



**DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ ÖNCESİ
ISI DEĞİŞİMLERİNİN ASMA (*Vitis vinifera* L.)
KIŞ GÖZLERİNİN EKZOTERM SICAKLIKLARI
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Özkan KAYA

Doktora Tezi

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Bağ Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı
Prof. Dr. Cafer KÖSE**

2018

Her Hakkı Saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ ÖNCESİ ISI
DEĞİŞİMLERİNİN ASMA (*Vitis vinifera* L.) KIŞ GÖZLERİNİN
EKZOTERM SICAKLIKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özkan KAYA

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Bağ Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı

ERZURUM
2018

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ ONAY FORMU



DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ ÖNCESİ ISI DEĞİŞİMLERİNİN ASMA (*Vitis vinifera* L.) KIŞ GÖZLERİNİN EKZOTERM SICAKLIKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Prof. Dr. Cafer KÖSE danışmanlığında, Özkan KAYA tarafından hazırlanan bu çalışma, 23/02/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bağ Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği (5/5)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Rüstem CANGİ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Sadettin GÜRSÖZ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ökkeş ATICI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Cafer KÖSE

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **01.03/2018** tarih ve **..09..../..17.....** nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:1150153

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

ÖZET

Doktora Tezi

DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ ÖNCESİ ISI DEĞİŞİMLERİNİN ASMA (*Vitis vinifera* L.) KIŞ GÖZLERİNİN EKZOTERM SICAKLIKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özkan KAYA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Bağ Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cafer KÖSE

Bu çalışmanın amacı test öncesi ısı değişimlerinin asma (*Vitis vinifera* L. cv. Karaerik) kış gözlerinin don toleransını dolayısıyla Diferansiyel Termal Analiz (DTA) test sonuçlarını değiştirebileceği hipotezimizi doğrulamaktır. Bu amaçla Karaerik üzüm çeşidine ait kış gözleri farklı zamanda alınmış ve farklı DTA prosedürlerine göre test edilmiştir. 2015-2016 ve 2016-2017 dormant dönemleri içerisinde 9 farklı örnekleme sıcaklığında (+8°C, +6°C, +5°C, +3°C, -1°C, -3°C, -4°C, -5°C ve -9°C) alınan kış gözleri hipotezimizi doğrulamak adına tasarlanan iki DTA test yaklaşımı (Test-A ve Test-B) ve standart DTA yöntemine (Test-C) göre don testine tabi tutulmuşlardır. Test-A yaklaşımında örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilerek laboratuvara getirilen ve bu sıcaklık değerinde teste hazırlanan kış gözleri; örnek alma anındaki sıcaklık değerinden başlanarak test edilmiş ve bu sayede test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz bırakılmamıştır. Test-B yaklaşımında, örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilerek laboratuvara getirilen ve bu sıcaklık değerinde teste hazırlanan kış gözleri, sadece +4°C’de teste başlamanın neden olduğu ısı değişimlerine maruz kalmıştır. Test-C (standart yöntem) yönteminde ise kış gözleri araç koşullarında (20±2°C) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar şartlarında (20±2°C) teste hazırlanmıştır. Test-C’de kış gözleri hem nakliye-hazırlık aşamasındaki sıcaklıkların hem de +4°C’de teste başlamanın neden olduğu ısı değişimlerine maruz kalmıştır. Test-A, Test-B ve Test-C prosedürüne göre test edilen asma kış gözlerinin, primer tomurcuk ölümlerinin göstergesi olarak düşük sıcaklık exoterm (LTE) sıcaklıkları belirlenmiştir. Tomurcukların Test-B yaklaşımında maruz kaldığı hızlı soğuma, ısınma ve erime ile Test-C yönteminde maruz kaldığı ısınma-soğuma ve erime-soğuma gibi ısı değişimlerinin, test başlangıç sıcaklığına bağlı olarak kış gözlerinin LTE sıcaklıklarını değiştirdiği belirlenmiştir. Test-B ve Test-C prosedürüne göre test edilen kış gözlerinin LTE sıcaklığının, Test-A yaklaşımına göre test edilen kış gözlerinin LTE sıcaklığından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Test-A ile karşılaştırıldığında kış gözü ölüm sıcaklıkları (LTE), ısı değişimine bağlı olarak Test-B’de 0.00°C ile 4.00°C, Test-C’de ise 0.00°C ile 2.77°C arasında daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, DTA testlerinde doğru, güvenilir ve tutarlı LTE verileri elde edebilmek için, asma kış gözlerinin örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilerek laboratuvara getirilmesi, bu sıcaklık değerinde teste hazırlanması ve DTA testine örnek alma anındaki sıcaklık değerinden başlanmasının daha doğru bir yaklaşım olduğu belirlenmiştir.

2018, 100 sayfa

Anahtar Kelimeler: Asma, DTA, donma-erime şokları, Karaerik, LTE

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECTS OF TEMPERATURE CHANGES ON EXHOTERMIC TEMPERATURES IN GRAPEVINE (*Vitis vinifera* L.) WINTER BUDS PRIOR TO DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS

Özkan KAYA

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture
Department of Viticulture and Breeding

Supervisor: Prof. Dr. Cafer KÖSE

The aim of this study is to confirm the hypothesis that pre-test temperature changes could alter the freezing tolerance (cold hardiness) of the grapevine's winter buds and subsequently the result of Differential Thermal Analysis (DTA) test. For this reason, winter buds of Karaerik grape cultivar were collected at different times and tested using different DTA procedures. In 2015-2016 and 2016-2017 during dormant periods, winter buds taken at 9 different sampling temperatures (+8°C, +6°C, +5°C, +3°C, -1°C, -3°C, -4°C, -5°C and -9°C) were exposed to freezing test according to two DTA test approaches (Test-A and Test-B) and standard DTA procedure to verify our hypothesis. In the Test-A approach, winter buds brought to laboratory by being preserved the temperatures at the time of sampling, and prepared for the test at the these temperatures, were tested by starting from temperature value at sampling time and in this way, they were not exposed to any temperature changes prior to test. In Test-B approach, after winter buds kept at the temperatures at the time of sampling were brought to laboratory and prepared the test, they were subjected to the temperature changes caused as the test was started at +4°C. In the Test-C (standard method), winter buds were brought to the laboratory under the vehicle conditions (20±2°C) and were prepared to the test under laboratory conditions (20±2°C). In Test-C, winter buds were exposed to temperature changes caused by both transportation-preparation stages and the beginning of test at +4°C. The LTE (low temperature exotherm) temperatures were determined as the indicator of death of primary buds at grapevines' winter buds, tested according to Test-A, Test-B, and Test-C procedures. It was found that temperature changes such as rapid cooling, heating and thawing in the Test-B approach and, heat-cooling and melting-cooling in the Test-C method altered LTE temperatures of winter buds depending on the test start temperature. It was determined that the LTE temperatures of winter buds tested according to Test-B and Test-C methods were higher than that of the ones tested with Test-A. Compared to Test A, the death temperatures (LTE) of winter buds were found to be between 0.00°C and 4.00°C in the Test-B and 0.00°C and 2.77°C in the Test-C based on temperature changes. As a result, to achieve correct, reliable, and consistent LTE results at DTA tests, it was determined that winter buds should be brought to the laboratory by keeping the temperatures at the sampling time, prepared for test at these temperatures and to start the DTA test from these temperatures is a right approach.

2018, 100 pages

Keywords: Grapevine, DTA, cooling-thawing shocks, Karaerik, LTE

TEŞEKKÜR

Bilim hayatımın dönüm noktası olarak saydığım ve heyecanla kaleme aldığım bu doktora tez çalışmamda; bilime farklı açılardan bakmam gerektiğini bana idrak ettiren ve yıllardır hep yanımda olan, gerek bilimsel gerekse hayata dair tecrübelerinden daima istifade ettiğim Sayın Hocam Prof. Dr. Cafer KÖSE'ye (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Böl.) ve araştırmalarım boyunca benden yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Atilla DURSUN'a (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bşk.) sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tez çalışmalarım sürecinde gerek tez raporlarının incelenmesinde gerekse çalışmanın yönlendirilmesinde katkısı olan tez izleme komitesi üyelerinden Sayın Hocam Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ'ye (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Böl.), ve Sayın Hocam Prof. Dr. Ökkeş ATICI'ya (Atatürk Üniv. Fen. Fak. Biyoloji Böl.) en kalbi duygularıyla şükranlarımı sunarım. Yanısıra, çalışmamıza ait verilerin istatistik analizlerinde büyük yardımını gördüğüm Prof. Dr. Armağan HAYIRLI'ya (Atatürk Üniv. Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Besleme Böl.) teşekkür ederim.

Erzincan'da yürütmüş olduğum çalışmamda daima ilgi ve yardımlarını gördüğüm, çalışmalarım süresinde anlayışlarını hiç eksik etmeyen Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Birol KARADOĞAN'a, Müdür Yrd. Sayın Hakan Murat ÜNLÜ'ye ve her daim saygıya değer, temiz yürekli mesayi arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Hüseyin VURGUN, Zir. Yük. Müh. Özkan BOZBEK, Zir. Yük. Müh. İsmail ESMEK, Zir. Yük. Müh. Nalan Nazan KALKAN, Dr. Salih KESKİN ve Merve RENDE'ye minnet duygularımı sunarım. Hem yüksek lisans hem de doktora çalışmam süresi içerisinde, araştırmalarımızı bağında yürütmemize izin veren değerli büyüğüm Yusuf AKSUN ve eşi Fatma AKSUN'a saygılarımı arz ederim. Ayrıca daima yanımda olan ve bugünlere gelmemde sevgilerini ve özverilerini her zaman hissettiğim sevgili anneme, babama kardeşlerime ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

Özkan KAYA

Şubat, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve LİTARATÜR BİLDİRİŞİ.....	7
2.1. Asmada Soğuğa Tolerans ve Çevresel Faktörlerin Tolerans Üzerine Etkisi	8
2.2. Asmada Don Hasarı.....	12
2.3. Donma Hasarının Belirlenmesi	14
2.4. Isı Değişimlerinin Don Toleransı Üzerindeki Etkileri	18
2.5. Araştırmanın yapıldığı ilin ekolojik özellikleri	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Yöntem	27
3.2.2. DTA Test Örneklerinin Hazırlanması ve DTA Testi	30
3.2.3. İstatistik Analiz ve Verilerin Mukayesesi	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	34
5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER	68
5.1. Tartışma.....	68
5.2. Sonuç ve Öneriler	87
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	101

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

'	: Dakika
"	: Saniye
Ca ⁺²	: Kalsiyum
DTA	: Diferansiyel termal analiz
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
HTE	: Yüksek sıcaklık exotermi
K ⁺	: Potasyum
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
LTE	: Düşük sıcaklık exotermi
m	: Metre
mm	: Milimetre
O ₂ ^{•-}	: Süperoksit
ROS	: Reaktif oksijen türleri
sn	: Saniye
TEM	: Termoelektrik modül

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü bağ ve örnek alma anından genel bir görünüm.....	27
Şekil 3.2. Alınan örneklerin sıcaklık kontrollü kabinlerde laboratuvara naklinden genel bir görünüm	30
Şekil 3.3. DTA için örneklerin hazırlanma aşamasından genel bir görünüm.....	31
Şekil 3.4. Kış gözlerinde DTA testi ile belirlenen yüksek ve düşük sıcaklık ekzotermi.....	32
Şekil 4.1. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait 2 yıllık verilerin dağılımı	34
Şekil 4.2. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait 2 yıllık verilerin Q-Q dağılımı.....	36
Şekil 4.3. İki yıllık kış gözü ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	38
Şekil 4.4. İlk yıl (2015-2016 dormant dönemi) kış gözü ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	40
Şekil 4.5. İkinci yıl (2016-2017 dormant dönemi) kış gözü ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	41
Şekil 4.6. İlk yıl birinci örnekleme zamanında +6°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları.....	45
Şekil 4.7. İlk yıl ikinci örnekleme zamanında -9°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları.....	47
Şekil 4.8. İlk yıl üçüncü örnekleme zamanında +3°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları.....	48
Şekil 4.9. İlk yıl dördüncü örnekleme zamanında -3°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları.....	51
Şekil 4.10. İlk yıl beşinci örnekleme zamanında +5°C’de alınan kış gözlerinin ölüm	

sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	52
Şekil 4.11. İlk yıl altıncı örnekleme zamanında +8°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	54
Şekil 4.12. İkinci yıl birinci örnekleme zamanında -1°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	56
Şekil 4.13. İkinci yıl ikinci örnekleme zamanında -3°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	58
Şekil 4.14. İkinci yıl üçüncü örnekleme zamanında +5°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	60
Şekil 4.15. İkinci yıl dördüncü örnekleme zamanında -5°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	62
Şekil 4.16. İkinci yıl beşinci örnekleme zamanında -4°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	64
Şekil 4.17. İkinci yıl altıncı örnekleme zamanında +5°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda Erzincan İli'ne ait bazı meteorolojik veriler.....	25
Çizelge 4.1. İki yıllık verilerin genel değerlendirilmesinde kış gözlerinin ölüm oranlarına göre ortalama ölüm sıcaklık değerleri.....	35
Çizelge 4.2. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait 2 yıllık verilerin varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.3. Yıllara göre, kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.4. İlk yıl (2015-2016 dormant dönemi) farklı sıcaklıklarda alınan örneklerde farklı Test Metodu ile elde edilen ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.5. İkinci yıl (2016-2017 dormant dönemi) farklı sıcaklıklarda alınan örneklerde farklı Test Metodu ile elde edilen ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları.....	43

1. GİRİŞ

Bahçe bitkileri ürünleri içerisinde önemli bir yere sahip olan asma, *Vitaceae* familyasının *Vitis* cinsi içerisinde bulunmaktadır (Myles *et al.* 2010). Bu cinse ait çoğu tür, dünya üzerinde elverişli iklim şartlarının bulunduğu birçok alanda kolaylıkla yetişmektedir. Bu türler içerisinde özellikle *Vitis vinifera* L., ılıman iklim bölgelerine adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması sayesinde, pek çok ülkede sofralık, kurutmalık ve şaraplık olarak yetiştirilmektedir (Keller 2015).

V. vinifera L. türünün kültüre alınması ile başlayan bağcılık, doğu ve batı medeniyetlerinin sosyal ve ekonomik yapısı içerisinde her dönem önemini korumuştur. Özellikle bazı uygarlıklarda asma ve şarap mistik bir yapı kazanarak, bağcılık ve şarap tanrıalarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Oraman 1972; Winkler *et al.* 1974). Ayrıca asmadan elde edilen üzüm, farklı tüketim ve değerlendirme şekilleri sayesinde, insanoğlu için beslenme ve sağlık açısından her daim önemli bir besin kaynağı olmuştur. Bunun yanı sıra, kolay çoğaltılabilen, iklim ve toprak istekleri yönüyle çok seçici olmayan asma tarih boyunca değerli bir kültür bitkisi olarak önemini korumuştur (Wample *et al.* 1991; Zhang *et al.* 2012; Cangı vd 2016). Bugün, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) verilerine göre tarım arazisi olarak kullanılan 43.7 milyon hektar alanın yaklaşık %16'sına tekabül eden 7 milyon hektarında bağcılık tarımı yapılmaktadır. Yaklaşık olarak 75 milyon tonluk dünya üzüm üretimi göz önüne alındığında, bağcılığın dünya tarımının önemli bir kolu olduğunu söyleyebiliriz (FAO 2017). Günümüzde bağcılık, dünya üzerinde kuzey yarım kürede 4°-59°, güney yarımkürede 6°-45° enlem dereceleri arasındaki alanlarda yapılabilmektedir (Jones and Schultz 2016; Hai 2016). Ancak, ekonomik anlamda bağcılık, kuzey yarımkürede 11°-52°, güney yarımkürede 20°-40° enlem dereceleri arasındaki ılıman iklim kuşağında yapılmaktadır (Winkler *et al.* 1974; Fennell 2004; Lamar 2011).

Başarılı bir bağcılık, asmanın genetik yapısı ile iklim faktörleri arasındaki tamamlayıcı ilişkiye bağlıdır (Jones and Davis 2000; Van Leeuwen *et al.* 2004; Fraga *et al.* 2014; Keller 2015; Fraga *et al.* 2016). Zira, soğuk ve/veya sıcak iklimlere tolerans genlerini

taşıyan bireyler, genetik karakterlerine uygun iklimlere adapte olmuşlardır. Fakat zaman zaman iklimde meydana gelen anormallikler, asmaları olumsuz yönde etkilemektedir (Fraga *et al.* 2016). Özellikle donma dereceleri altındaki düşük sıcaklıklar, bağcılığı sınırlandırıcı faktörlerin başında gelmektedir (Fennell 2004). Mevsim dışı sıcaklık dalgalanmaları, asmanın gelişiminde, verim ve kalitesinde, hatta hayatta kalmasında büyük bir öneme sahiptir (Mills *et al.* 2006; Köse ve Güleriyüz 2009; Köse and Kaya 2017). Nitekim, günümüzde olduğu gibi tarih boyunca da mevsim dışı sıcaklıkların bağcılık üzerindeki tahrip edici etkileri bilinmektedir. Örneğin; 1708-1709 yılı ocak ayında meydana gelen ve 500 yılın en soğuk kışı olarak bilinen “Büyük Don” İskandinavya'dan İtalya'ya ve Çekoslovakya'dan Fransa'nın batı kıyısına kadar bağlarda büyük zararlara neden olmuştur (Hoskins 1968; Appleby 1980). Bu doğa olayı, pek çok çeşidin yok olmasına sebep olmuştur ancak, sıcaklığın düşüşü doğal seleksiyon yaparak soğuğa tolerans genlerini taşıyan bireylerin ön plana çıkmasında da etkin bir rol oynamıştır (Anonymous 2005). Öne çıkan bu bireyler, yeni kurulan bağ alanlarının dona toleranslı çeşitleri olarak, düşük sıcaklıklardan daha az etkilenmiş ve günümüze kadar ulaşmıştır (Unwin 1991). Lakin, günümüzde de zaman zaman tolerans derecelerinin altındaki sıcaklıklara maruz kalan bu bireyler, azımsanamayacak ölçüde, telafisi olmayan zararlara uğramaktadır (Ait Barka and Audran 1997; Boone and Durham 1996; Lipe *et al.* 1992; Fennell 2004). Böylesi bir durum; asma yetiştiricilerinin, meyve toptancılarının, şarap imalatçılarının ve üzüm üretimine dayalı işletme ve sanayi kuruluşlarının önemli derecede verim ve kalite kaybı neticesinde, maddi zararlara neden olmaktadır. Ayrıca hasar sonucu şekli bozulmuş omcalara yeniden şekil vermesi gereken üretici, önemli zaman kayıpları da yaşamaktadır (Mickelbart *et al.* 2006; Dami *et al.* 2014; Zabadal *et al.* 2007; Li 2014). Zira, 2004 yılı içerisinde New York'ta ocak ayında meydana gelen şiddetli kış soğukları, bölgede yer alan bağ alanlarının neredeyse yarısında hasara neden olarak 63.6 milyon doların üzerinde bir maddi kayba yol açmıştır (Zabadal *et al.* 2007). Benzer bir şekilde 2007 yılında 21 ülkede meydana gelen kış soğukları, üzüm dahil bir çok bitki türünde önemli hasara neden olarak yaklaşık 1 milyar dolar civarında bir ekonomik kayıp oluşturmuştur (Warmund *et al.* 2008; Dami *et al.* 2012). Ayrıca, dünya üzerinde soğuk zararının, bağ alanlarında her yıl yaklaşık %5 ile %15 oranında ürün kaybına neden olduğu da tahmin edilmektedir (Zabadal *et al.* 2007). Son yıllarda bağ alanlarında etkisini yoğun bir şekilde hissettiren küresel iklim değişikliği, bu kayıpların temel nedenleri

arasındadır. Nitekim son araştırmalarda, bağıcılığın, ileri gelen ülkeleri arasında yer alan Almanya, Fransa, İtalya, İspanya, Hırvatistan, Portekiz, Slovakya, Slovenya gibi ülkelerde küresel iklim değişikliğinin etkilerinin daha yoğun görüldüğü bildirilmektedir (Fraga *et al.* 2016). Böylesi alanlarda küresel iklim değişimi, hem bağıcılarının hem de bilim insanlarının üstesinden gelmek zorunda kaldığı temel bir sorun haline gelmiştir (Fraga *et al.* 2016). Diğer bir açıdan, küresel iklim değişiminin neden olduğu ısınma, bağı alanlarının dünya üzerinde daha kuzey ve güney alanlara yayılmasında bir avantaj gibi görülebilir. Ancak, küresel ısınmanın beraberinde getirdiği kuraklık, bağı alanlarında vejetasyon ve dinlenme dönemlerinde sekonder zararlara neden olabilir. Nitekim, küresel iklim değişikliğinin, düşük sıcaklıklara karşı korunmada önemli role sahip olan kar örtüsü varlığı ve/veya kalınlığını önemli ölçüde etkilediği ve böylece karın koruyucu etkisinden istifade edilen bağı alanlarında son yıllarda düşük sıcaklık zararlarının yaşanmaya başladığı bilinmektedir (Khanizadeh *et al.* 2005; Köse ve Güleriyüz 2009). Bu nedenle, düşük sıcaklıkların görüldüğü alanlarda soğuk hasarının önüne geçebilmek için asmanın aklimasyon, dayanıklılık (hardening) ve deaklimasyon dönemlerinde, uygun ölçüm teknikleri kullanılarak toleranslı ve/veya adaptasyon kabiliyeti yüksek olan bireylerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Evans 2000; Zabadal *et al.* 2007; Mills *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2011).

