri 25 mM HEPES tampon çözeltisi (pH 7.2), 5 mM MgCl₂, 2 mM DDT ve antioksidan olarak 3 mM DIECA içeren ortamda öğütülmüştür. Bu karışım 4 °C’de 30 dakika 10.000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Enzimatik aktivitenin ölçülmesi için kültür tüplerinde 200 µL örnek, 0,1 M reaksiyon (PO₄-Cit) tampon çözeltisi pH 7.0, 200 mM sakkaroz ve 5 mM UDP (Uridine 5'-trihydrogen diphosphate) içeren ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon 37 °C’de 30 dakika sürdürülmüş ve 1 mL samner çözeltisi eklenerek reaksiyon sonlandırılmıştır. Kültür tüplerinde bulunan örnekler 5 dakika kaynatıldıktan sonra 550 nm dalga boyunda glikoz standardı kullanarak spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25, USA) okumalar yapılmıştır.

3.3. Verilerinin değerlendirilmesi

Deneme “Tesadüf Parselleri” deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar “SPSS 17,0” paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılık ‘Duncan’ testi ile 0,05 önem seviyesinde ortaya konulmuştur.

4. SONUÇLAR

Denemeden elde edilen sonuçlar değerlendirilirken; MM106 anacı üzerine aşılı çeşitler ve M7 anacı üzerine aşılı çeşitler kendi aralarında değerlendirilmiştir. Ayrıca MM106 ve M7 anaçları üzerine aşılı bulunan Summer Red çeşidine ait olan veriler kullanılarak anaçların soğuğa tolerans düzeyleri karşılaştırılmıştır.

4.1. Hücre Membran Zararı

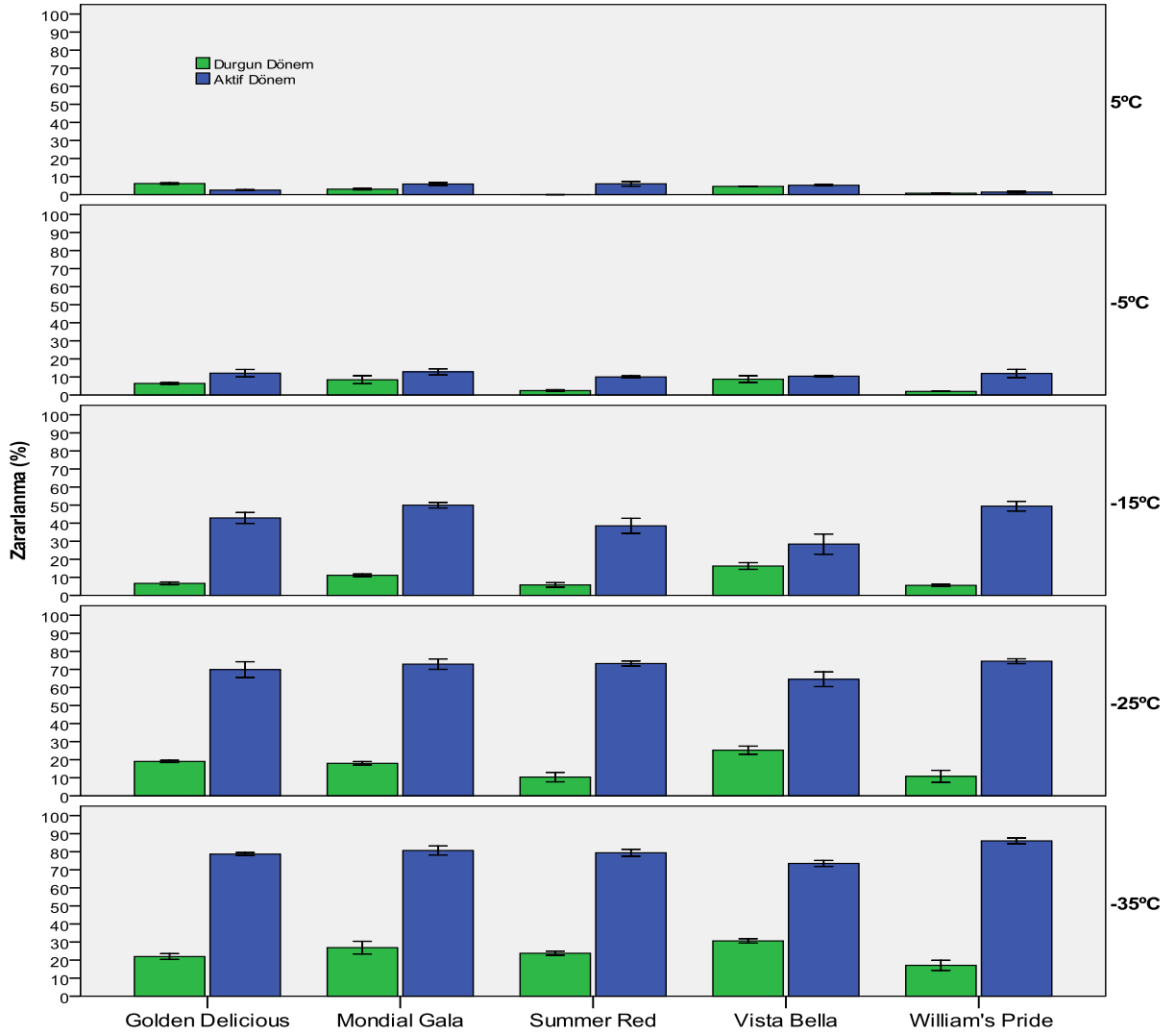
4.1.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin zararlanma oranları

Düşük sıcaklık uygulamaları sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.1.1.1 ve Şekil 4.1.1.1'de verilmiştir. Sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında -15 °C ve üzerindeki uygulamalarda çeşitler arasında önemli bir fark görülmemiştir. -15 °C'den itibaren azalan sıcaklık değerleri ile birlikte çeşitlerin zararlanma değerlerin de artış olmuştur. Ortalama zararlanma oranları; -5 °C'de % 8,54, -15 °C'de % 27,46, -25 °C' de % 44,88, -35 °C'de % 50,91 bulunmuştur. Uygulamalar ve çeşitlere göre ortalama % zararlanma oranları değerlendirildiğinde Mondial Gala % 31,96 ile en yüksek zararlanma değerine sahipken, Summer Red çeşidi % 24,35 ile en düşük zararlanma oranına sahip olmuştur. Zararlanma oranları bakımından çeşit, uygulama, örnekleme zamanı, çeşit*uygulama, çeşit*örnekleme zamanı, uygulama*örnekleme zamanı, çeşit*uygulama*örnekleme zamanı interaksiyonları istatistikî olarak önemli bulunmuştur (Çizelge A.1).

Çizelge 4.1.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde zararlanma oranları (%).

Çeşitler	Zararlanma (%)
Golden Delicious	27,33 ^c
Mondial Gala	31,96 ^a
Summer Red	24,35 ^d
Vista Bella	28,52 ^b
William's Pride	28,97 ^b
Uygulama	
+5°C	3,24 ^e
-5°C	8,54 ^d
-15°C	27,46 ^c
-25°C	43,85 ^b
-35°C	50,91 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	41,63 ^a
Durgun Dönem	11,67 ^b
ANOVA	
Çeşit	*
Uygulama	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Uygulama	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*
Uygulama*Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Uygulama*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.1.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde zararlanma oranları. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.1.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin zararlanma oranları

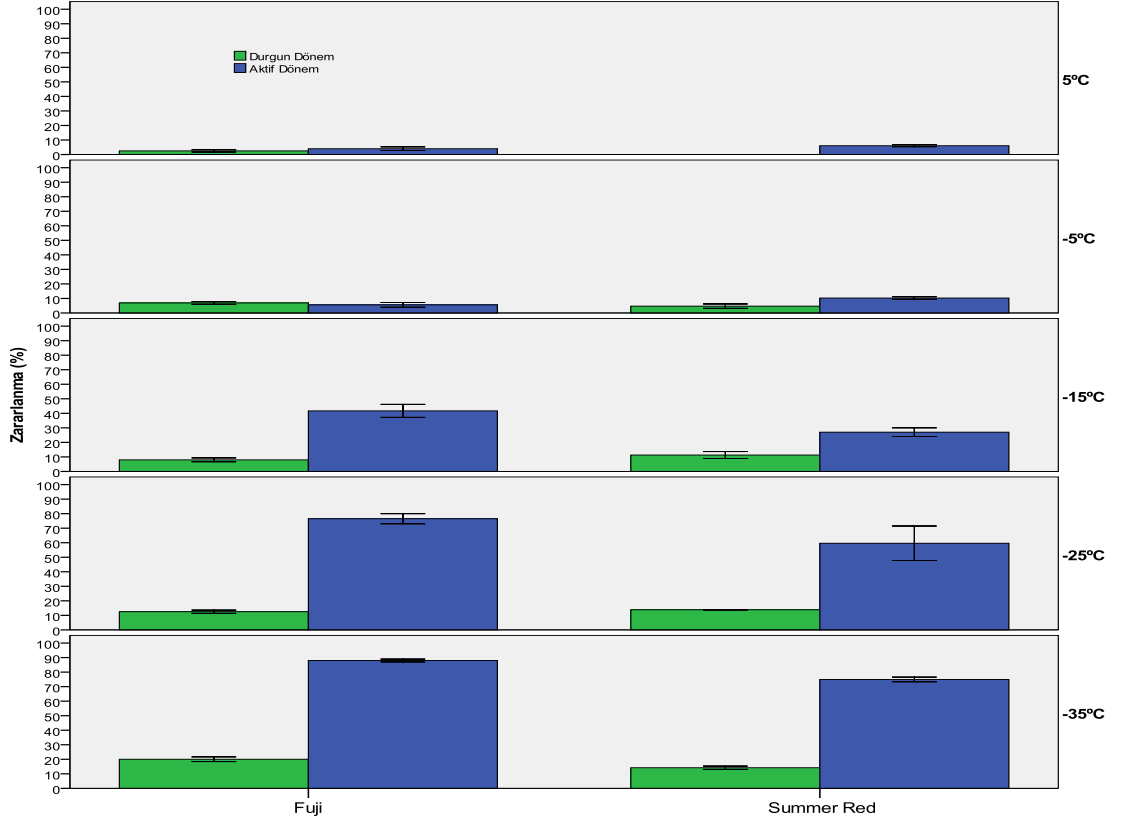
Düşük sıcaklık uygulamaları sonucunda M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin zararlanma oranları ile ilgili veriler Çizelge 4.1.2.1 ve Şekil 4.1.2.1'de verilmiştir. Sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında; MM106 anacı aşılı çeşitlerde olduğu gibi -15 °C ye kadar çeşitler arasında önemli bir fark görülmemiştir. -15 °C'den sonra çeşitlerin zararlanma değerlerinde artış gözlenmiştir. Ortalama zararlanma oranlarını

incelediğimizde; -5 °C’de % 6,52, -15 °C’de % 22,00, -25 °C’de % 43,06, -35 °C’de % 49,29 bulunmuştur. Uygulamalar ve çeşitlere göre ortalama zararlanma değeri değerlendirildiğinde Fuji % 26,57 ile en yüksek zararlanma değerine sahipken, Summer Red çeşidi % 22,20 ile en düşük zararlanma oranına sahip olmuştur. Zararlanma değerleri bakımından çeşit, uygulama, örnekleme zamanı, çeşit*uygulama, çeşit*örnekleme zamanı, uygulama*örnekleme zamanı ve çeşit*uygulama*örnekleme zamanı interaksiyonları istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge A.2).

Çizelge 4.1.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde zararlanma oranları.

Çeşitler	Zararlanma (%)
Fuji	26,57 ^a
Summer Red	22,20 ^b
Uygulama	
+5 °C	2,88 ^e
-5 °C	6,52 ^d
-15 °C	22,00 ^c
-25 °C	43,06 ^b
-35 °C	49,29 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	39,37 ^a
Durgun Dönem	9,39 ^b
ANOVA	
Çeşit	*
Uygulama	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Uygulama	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*
Uygulama*Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Uygulama*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.1.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde zararlanma oranları. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.1.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının zararlanma oranları bakımından karşılaştırılması

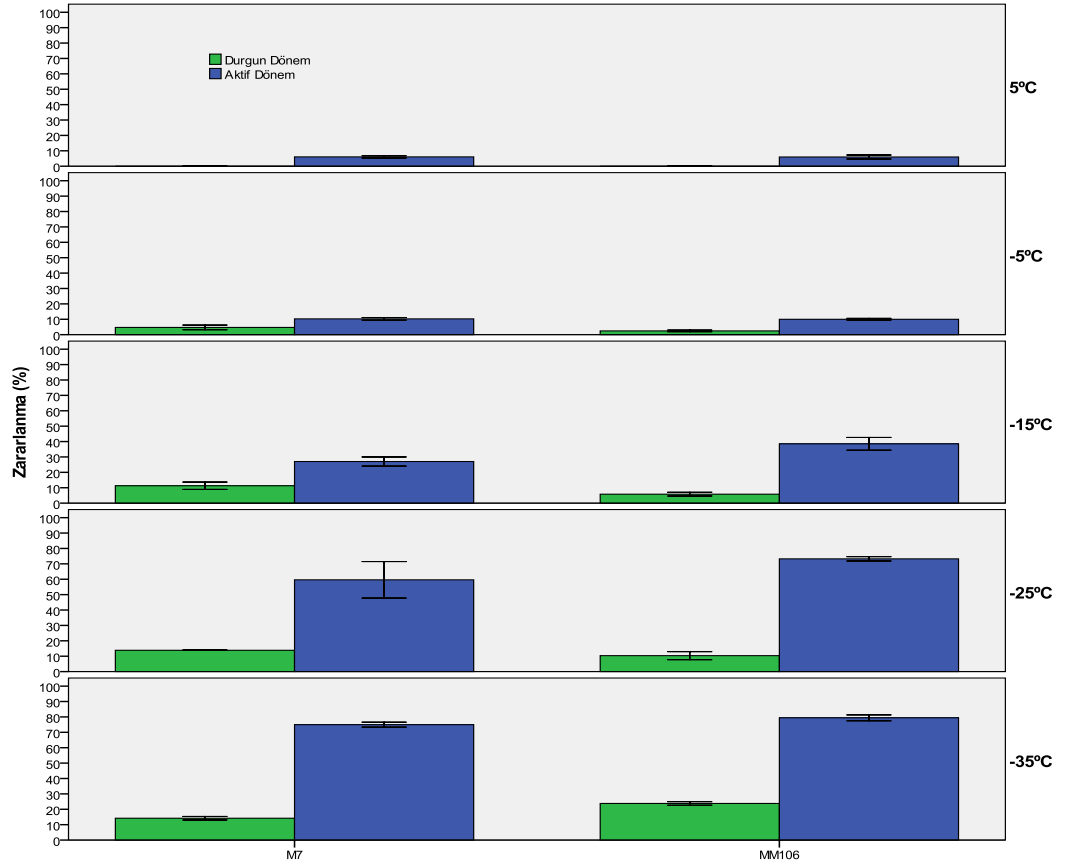
Düşük sıcaklık uygulamaları sonucunda M7 ve MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red çeşidinde zararlanma oranları ile ilgili veriler Çizelge 4.1.3.1 ve Şekil 4.1.3.1'de verilmiştir. Sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ye kadar anaçlar arasında önemli bir fark görülmemiştir. $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den sonra anaçların zararlanma değerlerinde artış belirlenmiştir. Sıcaklık uygulamalarını ortalama zararlanma oranlarına göre incelediğimizde; zararlanma oranları, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de % 6,55, $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de % 22,01 , $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de

% 41,58, -35 °C’de % 45,24 bulunmuştur. Uygulamalar ve anaçlara göre ortalama % zararlanma değerlendirildiğinde; % zararlanma MM106 anacında (% 24,96), M7 anacına (% 22,20) göre daha yüksek bulunmuştur. Zararlanma oranları açısından anaç, uygulama, örnekleme zamanı, anaç*uygulama, anaç*örnekleme zamanı, uygulama*örnekleme zamanı ve anaç*uygulama*örnekleme zamanı interaksyonları istatistikî bakımından ilişki önemli bulunmuştur(Çizelge A.3).