Düşük sıcaklık zararının azaltılması, ekonomik kayıpların önüne geçilmesi, bağı alanlarının genişletilmesi ve sınırların zorlandığı alanlarda daha başarılı bir bağıcılık yapılabilmesi adına, asmanın don toleransının ve dayanıklılık mekanizmasının iyi bilinmesi gerekir. Bu amaçla araştırmacılar düşük sıcaklıklara tolerans derecelerini tespit edebilmek için, hızlı, güvenilir ve uygun ölçüm teknikleri geliştirmiştir. Nitekim, günümüz de düşük sıcaklığa maruz kalan asmaların dayanıklılık mekanizmasının anlaşılması, dayanabilecekleri düşük sıcaklık değerlerinin belirlenmesi, donma olayının hücrelerde izlediği seyir, donma sürecinde doku sıcaklıklarında meydana gelen değişim, düşük sıcaklığın dokuyu öldürüp öldürmediği ve değişik sıcaklık değerlerinin asmalarda yapacağı etkinin saptanması gibi farklı amaçlara yönelik olarak pek çok ölçüm tekniği (Diferansiyel Termal Analiz, Nükleer Magnetik Resonans, Infrared Video Termografy, Magnetic Resonans Görüntüleme, Düşük Sıcaklık Elektron Mikroskobu, Diferansiyel

Scanning Calorimetre, Triphenyl Tetrazolium Chlorid Redüksyonu, Elektriksel İletkenlik, Doku Kahverengileşmesi) kullanılmaktadır (Yadava *et al.* 1978; Quamme 1991; Pearce 2001; Aslantaş ve Köse 2004; Fennell 2004; Keller 2015). Kullanılan metotların farklı amaçlar için birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Diğer taraftan, canlılık tahminlerinde hızlı, kolay, ucuz ve kendine özgü kritik değerleri olan Triphenyl Tetrazolium Chlorid Redüksyonu, Lipid peroksidasyonu, Elektriksel İletkenlik, Sürdürme ve Doku Kahverengileşmesi gibi yaygın olarak kullanılan testler arasında istatistiki ilişki açısından eksiklikler bulunmakta ve bu testler ile sadece teste maruz kalan bitki ve/veya dokularda ölümün olup olmadığı saptanabilmektedir. Ancak, bu yöntemlerle ölümün hangi sıcaklık aralığında oluştuğuna dair net bir sonuca varılamamaktadır (Yadava *et al.* 1978). Bu nedenle, soğuğa dayanıklılığı hızlı, güvenilir ve kaliteli bir şekilde test etme metotlarına duyulan ihtiyaç, Diferansiyel Termal Analiz (DTA) yönteminin gelişimini sağlamıştır.

DTA, günümüzde dona toleransın belirlenmesinde standart metot haline gelmiştir (Quamme *et al.* 1972; 1975; Pierquet *et al.* 1977; Andrews *et al.* 1983; 1984; Wolf and Pool 1986; Barney *et al.* 1994; Wample *et al.* 1990; Wolf and Warren 2000; Fennell 2004; Mills *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2011; 2014; Gao *et al.* 2014; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014; Keller 2015; Kaya and Köse 2017). DTA yöntemi temelde hücre çözeltisindeki suyun deepsupercooling veya supercooling (derin süper soğuma/süper soğuma) denilen, doku suyunun, donma sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda bile sıvı halde kalma özelliği ile ilişkili olan Düşük Sıcaklık Ekzoterm (LTE) sıcaklıklarının ölçülmesine dayanır.

Asmada aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon dönemlerinde meydana gelen sıfırın altındaki sıcaklıkların kış gözlerinde neden olduğu don zararı ve tolerans mekanizmasını daha geniş bir şekilde anlayabilmek adına son 50 yıl içerisinde DTA belirli bir noktaya gelmiştir. Bu süreçte asma kış gözlerinde hücre içi buz oluşumunun göstergesi olan LTE'nin belirlenmesindeki ilerlemelere bağlı olarak DTA, güvenilir analitik bir metot haline gelmiştir (Proebsting *et al.* 1980; Andrews *et al.* 1984; Wample and Bary 1992; Mills *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2011; 2014; Gao *et al.* 2014; Dami *et al.* 2016; Cragin

et al. 2017; Todaro and Dami 2017). Bu metoda dayalı olarak yapılan kontrollü don testlerinde sıcaklık düşüş hızının $4^{\circ}\text{C}/\text{saat}$ olduğu ve bu soğutma hızı ile daha tutarlı ekzoterm noktalarının oluştuğu belirlenmiştir (Mills *et al.* 2006; Fergusson *et al.* 2014). Bununla beraber DTA testlerinde tomurcuk üzerinde odun dokusu varlığının, kış gözlerinin yüzey neminin ve gözlerdeki su kaybının, LTE değerlerini etkilediğine dair bulgular sunulmaktadır (Johnson and Howell 1981; Andrews *et al.* 1984; Quamme 1986; Wolf and Pool 1987; Kovacs *et al.* 2002; Fennell 2004; Mills *et al.* 2006). Ancak, gelinen son nokta itibari ile arazi şartlarında örnekleme zamanı kış gözlerinin maruz kaldığı hava sıcaklığının dikkate alınmadığı ve alınan numunelerin polietilen torbalara konulup laboratuvara getirildikten sonra oda sıcaklığında teste hazırlandığı dikkat çekmektedir. Örnekleme zamanındaki hava sıcaklıkları ile örnek muhafaza sıcaklıklarına bağlı olan test öncesi şartlar dikkate alınmadan, standart DTA yönteminde (Mills *et al.* 2006), don testine tabi tutulacak örneklerin aniden $+4^{\circ}\text{C}$ 'de teste tabii tutulması; $+4^{\circ}\text{C}$ 'den yüksek sıcaklıklardaki örnekler için ani sıcaklık düşüşüne (hızlı soğuma), $+4^{\circ}\text{C}$ 'den düşük sıcaklıklardaki örnekler için ise ani sıcaklık yükselmelerine (hızlı ısınma veya erime) neden olmaktadır. Doğal bir donu taklit eden yapay don testlerinde hızlı soğuma ve ısınmanın önemi genel olarak bilinse de (Min *et al.* 2014), DTA gibi yapay don testlerinde hızlı soğuma ve ısınmanın etkileri göz ardı edilmektedir. Bir kaç araştırmacı (Salaraz-Gutierrez *et al.* 2014) DTA öncesi örnek sıcaklıklarının don testi sonuçları üzerinde etkili olabileceği endişelerini dile getirmişlerdir. Bu endişelere bağlı olarak, bir kaç çalışmada don testi öncesinde örnekler alındıkları hava sıcaklığına yakın sıcaklıklarda muhafaza edilmiş olsa da, test öncesi örnek sıcaklıkları ile test başlangıç sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanabilecek hızlı soğuma ve/veya hızlı ısınma etkilerinin değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Pek çok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılan standart DTA'da test başlangıç sıcaklığının ($+4^{\circ}\text{C}$) sabit olması nedeniyle, hızlı soğuma ve hızlı erimenin dona dayanıklılık üzerindeki muhtemel etkileri, elde edilecek sonuçların güvenilirliği hususunda endişelere yol açmakta ve metodun standardizasyonu gündeme gelmektedir. Diğer taraftan, donma ve çözünme sürecine yönelik çalışmalarda da sabit test başlangıç sıcaklığı, donma-çözünme döngüsünün doğru bir şekilde analiz edilmesini imkânsız kılmaktadır. Bu bağlamda, yaygın olarak kullanılan DTA yönteminin önemli bir eksikliğinin giderilmesi çalışmamızın temel amacını oluşturmaktadır. Bu nedenle, daha gerçekçi ve güvenilir tahminlerde bulunabilmek için,

standart metotda gözardı edilen, örnekleme sıcaklıkları ile teste başlama sıcaklığı arasındaki **sıcaklık farkının** meydana getirebileceği değişimlere bağlı olarak ortaya çıkabilecek don toleransı değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla farklı test öncesi muhafaza şartları ve farklı test başlangıç sıcaklıklarının, DTA test sonuçları üzerindeki etkileri incelenmiştir.



2. KURAMSAL TEMELLER ve LİTARATÜR BİLDİRİŞİ

Yeryüzünde genel olarak kuzey yarım kürenin subtropik ve ılıman iklimleri bölgelerinde yayılım göstermesi (Mullins *et al.* 1992; Wan *et al.* 2008a) nedeniyle, asma (*Vitis vinifera* L.) her ne kadar kuzey yarım küreye özgü bir tür gibi görünse de kuzey ve güney yarım kürede sırasıyla 4°-59° ile 6°-45° enlem derecesine kadar uzanan geniş bir üretim alanına sahiptir (Fennell 2004; Keller 2015; Jones and Schultz 2016; Hai 2016). Bu yayılım alanları içerisinde asma, çok sıcak ve çok soğuk iklim koşullarında da yetiştirilmeye zorlanmaktadır (Pierquet *et al.* 1977; Creasy and Creasy 2009; Lamar 2011). Bu nedenle, bağcılık sınırlarının zorlandığı pek çok ülke veya bölgede, bağ alanları zaman zaman şiddetli kış soğuklarına, ilkbahar geç donlarına ve/veya sonbahar erken donlarına maruz kalmaktadır (Grant 2012). Bu durum söz konusu ülkeler veya bölgelerde önemli ekonomik kayıplara neden olmakta, üzüm ve şarap endüstrileri için büyük sorunları beraberinde getirmektedir. Nitekim, dünya üzüm üretiminde 6. sırada, kuru üzüm üretiminde ise lider olan ülkemiz, 2015 yılı içerisinde ilkbahar geç donlarından önemli oranda etkilenmiş ve yaklaşık %40 yıllık rekolte kaybı yaşanmıştır (Anonim 2016a). Yine Türkiye Üzüm Üreticileri Sendikası'nın raporunda; 2016 yılında meydana gelen soğuk hasarının verimde %30-35 kayba neden olduğu bildirilmiştir (Anonim 2016b). Diğer yandan dünya üzüm üretimi sıralamasında 3. sırada bulunan ABD'nin kuzey bölgeleri, son on yılda düşük sıcaklıklardan önemli oranda etkilenmiştir (Guinan 2007). Özellikle de ABD'de Ohai ve New York bağ alanlarında, soğuk zararı son beş yılda ciddi anlamda verim kayıplarına neden olmuştur (Zabadal *et al.* 2007; Garant 2012). Ayrıca, 2007 yılında Avrupa ülkelerinde meydana gelen şiddetli kış soğuklarının, üzümün de aralarında olduğu pek çok meyve türünde önemli hasarlara yol açtığı ve bu hasarın yaklaşık 1 milyar dolar civarında bir ekonomik kayıp oluşturduğu kayıtlara geçmiştir (Warmund *et al.* 2008; Dami *et al.* 2012).

Her bir asma tür ve çeşidinin sıfır derecenin altındaki sıcaklıklara gösterdikleri tolerans dereceleri birbirinden farklıdır (Zabadal *et al.* 2007). Nitekim, dünya üzüm üretiminin %90'ından fazlasını oluşturan *V. vinifera* türü içerisinde bulunan çeşitlerin kış gözleri dormant dönemde genel olarak -15°C ile -25°C'nin altındaki düşük sıcaklıklarda zarar

görmektedir (Fennell 2004; Grant 2012; Londo and Kovaleski 2017). Bu sıcaklık sınırı, *V. amurensis* ve *V. riparia* türlerinde -40°C, *V. rotundifolia* türünde ise -12°C olarak belirlenmiştir (Mills *et al.* 2006; Davenport *et al.* 2008; Ferguson *et al.* 2011; 2014; Keller 2015).

V. vinifera türüne ait çeşitler, şarap ve üzüm kalitelerinin yüksek oluşu nedeniyle dünya bağcılık sektörünün öncelikli tercihidir. Ancak, tercih edilen çeşitlerin büyük bir kısmı düşük sıcaklıklara hassas çeşitlerdir. Bu yüzden dünya bağ alanlarının %80'inden fazlası, *V. vinifera* türünün soğuklara hassas olan çeşitleri ile tesis edilmiştir (Dami and Grant 2015; Keller 2015). Bu çeşitlerin soğuk hassasiyeti, üretim ve üzüme dayalı sanayinin gelişmesi üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle, üzüm ve şarap üreticileri, bu türe ait çeşitlerin düşük sıcaklıklara toleransının artırılması, don tolerans düzeyleri ve tolerans mekanizmalarının öncelikli olarak çalışılması gereken konular olduğunu ifade etmektedir (Dami *et al.* 2006).

2.1. Asmada Soğuğa Tolerans ve Çevresel Faktörlerin Tolerans Üzerine Etkisi

Mevsim ve sıcaklık değişimleri, asmanın hayat döngüsü üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Mevsime bağlı olarak değişen sıcaklık ve fotoperyot, asmada bir takım bünyesel mekanizmaların harekete geçmesinde temel unsurdur. Özellikle günlerin kısalması ve azalan sıcaklıklar, bu değişimlerin başlatılmasında sinyal mekanizması olarak görev alır (Fennell 2004). Böylece asma, histolojik, biyokimyasal ve gen ifadeleri düzeyindeki mekanizmalarını aktifleştirerek, düşük sıcaklıklara tolerans derecesini artırmıştır (Jones 1997). Bütün bu değişimler, asmanın soğuğa aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon döngüsüyle doğrudan ilişki içerisinde (Jones 1997; Keller 2015). Genel olarak, soğuğa dayanıklılık bir bütün olarak değerlendirilir ve bu dönemler biribiri içerisine girmiş olarak ard arda devam eder. Bu nedenle aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon süreçlerini birbirinden ayırmak ve sınırlarını çizmek oldukça zordur. Birçok odunsu türde olduğu gibi asmalarda da soğuğa aklimasyon iki aşamadan meydana gelmektedir (Huystee *et al.* 1967; Howell and Weiser 1970; Grant 2012). Aklimasyonun ilk aşaması, gün uzunluğundaki kısalma, azalan sıcaklıklar ve sınırlı su tüketiminin

neden olduğu büyümenin durması ile başlamaktadır (Levitt 1980; Sakai and Larcher 1987). İlk aşamada bitki düşük sıcaklıklara karşı tolerans gösterebilmek için morfolojik ve fizyolojik değişimler başlatır. Bu değişimler büyümenin yavaşlaması, kış gözlerinde dinlenmesinin tetiklenmesi, kısmi don toleransının artması ve çevresel kaynaklı düşük sıcaklık streslerine karşı hücre bileşenlerini korumak adına meydana gelen biyokimyasal değişimlerdir (Levitt 1980; Sakai and Larcher 1987; Guy 1990; Levitt 2012). Kuzey yarım kürenin ılıman kuşağında ağustos ayının üçüncü haftasına denk gelen ve asmanın aklımasyona girmesinde etkili olan gün uzunluğundaki azalış, biyokimyasal maddelerin değişiminde önemli etkiye sahiptir (Ahmedullah 1985). Bununla birlikte, gün uzunluğundaki azalış, periderm gelişimini artırarak aklımasyon sürecini hızlandırarak, asmanın daha erken dinlenmeye girmesini tetiklemekte ve düşük sıcaklıklara karşı toleransının artmasına neden olmaktadır (Wolpert and Howell 1986b; Schnabel and Wample 1987; Fennell and Hoover 1991; Bourne *et al.* 1991; Wake and Fennell 2000; Fennell and Mathiason 2002; Fennell 2004). Ancak, gün uzunluklarındaki kısalmanın don toleransı üzerine olan etkisi, azalan hava sıcaklıklarının etkisi kadar belirgin değildir. Zira, günlerin kısalması tomurcuk ve sürgünlerin dinlenmeye girişine katkı sağlıyor olsa da (Mills *et al.* 2006), bitkinin soğuğa karşı tolerans gösterebilmesi (dayanıklılık aşamasına geçebilmesi) için mutlaka hava sıcaklıklarının da düşmesi gerekmektedir (Fennell and Hoover 1991).

Gün uzunluğundaki kısalmadan bağımsız olan aklımasyonun ikinci aşaması, sonbaharda hava sıcaklıklarının azaldığı döneme denk gelmektedir. İkinci aşama için temel etken azalan hava sıcaklıklarıdır. Bu evrede hava sıcaklıkları azalmadan yani düşük sıcaklıklar olmadan bitki dayanıklılığa ulaşamaz ve kış soğuklarına maksimum tolerans gösteremez (Weiser *et al.* 1979; Jones 1997). Aklımasyonun ikinci aşamasında, yaprak dökümü, bünyesel metabolitlerde önemli değişimler yanında sürgün ve kış gözlerinde pişkinleşmenin meydana geldiği bildirilmektedir (Hamman *et al.* 1990). Bu aşamada meydana gelen ilk dondurucu soğukların görüldüğü dönem ile düşük sıcaklığa toleranstaki artış, aynı zamana denk gelmektedir. Bununla beraber, yine bu dönemde omca bünyesinde, moleküler, hücresel ve organ seviyesinde pek çok değişim de tamamlanarak doku ve organlarda su içeriğinin azaldığı da ifade edilmektedir (Fennell *et*

al. 1996; Meiering *et al.* 1980; Salzman *et al.* 1996; Wolpert and Howell 1984; Grant 2012). Ayrıca, iklimasyonla beraber dokularda hücre duvarlarının gözenek boyutları ve apoplastik geçirgenliğin azaldığı da bilinmektedir (Rajashekar and Burke 1996; Rajashekar and Lafta 1996; Jones *et al.* 2000).

Kış aylarında hava sıcaklıklarının azalarak 0°C'nin altına düşmesi, asmanın iklimasyon aşamasından, dayanıklılık (hardening) aşamasına geçişine neden olan temel unsurdur (Fennell 2004). Bu aşama, genel olarak kuzey yarım kürede aralık, şubat aylarını kapsamaktadır (Zabadal *et al.* 2007). Bu aylarda hava sıcaklıkları, minimum dereceye yaklaşır ve asma sık sık sıcaklık dalgalanmalarıyla karşı karşıya kalır (Zabadal *et al.* 2007; Grant 2012). Bu şartlarda yaşamını devam ettirmek adına asma, bir takım stratejiler geliştirir (Düring 1997; Mills *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Genel olarak bu stratejiler morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal maddelerin birbiri ile etkileşimleri şeklindedir (Zhang *et al.* 2012). Nitekim, kış başında hava sıcaklığının -10°C'ye düşmesinin, asma doku ve organlarında nişasta birikimini artırdığı belirlenmiştir (Eifert *et al.* 1961). Sonrasında giderek düşen sıcaklıkların, dokulardaki nişastayı şekere parçalayarak bitkinin don toleransını yükselttiği de tespit edilmiştir (Eifert *et al.* 1961; Currie *et al.* 1983; Koussa *et al.* 1998). Diğer yandan, dayanıklılık evresi, doku suyunun %50-80 oranında azaldığı evredir (Meiering *et al.* 1980; Wolpert and Howell 1984; 1985a,b; Fennell *et al.* 1996; Salzman *et al.* 1996; Kelller 2015). Zira, doku su içeriği ile don toleransının artışı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu belirtilmektedir (Wolpert and Howell 1985a,b; 1986a,b; Hamman and Dami 2000). Bunun yanı sıra, düşük sıcaklık şartları esnasında pek çok bitki türünde olduğu gibi asmalarda da prolin, protein, çözünür şeker, nişasta, glisin betain gibi osmolitlerin arttığını gösteren pek çok çalışma da bulunmaktadır (Nayyar *et al.* 2005; Park *et al.* 2006; Ruelland *et al.* 2009; Kaur *et al.* 2011; Kaya 2011; Zhang *et al.* 2012).

Asmanın kış soğuklarına maksimum tolerans gösterdiği dayanıklılık evresi sürekli değildir. Nitekim, dayanıklılık döneminde artan hava sıcaklığı ile birlikte dondurucu olmayan sıcaklıklara maruz kalan asmalarda, düşük sıcaklıklara tolerans kademeli bir şekilde azalır ve asmalar diğer bir aşama olan deaklimasyon sürecine geçmeye başlar.

Bunun yanısıra, dayanıklılık ve deaklimasyon aşamaları, sıcaklık dalgalanmalarına bağlı olarak durdurulabilir, birbirine dönüşebilir veya tersine çevrilebilir özelliktedir (Kalberer *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2014). Zira, ısınan havalarla beraber düşük sıcaklıklara toleransı azalan bitkide deaklimasyona geçiş hızlanır (Keller 2015). Ardından kısa süreli düşük sıcaklıkların meydana gelmesi ile yeniden aklimasyona giriş görülebilir. Bu dönüşüm, kök basıncı sonucu toprak üstü organlara suyun pompalanması ile dokuların hızlıca rehidrasyona uğrayarak gözlerde kabarma ve patlamanın başladığı döneme kadar devam edebilir, ancak, gözlerde bir kez uyanma başlamışsa aklimasyon ve deaklimasyon olaylarının birbirine dönüşebilme olayı tekrarlanamaz (Stergios and Howell 1977b; Meiering *et al.* 1980; Paroschy *et al.* 1980; Johnson and Howell 1981; Schnabel and Wample 1987; Fuller and Telli 1999). Bu nedenle deaklimasyon evresinin, ısınan havalara bağlı olarak omcada kış sonu ile ilkbahar başlangıcı esnasında meydana geldiği ifade edilmektedir (Martinson 2001). Diğer yandan, kış aylarında bir günlük sıcaklık yükselişi bile bazen soğuğa toleransın kaybedilmesine neden olabilir (Guy 1990; Wolf and Cook 1992; 1994; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Örneğin kar örtüsünden yoksun bir omca gövdesi, öğleden sonra radyasyon sıcaklıklarına maruz kaldığında, ısınarak deaklimasyona girebilir. Ardından yeniden sıcaklık düşüşü meydana geldiğinde, tekrar tolerans kazanabilir, fakat sıcaklık ani bir şekilde düştüğünde şiddetli hasara uğrayabilir (Wolf and Cook 1992). Bu sıcaklık dalgalanmaları asmanın deaklimasyona geçişini hızlandırdığı için, kış sonunda meydana gelen düşük sıcaklıklara karşı, asmanın hassasiyeti artar (Wolf and Cook 1992; Keller 2015). Zira, kış ortasında meydana gelen sıcaklık artışlarına maruz kaldığında *V. amurensis* türünün hızlıca deaklimasyona girdiği ve genel olarak dayanabildiğinden daha yüksek sıcaklıklarda zarar gördüğü belirlenmiştir (Reisch and Pratt 1996).

Asmalarda, deaklimasyona giriş için gerekli olan hava sıcaklığının eşik değeri, genel olarak çeşitlere göre değişmekle beraber 5°C olarak kabul edilir (Stergios and Howell 1977b; Wolf and Cook 1992; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Riesling, Merlot ve Muller-Thurgau (*V. vinifera*) üzüm çeşitlerinde hava sıcaklığının 4°C'nin üstüne çıkması ile deaklimasyon aşamasının başladığı belirlenmiştir (Hamman *et al.* 1990; Hubackova 1996). Bununla beraber Seyyal Blanc üzüm çeşidinde şubat

ayında hava sıcaklıklarının 16°C'ye ulaşması ile ocak ayına oranla daha hızlı bir şekilde deaklimasyona girdiği görülmüştür. Hava sıcaklığının 3°C olması durumunda asma kış gözlerinde 12 ile 24 saat içerisinde deaklimasyonun başladığı ve 48 saat içerisinde bu sıcaklıkta dona toleranslarını kaybettiği de ifade edilmektedir (Slater *et al.* 1991). Benzer şekilde, Concord, Riesling ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde ocak ayında alınan kış gözleri 16 gün boyunca 23°C sıcaklığa maruz bırakıldıklarında deaklimasyonun hızlandığı tespit edilmiştir (Wolf and Cook 1992).

2.2. Asmada Don Hasarı

Pek çok bitki için olduğu gibi asmalar için de, don olayı karmaşık bir olaydır. Asmalarda don hasarı, hava sıcaklıklarının 0°C'nin altına düştüğü zamanlarda meydana gelir. Bu hasarın sınır değerleri, tür, çeşit, anaç, bağın konumu, rakım, dinlenme dönemi sıcaklıkları, budama zamanı ve yöntemi, terbiye şekli, sulama, hastalık ve zararlıların kontrol, beslenme, kültürel mücadele, ürün yükü, genetik faktörler, dayanıklılık ya da uyum yeteneklerine bağlı olarak değişir (Khanizadeh *et al.* 2005; Çelik vd 2008; Köse ve Güleriyüz 2009; Keller 2015). Ayrıca, don hasarı; hücredeki buz gelişimine, gelişen buzun şekline, hücre dehidrasyonuna, osmotik yoğunluğa ve donma ile harekete geçirilen hücre hacim değişikliğine göre de farklılık gösterir (Rajashekar 2000; Keller 2015).

Donma, hücre arası (extracellular) ya da hücre içi (intracellular) buz oluşumu şeklinde meydana gelir (Quamme 1991). Genel olarak düşük sıcaklıklara maruz kalan dokularda donma hücre arasında gerçekleşir (Levitt 1980). Ancak, donma meydana gelmeden önce hücre sıvısı süper soğuma (supercooling) özelliği gösterir. Süper soğuma özelliği doku suyunun donma sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda bile sıvı halde kalma özelliğidir. Süper soğumanın derecesi pek çok faktörün etkisiyle değişir ve bazı organ ve dokular süper soğuma sayesinde düşük sıcaklıklardan korunur. Süper soğumanın sınırları aşıldığında hücre arası buz kristalleri meydana gelir. Böylece hücre içindeki su hücre dışına doğru hareket eder ve bu durum, hücresel seviyede dehidrasyon oluşturarak yavaş yavaş su kıtlığının ortaya çıkması ile hücrelerde hasara neden olur (Pearce 1999). Böylece buz kristalleri hücre içinde büyür ve hücre zarına hasar verir (Ferguson *et al.* 2011; 2014;

Cragin *et al.* 2017). Fakat hücre içi buz oluşumu doğada yaygın görülen bir olay değildir (Levitt 1980; Snyder and Melo 2005).

Pek çok araştırmacı, donma sonucu oluşan hasarın aslında donma sıcaklıkları nedeniyle meydana gelen şiddetli dehidrasyondan kaynaklandığını ortaya koymuştur (Pearce 1999; Rajashekar 2000; Uemura *et al.* 2006; Jan *et al.* 2009; Heidarvand and Amiri 2010). Hava sıcaklıklarının 0°C'nin altına düşmesi durumunda, buz oluşumu genel olarak hücreler arası boşlukta başlar. Asmalarda kontrollü yapay don testleri ile hücreler arası donmanın, genel olarak -5°C ila -10°C sıcaklık aralığında görüldüğü ifade edilmektedir (Andrews *et al.* 1984; Mills *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Ancak, bazı çalışmalarda -5 ila -16°C'de meydana geldiği de ortaya konulmuştur (Badulescu and Ernst 2006). Hücre içi donmaya nazaran hücre arası donmanın daha yüksek sıcaklıklarda meydana gelmesi, kısmen, hücreler arası sıvının hücre içi sıvısından daha düşük çözünen madde içermesi sebebiyle, daha yüksek donma noktasına sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Turan 2012). Belirli bir sıcaklık aralığında buzun kimyasal potansiyeli suyunkinden daha düşük olduğu için, hücrelerarası boşlukta buz oluştuğunda hücrenin dışındaki su potansiyelinde bir düşüş meydana gelir. Dolayısıyla bu durum, kimyasal potansiyel gradiyentine göre donmamış suyun hücre içinden hücreler arası boşluğa hareketi ile sonuçlanır (Jan *et al.* 2009). Ancak, donma esnasında hücre zarının önemli görevleri vardır. Bu görevlerden ilki, donma anında fiziksel bir bariyer görevi görerek sitoplazmayı hücreler arası alandan korumaktır. Bilindiği üzere hücre içinde oluşan buzlar hücre içi yapıların bozulmasına ve dokuların ölmesine neden olur (Gusta *et al.* 2004). Hücre zarının ikinci görevi ise, dondurucu sıcaklıklarda sitoplazma ile apoplast arasındaki madde geçirgenliği özelliklerini korumaktır (Ruelland *et al.* 2009).

Diğer odunsu türlerde olduğu gibi asmalarda da doku içindeki su, donma noktasında donmaz. Doku suyu donmadan önce süper soğuma (supercooling) gösterir. Bu süper soğuma çeşitli buz çekirdeklenmesi mekanizmaları tarafından kontrol edilir ve genellikle etkili olan mekanizma hücre dışı buz oluşumudur (Jones 1997). Hücrenin protoplazması süper soğuma esnasında buzun oluşması için gerekli çekirdek oluşumunu baskı altında tutar. Bununla birlikte, hücre çeperi, hem buzun hücreler arasından çepere doğru

büyümesini hem de buhar basıncı gradientine bağlı olarak, sıvı haldeki suyun protoplazmadan hücreler arasındaki buzlu bölgeye çıkışına engel olur (Wisniewski and Arora 1993). Böylece süper soğuma sayesinde, hücre çözeltisi buz kristali oluşturmada -38°C ye kadar soğuyabilir (Rajashekar *et al.* 1982). Bu durum kış soğuklarına karşı gözlerin hayatta kalmasında büyük katkılar sağlayabilir (Quamme 1991). Ancak, baharda kış gözleri süper soğuma özelliklerini kaybeder. Bu durum gözleri düşük sıcaklıklara karşı hassas hale getirir (Rasmussen and McKenzie 1972; Jones 1997; Rajashekar 2000).

Hücrenin ölümü ile sonuçlanan hücre içi donma ise; tür, çeşit, genotip ve örneğin alındığı döneme göre değişmekle beraber -2 ila -42°C sıcaklık aralığında meydana gelmektedir (Miller *et al.* 1988; Fennell and Hoover 1991; Bordelon *et al.* 1997; Jones *et al.* 1999; Fennell 2004; Cragin *et al.* 2017).

2.3. Donma Hasarının Belirlenmesi

Günümüzde bitkilerin tolerans mekanizmasının anlaşılması, bitkilerin dayanabilecekleri düşük sıcaklık değerlerinin belirlenmesi, donma olayının bitkilerde nasıl bir seyir izlediği, donma sürecinde doku sıcaklıklarında nasıl bir değişim olacağı, düşük sıcaklığın dokuyu öldürüp öldürmediği ve hangi sıcaklık değerinin bitkilerde nasıl bir etki yapacağını saptanması gibi farklı amaçlara yönelik olarak bir çok ölçüm tekniği geliştirilmiştir (Yadava *et al.* 1978; Quamme 1991; Fennell 2004; Kaya and Köse 2017; Cragin *et al.* 2017). Diferansiyel Termal Analiz, Nükleer Magnetik Resonans, Infrared Video Termografy, Magnetic Resonans Görüntüleme, Düşük Sıcaklık Elektron Mikroskobu, Diferansiyel Scanning Calorimetre, Triphenyl Tetrazolium Chlorid Redüksiyonu, Elektriksel İletkenlik, Doku Kahverengileşmesi gibi test yöntemleri yaygın olarak kullanılan yöntemler arasındadır. Kullanılan bu metodların birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönleri bulunmakta ve avantajlı yanlarına bağlı olarak farklı amaçlar için tercih edilmektedirler. Yukarıda sayılan pekçok amaca yönelik veri eldesine imkân sağlayan, veri tutarlılığı yüksek, kolay uygulanabilen, ucuz ve veri analizi için gereksinim duyulan zamanı minimize eden Diferansiyel Termal Analiz (DTA) günümüzde don toleransı

temeline dayalı çalışmalar için standart metot haline gelmiştir (Sutinen *et al.* 1992; Linden 2002; Mills *et al.* 2006; Zhang *et al.* 2012).

DTA yöntemi temelde hücre çözeltisindeki suyun derin süper soğuma veya süper soğuma özelliği ile ilişkili olan Düşük Sıcaklık Ekzoterm (LTE) sıcaklıklarının ölçülmesine dayanır. Hücre suyu donarken doku sıcaklığında ani bir artış görülür. Donma esnasında ortaya çıkan bu füzyon sıcaklığı, ekzoterm sıcaklığı olarak ifade edilmektedir (Andrews and Proebsting 1987). Dokularda hücre arası suyun aşırı soğuması ile bu bölgede buz kristalleri oluşmaya başlar ve Yüksek Sıcaklık Ekzotermi (HTE) denilen sıcaklık yükselmesi görülür. Yüksek sıcaklık ekzotermine görüldüğü noktada don olayı hücreler arasında (apoplast) meydana geldiğinden bu don öldürücü olarak kabul edilmez. Diğer taraftan benzer şekilde hücre içerisinde süper soğumuş suyun donması ile Düşük Sıcaklık Ekzotermi (LTE) meydana gelir ve bu noktada don öldürücüdür (Burke *et al.* 1976). Don zararı ile ilişkili oldukları bilinen (Nus *et al.* 1981) Düşük Sıcaklık Ekzotermine farklı organ veya dokularda (göz, çiçek taslağı, sürgün taslağı, ksilem, floem) meydana geldikleri sıcaklık değerlerinin belirlenmesi ile donma derecesi saptanabilmektedir (Quamme 1991).

Tarihsel gelişim sürecinde; DTA'nın gelişimi ve bu günkü halini almasında, pekçok araştırmacı önemli katkılar sağlamıştır (Quamme *et al.* 1972a,b; Pierquet *et al.* 1977; Andrews *et al.* 1983; 1984; Wolf and Pool 1986; Wample *et al.* 1990; Barney *et al.* 1994; Fennell 2004; Mills *et al.* 2006; Ferguson *et al.* 2011; 2014; Gao *et al.* 2014; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014; Cragin *et al.* 2017). Luyet ve Rasmussen (1968) tarafından donma esnasında çeşitli solusyonların kristallenme noktalarını belirlemek için keşfedilen Diferansiyel Termal Analiz (DTA), bitki dokularında ilk olarak Quamme *et al.* (1972a,b) tarafından soğuk zararı ile ilişkili olan düşük sıcaklık ekzotermine (termokapılar aracılığıyla) belirlenmesinde kullanılmıştır. Bundan sonra hem ekzotermine belirlenmesinde kullanılan ekipmanlar hem de yöntemlerde teknolojik gelişmelere ve dokuların termal özellikleri hususundaki bilgi birikimine bağlı olarak önemli değişiklikler olmuştur. Termokapıların doku içerisine yerleştirilmesinin dokuda meydana getirdiği fiziksel bozulmaların ve tomurcuk üzerinde bırakılan odun dokusu büyüklüğünün

ekzoterm noktalarını değiştirmesinden dolayı Proebsting ve Sakai (1979) termokapılları tomurcuk içerisine yerleştirmekten ziyade, tomurcuklar arasına veya yanına yerleştirmişler ve farklı odun dokusu büyüklüklerinin exotermier üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada termokapılların tomurcuk dokularının yanına yerleştirmenin, termokapıl ve doku arasında zayıf bir ısı iletimine neden olduğunu ve tomurcuklar üzerinde 1-2 mm den daha küçük odun dokusu bırakmanın ekzoterm sıcaklıklarını yükselttiğini ve bu şekilde elde edilecek verilerin güvenilir olmayacağını bildirmişlerdir. 1981 yılında, Johnson ve Howell (1981) asma gözlerinde yüzey neminin donma direncini etkilediğini belirlemişlerdir. Daha sonra termokapıllar çeşitli olumsuzluklarından dolayı yerlerini termistörlere bırakmıştır. Sıvı bir ortam içerisinde ısı iletiminin daha iyi olacağı düşüncesi ile sıvı bir ortama konulan doku örneğinin termal potansiyelinin termistör ile elektriksel gerilim (millivolt) olarak algılanmasına dayanan bu metotda, sıcaklığın düşüş hızının ayarlanabileceği programlanabilir bir dondurucuya gerek olduğu, bu tür bir dondurucu olmadan verilerin sağlıklı olmayacağı kanısına varılmıştır (Nus *et al.* 1981; George 1982). Daha sonra DTA testlerinde çok sayıda örnekle aynı anda çalışma imkanı sunan termoelektrik modüller kullanılmaya başlanmıştır. Termoelektrik modül yardımıyla ekzoterm sıcaklıklarının, sıcaklık değeri yerine, elektriksel gerilim değeri olarak (milivolt) ölçölmesiyle DTA testlerindeki birçok sorun 1983 yılında kısmen özölümüştür (Andrews *et al.* 1983).

Halen işlevselliğini yitirmemesine ragmen, eski XT bilgisayar teknolojisi ile soğuma hızının kontrol edilmesi ve verilerin depolanarak işlenmesinin oldukça zor ve hatalara neden olmasından dolayı Mills *et al.* (2006) dondurucuyu ve verileri toplayan sistemi kontrol eden yazılımlarını güncelleyerek Wample *et al.* (1990) tarafından geliştirilen standart sistemi günümüz teknolojisine uygun hale getirmişlerdir.

Mills *et al.* (2006) DTA dan elde edilecek verilerin güvenilirliği ve neticede, dona dayanıklılık üzerinde etkili unsurları da dikkate alarak, asma gözlerinde don testi için kullanılacak yöntemi aşağıdaki şekilde standardize etmişlerdir.

Standart DTA Yöntem Süreci

Örneklerin Alınması: Çeşit özelliklerine bağlı olarak farklı pozisyonlardan 3-4 gözlü çelikler

Örneklerin Muhafazası: 3-4 gözlü çeliklerin polietilen torbalarda muhafazası

DTA Test Örnekleri: Üzerinde bir miktar odun dokusu bulunan tek göz

Göz Üzerindeki Odun Dokusu Kalınlığı: Süper soğumanın sağlanabilmesi için 1-2 mm

Test Örnek Sayısı: Her TEM için 4-5 göz

Isı İletiminin Artırılması: TEM ve örnek arasındaki iletimin artırılması için gözlerin üzerine izolasyon pedlerinin konulması

Teste Başlama Sıcaklığı: Test örnekleri +4°C deki dondurucuda bir saat bekletilir ve bu sıcaklıkta teste başlanılır.

Nihai Test Sıcaklığı: -40°C (Test edilen türe bağlı olarak değişebilir)

Sıcaklık Düşüş Hızı: Programlanabilir bir test kabini vasıtasıyla 4°C/saat

Veri Alma Aralığı: 15 sn

Ancak, test öncesi koşullara bağlı olarak değişim gösteren örnek sıcaklığı ile standart DTA daki sabit test başlangıç sıcaklığı (+4°C) arasındaki sıcaklık farkının, sebep olacağı hızlı soğuma, ısınma ve/veya hızlı erimelerin, gözlerin don toleransı üzerinde etkili olabileceği düşünüldüğünde; örneklerin alındığı dönemdeki hava sıcaklığı, örneklerin muhafaza sıcaklığı, örneklerin teste hazırlanması sürecindeki ortam sıcaklığı ve buna bağlı olarak test öncesi örnek sıcaklıkları hususunda bir standardın geliştirilmemiş olduğu görülmektedir. Zira, Proebsting ve Mills (1971) DTA uygulamalarında sonuçları etkileyebileceği endişesi ile don testi için alınan örneklerin alındıkları hava sıcaklıklarına yakın sıcaklıklarda muhafaza edilmesinin önemli olduğunu belirtmektedirler. Benzer şekilde Salazar-Gutierrez *et al.* (2014) bu çalışmayı referans göstererek kirazlarda yaptıkları bir çalışmada test öncesinde örnekleri, alındıkları sıcaklıklarda muhafaza etmişlerdir. Örneklerin muhafaza sıcaklıklarının don testi sonuçları üzerinde etkili olabileceği endişesi dile getirilmiş olsa da bu konuda herhangi bir çalışma bulunmamakta ve günümüzde kullanılan standart metotda, hızlı soğuma ve/veya hızlı erimenin etkileri göz ardı edilmektedir. Bu nedenle, alındıkları dönemdeki hava sıcaklığı, muhafaza sıcaklığı ve teste hazırlanması sürecindeki ortam sıcaklığına bağlı olarak değişim

gösteren test öncesi örnek sıcaklıklarını dikkate almadan, örneklerin aniden +4°C de teste tabii tutulmasının, DTA analizinde elde edilecek ekzoterm sıcaklıkları için oldukça önemli olabileceği ve/veya ekzoterm noktalarını değiştirebileceği düşünülmektedir.

2.4. Isı Değişimlerinin Don Toleransı Üzerindeki Etkileri

Asmalarda düşük sıcaklığa tolerans, genetik yapı ve genetik yapının çevre ile ilişkisi temeline dayalı karmaşık bir durumdur. Bununla beraber, düşük sıcaklığa toleranslılık üzerinde, düşük sıcaklığın derecesi, düşük sıcaklığın meydana geldiği dönem, rakım, bağın konumu, budama zamanı, budama yöntemi, terbiye şekli, destek sistemi, ürün yükü, anaç, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlı kontrolü gibi pekçok faktör etkilidir (Khanizadeh *et al.* 2005; Çelik vd 2008; Köse ve Güleriyüz 2009).

Sıcaklığın düşüş hızı da hücre içi don hasarı ile doğrudan ilişkili bir diğer faktördür. Nitekim, Salazar-Gutierrez *et al.* (2014) Chelan, Bing ve Sweetheart kiraz çeşitlerinin dormant çiçek gözlerinde sıcaklığın şubat ayında ani düşürülmesinin düşük sıcaklık zararını artırabileceğini bildirmişlerdir. Ashworth and Wisniewski (1991) de kış süresince tekrarlanan donma ve çözünme döngüsünün don zararını artırdığını belirtmektedirler. Benzer şekilde pekçok çalışmada; asmanın derin dinlenmede olduğu kış ortasında, sık sık tekrarlanan sıcaklık dalgalanmalarının günlük donma çözünme olaylarına neden olduğu ve bu durumun soğuğa toleransı azaltarak hasar oluşturduğu bildirilmiştir (Guy 1990; Wolf and Cook 1992; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Omca gövdesinin, kış ortasında kısa süreli radyasyon sıcaklıklarına maruz kalmasının bile, dokularda çözünme meydana getirdiği ve ardından ani sıcaklık düşüşünün don hasarına neden olduğuna dair bulgular da vardır (Wolf and Cook 1992). Benzer şekilde, yüksek dona dayanım özelliği ile bilinen *V. amurensis* türünde de kış ortasında meydana gelen sıcaklık yükselmeleri sonucu, dokularda hızlı çözünmelerin olduğu ve ardından gelen hızlı sıcaklık düşüşlerinin dokulara zarar verdiği tespit edilmiştir (Reisch and Pratt 1996). Snyder ve Melo (2005) düşük sıcaklıklarda hücre içi don hasarının hızlı soğuma ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Nitekim, çavdar bitkileri dakikada 8°C'lik sıcaklık düşüşleri ile -12°C'ye kadar hızlı bir soğumaya

maruz bırakıldıklarında, hücre içinde suyun süper soğuma sınırı aşılmış ve ardından hücre içi donma ve hücre ölümü gözlenmiştir. Ayrıca aynı bitkiler -12°C sıcaklığa 23 dakika maruz bırakılarak dondurulduğunda ise buz oluşumunun hücreler arasında sınırlı kaldığı ve erimeden sonra bitkilerin tamamıyla iyileştiği belirlenmiştir (Siminovitch *et al.* 1978).