Çizelge 4.1.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının zararlanma oranları.

Anaçlar	Zararlanma (%)
M7	22,20 ^b
MM106	24,96 ^a
Uygulama	
+5 °C	2,41 ^e
-5 °C	6,55 ^d
-15 °C	22,01 ^c
-25 °C	41,58 ^b
-35 °C	45,24 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	38,5 ^a
Durgun Dönem	8,65 ^b
ANOVA	
Anaç	*
Uygulama	*
Örnekleme Zamanı	*
Anaç*Uygulama	*
Anaç*Örnekleme Zamanı	*
Uygulama*Örnekleme Zamanı	*
Anaç*Uygulama*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.1.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının % zararlanma oranları.. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.2. Çözünebilir Şekerler

4.2.1. Toplam Şeker

4.2.1.1 MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin toplam şeker içerikleri

Çizelge 4.2.1.1.1 ve Şekil 4.2.1.1.1'de MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemlerde toplam şeker miktarı bakımından meydana

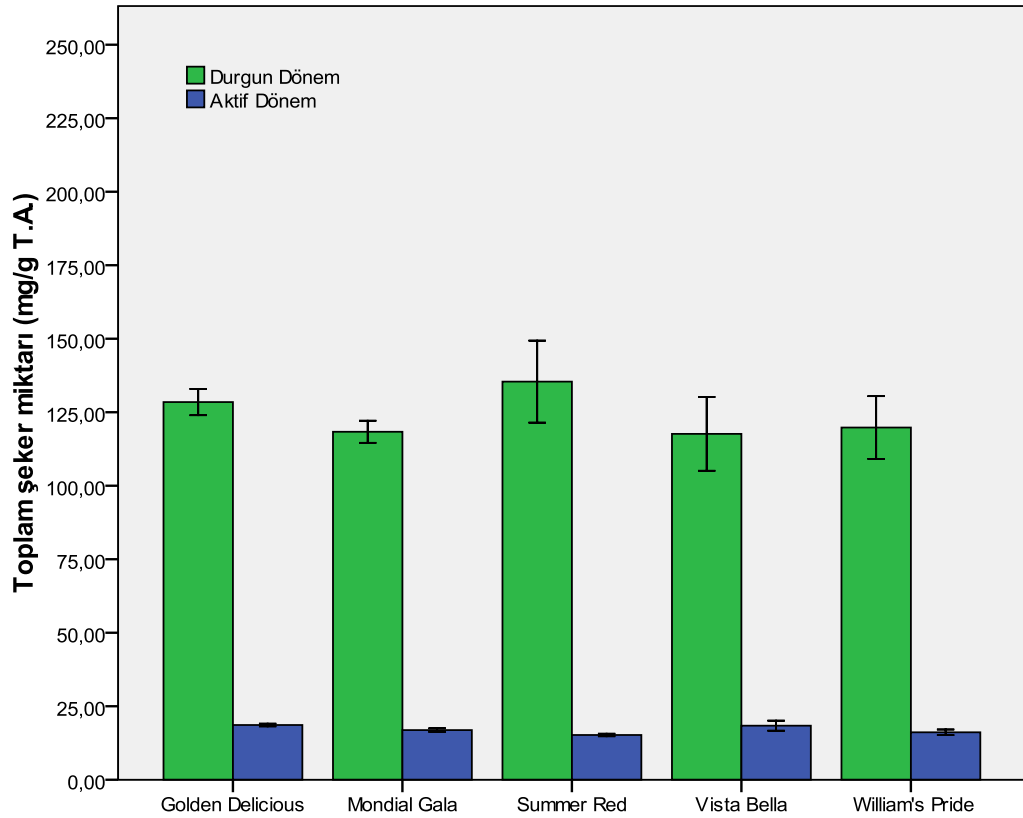
gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama toplam şeker içerikleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer Summer Red çeşidinde (75,32 mg/g T.A.), en düşük değer ise Mondial Gala (67,62 mg/g T.A.) çeşidinde bulunmuştur. Durgun dönemde 123.93 mg/g T.A. olan toplam şeker miktarı aktif dönemde 17.05 mg/g T.A.'a kadar düşmüştür. Yapılan istatistikî analizlerde MM106 üzerine aşılı çeşitler arasında toplam şeker miktarları açısından örnekleme zamanı önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında ve çeşit*örnekleme zamanı interaksyonu istatistikî açıdan bir farklılık göstermemiştir (Çizelge A.4).

Çizelge 4.2.1.1.1 Aktif ve durgun dönemde MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinin toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Toplam Şeker (mg/g T.A.)
Golden Delicious	73,54
Mondial Gala	67,62
Summer Red	75,32
Vista Bella	68,01
William's Pride	67,97
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	17,05 ^b
Durgun Dönem	123,93 ^a
ANOVA	
Çeşit	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	ö.d.

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d= önemli değil



Şekil 4.2.1.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.2.1.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin toplam şeker içerikleri

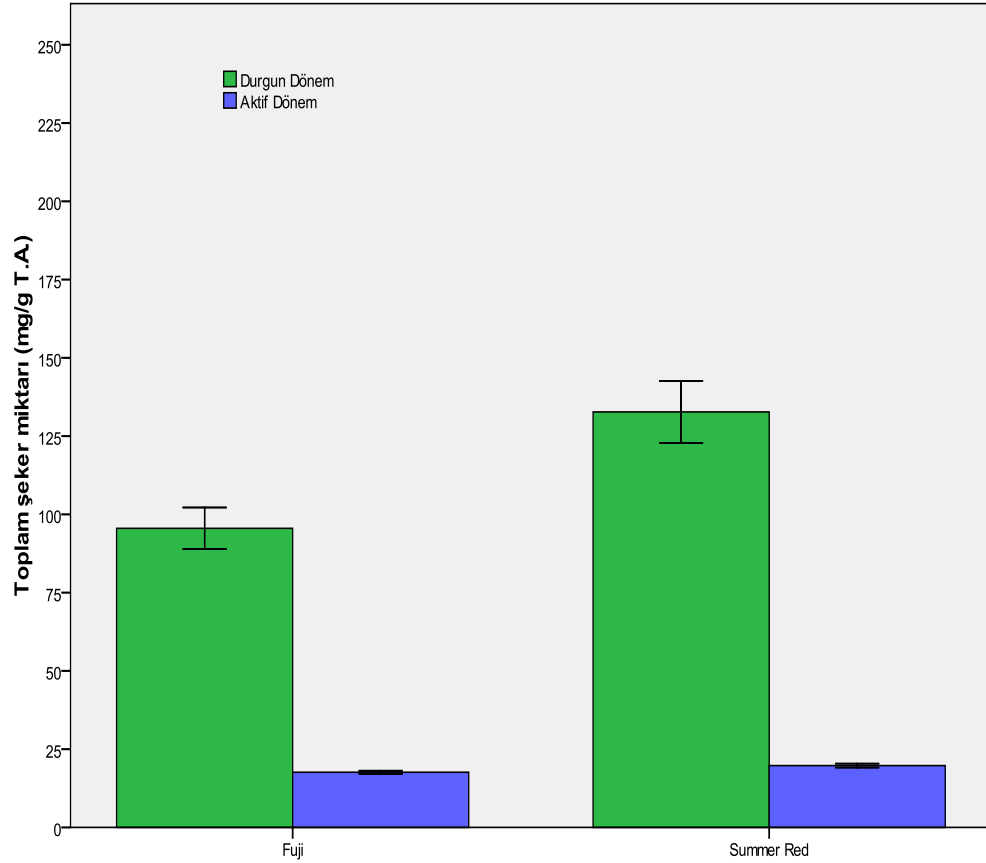
Çizelge 4.2.1.2.1 ve Şekil 4.2.1.2.1 de M7 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemlerde toplam şeker miktarı bakımından meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama toplam şeker içerikleri incelendiğinde; en yüksek değer Summer Red çeşidinde (76,24 mg/g T.A.) , en düşük değer ise Fuji (56,59 mg/g T.A.) çeşidinde bulunmuştur. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarı MM106 anacında olduğu gibi durgun dönemde (114,13 mg/g T.A.) aktif döneme (18,70 mg/g T.A.) oranla önemli derecede yüksek

bulunmuştur. Yapılan istatistikî analizlerde M7 üzerine aşılı çeşitler arasındaki toplam şeker miktarları açısından çeşit, örnekleme zamanı ve çeşit*örnekleme zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge A.5).

Çizelge 4.2.1.2.1. Aktif ve durgun dönemde M7 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinin toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Toplam Şeker (mg/g TA)
Fuji	56,59 ^b
Summer Red	76,24 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	18,70 ^b
Durgun Dönem	114,13 ^a
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.2.1.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.2.1.3 Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması

Çizelge 4.2.1.3.1 ve Şekil 4.2.1.3.1'de M7 ve MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red elma çeşidinde aktif ve durgun dönemde toplam şeker miktarı bakımından meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Anaçlara göre ortalama toplam şeker içerikleri değerlendirildiğinde; M7 anacında toplam şeker miktarı (76,24 mg/g TA), MM106 anacındaki toplam şeker miktarına (75,31 mg/g TA) oranla daha

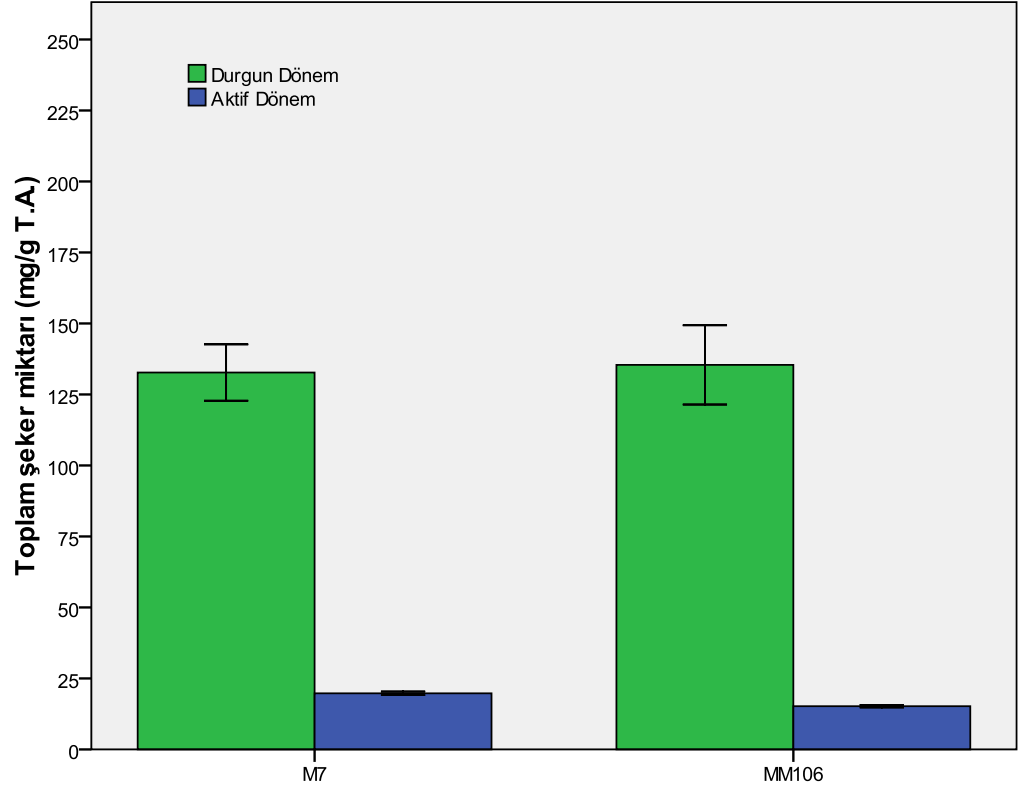
yüksek bulunmasına rağmen istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge A.6). Ayrıca, aktif dönemde 17,49 mg/g TA olan toplam şeker miktarı, durgun dönemde 134,06 mg/g TA'a olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistikî analizler M7 ve MM106 anaçları arasında toplam şeker miktarları açısından örnekleme zamanının önemli olduğunu göstermiştir. Anaç*örnekleme zamanı interaksyonu istatistikî açıdan bir farklılık göstermemiştir (Çizelge A.6).

Çizelge 4.2.1.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.

Anaçlar	Toplam Şeker (mg/g TA)
M7	76,24
MM106	75,31
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	17,49 ^b
Durgun Dönem	134,06 ^a
ANOVA	
Anaç	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Anaç*Örnekleme Zamanı	ö.d.