White and Weiser (1964), soğuklara oldukça toleranslı olan Batı Ladini (*Thuja occidentalis* L.) yaprakları üzerinde yürüttükleri çalışmada, tür için kritik kabul edilen sıcaklıklarda bile hızlı sıcaklık düşüşünün önemli hasarlara neden olduğunu belirlemişlerdir. Yanısıra pek çok araştırmacı, hızlı soğumanın otsu ve odunsu türlerde don zararının derecesini ve/veya ölüm sıcaklıklarını artırdığını tespit etmiştir (Havis 1964; White and Weiser 1964; Levitt 1980; Warrington and Jackson 1981; Slater and Warmund 1986; Steffen *et al.* 1989). Nitekim, *Cupressocyparis leylandii* ve *Lagerstroemia indica* türlerinin odunsu gövde dokuları ocak, mart ve ağustos aylarında alınarak 2-4-6C/saat soğuma oranında yapay don testine tabi tutulmuş ve hücre içi ölümün ocak ayında sırasıyla -15.3 , -15.0 ve -12.8°C 'de, mart ayında sırasıyla, -12.8 , -11.5 ve -10.9°C 'de ve ağustos ayında ise sırasıyla -5.0 , -5.0 ve -3.5°C 'de meydana geldiği belirlenmiştir (Haynes *et al.* 1992). Araştırmacılar söz konusu türler için kullanılan yapay don teslerinde soğuma hızının 4°C /saat olarak kullanılmasının gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Anisko ve Lindstrom (1996) orman güllerinin (*Rhododendron* L.) yaprak ve gövde dokularını $2-6^{\circ}\text{C}$ /saat soğuma oranında don testine tabi tuttuklarında, 6°C /saat soğuma oranının 2°C /saat soğuma oranına göre yaklaşık 3°C daha yüksek sıcaklıklarda hasara neden olduğunu belirlemişlerdir.

DTA yöntemiyle don toleransının belirlenmesinde sıcaklık düşüş hızının dona dayanma kabiliyetini etkileyebileceği ve ekzoterm noktalarını değiştirebileceği Quamme *vd.* (1972a,b) tarafından bildirilmiştir. Ancak, 1986 yılında asmalarda yapılan bir çalışmada dona dayanıklılık testlerinde $1.5-10^{\circ}\text{C}$ /saat arasındaki sıcaklık düşüş hızının, tutarlı ekzoterm noktaları ürettiği, buna karşılık daha yüksek soğutma hızının ekzoterm sıcaklıklarını yükselttiği tespit edilmiştir (Quamme 1986).

Ani sıcaklık düşüşü yanında, düşük sıcaklıklara maruz kalan dokuların, hızlı erimeleri de

hücre canlılığını etkileyebilecek unsurlardır. Nitekim, düşük sıcaklığa maruz kalmış dokuların doğal veya suni çözünmeleri sırasında çözünme hızı ve süresine bağlı olarak don toleranslarının azaldığı ve çözünmenin ardından tekrar dondurulduklarında daha yüksek sıcaklıklarda LTE gösterdikleri pek çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Andrews and Proebsting 1987; Ashworth and Wisniewski 1991; Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006). Hızlı eritilen ve/veya çözünme süresi kısa olan dokularda hücre arasındaki buzun erimesiyle oluşan suyun, rehidrasyon hızı düşüktür. Bu nedenle tekrar dondurulduklarında; bu tür hızlı çözünen dokuların dona toleranslılıklarının, uzun süre çözünen ve/veya yavaş çözünen dokulardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Raisanen *et al.* (2006) *Picia abies* türünde donma ve çözünmenin etkilerini belirlemeye yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada -17°C 'de 4 hafta bekletilen örneklerden 5°C 'ye ısıtılarak 3 saatten daha kısa süre çözündürülen örneklerin, tekrar dondurulduğunda, 18 saat süreyle çözündürülen örneklerden daha düşük LTE değerleri gösterdiklerini ve çözünme sırasında ilk 4 saatte dona dayanıklılığın 6°C/saat hızla azaldığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde yine *Picia abies* türünde depolama sonrası çöğürlerin dış koşullara adaptasyonunun sağlanması amacıyla yapılan bir çalışmada, düşük sıcaklıkta (-2°C) depolanan çöğürler, hızlı ($+8^{\circ}\text{C}$ su içerisinde 20 saat veya $+15^{\circ}\text{C}$ oda sıcaklığında 16 saat) ve yavaş (sıcaklığı kademili olarak $+5^{\circ}\text{C}$ ye yükseltilen depoda 1 ay) çözünmeye tabi tutulmuşlar ve çözünmenin hemen ardından $+5^{\circ}\text{C}$ 'den başlayan ve sıcaklık düşüş hızı 2°C/saat olan don testine tabi tutulmuşlardır. Çalışma sonucunda hızlı çözündürülen yani çözünme süresi kısa olan çöğürlerin çözünme süresi uzun olanlara göre dona daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir (Floistad and Kohmann 2001). Farklı bir araştırmada, kırmızı ladin fidanları 4 gün boyunca 10°C sıcaklığa maruz bırakılmış ve bu fidanların yapraklarının -35°C 'ye kadar tolerans gösterdikleri belirlenmiştir. Ancak aynı fidanlar 2 gün boyunca 10°C sıcaklıklara maruz bırakıldıklarında ise -45°C sıcaklıklara kadar tolerans göstermişlerdir. Bu sonuçlara dayanarak, araştırmacılar çözünme süresi kısa olanlarda, don toleransının çözünme süresi uzun olanlara göre daha fazla olduğunu belirtmektedirler (Schaberg *et al.* 1996).

Bitkilerde doku ve hücresel düzeyde hızlı ve ani sıcaklık düşüşlerinin (hızlı soğuma) önemli fizyolojik değişimlere neden olduğuna dair pekçok veri bulunmaktadır (Minorsky

1989; Knight *et al.* 1996; Plieth *et al.* 1999; Nordin Henriksson and Trewavas 2003). Genel olarak bir organın uyartımı algılama özelliğinin, onun değişen çevresel şartlara adaptasyonunu ve dayanıklılığını geliştirdiği bilinmekte ve bazı hücre veya dokuların daha duyarlı olabileceği gerçeği yanında, hızlı soğuma uyartımının pek çok hücre veya bütün hücreler tarafından algılanabileceği de ifade edilmektedir (Minorsky 1989). Bitkinin sıcaklığı algılaması, uygulanan donma sıcaklığından ziyade soğuma hızına bağlı olduğundan (Smallwood and Bowles 2002; Beck *et al.* 2007), dakikada 1-10°C den daha büyük oranlardaki sıcaklık düşüşleri olarak tanımlanan, hızlı soğumanın, bitkilerde protoplazmik akışkanlık, soğuğa bağlı genlerin ifadesi, hücresel hareketlilik, protoplazmik büzüşme, sitozolik Ca^{+2} içeriği ve membran potansiyeli gibi pek çok fizyolojik olay üzerinde yavaş soğumaya nazaran daha fazla ani etkiye bulunabileceği belirtmektedir (Minorsky 1989; Knight *et al.* 1996). Arabidopsis üzerinde yapılan bir çalışmada, Nordin Henriksson ve Trewavas (2003) hızlı soğumanın sitozolik Ca^{+2} içeriğini 30 sn içerisinde yaklaşık 6 kat artırdığını belirlemişlerdir. Hızlı soğumanın uyartıcı etkisi ile ortaya çıkan fizyolojik değişimlerin ne kadarının bitkilerde avantajlı olup olmadığını tezahür etmek çok zor olsa da, bazı araştırmacılar protein modifikasyonları, sitozolik Ca^{+2} içeriği, membran lipid içeriği ve gen ifadesinde meydana gelen belirgin değişimler nedeniyle hızlı soğuma uyartımının bitkilerde faydalı yönlerde (amaca bağlı olarak) kullanılabileceği düşüncesindedirler (Minorsky 1989; Nordin Henriksson and Trewavas 2003). Hasat edilen *Prunus mume* (Japon Kayısı) meyvelerinin buzlu suya daldırılarak hızlı soğutulmasının, meyvelerde K^{+} sızıntısını azaltarak depolarda üşüme sıcaklıklarına karşı dayanıklılığı artırdığı belirlenmiştir (Goto *et al.* 1984). Bu bulguların aksine hızlı soğumanın sitozolik Ca^{+2} içeriğini artırdığı ve bunun da toksik etkisinden dolayı üşüme zararını artırabileceği bildirilmekte ise de (Minorsky 1985), son çalışmalardan elde edilen verilere göre bitkilerin soğuk zararının üstesinden gelmede kalsiyum seviyesindeki değişimin, sıcaklık uyartım mekanizması için gerekli bir adım olduğu belirtilmektedir (Knight *et al.* 1996; Keller 2010; Keller 2015). Benzer şekilde hızlı soğuma ile uyartılan sitozolik Ca^{+2} içeriğindeki artışın gen ifadesini etkilediği ve soğuğa toleransı artırdığına dair bulgular da mevcuttur (Plieth *et al.* 1999). Bu çalışmalarda hızlı soğumanın, dokuların düşük sıcaklıklara dayanımı üzerindeki etkilerine yönelik değerlendirmeler, her ne kadar sitozolik Ca^{+2} içeriğindeki artış ile ilişkilendirilmeye çalışılsa da sonuçlar sitozolik Ca^{+2} içeriğindeki artıştan farklı fizyolojik

değişimlerin de düşük sıcaklıklara dayanım üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Nitekim, soğuğa dayanım üzerinde pek çok unsurun etkili olduğu bilinmektedir (Khanizadeh *et al.* 2005; Sivritepe *et al.* 2001; Turan 2012; Keller 2015). Hızlı soğumanın uyartımına bağlı olarak serbest yağ asitlerinin artması, membran yağ asitlerinin doymamışlılığının artması, hücre turgor kaybı, membran içeriği, membran potansiyeli ve membran proteinlerinin fosforilasyonu gibi unsurlardaki değişimlerin dona dayanıklılık üzerindeki etkileri kısmen veya net olarak ortaya konulmuştur (Li and Sakai 1982; Mahajan and Tuteja 2005; Bakht *et al.* 2006; Uemura *et al.* 2006; Wang *et al.* 2006; Martz *et al.* 2006; Turan 2012). Bu nedenle, bitkilerde hızlı soğumanın uyartıcı etkisinin faydalı yönde kullanılıp kullanılamayacağı net olarak tezahür edilemese de, hızlı soğumanın uyartımı ile ani olarak meydana gelen bu değişimlerin, bitki dokularının dona tolerans düzeyini değiştirebileceği muhtemeldir.

Doku ve/veya hücrelerde donmayı takip eden yavaş yani uzun süreli ısınmaya bağlı çözünmelerin, hücre arasında çözünen suyun hücre içerisine hızlı akışını önlediği bildirilmektedir (Seyedbagheri and Fallahi 1995; Sivritepe *et al.* 2001). Burada önemli olan nokta, hücre arasında çözünen suyun, birim zamanda hücre içerisine giren miktarı yanında, çözünmeden sonra tekrar donma olup olmadığıdır. Dondan sonra çözünmede (donma-çözünme), çözünmenin yavaş olması ve bu nedenle de çözünen suyun hücre içerisine yavaşça uzun sürede alınması önceki don zararını azaltmaktadır. Diğer taraftan dondan sonra çözünme ve sonrasında da tekrar donma olması halinde (donma-çözünme-donma) çözünmenin yavaş olması durumunda; çözünen su yavaş ancak uzun sürede hücre içerisine daha fazla alınacağından tekrarlanan ikinci donma esnasında zarar daha fazla olmaktadır.

Hem hızlı soğumanın hem de erimenin, dona toleranslılık üzerindeki etkilerinin incelendiği yukarıdaki çalışma sonuçları, doku sıcaklığındaki ani düşüşlerin ve donmuş dokularda ani erimenin dokuların dona dayanıklılıklarını değiştirebileceğini açıkça göstermektedir. Bu nedenle, standart DTA yönteminde örneklerin depolanması ve hazırlanması süresince ortam şartlarına bağlı olarak değişebilecek örnek sıcaklıkları ile sabit (+4°C) test başlangıç sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkının, elde edilecek LTE

değerlerini değiştirmesi muhtemeldir. Başka bir ifade ile DTA yönteminde örneklerin test öncesi doku sıcaklıkları ile teste başlama sıcaklığı arasındaki sıcaklık farklılığı, temelde hücrelerin rehidrasyonuna bağlı olarak test sonuçlarını etkileyebilecektir.

Hızlı soğuma ve/veya hızlı erimenin don zararı üzerindeki bilinen etkilerinin göz ardı edilmesi, DTA yönteminin doğal don olayını taklit etme yeterliliği ve elde edilecek sonuçların güvenilirliği hususunda endişelere neden olmakta ve metodun standardizasyonunu gündeme getirmektedir.

Farklı amaçlara yönelik olarak doğal bir donu taklit etmek için yapay don testlerinde nispeten hızlı soğuma ve erimenin önemi genel olarak fark edilmesine karşın, don testlerinde bu kritik faktörler ihmal edilmekte ve standart metod içerisinde yer almamaktadır.

Bitki türlerinde soğuğa dayanım, genel bir aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon dizisini takip eder (Fennell 2004). Sonbahar, kış ve ilkbahar aylarını içine alan bu süreçte farklı amaçlara yönelik olarak yapılacak don testlerinde örnekleme zamanında doku sıcaklıkları derece olarak pozitif değerlerden negatif değerlere kadar oldukça geniş bir aralıkta değişim gösterir (Keller 2015). DTA analizi için aklimasyon dönemi başında ve/veya deaklimasyon dönemi sonunda alınacak dokuların sıcaklıkları nispeten standart test başlama sıcaklığından ($+4^{\circ}\text{C}$) yüksek olacağından dokular hızlı soğumaya maruz kalacaktır. Diğer taraftan, kış ortasında dayanıklılığın maksimum olduğu dönemde ve nispeten deaklimasyon dönemi başlangıcında alınan örneklerde ise doku sıcaklıkları teste başlama sıcaklığından ($+4^{\circ}\text{C}$) daha düşük olacağından, dokular donma-erime-donma döngüsüne maruz kalacaktır.

2.5. Araştırmanın yapıldığı ilin ekolojik özellikleri

Erzincan ili Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzey batı bölümü yukarı Fırat Havzası'nda $38^{\circ} 16'-40^{\circ} 45'$ doğu boylamları ile $39^{\circ} 02'-40^{\circ} 05'$ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Genellikle dağlar ve platolarla kaplı olan ilin yüzölçümü 11.903 km^2 olup il merkezinin

denizden yüksekliği 1.185 metredir. Dağlar belli bir sıra içerisinde Kuzeybatıdan Refahiye Dağları, Güneybatıdan Munzur Erzincan il sınırlarına kadar uzanmaktadır. Erzincan ovasının uzunluğu 40 km, toplam alanı ise 500 km² dir. Sulu tarımın yapıldığı ovada, toprak kalın bir alüvyon tabakayla kaplıdır.

Erzincan ili hem karasal iklim özelliğine sahip olması hem de dağlarla çevrili olmasından dolayı, iklim yapısı zaman zaman farklı karakterlerde kendini hissettirmektedir. İlin uzun yıllar iklim verileri incelendiğinde (1950-2015); yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 17.3°C, ortalama sıcaklık 10.95°C, ortalama en düşük sıcaklık 4.87°C ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması ise 31.40 mm olarak tespit edilmiştir (Anonim 2017). İl genelinde 2015-2016-2017 çalışma yılları içerisinde en soğuk ay ocak ayı, ortalama sıcaklıklar en düşük 2015 yılında -4.3°C'ye kadar inerken, en sıcak ay ağustos ayı olup, maksimum sıcaklık 2017 yılında 38.4°C'ye çıkmıştır (Çizelge 2.1). Araştırmanın yapıldığı 2015-2016-2017 yıllarında minimum sıcaklıklar, 2015 yılında -18.2°C ile ocak ayında, 2016 yılında -21.5°C ile yine ocak ayında ve 2017 yılında ise -19.9°C ile ocak ve şubat aylarında meydana gelmiştir. Çalışma yıllarının yağış ortalamasına bakıldığında, 2015 yılında mart ayında 60.9mm, 2016 yılında 120mm ile mayıs ayında ve 2017 yılında ise 89.8mm ile yine mayıs ayında gerçekleştiği görülmüştür. Bununla birlikte yıllara göre en az yağışın düştüğü aylar, 2015 yılı için temmuz (0.2mm), 2016 yılı için ağustos (1.4mm) ve 2017 yılı için ise eylül (0.8mm) ayları olarak belirlenmiştir. Üç yıla ait nem ortalaması dikkate alındığında ise; en yüksek nem 2015 yılında %78.8 ile ocak ayında, 2016 ve 2017 yıllarında %73.6 ve %68.8 değerler ile aralık ayında belirlenmiştir (Anonim 2017). Araştırma kapsamında önemli olan meteorolojik göstergeler ilçede meteoroloji istasyonunun bulunmaması nedeniyle ilçe ile hemen hemen aynı iklime sahip olan Erzincan ili meteorolojik istasyonundan alınarak değerlendirme yapılmıştır (Anonim 2017). Çalışmanın gerçekleştiği yıla ait önemli meteorolojik veriler Çizelge 2.1'de sunulmuştur.

Çizelge 2.1. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda Erzincan İli'ne ait bazı meteorolojik veriler (Anonim 2017)

Yıllar	Değerler	Aylar											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2015	Ort. Sıcaklık (°C)	-4.3	1	4.5	7.9	13.5	19.6	23.9	24.4	21.8	12.2	5.5	-2.3
	Min. Sıcaklık (°C)	-18.2	-8.7	-8.2	-5.2	2.1	7.4	11.5	11.2	8.6	3	-5.8	-11.4
	Max. Sıcaklık (°C)	11.2	10.9	16.8	22.5	29.3	33	38.2	37.5	34.4	25.7	18	8.8
	Yıllık Yağış (mm)	41.4	24.4	60.9	50.4	55	19.1	0.2	9.2	1.4	59.8	4.8	19.6
	Nisbi Nem (%)	78.8	71.5	64.9	60.7	62.1	49.6	38.3	41.8	33.6	69.1	57.9	67.7
2016	Ort. Sıcaklık (°C)	-3.8	-1.2	4.9	11.8	13.3	19	22.6	24.6	16.2	12.1	2	-4.1
	Min. Sıcaklık (°C)	-21.5	-15.5	-7.8	-5.5	3.8	5.3	11.4	12.7	1.3	-2.1	-8.4	-21.3
	Max. Sıcaklık (°C)	7.8	11.1	17.2	23.8	26.1	34.5	36.1	36.8	31.3	26.4	9.1	9.6
	Yıllık Yağış (mm)	35.2	37.6	34.4	37.8	120	35.2	21	1.4	34.4	8.8	3.8	24.6
	Nisbi Nem (%)	71.5	77.5	58.5	47.9	65.9	55.3	47.3	39.7	52.5	53.1	58.5	73.6
2017	Ort. Sıcaklık (°C)	-4.2	-2.6	5.1	9.3	13.7	19.9	24.6	25.4	21	11.4	4.5	0.9
	Min. Sıcaklık (°C)	-16.9	-16.9	-6.2	-3.9	3.8	7.8	12.8	12.7	7.2	-1.1	-9.4	-7.3
	Max. Sıcaklık (°C)	9.4	13.2	17.3	22.4	26.3	34.6	37.5	38.4	35.5	24.6	17.2	12.7
	Yıllık Yağış (mm)	11	2.6	32.8	61.2	89.8	9.6	4.0	5.8	0.8	28	32.6	1.2
	Nisbi Nem (%)	67.9	63.3	61.2	52.8	60.1	45.6	34.2	32.7	32.4	53.8	66.4	68.8

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Süper soğuma özelliğine sahip yaprağını döken odunsu bitki türleri gibi geniş bir bitki grubu için yaygın olarak kullanılmakta olan DTA yönteminde, örnekleme ve test öncesi süreçteki sıcaklıklar ile teste başlama sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkının meydana getirebileceği değişimlere bağlı olarak ortaya çıkabilecek don toleransı değişimlerinin test sonuçları üzerindeki etkilerinin belirleneceği bu çalışma, 115O153 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların bir parçası olarak 2015-2016 ve 2016-2017 dormant döneminde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

DTA testi öncesi ısı değişimlerinin kış gözlerinin don toleransı üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik olarak yürütülen bu çalışmada, model bitki olarak asma (*Vitis vinifera* L. cv. Karaerik) kullanılmıştır. DTA yönteminin 45 yıllık gelişim sürecinde dönüm noktaları olarak kabul edilebilecek, göz yüzey neminin DTA sonuçlarını değiştirebileceği (Johnson and Howell 1981), DTA’da tutarlı ekzoterm noktaları için sıcaklık düşüş hızının 1.5-10°C/saat olması gerektiği (Quamme 1986), Termo Elektrik Modül kullanımında veri iletiminin artırılması yanında verilerin kaydı ve sıcaklık düşüş hızının kısmi kontrolünde bilgisayar kullanımı (Wolf and Poll 1986), daha hassas sıcaklık düşüş oranın ve farklı sıcaklık segmentlerinin uygulanabilmesi (Wample *et al.* 1990) ve DTA yönteminin günümüzdeki standart halini alması (Mills *et al.* 2006) gibi temel çalışmaların asmalar üzerinde yapılması ve asmalarda DTA’ya yönelik bilgi birikiminin daha fazla olması, çalışmanın asma üzerinde yürütülmesinin temel nedenleridir.

Çalışma, omcaların aynı bakım ve kültürel uygulama şartları altında yetiştirildiği ve homojen toprak yapısına sahip, Erzincan İli, Üzümlü İlçesi sınırları içerisinde 1250 m rakımda bulunan ve Karaerik (Cimin Üzümlü) üzüm çeşidinden oluşan Baran sisteminde terbiye edilmiş 25 yaşındaki bir bağda yürütülmüştür (Şekil 3.1.) Her nekad aklımasyon dönemi, deaklımasyon dönemi ve vejetasyon süresine bağlı olarak ürün yükünün asma

kış gözlerinin dona dayanımı üzerindeki etkileri tartışmalı olsa da (Wample and Wolf 1996) ürün yükünün kış gözlerinin soğuğa dayanımını üzerindeki olası etkilerinden dolayı göz alınacak omcalarda ilk örnekleme döneminden önceki verim yılından itibaren başlamak üzere çalışma süreci boyunca budamada omca başına bırakılacak göz sayısı, somak seyretmesi ve tane seyretmesi gibi uygulamalarla omcaların mümkün olduğunca eşit ürün yüküne sahip olması sağlanmıştır. Asmada koltuk sürgünü oluşumunun aynı boğumdaki kış gözünün don toleransını azaltması nedeniyle (Köse ve Güleriyüz 2009; Kaya and Köse 2017) örnek alınacak tüm omcalarda ilk 5-6 boğumda koltuk sürgünü gelişimine izin verilmemiştir.



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü bağ ve örnek alma anından genel bir görünüm (Orjinal)

Yapılacak bütün test ve analizler için her bir örnekleme döneminde 450 çubuk (5-6 gözlü) alınmıştır. Alınan kış gözleri 3 gruba ayrılmış ve her bir gruptaki kış gözleri bir test prosedürü için kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin Alınması, Laboratuvara Transferi ve Test Öncesi Hazırlık Aşaması

Genel bir aklımasyon ve deaklımasyon sürecini takip etmesi sebebiyle (Ferguson *et al.* 2011) aynı üzüm çeşidinde yıl içerisinde bile dona dayanımının, farklılık göstermektedir (Sivritepe *et al.* 2001). Bunun yanında, test öncesindeki ısı değişimlerinin gözlerin don toleransı üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için test edilecek kış gözleri, dona dayanıklılık terminolojisinde ifade edildiği şekli ile dayanımın kazanılması (acclimation), dayanıklılık (hardening) ve dayanımın azalması (deacclimation) dönemleri olmak üzere toplam 3 dönemde ve her dönem için 2 farklı örnekleme zamanında alınmıştır. Bu sayede her bir örnekleme zamanında farklı örnekleme sıcaklıkları sağlanmıştır. Erzincan (Üzümlü) ekolojisinde Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin soğuğa dayanımındaki değişimlere ve fenolojik dönemlere ait önceki çalışma sonuçlarımız esas alınarak (Kaya 2011; Küpe 2013) örnekler 2015-2016 dormant dönemi için genel olarak 30 Kasım 2015 (örnek alma sıcaklığı +6°C), 20 Aralık 2015 (örnek alma sıcaklığı -9°C), 10 Ocak 2016 (örnek alma sıcaklığı +3°C), 30 Ocak 2016 (örnek alma sıcaklığı -3°C), 20 Şubat 2016 (örnek alma sıcaklığı +5°C) ve 10 Mart 2016 (örnek alma sıcaklığı +8°C) tarihlerinde, 2016-2017 Dormant dönemi için ise 19 Kasım 2016 (örnek alma sıcaklığı -1°C), 10 Aralık 2016 (örnek alma sıcaklığı -3°C), 31 Aralık 2016 (örnek alma sıcaklığı +5°C), 21 Ocak 2017 (örnek alma sıcaklığı -5°C), 11 Şubat 2017 (örnek alma sıcaklığı -4°C) ve 4 Mart 2017 (örnek alma sıcaklığı +5°C) tarihlerinde alınmıştır.

Kurumayı ve su kaybını önlemek için yukarıda belirtilen örnekleme zamanlarında Karaerik omcalarının 1 yaşlı çubaklarından 5-6 gözlü olacak şekilde alınan çelikler polietilen torbalara yerleştirilmiştir (Kovacs *et al.* 2002; Mills *et al.* 2006). Örneklerin laboratuvara getirilme şartları, standart metotta ve bu metoda dayanan çalışmalarda net olarak belirtilmediği için (Mills *et al.* 2006; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014) örnekler 3 gruba ayrılarak iki farklı şekilde laboratuvara getirilmiştir. Birinci grup (standart Test-C) örnekler normal araç şartlarında (20±2°C) laboratuvara getirilirken, 2. grup (Test-B) ve 3. grup (Test-A) örnekler, örnek alma anındaki atmosfer sıcaklığına ayarlanmış sıcaklık kontrollü portatif ısıtıcı (+4°C'nin üzerindeki örnekler için) veya soğutuculara (+4°C'nin altındaki örnekler için) yerleştirilerek alındıkları sıcaklık muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen standart Test-C örnekleri laboratuvar ortamında oda sıcaklığında teste hazırlanırken, (Test-B) ve (Test-A) grubu örnekleri sıcaklık kontrollü

kabin içerisinde örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilerek teste hazırlanmıştır (Şekil 3.3). Bu çalışmada Test-A olarak adlandırılan test yaklaşımı, test öncesi ısı değişimlerinin kış gözlerinin don toleransını değiştirebileceği hipotezimizi doğrulamak adına örneklerde herhangi bir test öncesi ısı değişiminin yaşanmadığı test grubu olarak tasarlanmıştır. Test-B yaklaşımı ise sadece test başlangıç sıcaklıklarındaki değişimlerin don toleransı üzerindeki etkilerini belirlemek adına tasarlanmış bir yaklaşımdır. Test-C ise standart yöntemi temsil etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, hipotezimizin ispatlanması adına kurgulanmış yaklaşımlar olan Test-A ve Test-B, standart yöntem olan Test-C ile karşılaştırılmıştır.

Test-A yaklaşımında kış gözleri test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmamıştır. Test-B ve Test-C de ise örnekleme sıcaklığına bağlı olarak kış gözleri farklı ısı değişimlerine maruz kalmışlardır. Bu bağlamda araştırmada toplam 12 farklı örnekleme zamanında örnek alınarak sağlanan ve incelenen 9 farklı örnekleme sıcaklığına ($+8^{\circ}\text{C}$, $+6^{\circ}\text{C}$, $+5^{\circ}\text{C}$, $+3^{\circ}\text{C}$, -1°C , -3°C , -4°C , -5°C ve -9°C) bağlı olarak kış gözleri test öncesinde soğuma, erime, ısınma (Test-B), ısınma-soğuma ve erime-soğuma (Test-C) gibi ısı değişimlerine maruz kalmıştır. Pozitif sıcaklık değerindeki kış gözlerinin daha yüksek pozitif sıcaklıklara maruz kalması “hızlı ısınma”, daha düşük pozitif sıcaklıklara maruz kalması ise “hızlı soğuma” olarak ifade edilmiştir. Negatif sıcaklık değerindeki bir kış gözünün pozitif değerlerdeki sıcaklığı maruz kalması “hızlı erime” olarak tanımlanmıştır. Isınma-soğuma ifadesi ise ısınmanın akabinde soğumanın, erime-soğuma ifadesi ise erimenin akabinde soğumanın olduğunu anlamı taşımaktadır.



Şekil 3.2. Alınan örneklerin sıcaklık kontrollü kabinlerde laboratuvara naklinden genel bir görünüm (Orjinal)

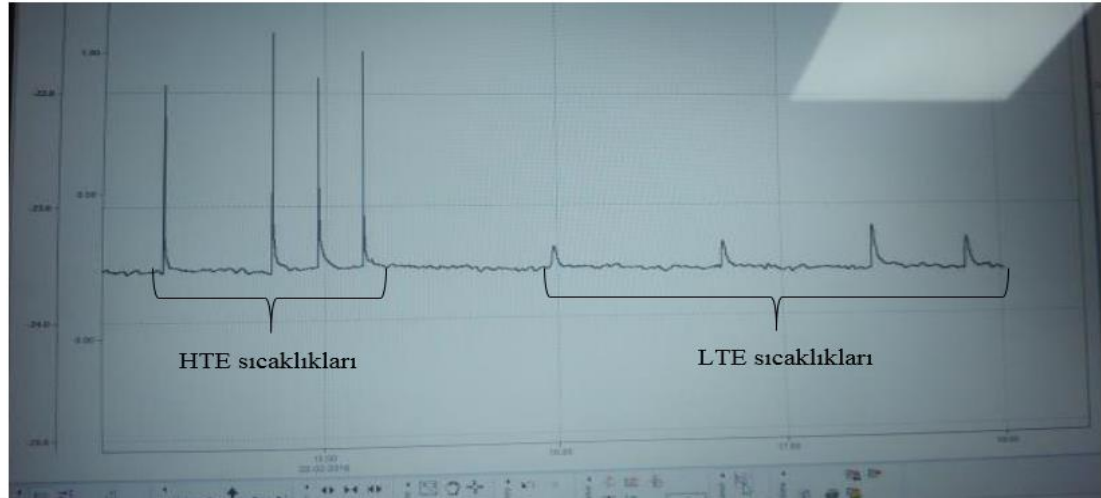
3.2.2. DTA Test Örneklerinin Hazırlanması ve DTA Testi

Her bir grup için DTA test örnekleri, Karaerik üzüm çeşidi için verimli kabul edilen ilk 4 gözden hazırlanmıştır. Pozisyonlarına göre gözlerin dona dayanıklılıkları değişebildiği için (Fennell 2004; Köse ve Güteryüz 2009; Buztepe *et al.* 2017; Köse and Kaya 2017) uygulamalarda pozisyonlarına göre alınacak göz sayıları eşit tutulmuştur. Yani uygulamalarda birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü boğumlardan eşit sayıda göz alınmıştır. Test edilecek gözler üzerinde bırakılacak odun dokusu büyüklüğünün LTE sıcaklıkları üzerinde etkili olmasından dolayı (Andrews *et al.* 1984, Wolf and Pool 1987; Fennell 2004; Mills *et al.* 2006) çeliklerin ilk 4 gözünden hazırlanacak DTA test örneklerinde standart metotda belirtildiği gibi 1-2mm odun dokusu bırakılmasına özen gösterilmiştir. Hazırlanan test örnekleri, 9'ar termoelektrik modül (TEM)'den oluşan tablalara, her TEM için 4'er göz olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir grubun DTA testi için iki tablada toplam 18 TEM kullanılmıştır. Her DTA testi bir tekerrürde 6 TEM olmak üzere, 3 tekerrür halinde yapılmıştır. Bu sayede her bir grubun DTA testi için bir tekerrürde 24 göz olacak şekilde toplam 72 göz test edilmiştir.

DTA test örneklerinin TEM'lere yerleştirilmesinin ardından ısı iletiminin artırılması için örneklerin üzerine köpüklü izolasyon pedleri yerleştirilerek tabla kapakları kapatılıp testlere başlanmıştır. Standart yöntem olan Test-C prosedürüne göre, normal araç şartlarında laboratuvara getirilen ve laboratuvar ortamında oda sıcaklığında teste hazırlanan örnekler, $+4^{\circ}\text{C}$ ye ayarlanmış programlanabilir test kabine yerleştirilmiş ve 1 saat bu sıcaklıkta tutulduktan sonra teste ve veri kaydına başlanmıştır. Test-B yaklaşımında (sıcaklık kontrollü kabinler içerisinde örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilerek laboratuvara getirilen ve hazırlık aşamasında da örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilen örnekler) örnekler Test-C örnekleriyle aynı şartlarda ($+4^{\circ}\text{C}$ de 1 saat tutulduktan sonra test ve veri kaydına başlama) test edilmiştir. Test-A yaklaşımında ise (ısı kontrollü kabinler içerisinde örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilerek laboratuvara getirilen ve hazırlık aşamasında da örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilen örneklerde) standart metottan (Test-C) farklı olarak DTA testi, örnek alma anındaki sıcaklık değerinden başlatılmıştır. Her üç gruba (Test-A, Test-B ve Test-C) ait örnekler farklı sıcaklık segmentlerine programlanabilir test kabini sayesinde 4°C /saatlik sıcaklık düşüş hızında test edilmiştir. Tüm örnek gruplarının DTA testi sırasında TEM'lerden elde edilen elektriksel gerilim çıkışları anlık olarak bilgisayara kaydedilmiş ve her TEM tablasında bulunan bir termokapıl aracılığıyla kaydedilen sıcaklık değeri sayesinde düşük sıcaklık ekzotermelerinin meydana geldiği sıcaklık değerleri (LTE) belirlenmiştir (Şekil 3.4). DTA testleri -40°C 'de sonlandırılmıştır.



Şekil 3.3. DTA için örneklerin hazırlanma aşamasından genel bir görünüm (Orjinal)



Şekil 3.4. Kış gözlerinde DTA testi ile belirlenen yüksek ve düşük sıcaklık ekzotermi (Orjinal)

3.2.3. İstatistik Analiz ve Verilerin Mukayesesi

Bu çalışma, Tam Şansa Bağlı Deneme Planı'na göre yürütülmüştür. Elde edilen LTE verilerinin sonraki istatistiki değerlendirmelerinde izlenecek yolu belirlemek adına, çalışmada öncelikle iki yıl boyunca elde edilen kış gözü LTE değerlerinin normal dağılışı uygunluğu test edilmiştir. Sonrasında Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin hangi sıcaklık değerlerinde öldüğü ve incelenen kış gözü popülasyonu içerisinde yüzdelik dilimlerde ölüm sıcaklıklarının nasıl bir dağılım gösterdiğini belirlemek için Q-Q plot analizi ve yüzdebirlik dağılım analizleri yapılmıştır. Çalışmada farklı test yaklaşımları (Test-A ve Test-B) ile standart metodun (Test-C) kış gözü LTE sıcaklıkları üzerindeki etkileride belirlenmiştir. Bu amaçla kış gözlerinden elde edilen LTE değerleri, yıllar birlikte, yıllar ayrı ayrı ve herbir örnekleme zamanındaki sıcaklıklar kendi içerisinde olacak şekilde 3 farklı yaklaşımla test edilmiştir. Yılların birlikte ve ayrı ayrı ele alındığı yaklaşımlarda istatistiki analizler faktöriyel düzenlemeye göre gerçekleştirilmiştir. Yılların birlikte değerlendirildiğinde; istatistiki analiz 3 faktörlü (yıl x örnekleme zamanı x test metodu) düzenlemeye göre yapılırken, yıllar ayrı ayrı ele alındığında, 2 faktörlü düzenlemeye göre (örnekleme zamanı x test metodu) gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca, yılların etkisinden bağımsız olarak test öncesi ısı değişimlerinin kış gözlerinin don toleransı üzerindeki etkilerini belirleyebilmek adına herbir örnekleme zamanı dolayısıyla test

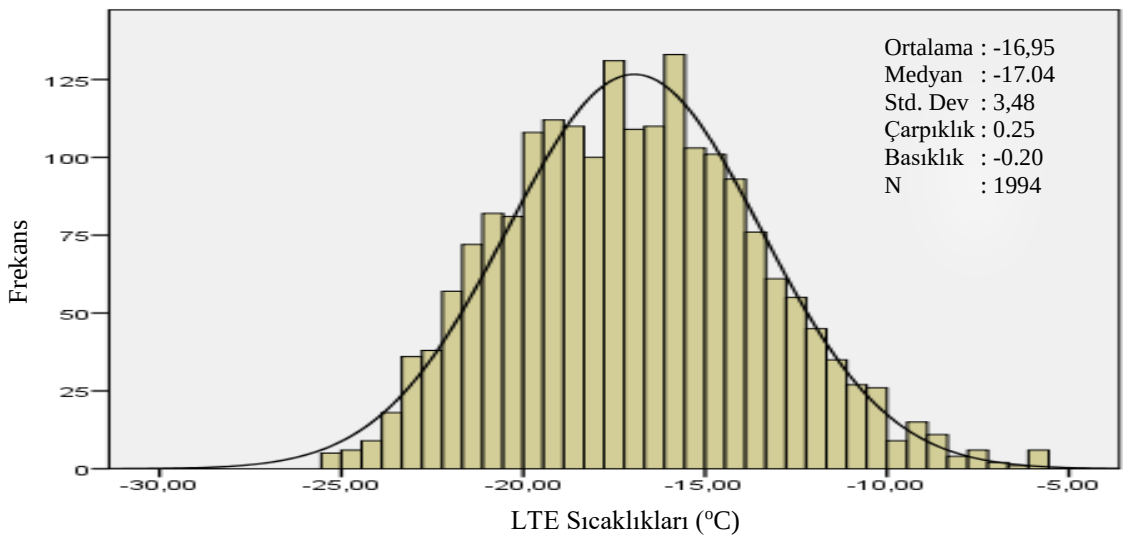
sıcaklığı kendi içerisinde değerlendirilerek farklı test yaklaşımları *Duncan* çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanında test yaklaşımlarının don toleransı üzerindeki etkileri Q-Q plot analizi ile de değerlendirilmiştir (Yıldız ve Bircan 1994). Verilerin istatistiki analizinde SPSS (ver:15.0) paket programı kullanılmıştır (Erol 2010).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada, farklı örnek alma sıcaklıklarının, dolayısıyla test sürecinde bu sıcaklıklara bağlı olarak meydana gelecek ısı değişimlerinin Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin don toleransı üzerindeki muhtemel etkileri incelenmiştir. Örnek alma sıcaklıklarının muhtemel etkileri, DTA temeline dayanan Test-A, Test-B ve Test-C metotlarından elde edilen verilerin karşılaştırılması ile ortaya konulmuştur. Farklı test metotlarının karşılaştırılmasında kış gözü primer tomurcuklarında hücre içi buz oluşum sıcaklığının göstergesi olan $m(LTE)$ değerleri esas alınmıştır. Böylece, test öncesi süreçteki sıcaklıklar (örnek alma, muhafaza ve teste hazırlama aşamalarındaki) ile teste başlama sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkının meydana getirebileceği değişimlerin kış gözü primer tomurcuklarının ölüm sıcaklıklarını değiştirebileceği hipotezimizin doğruluğu ispatlanmaya çalışılmıştır.

Araştırmada 2015-2016 ve 2016-2017 dormant dönemlerinde elde edilen kış gözü ölüm sıcaklıklarına (LTE sıcaklıkları) ait verilerin dağılımının normal dağılışa uygun olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait 2 yıllık verilerin dağılımı

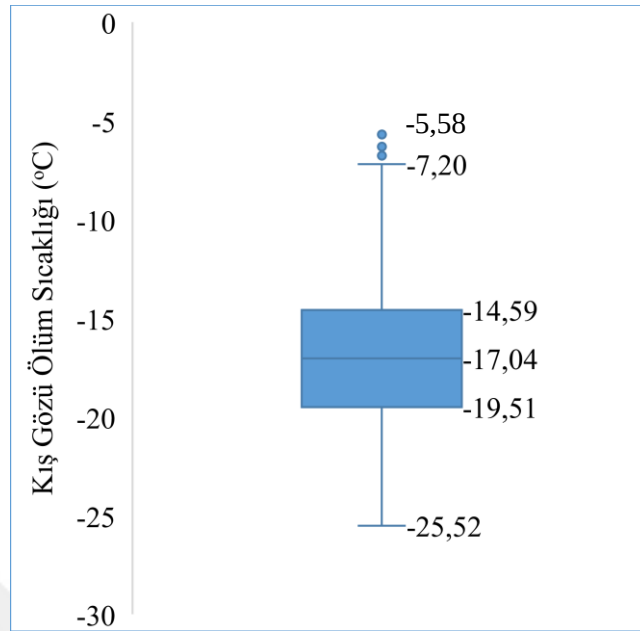
Ancak LTE sıcaklık verilerinin hafif sağa çarpık (Skewness: 0.25) bir dağılım gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmada incelenen çok sayıdaki gözden oluşan populasyonda, populasyonun yüzdelik dilimlerindeki ölüm sıcaklıkları da belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Yüzdelik dilim verileri incelendiğinde genel olarak (örnek alma zamanı ve test metodu dikkate alınmadan) Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin, ortalama -10.1°C 'de %5'inin, -17.0°C 'de %50'sinin ve -22.4°C 'de de %95'inin öldüğü görülmektedir.