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d= önemli değil



Şekil 4.2.1.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.3. İndirgen Şeker

4.3.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin indirgen şeker içerikleri

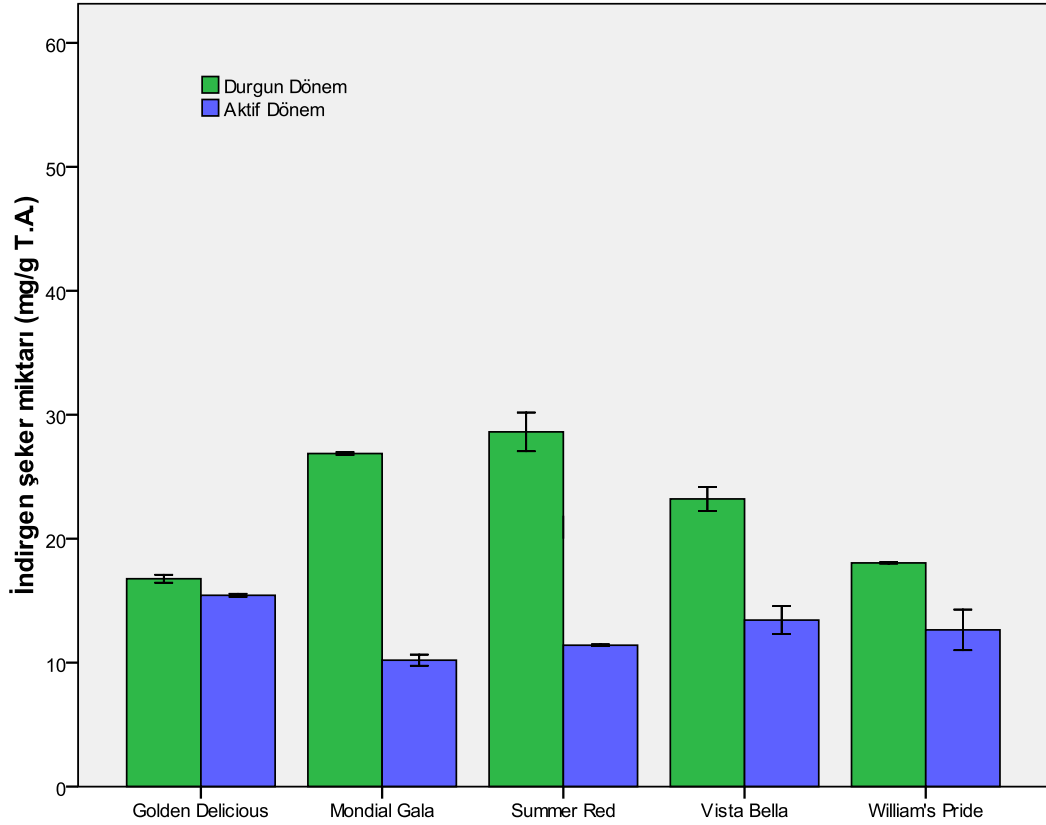
Çizelge 4.3.1.1 ve Şekil 4.3.1.1 de MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerindeki aktif ve durgun dönemde indirgen şeker miktarında meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama indirgen şeker içerikleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer Mondial Gala çeşidinde (18,53 mg/g TA), en

düşük değerin ise William's Pride (14,80 mg/g TA) çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Durgun dönemde alınan örneklerde indirgen şeker içeriği (22,70 mg/g TA) bakımından aktif döneme (12,62 mg/g TA) göre önemli artış görülmüştür. Yapılan istatistikî analizlerde indirgen şeker miktarları açısından çeşit, örnekleme zamanı ve çeşit*örnekleme zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge A.7).

Çizelge 4.3.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.

Çeşitler	İndirgen Şeker (mg/g TA)
Golden Delicious	16,23 ^{bc}
Mondial Gala	18,53 ^a
Summer Red	18,29 ^{ab}
Vista Bella	18,32 ^{ab}
William's Pride	14,80 ^c
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	12,62 ^b
Durgun Dönem	22,70 ^a
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.3.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.3.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin indirgen şeker içerikleri

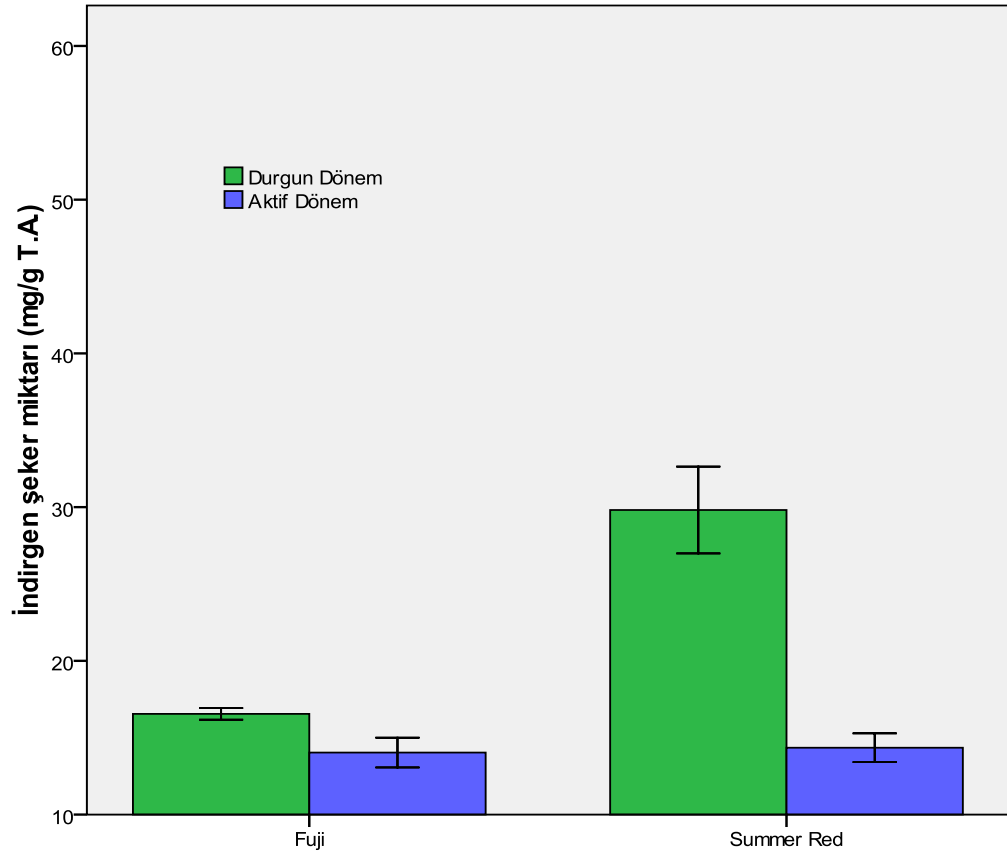
Çizelge 4.3.2.1 ve Şekil 4.3.2.1 de M7 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemde indirgen şeker miktarında meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama indirgen şeker içerikleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer 22,08 mg/g T.A. ile Summer Red çeşidinde, en düşük değer ise 15,29 mg/g T.A. ile Fuji çeşidinde bulunmuştur. Durgun dönemde 23,18 mg/g T.A. olan indirgen şeker miktarı aktif dönemde 14,19 mg/g T.A.'a kadar düşmüştür. Yapılan

istatistikî analizlerde indirgen şeker miktarı açısından çeşit, örnekleme zamanı ve çeşit*örnekleme zamanı interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge A.8).

Çizelge 4.3.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.

Çeşitler	İndirgen Şeker (mg/g TA)
Fuji	15,29 ^b
Summer Red	22,08 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	14,19 ^b
Durgun Dönem	23,18 ^a
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.3.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.3.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker içerikleri bakımından karşılaştırılması

Çizelge 4.3.3.1 ve Şekil 4.3.3.1'de M7 ve MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red elma çeşidinde aktif ve durgun dönemde indirgen şeker miktarı bakımından meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Anaçlara göre ortalama indirgen şeker içerikleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer M7 anacında (22,08 mg/g T.A.), en düşük değer ise MM106 (20,01 mg/g T.A.) anacında bulunmuştur. Ayrıca durgun dönemde 29.11 mg/g T.A. olan indirgen şeker miktarı aktif dönemde 12.88 mg/g T.A.'a

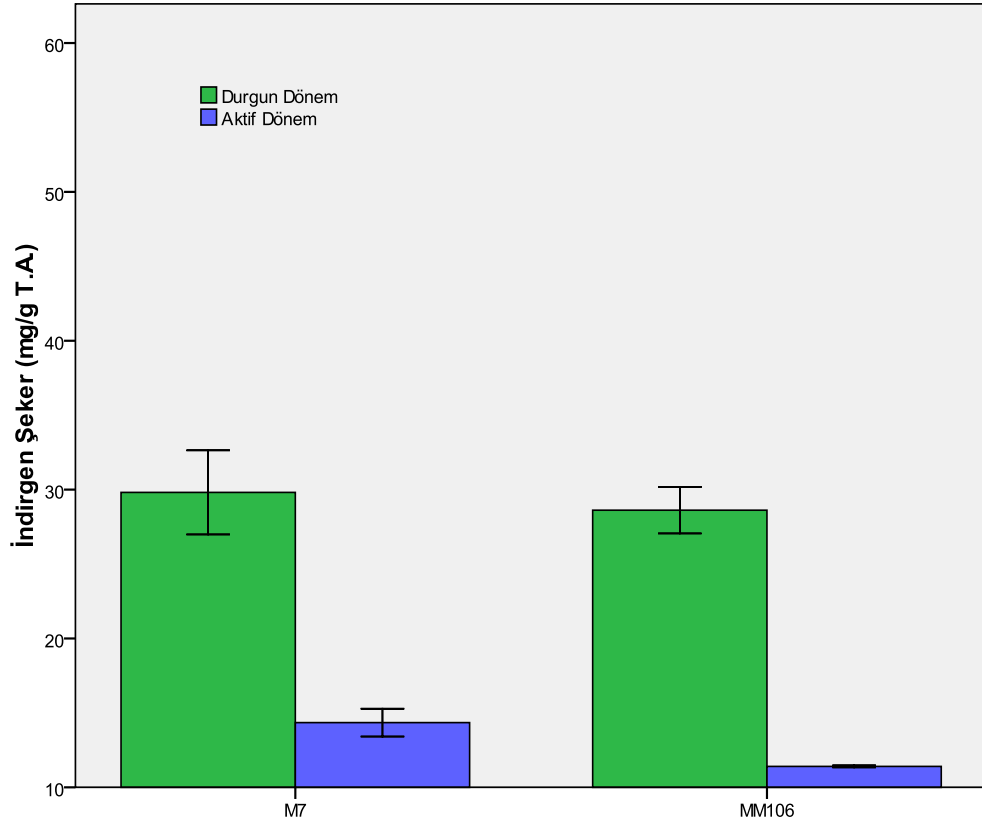
kadar düşmüştür. Yapılan istatistikî analizler indirgen şeker miktarları açısından örnekleme zamanının önemli olduğunu, anaçlar arasında ve anaç*örnekleme zamanı interaksyonunun ise istatistikî açıdan önemli olmadığını göstermemiştir (Çizelge A.9).

Çizelge 4.3.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler.

Anaçlar	İndirgen Şeker (mg/g T.A.)
M7	22,08
MM106	20,01
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	12,88 ^b
Durgun Dönem	29,11 ^a
ANOVA	
Anaç	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Anaç*Örnekleme Zamanı	ö.d.

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d= önemli değil



Şekil 4.3.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.4. Sakkaroz

4.4.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin sakkaroz içerikleri

Çizelge 4.4.1.1 ve Şekil 4.4.1.1 de MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinin aktif ve durgun dönemde sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre sakkaroz içeriklerinin ortalamaları değerlendirildiğinde; en yüksek değer William's Pride çeşidinde (3,62 mg/g TA) , en

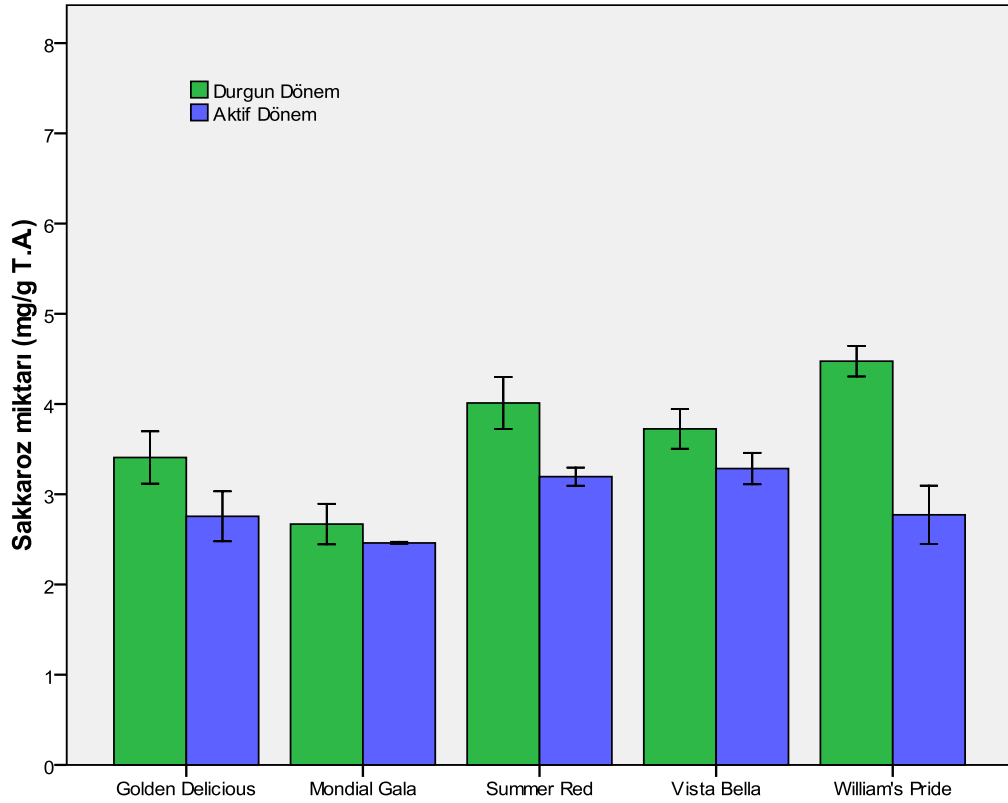
düşük değer ise Mondial Gala (2,59 mg/g TA) çeşidinde bulunmuştur. Örnek alma zamanları açısından değerlendirdiğimizde durgun dönemdeki sakkaroz miktarının (3,66 mg/g TA) aktif dönemdeki sakkaroz miktarına (2,89 mg/g TA) göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistikî analizlerde sakkaroz miktarları açısından çeşit ve örnekleme zamanı önemli bulunmuştur. Çeşit*örnekleme zamanı interaksiyonu ise istatistikî açıdan bir farklılık göstermemiştir (Çizelge A.10).

Çizelge 4.4.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Sakkaroz (mg/g TA)
Golden Delicious	2,97 ^b
Mondial Gala	2,59 ^b
Summer Red	3,60 ^a
Vista Bella	3,55 ^a
William's Pride	3,62 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	2,89 ^b
Durgun Dönem	3,66 ^a
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	ö.d.