Çizelge 4.1. İki yıllık verilerin genel değerlendirilmesinde kış gözlerinin ölüm oranlarına göre ortalama ölüm sıcaklık değerleri

Ölüm Oranı (%)		Ölüm Sıcaklıkları Ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)
LT ₅	5	-10.1
LT ₁₀	10	-12.4
LT ₂₅	25	-14.6
LT ₅₀	50	-17.0
LT ₇₅	75	-19.5
LT ₉₀	90	-21.4
LT ₉₅	95	-22.4

Araştırmada elde edilen 2 yıllık LTE sıcaklıklarının Q-Q plot analizinde Q_1 değerinin -14.59°C ve Q_3 değerinin -19.51°C olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile çalışmanın yürütüldüğü dönemler boyunca test edilen tüm gözlerde %25'inin -5.58°C ile -14.59°C arasında, %75'inin ise -5.58°C ile -19.51°C arasında öldüğü tespit edilmiştir. Bunun yanında, araştırma sürecinde (2015-2016 ve 2016-2017 dormant sezonlarında) incelenen kış gözlerinde en yüksek ölüm sıcaklığı -5.58°C olarak belirlenirken, en düşük ölüm sıcaklığı -25.52°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait 2 yıllık verilerin Q-Q dağılımı

2015-2016 (1. yıl) ve 2016-2017 (2. yıl) dormant sezonlarında aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon dönemleri içerisinde, farklı zamanlarda alınan kış gözlerinin farklı DTA yöntemleriyle belirlenen ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait 2 yıllık verilerin varyans analiz sonuçları

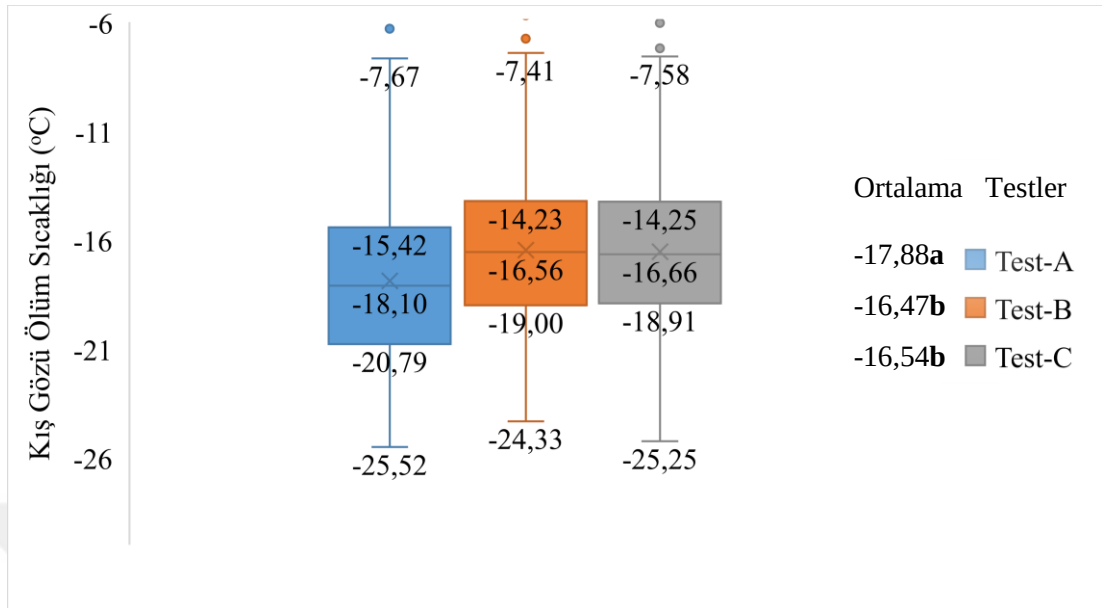
Kaynak	Kareler toplamı	df	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Düzeltilen Model	11446.17 ^a	35	327.034	50.09	0.00
Kesişim	551769.75	1	551769.75	84522.9	0.00
Yıl	123.42	1	123.42	18.90	0.00**
Örnekleme Zamanı	6683.87	5	1336.77	204.77	0.00**
Test Metodu	848.57	2	424.28	64.99	0.00**
Yıl*Örnekleme Zamanı	2387.21	5	477.44	73.13	0.00**
Yıl*Test Metotları	41.25	2	20.62	3.16	0.043*
Örnek. Zam. * Test Met.	526.07	10	52.60	8.05	0.00**
Yıl*Örn. Zam.*Test Met.	165.26	10	16.52	2.53	0.05*
Hata	12775.382	1957	6.52		
Toplam	596791,37	1993			

* 0.05 düzeyinde önemli; ** 0.01 düzeyinde önemli; ^{ns}; önemsiz; ^a r^2 : 0.473

Varyans analizi sonuçlarına göre; yılların, örnekleme zamanının, test metodunun ana etkileri yanında yıl x örnekleme zamanı, örnekleme zamanı x test metodu ve yıl x örnekleme zamanı x test metodu interaksiyonlarının da kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Ancak, yıl x test metotları interaksiyonunun etkileri $p \leq 0.01$ 'de önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2).

İncelenen test metodları (Test-A, Test-B ve Test-C) yönüyle iki yıllık kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları Şekil 4.3'de sunulmuştur.

Test-A yönteminde incelenen kış gözlerinin ölüm sıcaklıkları bakımından Q_1 ve Q_3 değerleri sırasıyla -15.43°C ve -20.79°C iken, Test-B yönteminde -14.24°C ve -19.00°C , Test-C yönteminde de -14.26°C ve -18.91°C olarak saptanmıştır. Görüldüğü gibi kış gözlerinin %25'incisinin (Q_1) ve %75'incisinin öldüğü sıcaklık değerleri (Q_3) Test-A'da diğer iki yöntemle göre daha düşüktür. İki yıllık verilere göre; Test-A metoduyla belirlenen ortalama ölüm değerinin Test-B ve standart metod olan Test-C metoduyla belirlenen değerden daha düşük olduğu görülmüştür. Kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığı Test-A'da -17.88°C ölçülürken, standart yöntem olan Test-C'de -16.54°C olarak ölçülmüştür (Şekil 4.4). Test B'de ise kış gözünün ölüm sıcaklığının ortalama -16.47°C olduğu görülmüştür.



Şekil 4.3. İki yıllık kış gözü ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-A metodu ile standart metot olan Test-C arasında, ortalama ölüm sıcaklığı bakımından 1.34°C'lik istatistiki öneme sahip bir farklılığın olduğu saptanmıştır.

Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde; hem 2015-2016 (1. yıl) hem de 2016- 2017 (2. yıl) dormant sezonunda, örnekleme zamanının kış gözü primer tomurcuklarının don toleransı üzerindeki etkilerinin önemli olduğu ve test metoduna bağlı olarak belirlenecek ölüm sıcaklıklarının farklılık göstereceği belirlenmiştir. Bunun yanında kış gözü ölüm sıcaklığı bakımından test metotlarından elde edilecek verilerin örnekleme zamanına bağlı olarak farklılık gösterebileceği de saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Yıllara göre, kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları

Yıl	Kaynak	Kareler Toplamı	Df	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
1	Düzeltilen Model	7115.122 ^a	17	418.537	68.485	0.00
	Kesişim	281176.034	1	281176.034	46008.6	0.00
	Örnekleme Zamanı	6434.035	5	1286.807	210.560	0.00**
	Test Metodu	344.414	2	172.207	28.178	0.00**
	Örnek. Zam. * Test Met.	510.665	10	51.066	8.356	0.00**
	Hata	5983.031	979	6.111		
	Toplam	306512.556	997			
	Düzeltilmiş Toplam	13098.153	996			
2	Düzeltilen Model	4246.846 ^b	17	249.814	35.970	0.00
	Kesişim	270603.477	1	270603.477	38962.9	0.00
	Örnekleme Zamanı	3364.654	5	672.931	96.892	0.00**
	Test Metodu	549.490	2	274.745	39.559	0.00**
	Örnek. Zam. * Test Met.	159.526	10	15.953	2.297	0.012*
	Hata	6792.351	978	6.945		
	Toplam	290278.818	996			
	Düzeltilmiş Toplam	11039.197	995			

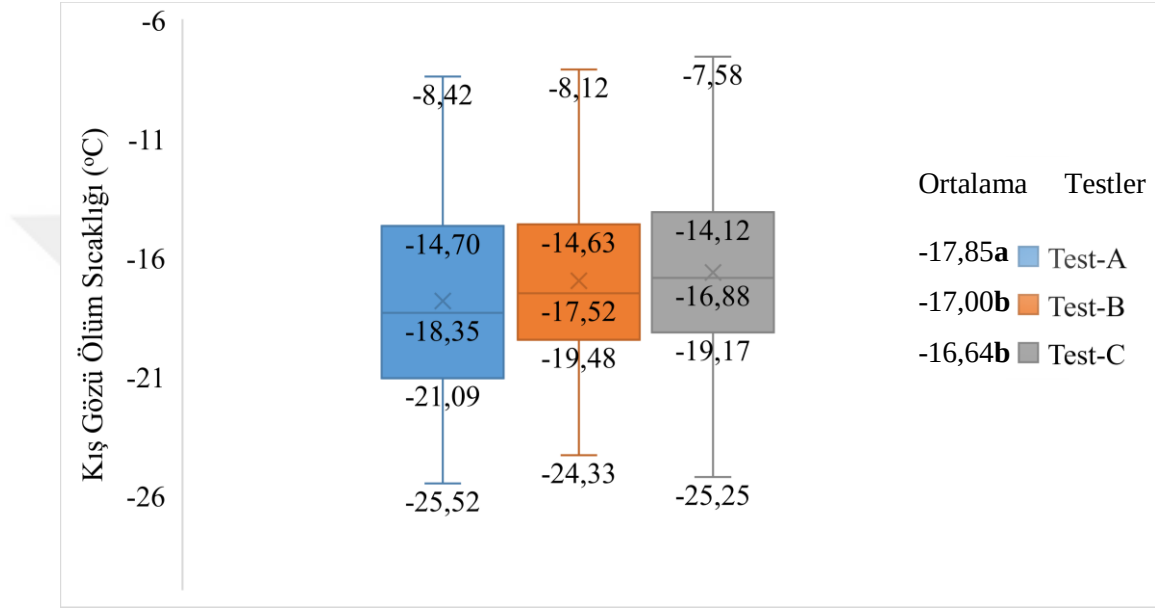
* 0.05 düzeyinde önemli; ** 0.01 düzeyinde önemli; ^a r^2 : 0.543; ^b r^2 : 0.385

Araştırmaya konu olan Test-A, Test-B ve Test-C metodları bakımından, araştırmanın ilk yılında ve ikinci yılında elde edilen kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları sırasıyla Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de verilmiştir.

İki yıllık verilerden elde edilen sonuçlarla benzer şekilde; her iki yılda da Test-A metodu ile elde edilen kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q_1 - Q_3 değerleri ve ortalama kış gözü ölüm sıcaklığı değerlerinin, Test-B ve Test-C metodları ile elde edilen değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).

Araştırmanın ilk yılında kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q_1 - Q_3 aralığı Test-A yöntemi ile -14.70°C ile -21.09°C arasında belirlenirken, Test-B ve Test-C yöntemlerinde sırasıyla -14.63°C ile -19.48°C arasında ve -14.12°C ile -19.17°C arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Araştırmanın ikinci yılında ise Test-A, Test-B ve Test-C ile belirlenen Q_1 ve Q_3 değerleri sırasıyla -15.70°C ve -20.38°C, -14.09°C ve -18.12°C ve -

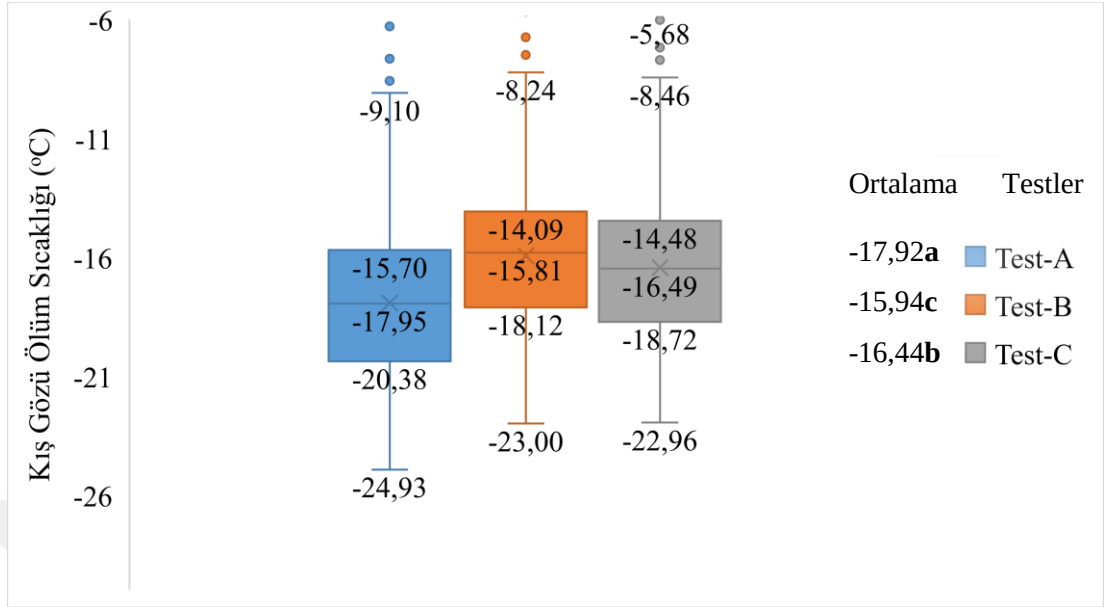
14.48°C ve -18.72°C olarak bulunmuştur (Şekil 4.5). Bu sonuçlara göre Test-A yöntemiyle belirlenen kış gözlerinin %25'incisinin (Q_1) ve %75'incisinin (Q_3) öldüğü sıcaklık değerlerinin, her iki yılda da Test-B ve Test-C yöntemleri ile belirlenen değerlerden daha düşük sıcaklık değerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. İlk yıl (2015-2016 dormant dönemi) kış gözü ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Bunun yanında araştırmanın her iki yılında da Test-A ile belirlenen kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı hem Test-B hem de Test-C ile belirlenen ortalama değerden daha düşük bulunmuştur. Araştırmanın ilk yılında kış gözü ölüm sıcaklığı ortalaması en düşük Test-A yöntemiyle -17.85°C olarak belirlenirken, en yüksek Test-C yöntemiyle -16.64°C olarak belirlenmiştir. Bu değerler yönüyle Test-A ve Test-C sonuçları arasında 1.21°C'lik bir farklılık olduğu görülmektedir (Şekil 4.4).

İkinci yıl ise söz konusu kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı Test-A metodu ile -17.92°C, standart yöntem olan Test-C ile -16.44°C olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre; araştırmanın ikinci yılında da standart yöntem (Test-C) ile belirlenen kış gözü ölüm sıcaklığının, hipotezimiz olan Test-A yaklaşımına göre belirlenenden 1.48°C daha yüksek olduğu testip edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. İkinci yıl (2016-2017 dormant dönemi) kış gözü ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmada hızlı donma ve erimenin asma kış gözlerinin donma sıcaklığı üzerindeki etkilerini belirlemek için, farklı zamanlarda, dolayısıyla farklı sıcaklıklarda alınan kış gözleri farklı DTA test yaklaşımları (Test-A, Test-B ve Test-C) ile test edilmiştir. Her bir örnekleme zamanı başka bir ifade ile her bir örnekleme sıcaklığı istatistiki olarak kendi içerisinde değerlendirilerek, farklı test yaklaşımları karşılaştırılmıştır. Böylece, farklı test yaklaşımlarının karşılaştırılması ile hızlı donma ve erimenin asma kış gözlerinin dona dayanıklılıkları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Temeli, örnekleme zamanı sıcaklıkları ile test başlama sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkına dayanan farklı test yaklaşımlarının göre (Test-A, Test-B ve Test-C), asma kış gözünün donma sıcaklığı üzerindeki etkilerine yönelik varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. İlk yıl (2015-2016 dormant dönemi) farklı sıcaklıklarda alınan örneklerde farklı Test Metodu ile elde edilen ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları

Örnekleme Zamanı ve Sıcaklıkları	Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Kareler Ortalaması	F- Değeri	Önem düzeyi
1. Örnekleme Zamanı Sıc. (+6°C)	Düz. Model	143.154 ^a	2	71.577	23.431	0.00
	Kesişim	56185.088	1	56185.088	18392.233	0.00
	Test Metodu	143.154	2	71.577	23.431	0.00**
	Hata	494.882	162	3.055		
	Toplam	57478.407	165			
	Düz. Toplam	638.036	164			
2. Örnekleme Zamanı Sıc. (-9°C)	Düz. Model	258.001 ^b	2	129.001	25.119	0.00
	Kesişim	75756.621	1	75756.621	14751.580	0.00
	Test Metodu	258.001	2	129.001	25.119	0.00**
	Hata	924.389	180	5.135		
	Toplam	76698.425	183			
	Düz. Toplam	1182.390	182			
3. Örnekleme Zamanı Sıc. (+3°C)	Düz. Model	35.784 ^c	2	17.892	2.021	0.135
	Kesişim	62410.289	1	62410.289	7047.925	0.00
	Test Metodu	35.784	2	17.892	2.021	0.135 ^{ns}
	Hata	1717.895	194	8.855		
	Toplam	64798.576	197			
	Düz. Toplam	1753.679	196			
4. Örnekleme Zamanı Sıc. (-3°C)	Düz. Model	293.907 ^d	2	146.953	17.987	0.00
	Kesişim	37459.603	1	37459.603	4585.131	0.00
	Test Metodu	293.907	2	146.953	17.987	0.00**
	Hata	972.206	119	8.170		
	Toplam	39503.425	122			
	Düz. Toplam	1266.113	121			
5. Örnekleme Zamanı Sıc. (+5°C)	Düz. Model	14.460 ^e	2	7.230	0.831	0.437
	Kesişim	37228.515	1	37228.515	4280.789	0.00
	Test Metodu	14.460	2	7.230	0.831	0.437 ^{ns}
	Hata	1313.194	151	8.697		
	Toplam	39770.001	154			
	Düz. Toplam	1327.653	153			
6. Örnekleme Zamanı Sıc. (+8°C)	Düz. Model	39.011 ^f	2	19.506	6.021	0.003
	Kesişim	27445.500	1	27445.500	8471.662	0.00
	Test Metodu	39.011	2	19.506	6.021	0.003**
	Hata	560.465	173	3.240		
	Toplam	28263.721	176			
	Düz. Toplam	599.477	175			

r^2 : a, b, c, d, e, f 0.224, 0.218, 0.020, 0.232, 0.011, 0.065

** 0.01 düzeyinde önemli; ^{ns}: önemsiz

Çizelge 4.5. İkinci yıl (2016-2017 dormant dönemi) farklı sıcaklıklarda alınan örneklerde farklı Test Metodu ile elde edilen ölüm sıcaklıklarına ait verilerin varyans analiz sonuçları

Örnekleme Zamanı ve Sıcaklıkları	Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Kareler Ortalaması	F- Değeri	Önem düzeyi
1. Örnekleme Zamanı Sıc. (-1 °C)	Düz. Model	25.243g	2	12.622	5.249	0.006
	Kesişim	39435.904	1	39435.904	16401.958	0.000
	Test Metodu	25.243	2	12.622	5.249	0.006**
	Hata	435.186	181	2.404		
	Toplam	39989.068	184			
	Düz. Toplam	460.429	183			
2. Örnekleme Zamanı Sıc. (-3 °C)	Düz. Model	370.066h	2	185.033	31.221	0.000
	Kesişim	58884.159	1	58884.159	9935.484	0.000
	Test Metodu	370.066	2	185.033	31.221	0.000**
	Hata	1114.211	188	5.927		
	Toplam	60207.852	191			
	Düz. Toplam	1484.277	190			
3. Örnekleme Zamanı Sıc. (+5°C)	Düz. Model	17.068i	2	8.534	0.905	0.406
	Kesişim	46813.114	1	46813.114	4966.059	0.000
	Test Metodu	17.068	2	8.534	0.905	0.406 ^{ns}
	Hata	1527.111	162	9.427		
	Toplam	48524.939	165			
	Düz. Toplam	1544.180	164			
4. Örnekleme Zamanı Sıc. (-5 °C)	Düz. Model	168.926j	2	84.463	16.518	0.000
	Kesişim	63701.411	1	63701.411	12457.977	0.000
	Test Metodu	168.926	2	84.463	16.518	0.000**
	Hata	828.355	162	5.113		
	Toplam	65015.979	165			
	Düz. Toplam	997.281	164			
5. Örnekleme Zamanı Sıc. (-4 °C)	Düz. Model	86.875k	2	43.437	6.099	0.003
	Kesişim	47539.817	1	47539.817	6674.603	0.000
	Test Metodu	86.875	2	43.437	6.099	0.003**
	Hata	1103,987	155	7,122		
	Toplam	49031,465	158			
	Düz. Toplam	1190,861	157			
6. Örnekleme Zamanı Sıc. (+5°C)	Düz. Model	64,655l	2	32,327	2,356	0,099
	Kesişim	24926,328	1	24926,328	1816,888	0,000
	Test Metodu	64,655	2	32,327	2,356	0,099 ^{ns}
	Hata	1783,502	130	13,719		
	Toplam	27509,515	133			
	Düz. Toplam	1848,157	132			

r², g, h, i, j, k, l 0.055, 0.249, 0.011, 0.169, 0.073, 0.035

** 0.01 düzeyinde önemli; ^{ns}; önemsiz

Çizelge 4.4’te araştırmanın ilk yılında 3. örnekleme zamanında +3°C’de ve 5. örnekleme zamanında +5°C’de alınan örnekler hariç diğer tüm örnekleme zamanı dolayısıyla

örnekleme sıcaklığında alınan kış gözlerinde, ortalama ölüm sıcaklıkları yönüyle test yaklaşımları (Test-A, Test-B ve Test-C) arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Araştırmanın ikinci yılında da örnekleme sıcaklığının $+5^{\circ}\text{C}$ olduğu 3. ve 6. örnekleme zamanları hariç diğer tüm zamanlarda test metodlarının kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu sonuçlar; test öncesindeki muhtemel hızlı soğuma ve/veya hızlı erimelerin kış gözlerinin don toleransını değiştirebileceğini göstermiştir.

Bu nedenle, örneklerin alındığı dönemdeki hava sıcaklığı, örneklerin muhafaza sıcaklığı, örneklerin teste hazırlanması sürecindeki ortam sıcaklığı ve tüm bunlara bağlı olarak değişen test öncesi örnek sıcaklıklarının asma kış gözlerinin don toleransı üzerindeki etkisini daha net anlayabilmek adına Test-A, Test-B ve Test-C gibi farklı test yaklaşımlarına göre belirlenen kış gözü ölüm sıcaklıklarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

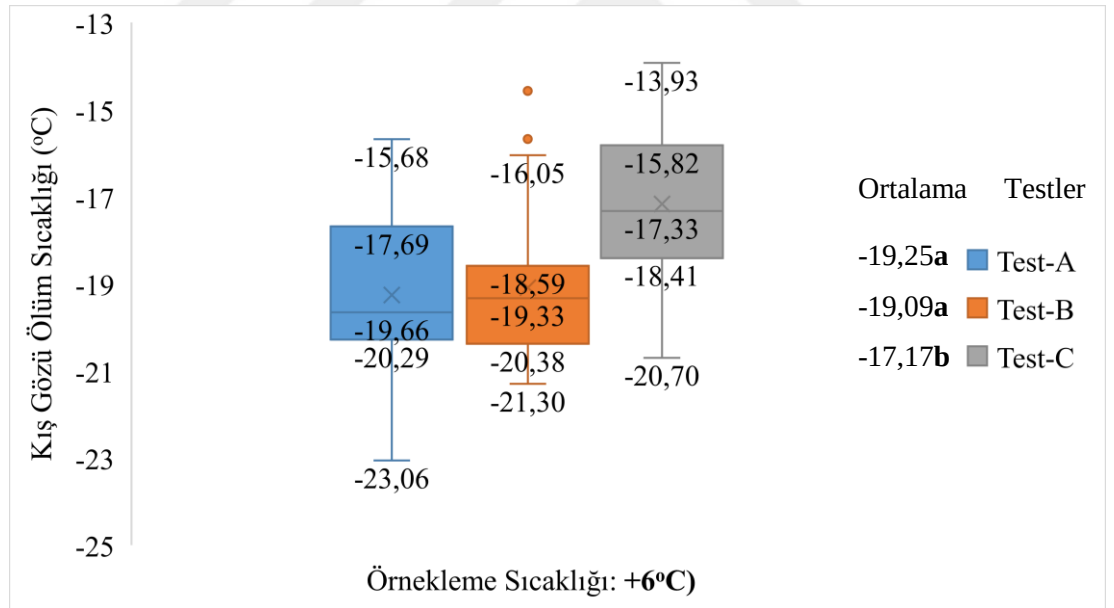
Omca taç yüksekliği sıcaklığının $+6^{\circ}\text{C}$ olarak ölçüldüğü, ilk yıl 1. örnekleme tarihinde (30.11.2015) alınan kış gözlerinin Test-A, Test-B ve Test-C yaklaşımlarıyla belirlenen ölüm sıcaklıklarının Q-Q plot analizi ve farklı DTA yaklaşımlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.6’da verilmiştir.

Test-A: Örnek alma anında tespit edilen $+6^{\circ}\text{C}$ sıcaklık korunarak, ısı kontrollü kabinler içerisinde laboratuvara getirilen ve hazırlık aşaması da bu sıcaklık değerinde tamamlanan kış gözleri, $+6^{\circ}\text{C}$ test başlangıç (sıcaklığından başlanarak test öncesi şartları değiştirilmeden başka bir ifade ile hızlı soğuma ve ısınmaya maruz kalmadan) saatte 4°C ’lik sıcaklık düşüş hızında -40°C ’ye kadar test edilmiştir.

Test-B: Örnek alma anında tespit edilen $+6^{\circ}\text{C}$ sıcaklık korunarak, ısı kontrollü kabinler içerisinde laboratuvara getirilen ve hazırlık aşamasında da örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilen kış gözleri, Test-A uygulamasından farklı olarak $+4^{\circ}\text{C}$ test

başlangıç sıcaklığında 1 saat tutulduktan sonra (standart yöntemin başlangıç sıcaklığı) saatte 4°C'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C'ye kadar test edilmiştir. Bu şartlarda test öncesinde +6°C'de bulunan kış gözleri, +4°C'deki kabinlere yerleştirildiğinde 2°C'lik hızlı soğumaya maruz kalmıştır.

Test-C: Bağ şartlarında +6°C'de alınan kış gözleri, standart Test-C metodunda uygulama prosedürü gereği araç şartlarında (20±2°C) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında (20±2°C) teste hazırlanmıştır. Hazırlanan kış gözleri +4°C'deki test kabinine yerleştirilmiş, 1 saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte +4°C'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C'ye kadar test edilmiştir. Bu şartlarda +6°C'de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında 14±2°C'lik ani ısınma ve akabinde test kabinine yerleştirilince 16±2°C'lik ani soğuma maruz kalmıştır.



Şekil 4.6. İlk yıl birinci örnekleme zamanında +6°C'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmanın ilk yılı 1. örnekleme zamanında +6°C'de alınan kış gözlerinin %25'incisinin (Q₁) ve %75'incisinin (Q₃) öldüğü en yüksek sıcaklık değerleri (Q₁: -15.82°C ve Q₃: -18.41°C) Test-C'de belirlenirken, en düşük sıcaklık değerleri (Q₁: -18.58°C ve Q₃: -20.38°C) Test-B'de saptanmıştır. Test-A'da belirlenen Q₁ ve Q₃ değerleri

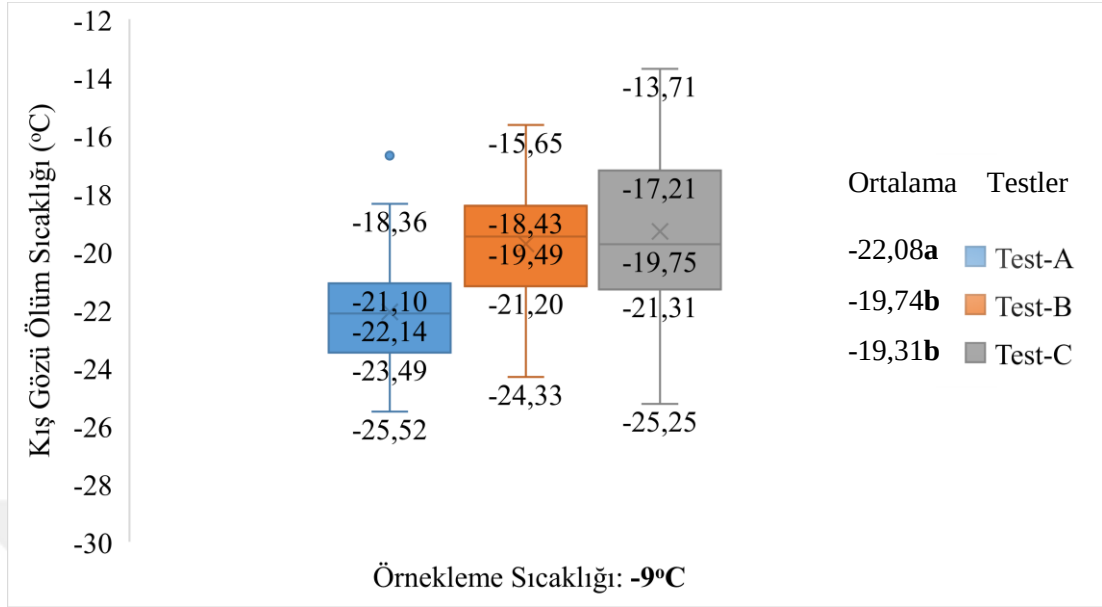
(sırasıyla -17.69°C ve -20.29°C) her nekadard Test-B'ye göre daha yüksek olsa da Test-A prosedürüne göre test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığı (-19.25°C) Test-B'ye göre test edilenlerin ortalama ölüm sıcaklığından (-19.09°C) daha düşük bulunmuştur. Kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığı bakımından en yüksek değer (-17.17°C) standart DTA yöntemi olan Test-C'de belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre; asıl hipotezimiz olan Test-A yaklaşımıyla karşılaştırıldığında, Test-B yaklaşımında 2°C 'lik hızlı soğuma, kış gözü ortalama ölüm sıcaklığında istatistiki öneme sahip bir farklılık meydana getirmezken, standart yöntem olan Test-C'de $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğuma kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 2.08°C artırmıştır.

Araştırmanın ilk yılı 2. örnekleme tarihinde (20.12.2015), kış gözleri -9°C 'de alınmıştır. Alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıkları Test-A, Test-B yaklaşımları ve Test-C metodu ile belirlenmiştir. Elde edilen verilerin, Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma testi neticesinde test yaklaşımlarının kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Şekil 4.7).

Test-A: Örnekleme sıcaklığında (-9°C) laboratuvara getirilen ve hazırlık aşaması da bu sıcaklık değerinde tamamlanan örnekler, -9°C test başlangıç sıcaklığından başlanarak 4°C /saat sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar don testine tabi tutulmuştur. Bu yaklaşımda kış gözleri, test öncesi şartlarda herhangi bir değişim olmadığından, hızlı soğuma ve/veya erime şoklarına maruz kalmamıştır.

Test-B: Örnek alma anında tespit edilen -9°C örnekleme sıcaklığı korunarak, laboratuvara getirilen ve hazırlık aşaması da bu sıcaklık değerinde tamamlanan kış gözleri, Test-A yaklaşımından farklı olarak $+4^{\circ}\text{C}$ test başlangıç sıcaklığında 1 saat tutulduktan sonra 4°C /saat sıcaklık düşüş hızında test edilmiştir. Test -40°C 'de sonlandırılmıştır. Bu şartlarda test öncesi -9°C 'de bulunan kış gözleri, $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabineye yerleştirilince 13°C sıcaklık farkında hızlı erimeye maruz kalmıştır.



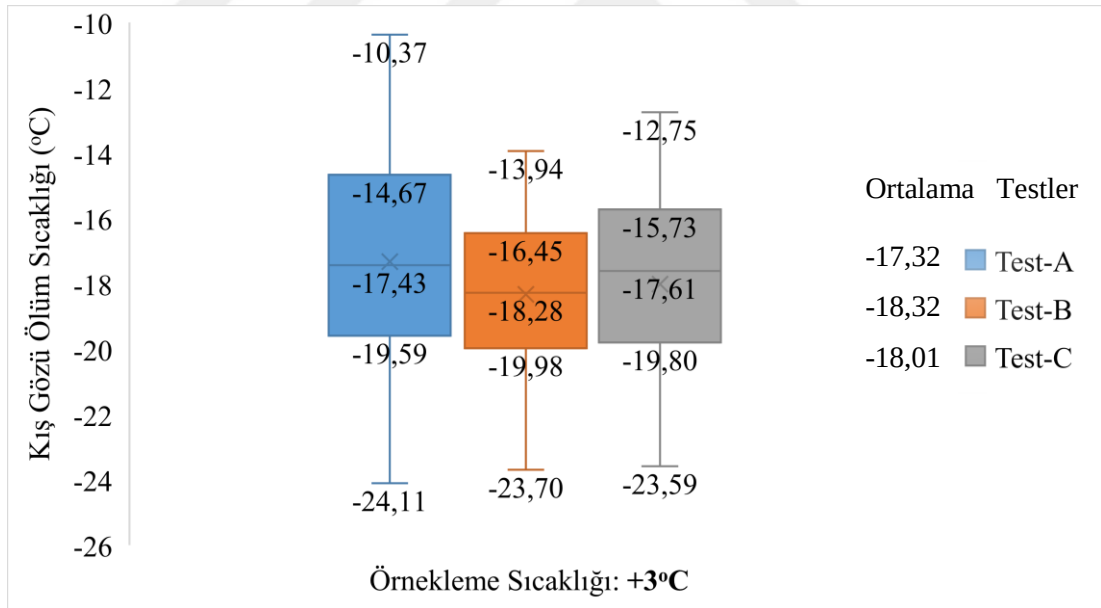
Şekil 4.7. İlk yıl ikinci örnekleme zamanında -9°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-C: DTA analizleri için standart uygulama olan Test-C’de, bağdan -9°C’de alınan kış gözleri araç şartlarında ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) teste hazırlanarak, standart metodun test başlangıç sıcaklığı olan $+4^\circ\text{C}$ ’de 1 saat bekletildikten sonra saatte $+4^\circ\text{C}$ ’lik sıcaklık düşüş hızında -40°C ’ye kadar test edilmiştir. Böylece, bu grubun -9°C’de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında $29 \pm 2^\circ\text{C}$ ’lik hızlı erime ve sonrasında test kabineye yerleştirildiğinde $16 \pm 2^\circ\text{C}$ ’lik ani soğumaya maruz kalmıştır.

Araştırmanın ilk yılı 2. örnekleme zamanında (20.12.2015) -9°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından en düşük Q_1 - Q_3 değerleri (-21.10°C ve -12.49°C) Test-A yaklaşımında belirlenirken, en yüksek Q_1 - Q_3 değerleri (-17.21°C ve -21.31°C) Test-C’den elde edilmiştir. Test-B’de ise Q_1 değeri -18.43°C , Q_3 değeri de -21.20°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Q-Q dağılımıyla benzer şekilde kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığı bakımından da en düşük değer (-22.08°C) Test-A’dan, en yüksek değer de (-19.31°C) Test-B’den elde edilmiştir. Kış gözü ölüm sıcaklığı bakımından Test-B ve Test-C benzer etki göstermiştir.

Bu sonuçlara göre; Test-A’da herhangi bir hızlı soğuma ve/veya erimeye maruz kalmamış kış gözlerinin dona dayanıklılıklarının, Test-B’de 13°C sıcaklık farkında hızlı erimeye maruz kalmış kış gözlerinden 2.34°C, Test-C’de 29±2°C’lik hızlı erimeyi takiben 16±2°C’lik ani soğumaya maruz kalmış kış gözlerinden ise 2.77°C daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.7).

Araştırmanın ilk yılı 3. örnekleme tarihinde (10.01.2016) +3°C’de alınan kış gözleri Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre don testine tabi tutulmuştur. Farklı test yaklaşımlarından elde edilen kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilere, Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin analizi neticesinde test yaklaşımlarının asma kış gözünün don toleransı üzerindeki etkileri Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8. İlk yıl üçüncü örnekleme zamanında +3°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-A: Örnek alma anındaki sıcaklıkta (+3°C) laboratuvara getirilen ve aynı sıcaklık derecesinde teste hazırlanan kış gözleri, yine aynı sıcaklık değerinde test edilmeye başlanmıştır. Bu sayede test öncesi herhangi bir hızlı soğuma ve/veya ısınmaya maruz

kalmadan, saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar don testine tabi tutulmuştur.

Test-B: Örnek alma anında tespit edilen sıcaklıkta ($+3^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilen ve örnek alma anındaki sıcaklıkta teste hazırlanan kış gözleri, test başlangıç sıcaklığı olan $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı test kabineye yerleştirilmiştir. Bir saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte $+4^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Bu şartlarda test öncesinde $+3^{\circ}\text{C}$ 'de bulunan kış gözleri, $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı kabinlere yerleştirildiğinde 1°C 'lik ısınmaya maruz kalmıştır.

Test-C: Test-C metodunda ise, bağ şartlarında $+3^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri, araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler standart DTA yönteminin prosedürü gereği $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabineye yerleştirilmiş, 1 saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte $+4^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Böylece, $+3^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve akabinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabineye yerleştirilince $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz bırakılmış oldu.

İlk yılın 3. örnekleme zamanı olan 10.01.2016 tarihinde $+3^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q_1 ve Q_3 değerleri Şekil 4.8'de verilmiştir. Test-A yaklaşımında belirlenen Q_1 , Q_2 ve Q_3 değerlerinin, özellikle de Q_1 değerinin diğer test yaklaşımlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Test-A, Test-B ve Test-C'de kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı sırasıyla -17.32°C , -18.32°C ve -18.01°C olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlere göre; test yaklaşımları arasında önemli bir farklılık belirlenememiştir.

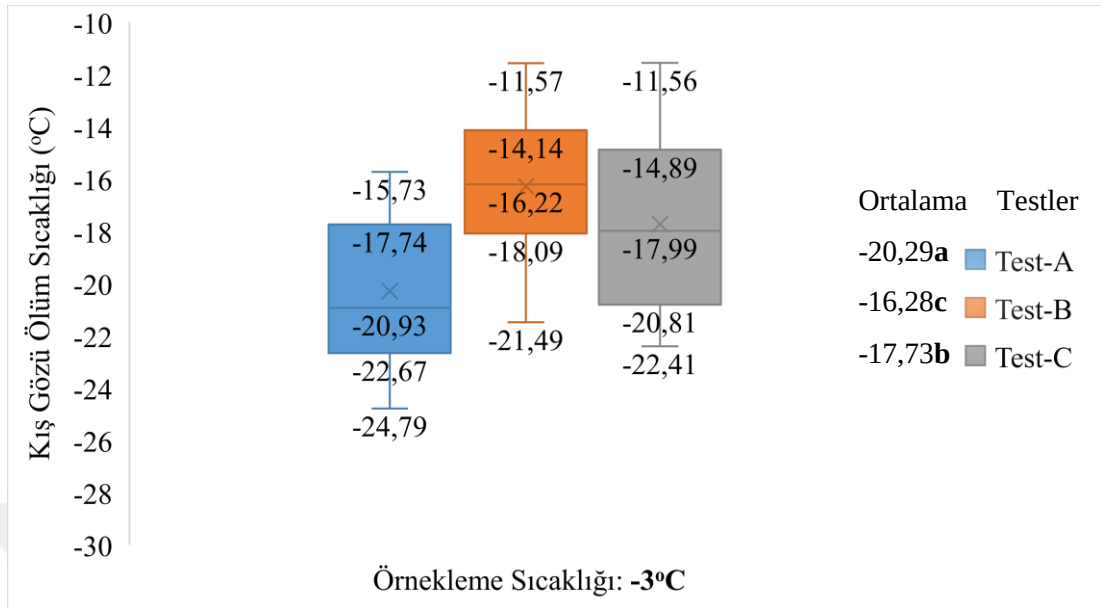
Bu örnekleme tarihine ait sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; test öncesinde kış gözlerinin herhangi bir ani ısı değişimine maruz kalmadığı Test-A ile karşılaştırıldığında; Test-B'de cereyan eden 1°C 'lik ani ısınmanın ve Test-C'de vuku bulan $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınmanın ardından $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın kış gözlerinin don toleransı üzerinde etkisiz olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın ilk yılı 4. örnekleme tarihinde (30.01.2016) kış gözleri -3°C 'de alınmıştır. Test-A, Test-B yaklaşımları ve standart Test-C metoduna göre don testine tabi tutulan kış gözlerinin ölüm sıcaklıkları belirlenerek, elde edilen verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma testi neticesinde test yaklaşımları ve standart metodun kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Q-Q plot analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.9'da sunulmuştur.

Test-A: Teste tabi tutulan kış gözlerinin herhangi bir sıcaklık değişimine maruz kalmadığı bu yaklaşımda, örnek alma sıcaklığında (-3°C) laboratuvara getirilen ve bu sıcaklık değerinde teste hazırlanan kış gözleri yine aynı sıcaklık değerinden (-3°C) başlamak üzere saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir.

Test-B: -3°C 'de alınan kış gözleri, bu test yaklaşımda, örnekleme sıcaklığında laboratuvara getirilmiş ve aynı sıcaklık değerinde teste hazırlanmıştır. -3°C 'de teste hazırlanan örnekler $+4^{\circ}\text{C}$ test başlangıç sıcaklığında 1 saat tutulduktan sonra 4°C /saat'lik sıcaklık düşüş hızıyla -40°C 'ye kadar don testine tabi tutulmuştur. Bu şartlar altında; -3°C 'deki ortamdan $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki kabine yerleştirilen kış gözleri 7°C 'lik sıcaklık farkı ile hızlı erimeye maruz kalmıştır.

Test-C: Standart Test-C metodunda, -3°C 'de alınan kış gözleri, araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanarak, standart metodun test başlangıç sıcaklığı olan $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat bekletildikten sonra $+4^{\circ}\text{C}$ /saat'lik sıcaklık düşüş hızında don testine tabi tutulmuştur. Test -40°C 'de sonlandırılmıştır. Böylece, bu grubun -3°C 'de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkıyla hızlı erimeye ve akabinde test kabinine yerleştirildiğinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır.