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d= önemli değil



Şekil 4.4.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.4.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin sakkaroz içerikleri

Çizelge 4.4.2.1 ve Şekil 4.4.2.1 de M7 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerindeki aktif ve durgun dönemde sakkaroz miktarı bakımından meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama sakkaroz miktarı değerlendirildiğinde; en yüksek değer Fuji çeşidinde (3,71 mg/g TA) , en düşük değer ise Summer Red (3,49 mg/g TA) çeşidinde bulunmuştur. Durgun dönemde 4,38 mg/g T.A. olan sakkaroz miktarı aktif dönemde 2,82 mg/g T.A.'a kadar düşmüştür. Yapılan istatistikî analizlerde sakkaroz miktarı açısından örnekleme zamanı önemli bulunmuştur. Çeşitler

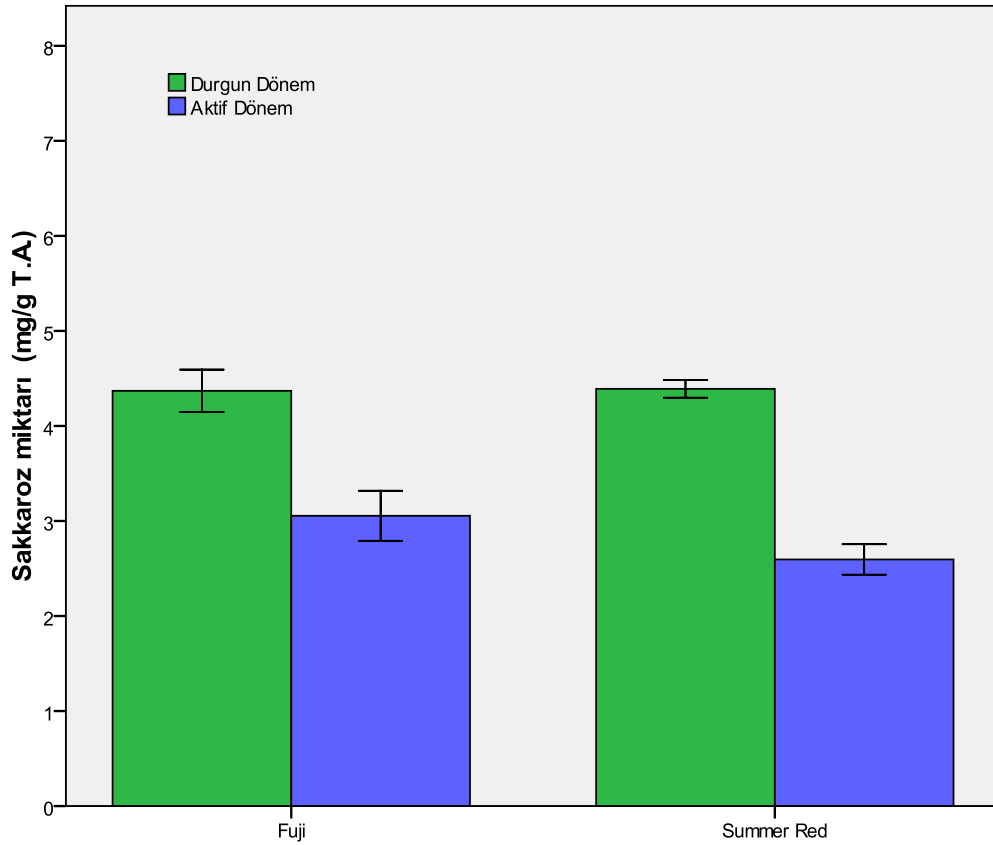
ve çeşit*örnekleme zamanı interaksyonu istatistikî açıdan bir farklılık göstermemiştir (Çizelge A.11).

Çizelge 4.4.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Sakkaroz (mg/g TA)
Fuji	3,71
Summer Red	3,49
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	2,82 ^b
Durgun Dönem	4,38 ^a
ANOVA	
Çeşit	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	ö.d.

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d= önemli değil



Şekil 4.4.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.4.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz içerikleri bakımından karşılaştırılması

Çizelge 4.4.3.1 ve Şekil 4.4.3.1 de 1'de M7 ve MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red elma çeşidinde aktif ve durgun dönemde sakkaroz miktarı bakımından meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Anaçlara göre ortalama sakkaroz miktarları değerlendirildiğinde; en yüksek değer MM106 anacında (3,60 mg/g TA) , en düşük değer ise M7 (3,49 mg/g TA) anacında bulunmuştur. Örnek alma zamanlarının karşılaştırılması yapıldığında ise durgun dönemde 4,20 mg/g T.A. olan sakkaroz miktarı

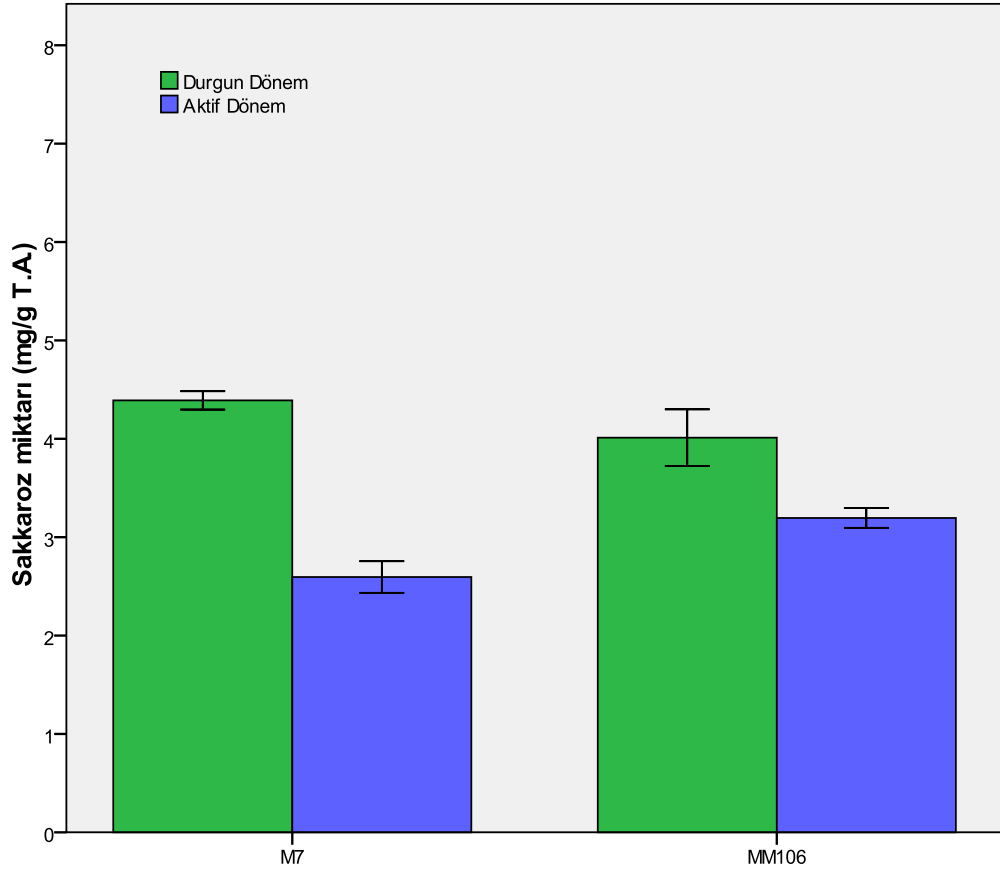
aktif dönemde 2,90 mg/g T.A. olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistikî analizlerde sakkaroz miktarları açısından örnekleme zamanı ve anaç*örnekleme zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur. Anaçlar arasında istatistikî açıdan bir farklılık görülmemiştir (Çizelge A.12).

Çizelge 4.4.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimler.

Anaçlar	Sakkaroz (mg/g TA)
M7	3,49
MM106	3,60
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	2,90 ^b
Durgun Dönem	4,20 ^a
ANOVA	
Anaç	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Anaç*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d= önemli değil



Şekil 4.4.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz miktarlarında meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.5. Sakkaroz Metabolizması Enzimleri

4.5.1. Asit İnvertz

4.5.1.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin asit invertz aktiviteleri

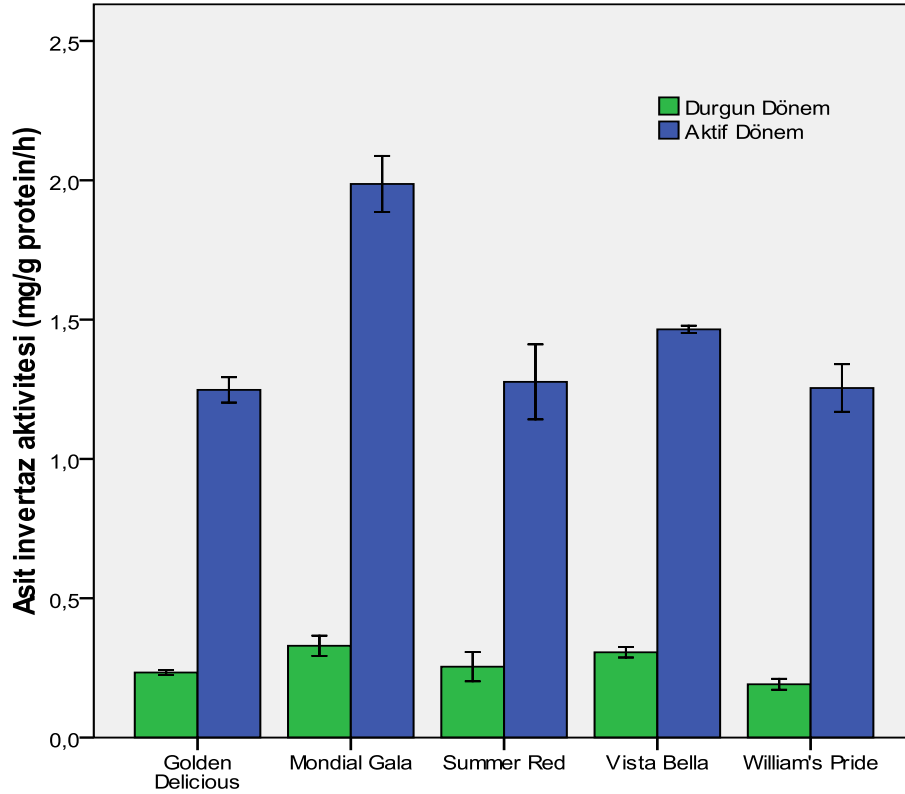
Çizelge 4.5.1.1.1 ve Şekil 4.5.1.1.1 de MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemde asit invertz enzimi aktivitesinde meydana gelen değişimlerin

önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama asit invertaz enzim aktiviteleri değerlendirildiğinde; en yüksek aktivite 1,16 mg/g protein/h ile Mondial Gala çeşidinde, en düşük aktivite ise 0,72 mg/g protein/h ile William's Pride çeşidinde bulunmuştur. Örnekleme zamanlarını karşılaştırdığımızda ise aktif dönemde 1,45 mg/g protein/h olan değerler durgun dönemde 0,26 mg/g protein/h düştüğü belirlenmiştir. Yapılan istatistikî analizlerde asit invertaz enzimi aktivitesi açısından çeşit, örnek alma zamanı ve çeşit*örnek alma zamanı arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur (Çizelge A.13).

Çizelge 4.5.1.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Asit İvertaz (mg/g protein/h)
Golden Delicious	0,74 ^c
Mondial Gala	1,16 ^a
Summer Red	0,77 ^b
Vista Bella	0,89 ^{ab}
William's Pride	0,72 ^c
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	1,45 ^a
Durgun Dönem	0,26 ^b
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.5.1.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.5.1.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin asit invertaz aktiviteleri

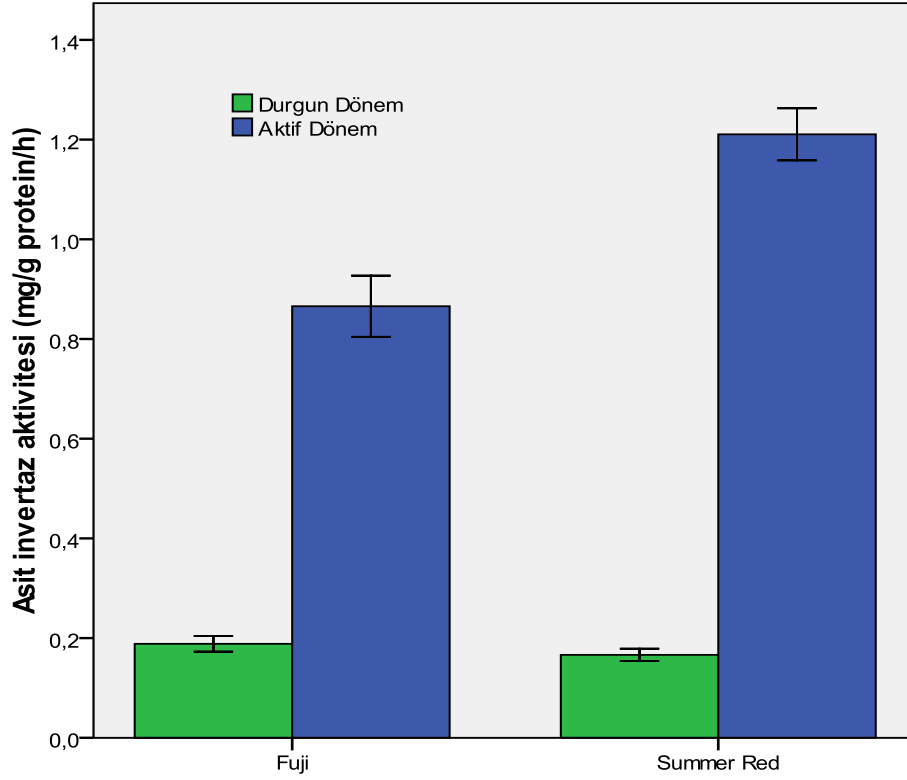
Çizelge 4.5.1.2.1 ve Şekil 4.5.1.2.1'de M7 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemde asit invertaz enzimi aktivitesinde meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama asit invertaz enzim aktiviteleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer Summer Red çeşidinde (0,69 mg/g protein/h), en düşük değer ise Fuji (0,53 mg/g protein/h) çeşidinde bulunmuştur. Örneklem zamanı açısından değerlendirdiğimizde ise aktif dönemdeki (1,04 mg/g protein/h) asit invertaz aktivitesi durgun döneme (0,18 mg/g protein/h) göre daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan istatistikî analizlerde asit invertaz aktivitesi bakımından, örnek alma zamanı ve çeşit*örnek alma zamanı interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge A.14).

Çizelge 4.5.1.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşıllı çeşitlerde asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Asit İvertaz (mg/g protein/h)
Fuji	0,53 ^b
Summer Red	0,69 ^a
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	1,04 ^a
Durgun Dönem	0,18 ^b
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.5.1.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde asit invertaz aktivitesinde meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.5.1.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının asit invertaz aktiviteleri bakımından karşılaştırılması

Çizelge 4.5.1.3.1 ve Şekil 4.5.1.3.1 de M7 ve MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red elma çeşidinde aktif ve durgun dönemde asit invertaz enzimi aktivitesinde meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Anaçlara göre ortalama asit invertaz aktiviteleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer MM106 anacında (0,77 mg/g protein/h), en düşük değer ise M7 (0,69 mg/g protein/h) anacında bulunmuştur. Aktif dönemde 1,24 mg/g protein/h olan asit invertaz aktivitesi durgun dönemde 0,21 mg/g protein/h olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistikî analizlerde asit invertaz enzimi

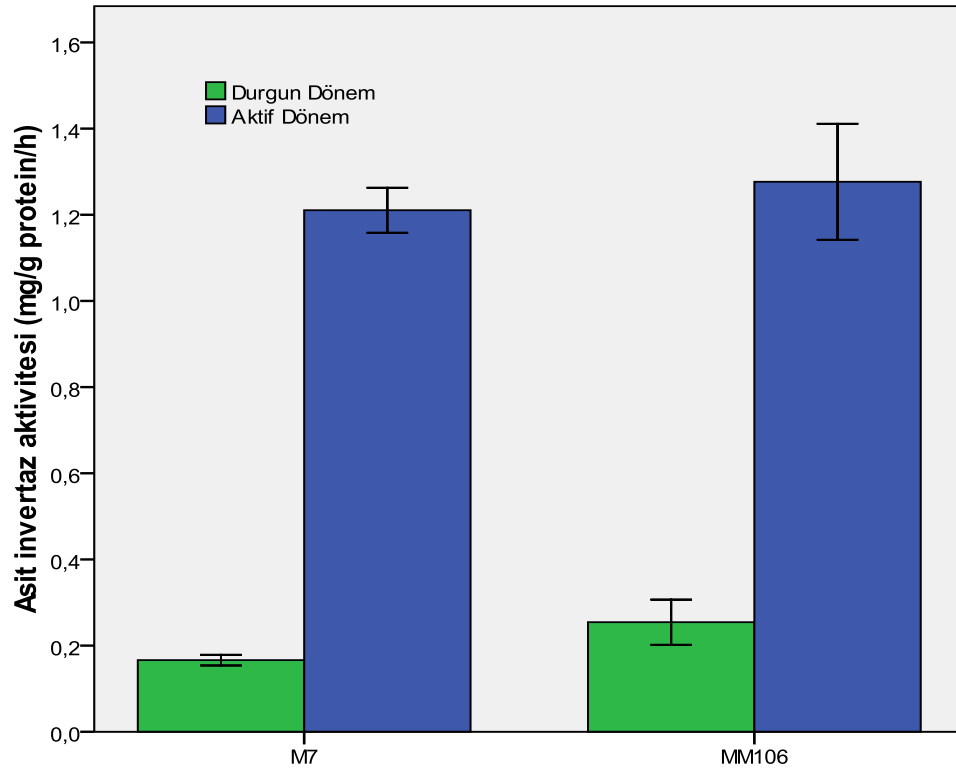
aktiviteleri açısından örnek alma zamanı önemli bulunmuştur. Anaçlar arasındaki farklılık ve anaç*örnek alma zamanı interaksyonu ise istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge A.15).

Çizelge 4.5.1.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının asit invertaz enzim aktivitelerinde meydana gelen değişimler.

Anaçlar	Asit İvertaz (mg/g prot./h)
M7	0,69
MM106	0,77
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	1,24 ^a
Durgun Dönem	0,21 ^b
ANOVA	
Anaç	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Anaçlar*Örnekleme Zamanı	ö.d.

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d = önemli değil



Şekil 4.5.1.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının asit invertaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'larını göstermektedir.

4.5.2. Sakkaroz Sintaz

4.5.2.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin sakkaroz sintaz enzimi aktiviteleri

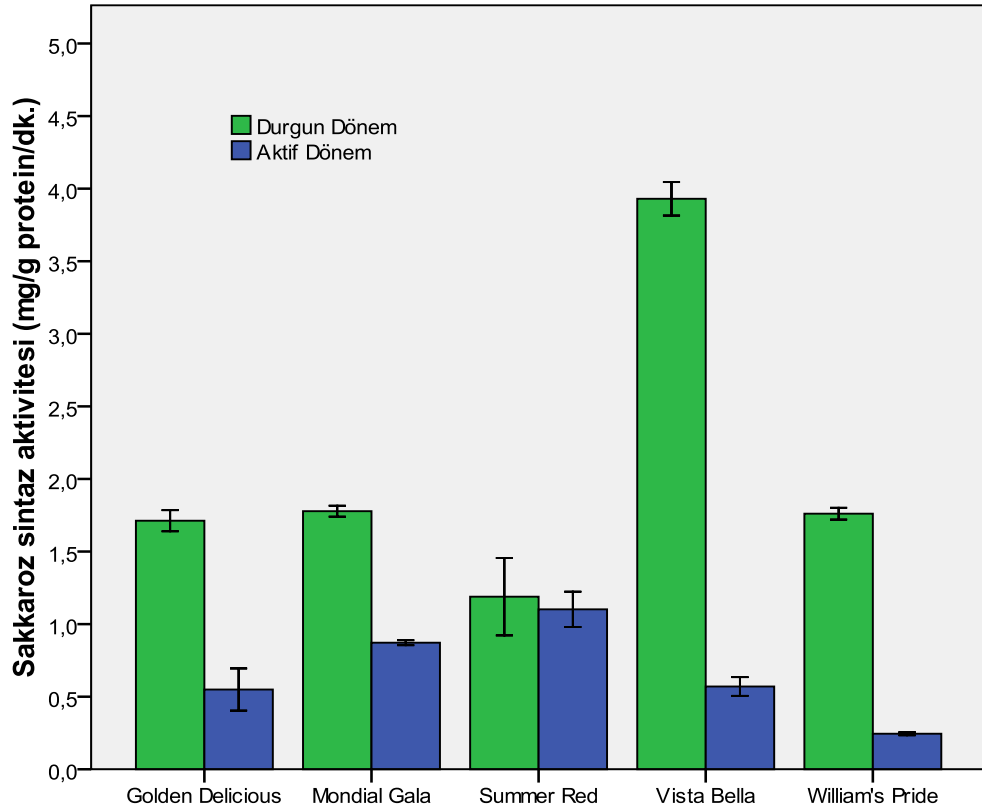
Çizelge 4.5.2.1.1 ve Şekil 4.5.2.1.1' de MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemde sakkaroz sintaz enzimi aktivitesinde meydana

gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama sakkaroz sintaz enzimi aktiviteleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer Vista Bella çeşidinde (2,59 mg/g protein/dk.) , en düşük değer ise Golden Delicous (1,13 mg/g protein/dk.) çeşidinde bulunmuştur. Örnekleme zamanları açısından değerlendirildiğinde ise durgun dönemde 2,07 mg/g protein/dk. olan sakkaroz sintaz aktivitesi aktif dönemde 0,67 mg/g protein/dk. 'e düşmüştür. Yapılan istatistikî analizlerde sakkaroz sintaz enzimi aktiviteleri açısından çeşit, örnekleme zamanı ve çeşit * örnekleme zamanı interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge A.16).

Çizelge 4.5.2.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşıllı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Sakkaroz Sintaz (mg/g protein/dk.)
Golden Delicious	1,13 ^b
Mondial Gala	1,33 ^b
Summer Red	1,15 ^b
Vista Bella	2,59 ^a
William's Pride	1,00 ^c
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	0,67 ^b
Durgun Dönem	2,07 ^a
ANOVA	
Çeşit	*
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli



Şekil 4.5.2.1.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.5.2.2. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerinin sakkaroz sintaz enzimi aktivitelerinin karşılaştırılması

Çizelge 4.5.2.2.1 ve Şekil 4.5.2.2.1' de M7 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinde aktif ve durgun dönemde sakkaroz sintaz enzimi aktivitesinde meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre sakkaroz sintaz enzimi aktivitesi ortalamaları değerlendirildiğinde; en yüksek değer Fuji çeşidinde (1,67 mg/g protein/dk.), en düşük değer ise Summer Red (1,57 mg/g protein/dk.) çeşidinde

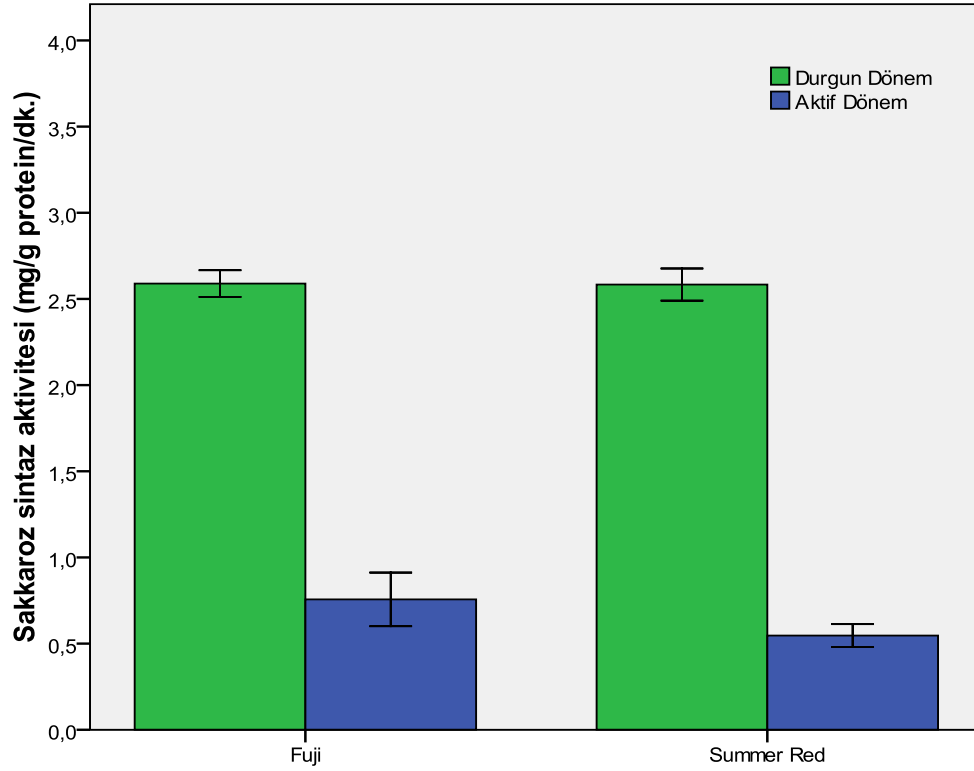
bulunmuştur. Durgun dönemde 2,59 mg/g protein/dk. olan sakkaroz sintaz aktivitesi aktif dönemde 0,65 mg/g protein/dk. bulunmuştur. Yapılan istatistikî analizlerde sakkaroz sintaz enzimi aktivitesi açısından örnekleme zamanı önemli bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılık ve çeşit*örnekleme zamanı interaksyonu ise istatistikî açıdan bir farklılık göstermemiştir (Çizelge A.17).

Çizelge 4.5.2.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler.

Çeşitler	Sakkaroz Sintaz (mg/g protein/dk.)
Fuji	1,67
Summer Red	1,57
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	0,65 ^b
Durgun Dönem	2,59 ^a
ANOVA	
Çeşit	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Çeşit*Örnekleme Zamanı	ö.d

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d = önemli değil



Şekil 4.5.2.2.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerde sakkaroz sintaz aktivitesinde meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

4.5.2.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz sintaz enzimi aktivitelerinin karşılaştırılması

Çizelge 4.5.2.3..1 ve Şekil 4.5.2.3.1' de M7 ve MM106 anacı üzerine aşılı Summer Red elma çeşidinde aktif ve durgun dönemde sakkaroz sintaz enzimi aktivitesinde meydana gelen değişimlerin önem derecesi gösterilmiştir. Çeşitlere göre ortalama sakkaroz sintaz aktiviteleri değerlendirildiğinde; en yüksek değer M7 anacında (1,57 mg/g protein/dk.), en düşük değer ise MM106 anacında (1,15 mg/g protein/dk.) bulunmuştur. Örnek alma zamanı bakımından değerlendirdiğimizde ise; durgun dönemdeki (1,89 mg/g protein/dk.) sakkaroz sintaz aktivitesinin aktif döneme (0,82 mg/g protein/dk.) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistikî

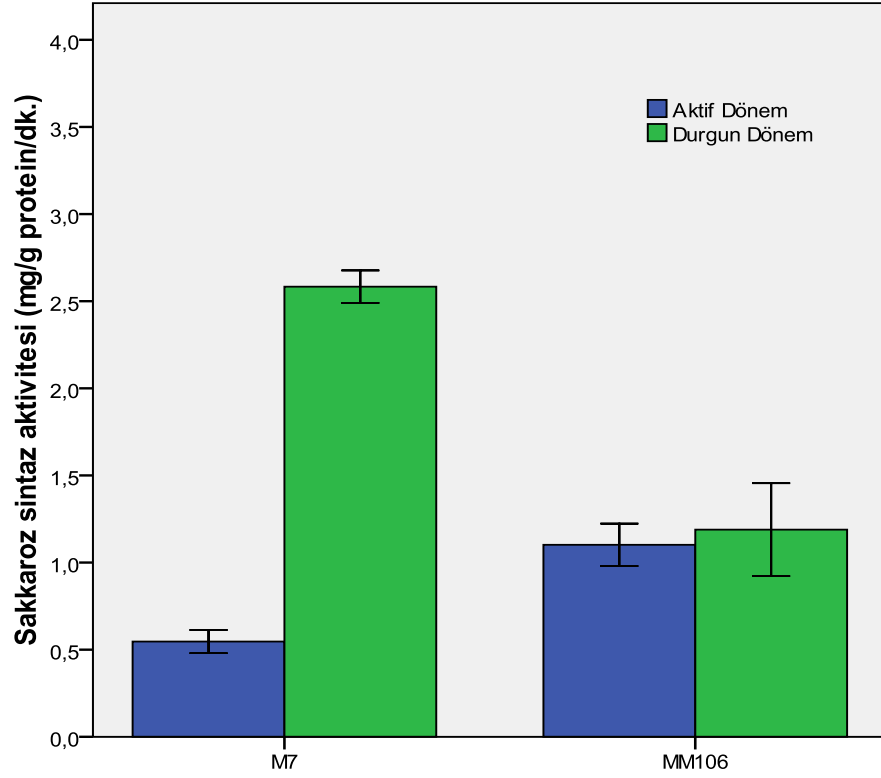
analizlerde sakkaroz sintaz enzimi aktiviteleri açısından anaçlar arasında istatistikî olarak bir farklılık bulunmamıştır. Örnekleme zamanı ve anaç*örnekleme zamanı interaksyonu ise önemli bulunmuştur. (Çizelge A.18).

Çizelge 4.5.2.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz sintaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler.

Anaçlar	Sakkaroz Sintaz (mg/g protein/dk.)
M7	1,57
MM106	1,15
Örnekleme Zamanı	
Aktif Dönem	0,82 ^b
Durgun Dönem	1,89 ^a
ANOVA	
Anaç	ö.d.
Örnekleme Zamanı	*
Anaçlar*Örnekleme Zamanı	*

*0,05 seviyesinde önemli

ö.d = önemli değil



Şekil 4.5.2.3.1. Düşük sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak üzerinde Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının sakkaroz sintaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SS'lerini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Eskişehir koşullarında bazı elma anaç/çeşit kombinasyonlarının soğuğa dayanım derecelerinin incelendiği bu çalışmada hem MM106 anacı üzerine aşılı Golden Delicious, Mondial Gala, Summer Red, Vista Bella ve William's Pride hem de M7 anacı üzerine aşılı Fuji ve Summer Red çeşitlerinin aktif ve durgun dönemde düşük sıcaklıklardan zararlanma dereceleri, toplam çözünebilir şeker, indirgen şeker, sakkaroz miktarındaki ve sakkaroz metabolizması enzim aktivitelerindeki değişimleri belirlenerek incelenmiştir.

Dondan zarar gören hücrelerin hücre membran geçirgenliği azalır ve hücre iyon sızıntısı artar. Bu iyon sızıntısı elektriksel iletkenlik (EC) ölçümü ile hesaplanır (Linden, 2002). İyon sızıntısı testi, sıcaklık stresi ile ilgili olarak bitki zararlanma ölçütü olarak yaygın kullanılan bir araçtır. (Linden and Palonen, 2000). Dona dayanım testleri sonucunda anaç ve çeşitlerin iyon sızıntısı yöntemi ile belirlenen zararlanma değerleri incelendiğinde; bitkilerin aktif dönemde durgun döneme oranla hücre membran zararının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Zararlanma değerlerine göre MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin soğuğa dayanımları karşılaştırıldığında Summer Red (% 24,35) çeşidinin diğer çeşitlere oranla düşük sıcaklıklara göreceli olarak daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Diğer çeşitlerin hücre membran zararlanması oranlarına göre sıralaması ise Golden Delicious (% 27,33), Vista Bella (% 28,52), William's Pride (% 28,97), Mondial Gala (% 31,96) şeklinde bulunmuştur. Zararlanma değerlerine göre M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin soğuğa dayanıklılıklarını karşılaştırdığımızda ise % 22,20 zararlanma oranı ile Summer Red çeşidinin, % 26,57 zararlanma gösteren Fuji çeşidine göre soğuğa daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. MM106 ve M7 anaçları üzerine aşılı Summer Red çeşidinde anaçların % zararlanma değerlerini karşılaştırdığımızda ise M7 (% 22,20) anacının MM106 (% 24,96) anacına göre düşük sıcaklıklara dayanımının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde 60 farklı badem çeşidinde yapılan bir çalışmada çeşitlerin düşük sıcaklıklara toleransları hızlı ve güvenilir sonuç alma yöntemi olarak bulunmuş ve genotipler arasında iyon sızıntısı değerleri en düşük çıkan bademlerin soğuğa en dayanıklı çeşitler olduğuna

dikkat çekilmiştir (Imani et al., 2011). Şeftali ve nektarin anaç/çeşit kombinasyonlarında düşük sıcaklıklara dayanımın iyon sızıntısı yöntemi ile belirlendiği çalışmada düşük zararlanma oranı gösteren Crest Haven şeftali çeşidi ile Sweet Lady nektarin çeşitleri düşük sıcaklık stresine daha toleranslı bulunmuştur (Baykul vd., 2011). Bitkilere uygulanan düşük sıcaklık uygulamasının ısı derecesi eksi derecelere düştükçe bitki dokularında hasar artmaktadır. 11 çilek çeşidinin düşük sıcaklıklara dayanımı belirleme üzerine yapılan çalışmada yine iyon sızıntısı yöntemi ile çileklerin hücre membran zararlanmaları belirlenmiştir. Düşük sıcaklık stresine en dayanıklı çeşit Ventana en hassas çeşit ise Kabarla olarak bulunmuştur (Turhan vd., 2011).

Elma çeşitlerinin aktif ve durgun büyüme gelişme dönemlerindeki bitki dokularında toplam şeker miktarı açısından irdelediğimizde; MM106 anacı üzerine aşılı çeşitler arasında istatistikî açısından bir farklılık görülmezken M7 anacı üzerine aşılı Summer Red çeşidinin Fuji çeşidine oranla daha fazla şeker depoladığı belirlenmiştir. Her iki anaç üzerindeki çeşitlerin durgun dönemdeki toplam şeker içerikleri aktif dönemdeki toplam şeker içeriklerinden yüksek bulunmuştur. Şeker metabolizmasının sıcaklık stresinden etkilendiği ve düşük sıcaklıklara cevaben şeker birikiminin olduğu bilinmektedir (Palonen, 1999). P16, P22, P59 ve M26 elma anaçlarında yapılan bir çalışmada da soğuğa alışma döneminde nişasta miktarlarında azalış ve toplam çözünebilir şeker miktarında artış görüldüğü ve bünyesinde daha fazla çözünebilir şeker biriktiren anaçların soğuğa daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Orlikowska et al., 2010). Elma anaçlarının soğuğa dayanımlarının karşılaştırılması üzerine yapılan bir çalışmada B (9, 146, 396), P (2, 22, 60) ve M (9, 26) serilerinden anaçlar kasım, mart ve ağustos aylarında alınan kabuk dokularında karbonhidrat içerikleri açısından karşılaştırılmışlardır. Bunun sonucunda en yüksek şeker içeriği dönemsel olarak P 22 anacında tespit edilmiştir en düşük değerler ise M serisi anaçlarda gözlemlenmiştir (Sabajeviene et al., 2007). Durgun dönemde şeker birikimi şeftali (Burak and Eris, 1992), ahududu (Palonen, 1999), zeytin (Eris et al., 2007; Gülen et al., 2009), kiraz (Turhan and Ergin, 2012), kabak (Sasaki et al. 1996; Sasaki et al., 2001) gibi türlerde de belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen veriler incelendiğinde; bitki dokularında bulunan indirgen şeker ve sakkaroz içerikleri durgun dönemde aktif döneme göre daha yüksek bulunmuştur. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerde en yüksek indirgen şeker içeriği sırasıyla Mondial Gala, Vista Bella ve Summer Red şeklinde olmuştur. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitleri sakkaroz içerikleri bakımından incelediğimizde ise; en yüksek sakkaroz içeriği sırasıyla William's Pride, Summer Red ve Vista Bella şeklinde bulunmuştur. Düşük sıcaklık stresi koşullarında en fazla biriken çözünebilir şeker sakkarozdur (Guy et al., 1992). Ancak, düşük sıcaklık koşullarında şeker birikimi yalnızca sakkarozla sınırlı değildir. Soğuğa alışma sırasında biriken şekerlerin türü bitki türlerine göre farklılıklar gösterebilir. Düşük sıcaklık koşullarında sakkaroz, glikoz ve fruktozun ispanak (Guy et al., 1992) ve kabak (Sasaki et al., 1996) bitkilerinde biriktiği tespit edilmiştir. Hamman et al. (1996) üzümde sakkarozla göre yüksek glikoz oranı (fruktozla birlikte) ve dona dayanım arasında pozitif korelasyon olduğunu belirlemiştir. Palonen (1999) ise yüksek konsantrasyonda çözünebilir karbonhidratlar, sakkaroz ve yüksek sakkaroz: glikoz (fruktozla birlikte) oranının dona dayanıklı ahududu çeşitlerinin karakteristik özelliği olduğuna dikkat çekmiştir. Benzer olarak, zeytin (Eriş et al., 2007; Gulen et al., 2009) ve kirazda (Turhan and Ergin, 2012) toplam şeker, glikoz ve sakkaroz içeriklerini dona dayanımla ilişkili olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmada bir yıllık elma sürgünlerinin kabuk dokularında indirgen şekerlerin sakkarozla oranla daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Gulen et al. (2009)'un zeytin yapraklarında ve Turhan and Ergin (2012)'in kiraz kabuklarında tespit ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

İnvertaz, sakkaroz fosfat sentaz ve sakkaroz sintaz direk olarak sakkaroz sentezinde ve/veya parçalanmasında yer alan enzimlerdir. Bununla birlikte, düşük sıcaklık koşullarında bu enzimlerin aktivitesinde meydana gelen değişimler türlere göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada, asit invertaz aktivitesi tüm kombinasyonlarda aktif dönemde durgun döneme oranla önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Sakkaroz sintaz aktivitesi ise tüm kombinasyonlarda durgun dönemde aktif döneme göre daha fazla olmuştur. Literatürde bu konu ile ilgili çok farklı sonuçlar mevcuttur. Örneğin; Castonguay and Nadeau (1998) yoncada asit invertaz ve sakkaroz sintaz aktivitesinin soğuğa alışmanın azaldığı dönemlerde düştüğünü, sakkaroz fosfat sintaz ve

galaktinol sintaz aktivitesinin ise bu dönemde önemli derecede arttığını bildirmektedirler. Guy et al.(1992) düşük sıcaklık koşullarında ıspanakta sakkaroz fosfat sintaz aktivitesinin önemli derecede arttığını, buna karşılık sakkaroz sintaz ve invertaz aktivitesinin değişmediğini tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, Calderon and Pontis (1985) buğdayda soğuk şokunun ardından sakkaroz sintaz aktivitesinin hızla yükseldiğini belirlemişlerdir. Sasaki et al. (2001) ise sakkaroz sintaz enziminin kabak fidelerinde dona dayanımda önemli rol oynadığını tespit etmişlerdir. Turhan and Ergin (2012) ise kirazda bir yıllık dalların kabuklarında asit invertaz ve sakkaroz sintaz aktivitesinin durgun dönemde düştüğünü belirlemişlerdir.

Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde; bazı elma çeşitlerinin düşük sıcaklıklara toleranslarının belirlenmesinde % zararlanma oranı, toplam şeker, indirgen şeker, sakkaroz içerikleri ve sakkaroz metabolizması enzim aktivitelerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, MM106 anacı üzerine aşılı elma çeşidi arasında Summer Red, Golden Delicious, Vista Bella, William's Pride çeşitlerinin düşük sıcaklığa göreceli olarak tolerant oldukları, Mondial Gala çeşidinin ise nispeten daha hassas olduğu tespit edilmiştir. Anaçların dona dayanım dereceleri karşılaştırıldığında ise M7 anacının MM106 anacına göre dona dayanımının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, Eskişehir bölgesinde elmada düşük sıcaklık stresi ile ilgili anaç/çeşit kombinasyonu bazında yapılan ilk çalışma olduğu için bölgeye ve iklime uygun anaç ve çeşitlerle üretime geçilmesi açısından önemlidir.

EK AÇIKLAMALAR- A

**Çizelge A.1. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin zararlanma (%)
interaksiyon tablosu**

Bağımlı Değişken: % Zararlanma

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	101666,243 ^a	49	2074,821	439,613	,000
Kesişme	93470,829	1	93470,829	19804,592	,000
Çeşit	222,337	4	55,584	11,777	,000
Uygulama	47243,854	4	11810,964	2502,506	,000
Örnekleme zamanı	29532,228	1	29532,228	6257,286	,000
Çeşit * Uygulama	239,842	16	14,990	3,176	,000
Örnekleme zamanı *Çeşit	1170,993	4	292,748	62,027	,000
Örnekleme zamanı * Uygulama	17439,827	4	4359,957	923,787	,000
Örnekleme zamanı * Çeşit * Uygulama	679,211	16	42,451	8,994	,000
Hata	405,890	86	4,720		
Toplam	210146,015	136			
Düzeltilmiş Toplam	102072,133	135			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.2. M7 üzerine aşılı çeşitleri zararlanma (%) interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: % Zararlanma

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	43240,829 ^a	19	2275,833	198,728	,000
Kesişme	32439,133	1	32439,133	2832,623	,000
Çeşit	260,645	1	260,645	22,760	,000
Uygulama	18039,142	4	4509,786	393,800	,000
Örnekleme zamanı	12252,731	1	12252,731	1069,923	,000
Çeşit * Uygulama	233,624	4	58,406	5,100	,002
Örnekleme zamanı * Çeşit	139,093	1	139,093	12,146	,001
Örnekleme zamanı * Uygulama	8953,864	4	2238,466	195,465	,000
Örnekleme zamanı * Çeşit * Uygulama	379,399	4	94,850	8,282	,000
Hata	412,271	36	11,452		
Toplam	79970,812	56			
Düzeltilmiş Toplam	43653,100	55			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.3. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının zararlanma (%) interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: % Zararlanma

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	36094,283 ^a	19	1899,699	166,823	,000
Kesişme	29012,194	1	29012,194	2547,714	,000
Çeşit	11635,858	1	11635,858	1021,806	,000
Örnekleme zamanı	99,392	1	99,392	8,728	,006
Anaç	16157,279	4	4039,320	354,714	,000
Uygulama	124,216	1	124,216	10,908	,002
Örnekleme zamanı * Anaç	6628,636	4	1657,159	145,524	,000
Örnekleme zamanı * Uygulama	124,964	4	31,241	2,743	,044
Anaç * Uygulama	277,543	4	69,386	6,093	,001
Örnekleme zamanı * Anaç * Uygulama	387,176	34	11,388		
Toplam	67462,620	54			
Düzeltilmiş Toplam	36481,459	53			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.4. MM106 anacı üzerine aşıli çeşitlerin toplam şeker interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	105122,091 ^a	9	11680,232	60,635	,000
Kesişme	175379,849	1	175379,849	910,442	,000
Çeşit	394,432	4	98,608	,512	,728
Örnekleme zamanı	100793,680	1	100793,680	523,246	,000
Çeşit * Örnekleme zamanı	518,934	4	129,733	,673	,616
Hata	5008,420	26	192,632		
Toplam	290529,331	36			
Düzeltilmiş Toplam	110130,511	35			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.5. M7 anacı üzerine aşıli çeşitlerin toplam şeker interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	39205,894 ^a	3	13068,631	91,211	,000
Kesişme	70577,595	1	70577,595	492,587	,000
Çeşit	36432,042	1	36432,042	254,273	,000
Örnekleme zamanı	1544,863	1	1544,863	10,782	,007
Çeşit * Örnekleme zamanı	1228,989	1	1228,989	8,578	,013
Hata	1719,353	12	143,279		
Toplam	111502,842	16			
Düzeltilmiş Toplam	40925,247	15			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.6. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 anaçlarının toplam şeker interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	54414,419 ^a	3	18138,140	61,773	,000
Kesişme	91879,862	1	91879,862	312,917	,000
Çeşit	54358,844	1	54358,844	185,131	,000
Örnekleme zamanı	3,431	1	3,431	,012	,916
Çeşit * Örnekleme zamanı	52,144	1	52,144	,178	,681
Hata	3523,486	12	293,624		
Toplam	149817,767	16			
Düzeltilmiş Toplam	57937,905	15			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.7. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin indirgen şeker interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	867,876 ^a	9	96,431	41,021	,000
Kesişme	7487,139	1	7487,139	3184,990	,000
Çeşit	69,618	4	17,405	7,404	,002
Örnekleme zamanı	609,552	1	609,552	259,300	,000
Çeşit * Örnekleme zamanı	222,318	4	55,579	23,643	,000
Hata	35,261	15	2,351		
Toplam	8323,565	25			
Düzeltilmiş Toplam	903,137	24			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.8. M7 anacı üzerine aşılı çeşitlerin indirgen şeker interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	506,474 ^a	3	168,825	22,659	,000
Kesişme	4190,111	1	4190,111	562,371	,000
Çeşit	138,261	1	138,261	18,557	,003
Örnekleme zamanı	242,464	1	242,464	32,542	,000
Çeşit * Örnekleme zamanı	125,749	1	125,749	16,877	,003
Hata	59,606	8	7,451		
Toplam	4756,191	12			
Düzeltilmiş Toplam	566,080	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.9. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 indirgen şeker interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	753,367 ^a	3	251,122	30,299	,000
Kesişme	4724,681	1	4724,681	570,058	,000
Çeşit	711,795	1	711,795	85,882	,000
Örnekleme zamanı	11,415	1	11,415	1,377	,279
Çeşit * Örnekleme zamanı	2,034	1	2,034	,245	,635
Hata	58,017	7	8,288		
Toplam	5370,238	11			
Düzeltilmiş Toplam	811,384	10			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.10. MM106 anacı üzerine aşıllı çeşitlerin sakkaroz interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	9,499 ^a	9	1,055	6,250	,001
Kesişme	268,231	1	268,231	1588,316	,000
Çeşit	4,270	4	1,068	6,321	,003
Örnekleme zamanı	3,647	1	3,647	21,598	,000
Çeşit * Örnekleme zamanı	1,428	4	,357	2,115	,124
Hata	2,871	17	,169		
Toplam	294,587	27			
Düzeltilmiş Toplam	12,370	26			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.11. M7 anacı üzerine aşıllı çeşitlerin sakkaroz interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	7,245 ^a	3	2,415	26,172	,000
Kesişme	138,422	1	138,422	1500,158	,000
Çeşit	,128	1	,128	1,391	,277
Örnekleme zamanı	6,448	1	6,448	69,885	,000
Çeşit * Örnekleme zamanı	,154	1	,154	1,668	,237
Hata	,646	7	,092		
Toplam	154,612	11			
Düzeltilmiş Toplam	7,891	10			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.12. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 sakkaroz interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/gTA

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	5,871 ^a	3	1,957	20,448	,000
Kesişme	151,061	1	151,061	1578,436	,000
Çeşit	,037	1	,037	,384	,553
Örnekleme zamanı	5,115	1	5,115	53,450	,000
Çeşit * Örnekleme zamanı	,719	1	,719	7,511	,025
Hata	,766	8	,096		
Toplam	157,697	12			
Düzeltilmiş Toplam	6,637	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.13. MM106 anacı üzerine aşılı çeşitlerin asit invertaz aktivitesi interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g protein/h

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	13.591 ^a	9	13,801	77,378	,000
Kesişme	23.061	1	4603,695	1181,609	,000
Örnekleme zamanı	11.054	1	2,394	566,390	,000
Çeşit	,997	4	,355	12,770	,000
Örnekleme zamanı* Çeşit	,551	4	23,732	7,064	,001
Hata	,468	24	,707		
Toplam	43.392	34			
Düzeltilmiş Toplam	14.060	33			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.14. M7 anacı üzerine aşıllı çeşitlerin asit invertaz aktivitesi interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g protein/h

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	2,473 ^a	3	,824	237,566	,000
Kesişme	4,172	1	4,172	1202,376	,000
Örnekleme zamanı	2,092	1	2,092	602,932	,000
Çeşit	,073	1	,073	21,177	,002
Çeşit * Örnekleme zamanı	,095	1	,095	27,396	,001
Hata	,028	8	,003		
Toplam	6,148	12			
Düzeltilmiş Toplam	2,501	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.15. Summer Red çeşidinin aşıllı olduğu M7 ve MM106 asit invertaz aktivitesi interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g protein/h

Kaynak	Ortalama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	3,213 ^a	3	1,071	35,655	,000
Kesişme	5,968	1	5,968	198,728	,000
Örnekleme zamanı	3,014	1	3,014	100,364	,000
Çeşit	,017	1	,017	,558	,476
Çeşit * Örnekleme zamanı	,000	1	,000	,011	,918
Hata	,240	8	,030		
Toplam	11,368	12			
Düzeltilmiş Toplam	3,453	11			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.16. MM106 anacı üzerine aşıli çeşitlerin sakkaroz sintaz aktivitesi interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g protein/dk.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama		
			Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	26,307 ^a	9	2,923	57,285	,000
Kesişme	41,762	1	41,762	818,466	,000
Örnekleme zamanı	10,988	1	10,988	215,351	,000
Çeşit	4,794	4	1,199	23,490	,000
Örnekleme zamanı* Çeşit	7,499	4	1,875	36,743	,000
Hata	0,663	13	,051		
Toplam	76,168	23			
Düzeltilmiş Toplam	26,790	22			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.17. M7 anacı üzerine aşıli çeşitlerin sakkaroz sintaz aktivitesi interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: mg/g protein/dk.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama		
			Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	7,530 ^a	3	2,510	115,795	,000
Kesişme	20,968	1	20,968	967,331	,000
Örnekleme zamanı	7,486	1	7,486	345,352	,000
Çeşit	,023	1	,023	1,073	,359
Çeşit * Örnekleme zamanı	,021	1	,021	,0961	,383
Hata	,087	4	,022		
Toplam	28,584	8			
Düzeltilmiş Toplam	7,617	7			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

Çizelge A.18. Summer Red çeşidinin aşılı olduğu M7 ve MM106 sakkaroz sintaz aktivitesi interaksiyon tablosu

Bağımlı Değişken: nmol/mg prot./h

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama		
			Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	4,582 ^a	3	1,527	16,918	,002
Kesişme	17,631	1	17,631	195,300	,000
Örnekleme zamanı	2,706	1	2,706	29,977	,002
Çeşit	,423	1	,423	4,681	,074
Çeşit * Örnekleme zamanı	2,281	1	2,281	25,262	,002
Hata	,542	6	,090		
Toplam	22,370	10			
Düzeltilmiş Toplam	5,124	9			

Ö.D: Önem Derecesi (%5)

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdel-Latif, A., 2008, Activity of sucrose synthase and acid invertase in wheat seedlings during a cold-shock using micro plate reader assays, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(1), 3, 53–56.
- Aloni, B., T. Pashkar, L. Karni, 1991, Partitioning of [¹⁴C]sucrose and acid invertase activity in reproductive organs of pepper plants in relation to their abscission under heat stress, *Annals of Botany*, 67, 5, 6, 371–377.
- Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, A. A. Schaffer., 1996, Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes, *Annals of Botany*, 78, 2, 5, 163–168.
- Anonim, 2007, Bitki soğuşa dayanıklılık haritası, <http://www.meteor.gov.tr>.
- Anonim, 2011. <http://www.irgelerfidancilik.com>.
- Anonymous, 2007, Plant hardiness zone map, backyard gardener, <http://www.backyardgardener.com>.
- Anonymous, 2011, FAOSTAT agricultural statistic 2010. <http://www.fao.org>.
- Antunes, M.D.C., M.E. Sfakiotakis, 2008 ; Changes in fatty acid composition and electrolyte leakage of ‘Hayward’ kiwifruit during storage at different temperatures, *Food Chemistry* 110, 5, 891–896.
- Apostolova P., R. Yordanova, L. Popova, 2008 ; Response of antioxidative defence system to low temperature stres in two wheat cultivars, *Genneral and Applied Plant Physiology*, 34, 13, 281–294.
- Arora, R., Wisniewski, M.E., Scorza, R. 1992, Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach (*Prunus persica* L. Batsch) seasonal changes in cold hardiness and polypeptides of bark and xylem tissues, *Plant Physiology*, 99, 6, 1562–1568.
- Arora, R., M. Wisniewski. 1994, Cold acclimation in genetically related deciduous and evergreen peach. II. A 60-kilodalton bark protein in cold-acclimated tissues of peach is heat stable and related to the dehydrin family of proteins. *Plant Physiology* 105, 6, 95–101.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Arora, R., Pitchay, D.S., Bearce, B.C. 1998. Water-stress-induced heat tolerance in Geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins? *Physiologia Plantarum*, 103, 10, 24–34.
- Aslamarz, A.A., K. Vahdati, M. Rahemi, D. Hassani, C. Leslie, 2010, Supercooling and cold-hardiness of acclimated and deacclimated buds and stems of persian walnut cultivars and selections, *Hortscience*, 45, 11, 5, 1662–1667.
- Aydın, B., B. Nalbantoğlu, 2011, Effects of cold and salicylic acid treatments on nitrate reductase activity in spinach leaves, *Turkish Journal of Biology*, 35, 5, 443–448.
- Bartolozzi, F., G. Fontanazza, 1999, Assessment of frost tolerance in olive (*Olea europaea L.*), *Scientia Horticulturae*, 81, 10, 309–319.
- Baykul, A., Turhan, E., Evrenosoğlu, Y., 2011, Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinin aktif ve durgun büyüme dönemlerinde düşük sıcaklıklara toleransları, Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Eskişehir, Cilt I, 881–887.
- Bayram, S., S. Tepe, 2007, Antalya koşullarında bazı avokado çeşitlerinin yetiştirilmesi üzerine düşük ve yüksek sıcaklıkların etkisi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 7, 97–104.
- Bervaes, J.C.A.M, D.O. Ketchie, P.J.C. Kuiper, 1978, Cold hardiness of pine needles and apple bark as affected by alteration of day length and temperature, *Plant Physiology*, 44, 365–368.
- Boscaiu M., Lull C., Lidon A., Bautista I., Donat P., Mayoral O., Vicente O. 2008, Plant responses to abiotic stress in their natural habitats, *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Horticulture*, 65, 1.
- Boyer, J. S., 1982, Plant productivity and environment, *Science*, 218, 443–448.
- Bray, E.A., Bailey-S, J. ve Weretilnyk ,E 2000, Responses to abiotic stresses *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, American Society of Plant Physiologists, 1158–1203.
- Burak, M., 1989, Marmara bölgesi'nde yetiştirilen bazı önemli şeftali çeşitlerinin dona dayanımları üzerinde araştırmalar, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Burak, M., A. Eriş., 1992. Relationships between frost resistance and carbohydrate, protein and lipid contents in buds of some peach cultivars, *Acta Horticulturae*, 315, 61–70.
- Calderon, P., H.G., Pontis, 1985, Increase of sucrose synthase activity in wheat plants after a chilling shock, *Plant Science*, 42, 3, 173–176.
- Cansev, A., H. Gülen and A. Eriş, 2009, Cold-hardiness of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in cold-acclimated and non-acclimated stages: seasonal alteration of antioxidative enzymes and dehydrin-like proteins, *Journal of Agricultural Science*, 147, 51–61.
- Castonguay Y., P. Nadeau, 1998, Enzymatic control of soluble carbohydrate accumulation in cold-acclimated crowns of alfalfa, *Crop Science*, 38, 5, 1183–1189.
- Chen, H. H., M. L. Brenner, P. H., Li, 1983, Involvement of abscisic acid in potato cold acclimation, *Plant Physiology*, 71, 362–365.
- Cheng, H.Y. S.Q., Song, 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.
- Coleman, W.K., 1985, Variations in cold resistance among apple cultivars during deacclimation, *Journal of Experimental Botany*, 36, 1159–1171.
- Coleman, W.K., E.N. Estabrooks, M. O’Hara, J. Embleton, R.R. King, 1992, Seasonal changes in cold hardiness, sucrose and sorbitol in apple trees treated with plant growth regulators, *Journal of Horticultural Sciences*, 67 (3), 429–435.
- Desikan 2004, Oxidative stress signalling, In *plant Response to Abiotic Stress*,(Ed): H.Hirt,K. Shinozaki Springer Press, Heidelberg, Germany.
- Eriş.A., 1982, Ankara Koşullarında yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin soğuk gereksinimleri ve dona dayanımlarının saptanması üzerine araştırmalar, Ankara Üniversitesi Yayınları, 856, Ankara.
- Eriş, A., 1995, Bahçe bitkileri fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:11, Bursa.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Eriş, A., H. Gulen, E. Barut, A. Cansev; 2007, Annual patterns of total soluble sugars and proteins related to cold-hardiness in olive (*Olea europaea* L. 'Gemlik'), Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 82, 4, 597–604.
- Feest, A.Z., P. Inostraza, M. Vega, L.A. Bravo, L.J. Corcuera, 2003, Sugars and enzyme activity in the grass *Deschampsia antarctica*, Antarctic Science, 15 (4), 483–491.
- Feng, D., B. Liu, W. Li, Y. He, K. Qi, H. Wang, J. Wang, 2009, Over-expression of a cold-induced plasma membrane protein gene (*MpRCI*) from plantain enhances low temperature-resistance in transgenic tobacco, Environmental and Experimental Botany, 65, 395–402.
- Glinska, S., M. Gapinska, B. Gabara, A. Mikicinsk, K. Szafranska, 2009, Effects of chilling on the root cell ultrastructure of two soybean cultivars, Biologia Plantarum, 53(3), 539–544.
- Grant, T.N., I.E. Dami, T.Ji, D. Scurlock, J. Streeter, 2009, Variation in leaf and bud soluble sugar concentration among *Vitis* genotypes grown under two temperature regimes, Canadian Journal of Plant Science, 89, 5, 7, 961–968.
- Griffith, M., Yaish, M. W. F., 2004, Antifreeze proteins in overwintering plants: a tale of two activities, Trends in Plant Science, 9(8), 399–405.
- Gu, S., P. Ding, S. Howard, 2002, Effect of temperature and exposure time on cold hardiness of primary buds during the dormant season in 'Concord', 'Norton', 'Vignoles' and 'St. Vincent' grapevines, Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 77(5), 635–639.
- Guy, C.L., 1990, Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 41, 187–223.
- Guy, C.L., J. L. A. Huber, and S. C. Huber. 1992, Sucrose phosphate synthase and sucrose accumulation at low temperature. Plant Physiology, 100(1), 502–508.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Gülen, H., Çetinkaya, C., Kadioğlu, M., Kesici, M., Cansev, A., Eriş, A. 2008, Peroxidase activity and lipid peroxidation in strawberry (*Fragaria X ananassa*) plants under low temperature, Journal Biology and Environmental Sciences, 2(6), 95–100.
- Gülen, H., A. Cansev, A. Eriş, 2009, Cold hardiness of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in cold-acclimated and non-acclimated stages: seasonal alteration of soluble sugars and phospholipids, Journal of Agricultural Science, 147, 459–467.
- Güteryüz, M., Bolat, İ., 1992, Doğu anadolu’da kayısı üretim alanlarında soğuk zararının azaltılmasıyla ilgili yapılması gerekli çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (2), 160–173, Erzurum.
- Hamman, R.A. Jr., I. E. Dami, T. M. Walsh, and C. Stushnoff, 1996, Seasonal carbohydrate changes and cold hardiness of chardonnay and riesling grapevines, American Journal of Enology and Viticulture, 47, 1, 5, 31–36.
- Hilborn M. T., W.C Stiles, 1973; Low temperature injury to apple trees in Maine, University of Maine at Orono Life Sciences and Agriculture Experiment Station Technical Bulletin, 64.
- Hirt, H., 2004, Cold stress, in plant response to abiotic stress, Springer Press, (Ed): H.Hirt,K. Shinozaki Springer Press, Heidelberg, Germany
- Howell, G.S., C. J. Weiser, 1970; The Environmental control of cold acclimation in apple, Plant Physiology, 45, 390–394
- Huner, P.A. Gordon R. G, L.P Chauvin, F. Sarhan, and Norman 1997; Cold Acclimation and Freezing Tolerance, Plant Physiology 114, 467–474
- Imani, a., K. Barzegar, S. Piripireivatlou, 2011; Relationship between frost injury and ion leakage as an indicator of cold hardiness in 60 almond selections, International Journal of Nuts and Related Sciences, 2 (1), 22–26.
- Jan N.,M. Hussain,K.I. Andrabi, 2009, Cold resistance in plants: A mystery unresolved, Journal of Biotechnology, 12, 3, 1–15.
- Kaplan, F., Sung, D.Y., Guy, C.L., 2006, Roles of α -amylase and starch breakdown during temperatures stress, Physiology of Plantarum, 126, 120–128

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Khanizadeh, S., 1989, Effects of crop load on seasonal variation in protein aminoacid and carbohydrate composition and spring frost hardiness of apple flower buds (*Malus pumila* Mill. cv. McIntosh/M7), Doctor of Philosophy Thesis, McGill University, Quebec, Canada.
- 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(6), 776–781.
- Koç, E., C. İşlek, A.S.Üstün, 2010, Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties, Gazi University Journal of Science 23(1), 1-6.
- Korkmaz, A., 2002, Amelioration of chilling injuries in watermelon seedlings by abscisic acid, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26, 17-20.
- Kratsch, H.A., R.R. Wise, 2000, The ultrastructure of chilling stress, Plant Cell Environment, 23, 337-350.
- Krieg, D. R., 1994, Stress tolerance mechanisms in above ground organs, Preceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stresses, Intsormil Publ., No 94-2, Univ. Nebraska, Lincoln, 65–79.
- Kuroda, H., S. Sagisaka, K. Chiba, 1993, Peroxide metabolism and cold hardiness in apple flower-buds during spring dehardening, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 61 (4) : 84-77.
- Küden, A.B., Küden, A., Paydaş, S., Kaşka, N., İmrak, B., 1998, Bazı ılıman meyve tür ve çeşitlerinin soğuğa dayanıklılığı üzerinde çalışmalar, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22, 101–109.
- La Porta, N, M. Zacchini, S. Bartolini, R. Viti, G. Roselli, 1994, The frost hardiness of some clones of olive cv. Leccino, Journal of Horticultural Science, 69 (3), 433-435.
- Larcher, W., 1995, Plants under stress, in Physiological Plant Physiology, Larcher, W. (ed.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg,

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Lang, V., Mantyla, E., Welin, B., Sundberg, B. and Palva, E., 1994, Alteration of 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.
- 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.
- Leinonen, I., 1996, A Simulation model for the annual frost hardiness and freeze damage of scots pine, *Annals of Botany*, 78, 687–693.
- Leng, P., H. Itamura, H. Yamamura, X.M. Deng, 2000, Anthocyanin accumulation in apple and peach shoots during cold acclimation, *Scientia Horticulturae*, 83, 43–50.
- Levitt, J., 1980, Responses of Plants to Environmental Stresses, 139, 169, 274.
- Li, C., Y. Yang, O. Junttila, E.T., Palva, 2005; Sexual differences in cold acclimation and freezing tolerance development in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) ecotypes, *Plant Science*, 168, 1365–1370.
- Lindén, L., P. Palonen, 2000, Relating freeze-induced electrolyte leakage measurements to lethal temperature in red raspberry, *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125(4):429–435.
- Lindén, L., 2002, Measuring cold hardiness in woody plants. University of Helsinki, Department of Applied Biology, Publication no. 10, Helsinki, PhD Thesis.
- Linden, L., P. Palonen, T. Hytönen, 2002, Evaluation of three methods to assess winter hardiness of strawberry genotypes, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 77 (5), 580–588.
- Mahajan, S. and Tuteja, N., 2005, Cold, salinity and drought stresses: an overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444, 139–158.
- Makaracı, A.Z., J.A. Flore, 2009, Effect of Different Photoperiods on Cold Hardiness in Cherry *Journal of Tekirdağ Agriculture Faculty*, 6 (1), 107–110.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Markowski, A., G. Skrudlik, 1995, Electrolyte Leakage, ATP Content in Leaves and Intensity of Net Photosynthesis in Maize Seedlings at Permanent or Different Daily Exposure to Low Temperatures, *Journal of Agronomy and Crop Science* 175, 109–117.
- Martsof., J. D., 1992, Cold Protection Mechanism , *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 105, 91–94.
- Miller, G.L. 1959, Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Analytical Chemistry*, 31(3), 426–428.
- Mirabdolbaghi, M., R. Zarghami, A.V. Azghandi, 2010, Cold hardiness of different apple rootstock clones, *International Journal of Agriculture and Biology*, 12, 153–156.
- Murelli, C., F. Rizza, F. M. Albin, A. Dulio, V. Terzi, L. Cattivelli, 1995, Metabolic changes associated with cold-acclimation in contrasting cultivars of barley, *Physiologiae Plantarum*, 94, 87–93.
- Murray, M.B., J. N. Cape, D. Fowler, 1989, Quantification of frost damage in plant tissues by rates of electrolyte leakage , *New Phytologist* , 113, 307–311.
- Nayyar, H., T.S. Bains, S. Kumar, 2005, Chilling stressed chickpea: effect of cold acclimation, calcium and abscisic acid on cryoprotective solutes and oxidative damage, *Environmental and Experimental Botany*, 54, 275–285.
- Nybom, H., 1992, Freeze damage to flower buds of some apple cultivars, *Journal of Horticultural Sciences*, 67, 171–177.
- Orlikowska, T., M. Zawadzka, D. Kucharska, L.B. Lahuta, 2010, The influence of the cooling of donor cultures on the in vitro adventitious regeneration and carbohydrate metabolism of four dwarfing apple rootstocks, *Acta Physiologiae Plantarum*, 32, 333–340.
- Özçağiran, R., A. Ünal, E. Özeker, M. Isfendiyaroglu, 2004, Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumusak Çekirdekli Meyveler, Cilt: II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 556, Bornova, İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Pagter, M., I. Lefevre, R. Arora, J.F. Hausman, 2011, Quantitative and qualitative changes in carbohydrates associated with spring deacclimation in contrasting Hydrangea species, *Environmental and Experimental Botany*, 72, 358–367.
- Palta J.P., P.H. Li, 1980, Alterations in membrane transport properties by freezing injury in herbaceous plants: Evidence against rupture theory. *Physiol Plant* 50, 169–175
- Palonen P., D. Buszard, 1997, Current state of cold hardiness research on fruit crops, *Canadian Journal of Plant Science*, 77(3), 399–420.
- Palonen, P., 1999, Relationship of seasonal changes in carbohydrates and cold hardiness in canes and buds of three red raspberry cultivars, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(5), 507–513.
- Palonen, P., L. Lindén. 1999, Dormancy, cold hardiness, dehardening, and rehardening in selected red raspberry cultivars, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124, 341–346.
- Partelli, F.L., H. D. Vieira, A.P.D. Rodrigues, I. Pais, E. Campostrini, M.C. Chaves, J.C. Ramalho, 2010, Cold induced changes on sugar contents and respiratory enzyme activities in coffee genotypes, *Ciência Rural*, Santa Maria, 40(4), 781–786.
- Pratt, R.B., F. W. Ewers, M. C. Lawson, A. L. Jacobsen, M. M. Brediger, S. D. Davis, 2005, Mechanism for Tolerating Freeze–Thaw Stress of two Evergreen Chaparral Species: *Rhus ovata* and *Malosma laurina* (Anacardiaceae), *American Journal of Botany* 92(7), 1102–1113.
- Prive, J.P., 2006, Techniques for Cold Hardiness Research for Apple Rootstocks, *Scientific Works on The Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture*. Sodininkyste ir Darzininkyste. 25 (4).
- Rajashekar, C.B., 2000, Cold response and Freezing tolerance in plants, in *Plant-Environment Interactions*, Wilkinson, R. E., (ed.), Marcel Dekker Inc., New York, 321–341.
- Rivero, M.R., J.M. Ruiz, P.C. Garcia, L.R. Lopez-Lefebre, E. Sanchez, L. Romero, 2001, Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants, *Plant Science* 160, 315–321.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Ruiz, N., D. Barranco, H. F. Rapoport, 2006, Anatomical response of olive (*Olea europaea* L.) to freezing Temperatures, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81(5), 783–790.
- Šabajeviene G., Kviklys D., Samuoliene G., Sasnauskas A., Duchovskis P. 2007. Seasonal patterns of carbohydrates in apple tree cv. ‘Auksis’ on different rootstocks. *Sodininkyste ir daržininkyste*, 26(3), 159–165.
- Sakai, A., 1978a, Freezing Tolerance of Evergreen and Deciduous Broad-Leaved Trees in Japan with Reference to Tree Regions, *Low Temperature Science*, 36, 1–19.
- Sakai, A., 1978b, Freezing Tolerance of Primitive Willows Ranging to Subtropics and Tropics, *Low Temperature Science*, 36, 21- 29.
- Sasaki, H., K. Ichimura, M. Oda., 1996, Changes in sugar content during cold acclimation and deacclimation of cabbage seedlings. *Annals of Botany*, 78(3), 365–369.
- Sasaki, H. K. Ichimura, S. Imada, S. Yamaki, 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(7), 847–852.
- Scandalios, J. G., 1993, Oxygen stress and superoxide dismutases, *Plant Physiology*, 107, 7–12.
- Smallwood M., Bowles D.J., 2002, Plants in a cold climate, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 357, 831–846.
- Smiley, E.T., A.M. Shirazi, 2003. Fall Fertilization and Cold Hardiness in Landscape, *Journal of Arboriculture* 29(6), 342–346.
- Steponkus, P. L., 1992, Preface, *Advances in Low Temperature Biology*, 1, 9–11.
- Strand, A., Hurry, V., Gustafson, P., Gardeström, P., 1997, Development of *Arabidopsis thaliana* at low temperatures releases the suppression of photosynthesis and photosynthetic gene expression despite of the accumulation of soluble carbohydrates, *Plant Journal*, 12, 605–614.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Sturm A., G. Tang, 1999, The sucrose-cleaving enzymes of plants are crucial for development, growth and carbon partitioning, Trends in Plants Science Reviews, 4, 10.
- Sutka, J. and Galiba, G., 2003, Abiotic Stresses: Cold Stress, Encyclopedia of Applied Plant Sciences, 1–9.
- Snyder, R.L., Melo-Abreu, J.P., 2005. Frost Protection: Fundamentals, Practice, and Economics, vol. I. FAO, Rome.
- Taiz L., E. Zeiger, 2006, Plant Physiology, Fourth Edition, Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts.
- 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.
- Turfan., N, L.Y. Aktaş, A. Güven., 2010, Low Night Temperature Tolerance Determining Traits Correlate with Paraquat Tolerance in Grapevine Genotypes, Yüzüncü yıl University Journal of Agricultural Sciences, 20(3), 194–200.
- Turhan, E., Evrenosoğlu, Y., Baykul, A., Aydoğan, Ç., 2011, Bazı çilek çeşitlerinde düşük sıcaklığa toleransın belirlenmesi, Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Eskişehir, Cilt I, 893–897.
- Turhan, E., 2012, Seasonal alteration of sugar metabolism in strawberry (*Fragaria × ananassa*) plants during cold-acclimated and non-acclimated stages, African Journal of Biotechnology, 11(20), 4558–4565.
- Turhan, E., S. Ergin, 2012, Soluble Sugars and Sucrose Metabolizing Enzymes Related to Cold-Acclimation of Sweet Cherry Cultivars Grafted on Different Rootstocks, The Scientific World Journal Vol. 2012.
- Van Handel, H. 1968, Direct Micro Determination of Sucrose. Analytical Photochemistry, 22,280–283.
- Vertucci, C.W., C. Stushnoff, 1992, The state of water in acclimating v^etative buds from *Malus* and *Amelanchier* and its relationship to winter hardiness, Physiologia Plantarum, 86, 503–511, Copenhagen.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Wang, X.,W. Li, M. Li,R. Welti, 2006, Profiling lipid changes in plant response to low temperatures, *Physiologia Plantarum*, 126, 90–96.
- Wanner, L. A. and Juntilla, O., 1999, Cold-induced freezing tolerance in Arabidopsis, *Plant Physiology*, 120, 391–400.
- Wisniewski M., C. Bassett, L.V. Gusta, 2003, An Overview of Cold Hardiness in Woody Plants: Seeing the Forest Through the Trees, *Hortscience*, 38(5).
- Wisniewski M., C. Bassett, D. Macarisin, J. Norelli, T. Artlip, S. Korban, 2009, Transcriptomic and Proteomic Response of Fruit Trees to Abiotic Stress, Proceeding First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species, Dresden, Germany, *Acta Horticultura*, 839, ISHS.
- Yılmaz, M., L. Kaynak, 1975, Türkiye'nin değişik bölgelerinde 1971–72 soğuklarının önemli meyve tür ve çeşitlerine etkileri üzerine araştırmalar (Orta Anadolu Bölgesi - II), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No : TOAG 174.
- Zeigler, H., 1990, Role of plant physiology in assessing productivity potential under stress environment, in Proceeding of the International congress of Plant Physiology, Sinha, S. K., Sane, P. V., Bhargava, S. C. and Agrawal, P. K. (eds.), New Delhi, 10–17.
- Zilkah S. , Z. Wiesmann, I. Klein, I. David, 1996; Foliar applied urea improves freezing protection to avocado and peach, *Scientia Horticulturae* 66: 85–92.