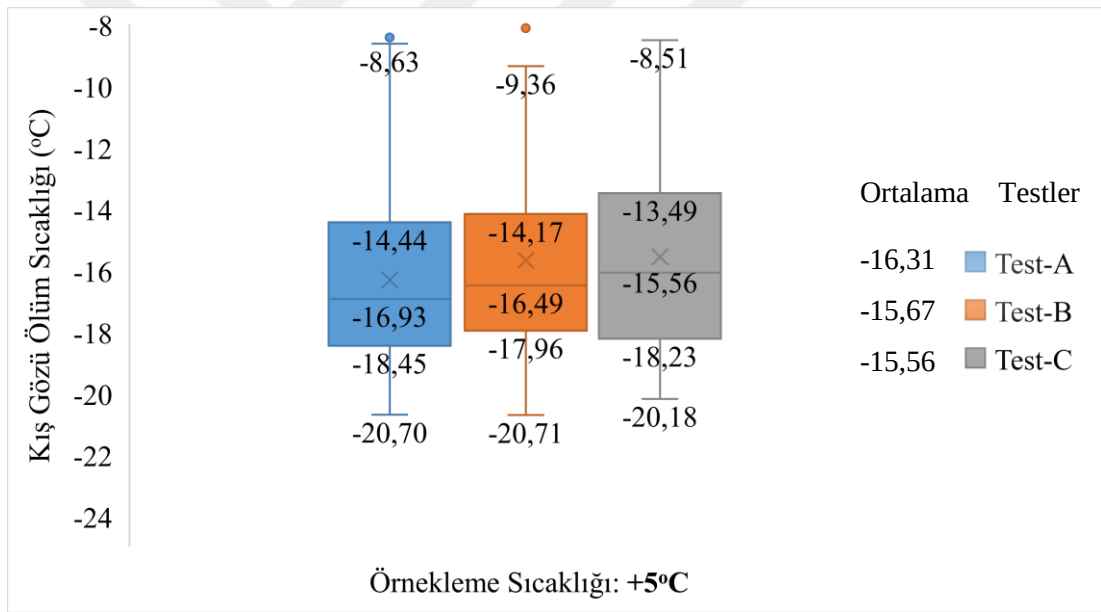
Şekil 4.9. İlk yıl dördüncü örnekleme zamanında -3°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmanın ilk yılı 30.01.2016 tarihinde (4. örnekleme zamanında) -3°C’de alınan kış gözlerinden oluşan popülasyonda %25’incinin (Q₁) ve %75’incinin (Q₃) öldüğü sıcaklık değerleri Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinde, diğer iki yönteme (Test-B ve Test-C) göre test edilenlerden daha düşük bulunmuştur. Test-A şartlarında yani hiçbir sıcaklık değişimine maruz kalmamış gözlerde Q₁, -17.74°C iken Q₃, -22.67°C olarak belirlenmiştir. Q₁-Q₃ değerleri sırasıyla Test-B’de -14.14°C ve -18.09°C, Test-C’de ise -14.89°C ve -20.81°C olarak bulunmuştur. Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinin diğer iki test yöntemiyle test edilen kış gözlerine göre daha düşük sıcaklıklarda öldüğü saptanmıştır. Test-B şartlarında test edilen kış gözlerinde ortalama ölüm sıcaklığının diğer yöntemlere göre test edilen gözlerden daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.9).

Bu veriler ışığında, test öncesinde kış gözlerinin herhangi bir sıcaklık değişimine maruz kalmadığı Test-A yöntemiyle karşılaştırıldığında, 7°C’lik sıcaklık farkı ile hızlı erimeye maruz kalmış Test-B grubu kış gözlerinin ölüm sıcaklığının 4.01°C daha yüksek olduğu, standart Test-C grubunda ise 23±2°C sıcaklık farkıyla hızlı erimeye ve akabinde 16±2°C’lik ani soğumanın kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 2.56°C azalttığı görülmüştür.

Omca taç yüksekliği sıcaklığının $+5^{\circ}\text{C}$ olarak ölçüldüğü, ilk yıl 5. örnekleme tarihinde (20.02.2016) alınan kış gözlerinin Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre belirlenen ölüm sıcaklıklarının Q-Q plot analizi ve farklı DTA yaklaşımlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir.

Test-A: Örnek alma sıcaklığı ($+5^{\circ}\text{C}$) korunarak, ısı kontrollü kabinler içerisinde laboratuvara getirilen ve hazırlık aşamasında da örnek alma anındaki sıcaklıkları muhafaza edilen kış gözleri, $+5^{\circ}\text{C}$ test başlangıç sıcaklığından başlanarak test sürecinde herhangi bir ısı şokuna maruz kalmadan saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar don testine tabi tutulmuştur.



Şekil 4.10. İlk yıl beşinci örnekleme zamanında $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-B: $+5^{\circ}\text{C}$ 'lik örnek alma sıcaklığı korunarak laboratuvara getirilen ve aynı sıcaklık değerinde teste hazırlanan kış gözleri, $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı programlanabilir test kabinine yerleştirilerek, 1 saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Test-A yaklaşımından farklı olarak bu yaklaşımda test başlangıç sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu örnek grubunda test öncesinde $+5^{\circ}\text{C}$ 'de bulunan kış

gözleri $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabinine yerleştirilince 1°C ısı farkı ile ani soğumaya maruz kalmıştır.

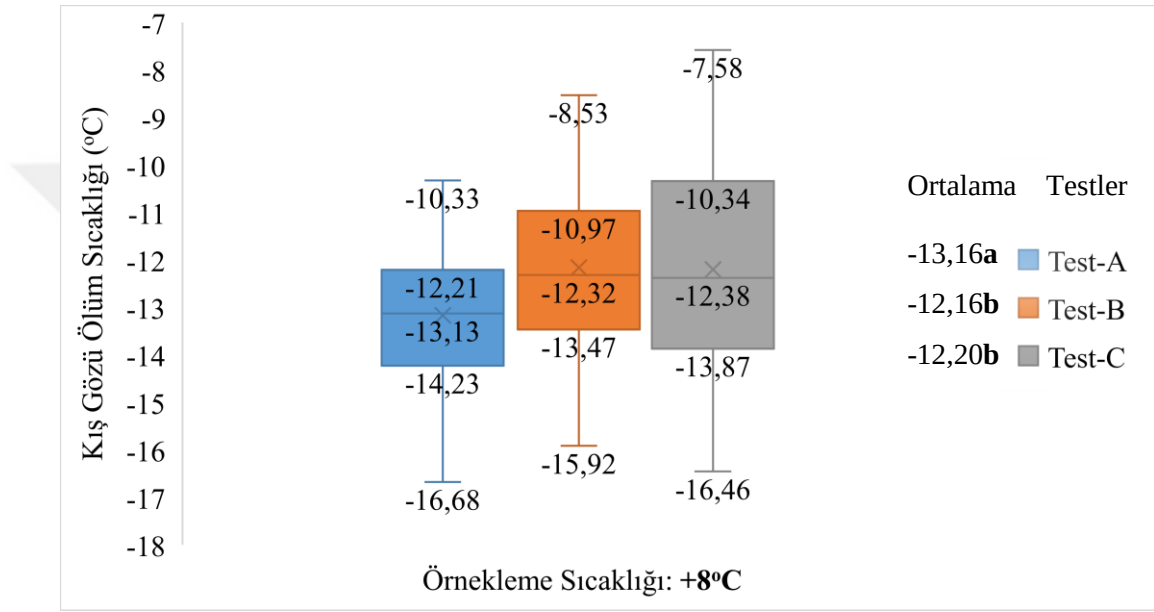
Test-C: Bağ şartlarında $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri Test-A ve Test-B den farklı olarak araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanmıştır. Yine Test-A'dan farklı ancak Test-B ile aynı şartlarda ($+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabinine yerleştirilerek, 1 saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte $+4^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test) don testine tabi tutulmuştur. Böylece Test-C grunda $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinde, araç ve laboratuvar ortamında $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve test kabinine yerleştirildiklerinde de $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğuma meydana gelmiştir.

İlk yılın 5. örnekleme zamanı olan 20.02.2016 tarihinde $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q_1 ve Q_3 değerleri Şekil 4.10'da sunulmuştur. Test-A yaklaşımında belirlenen Q_1 , Q_2 ve Q_3 değerlerinin, Test-B ve Test-C'de belirlenen değerlere yakın olduğu görülmektedir. Nitekim, en yüksek ve en düşük Q_1 ve Q_3 değerlerine sahip test yaklaşımları arasında Q_1 değeri bakımından 0.95°C 'lik bir fark belirlenirken, Q_3 değeri bakımından bu farkın 0.49°C olduğu görülmektedir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de Test-A, Test-B ve Test-C şartlarında test edilen kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarının farklılık göstermediği saptanmıştır (Şekil 4.10).

Sonuç olarak; Test-A'da herhangi bir hızlı soğuma ve/veya erimeye maruz kalmamış kış gözlerinin ölüm sıcaklığının, Test-B'de 1°C 'lik soğumaya, Test-C'de ise $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmış kış gözlerinin ölüm sıcaklığından herhangi bir farkının olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.10).

Araştırmanın ilk yılı 6. örnekleme tarihinde (10.03.2016) kış gözleri $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınmıştır. Alınan kış gözleri Test-A, Test-B ve Test-C yaklaşımlarına göre don testine tabi tutulmuştur. Elde edilen kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin, Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.11'de sunulmuştur. Veri analizi neticesinde test yaklaşımlarının kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Test-A: Bu test yaklaşımında $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınan ve aynı sıcaklıkta laboratuvara getirilen kış gözleri yine aynı sıcaklıkta teste hazırlanmıştır. Alınan kış gözleri örnek alma anındaki sıcaklık değerinden ($+8^{\circ}\text{C}$) başlanarak saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızıyla test edilmiştir. Test -40°C 'de sonlandırılmıştır. Bu yaklaşımda test edilen kış gözleri test öncesinde herhangi bir sıcaklık değişimine maruz kalmamıştır.



Şekil 4.11. İlk yıl altıncı örnekleme zamanında $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-B: Bu yaklaşımda, $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri, Test-A yaklaşımındaki gibi örnek alma sıcaklığı korunarak laboratuvara getirilmiş ve yine aynı sıcaklık değerinde teste hazırlanmıştır. Test aşamasında ise Test-C metodu ile aynı şekilde test edilmiştir. Bu gruba ait kış gözleri $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat bekletilmenin ardından saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir. DTA testi öncesi $+8^{\circ}\text{C}$ 'de bulunan bu gruptaki kış gözleri, test kabine ($+4^{\circ}\text{C}$) yerleştirilince 4°C sıcaklık farkında ani soğumaya maruz kalmıştır.

Test-C: Standart Test-C metodunda, diğer test metotları (Test-A ve Test-B) ile aynı anda ve sıcaklıkta ($+8^{\circ}\text{C}$) alınan kış gözleri diğer metotlardan farklı olarak araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanmıştır.

Bu gruptaki kış gözleri, standart metodun prosedürüne uygun olarak, test başlangıç sıcaklığı olan $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat bekletildikten sonra $+4^{\circ}\text{C}/\text{saat}$ 'lik sıcaklık düşüş hızıyla -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Böylece, bu grubun $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik hızlı ısınmaya ve sonrasında test kabinine yerleştirildiğinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır.

Araştırmanın ilk yılında son örnekleme zamanında $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınan ve farklı test yaklaşımları ile farklı prosedürlerde test edilen kış gözlerinde %25'incinin (Q_1) ve %75'incinin (Q_3) öldüğü sıcaklıklar Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinde diğer yöntemlere göre (Test-B ve Test-C) test edilenlerden daha düşük bulunmuştur. Başka bir ifade ile test öncesi herhangi bir sıcaklık şoku ve/veya değişimine maruz kalmadan (Test-A şartlarında) DTA testine tabi tutulan kış gözlerinin don toleransının, ısı değişimi geçiren (Test-B ve Test-C) kış gözlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanında kış gözü ölüm sıcaklığı yönüyle, test yaklaşımlarının çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre herhangi bir ısı değişiminin meydana gelmediği Test-A yaklaşımıyla test edilen kış gözlerinin don toleranslarının istatistiki olarak, diğer iki metoda göre test edilen kış gözlerine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11).

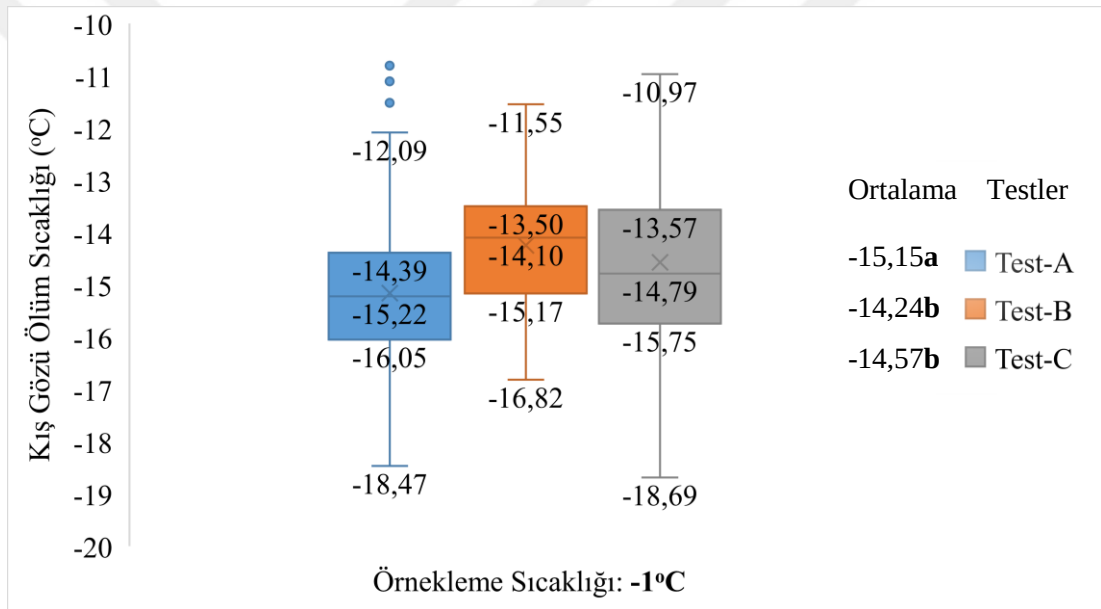
Bu verilere göre; Test-A şartlarında DTA testine tabi tutulan kış gözleriyle karşılaştırıldığında; Test-B şartlarında 4°C 'lik ani soğumaya maruz kalan gözlerin 1.00°C , standart Test-C şartlarında $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik hızlı ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmış kış gözlerinin de 0.96°C daha yüksek sıcaklıkta öldüğü tespit edilmiştir.

Omca taç yüksekliği sıcaklığının -1°C olarak ölçüldüğü, ikinci yıl 1. örnekleme tarihinde (19.11.2016) alınan kış gözlerinin Test-A, Test-B yaklaşımı ve standart Test-C metoduyla belirlenen ölüm sıcaklıklarının Q-Q plot analizi ve farklı DTA yaklaşımları ile standart metodun çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.12'de verilmiştir.

Test-A: Örnek alma anında tespit edilen -1°C sıcaklık korunarak, ısı kontrollü kabinler içerisinde laboratuvara getirilen ve test hazırlıkları da bu sıcaklıkta tamamlanan kış

gözleri, -1°C test başlangıç sıcaklığından başlanarak, test öncesinde ısı değişimine maruz kalmadan, saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızıyla -40°C 'ye kadar test edilmiştir.

Test-B: Örnek alma anında -1°C olan sıcaklık korunarak laboratuvara getirilen ve hazırlık aşaması da bu sıcakta gerçekleştirilen kış gözleri, $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış test kabininde 1 saat bekletildikten sonra saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızıyla -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Bu prosedüre göre; Test-B şartlarında test edilen kış gözleri test öncesinde 5°C sıcaklık farkıyla hızlı erimeye maruz kalmıştır.



Şekil 4.12. İkinci yıl birinci örnekleme zamanında -1°C 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-C: Bağ şartlarında -1°C 'de alınan kış gözleri, standart Test-C metodunda araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanarak, $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabinine yerleştirilmiştir. $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki kabinde 1 saat bekletildikten sonra saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızıyla test edilmiştir. DTA testi -40°C 'de sonlandırılmıştır. Bu şartlarda Test-C grubunda test edilecek kış gözleri test öncesi araç ve laboratuvar ortamında $21\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkında hızlı erimeye ve

akabinde test kabineye yerleştirildiğinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkında ani soğumaya maruz kalmıştır.

Araştırmanın ikinci yılı 1. örnekleme zamanında -1°C 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q-Q plot analiz sonuçları incelendiğinde (Şekil 4.12) Test-A yaklaşımında belirlenen Q_1 , Q_2 ve Q_3 değerlerinin, diğer test (Test-B ve Test-C) yaklaşımlarında belirlenen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Test-A yaklaşımına göre test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığının, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığından, istatistiki olarak önemli ölçüde farklı olduğu saptanmıştır (Şekil 4.12).

Sonuç olarak; Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinin, Test-B ve Test-C şartlarında test edilen kış gözlerine göre daha düşük sıcaklıklarda öldüğü belirlenmiştir. Test-A şartlarında herhangi bir sıcaklık şokuna maruz kalmamış kış gözlerinin ölüm sıcaklığının, Test-B'de 5°C 'lik hızlı erimeye maruz kalmış kış gözlerinden 0.91°C , standart Test-C yönteminde $21\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkında hızlı erimeye ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ısı farkında ani soğumaya maruz kalmış kış gözlerinden ise 0.57°C daha düşük olduğu saptanmıştır.

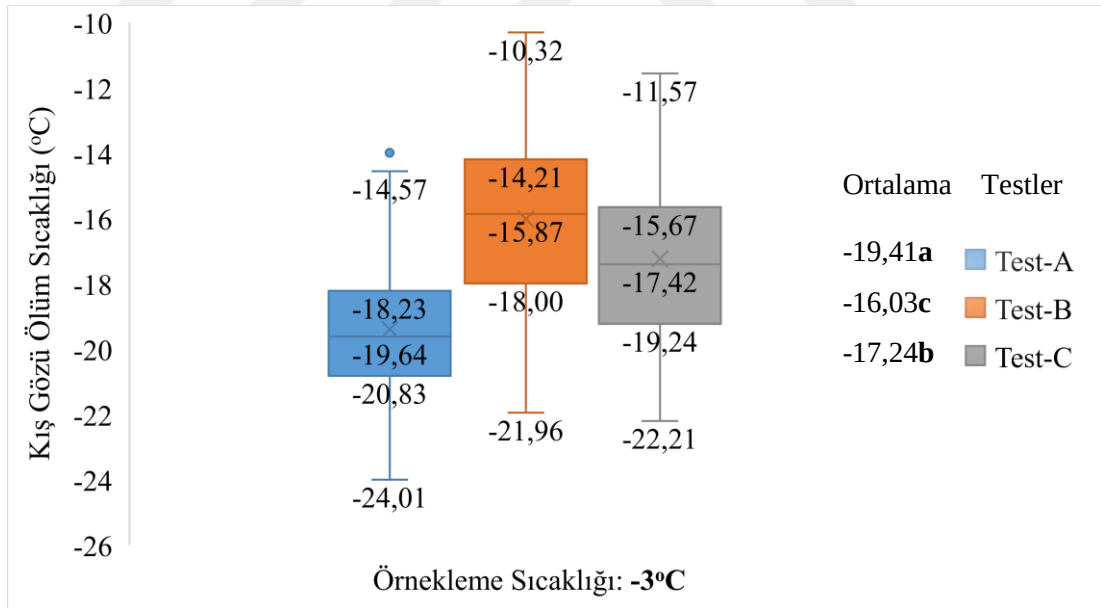
Araştırmanın ikinci yılı 2. örnekleme zamanında (10.12.2016) kış gözleri -3°C 'de alınmıştır. Alınan kış gözlerinin LTE değerleri (ölüm sıcaklıkları) aşağıda belirtilen Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre belirlenmiştir. Elde edilen verilerin, Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma testi neticesinde, test yaklaşımlarının kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Şekil 4.13).

Test-A: Örnekleme sıcaklığında (-3°C) laboratuvara getirilen ve hazırlık aşaması da bu sıcaklık değerinde tamamlanan kış gözleri, -3°C test başlangıç sıcaklığından başlanarak, test öncesinde hiç bir ısı değişimine maruz bırakılmadan, 4°C /saat sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar don testine tabi tutulmuştur.

Test-B: Örnek alma sıcaklığı (-3°C) korunarak, laboratuvara getirilmiş ve test öncesi

hazırlıkları da bu sıcaklık değerinde tamamlanmış olan kış gözleri, Test-A yaklaşımından farklı olarak $+4^{\circ}\text{C}$ test başlangıç sıcaklığında 1 saat tutulduktan sonra 4°C /saat sıcaklık düşüş hızıyla test edilmiştir. Test -40°C 'de neticelendirilmiştir. Böylece, -3°C 'de teste hazırlanan kış gözleri, $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki kabinlere yerleştirilince 7°C sıcaklık farkında hızlı erimeye maruz kalmıştır.

Test-C: -3°C 'de alınan kış gözleri, standart Test-C yönteminde, araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanmıştır. Hazırlanan kış gözleri standart uygulama gereği $+4^{\circ}\text{C}$ test başlangıç sıcaklığında 1 saat tutulduktan sonra 4°C /saat sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Böylece, bu grubun -3°C 'de alınan kış gözleri, test öncesi araç ve laboratuvar ortamında $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik hızlı erime ve akabinde test kabininde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır.



Şekil 4.13. İkinci yıl ikinci örnekleme zamanında -3°C 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmanın ikinci yılı 2. örnekleme zamanında -3°C 'de alınan kış gözleri, Test-A yaklaşımına göre test edildiğinde, kış gözü ölüm sıcaklığı bakımından en düşük Q_1 - Q_3

değerleri, sırasıyla -18.23°C ve -20.83°C olarak tespit edilmiştir. En yüksek Q_1 - Q_3 değerleri ise sırasıyla -14.21°C ve -18.00°C olarak Test-B yaklaşımına göre test edilen kış gözlerinde gözlenmiştir. Test-C’de ise Q_1 değeri -15.67°C , Q_3 değeri de -19.24°C olarak saptanmıştır (Şekil 4.13). Q-Q dağılımıyla benzer şekilde en düşük kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı (-19.41°C) Test-A şartlarında test edilen örneklerde belirlenirken, en yüksek kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı (-16.03°C) Test-B yaklaşımına göre test edilen gözlerde saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre; Test-A yaklaşımında herhangi bir hızlı soğuma ve/veya erimeye maruz kalmamış kış gözleriyle kıyaslandığında, Test-B’de 7°C sıcaklık farkında meydana gelen hızlı erimenin, kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 3.38°C , Test-C’de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında meydana gelen hızlı erimeyi takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’lik ani soğumanın ise kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 2.17°C artırdığı görülmüştür (Şekil 4.13).

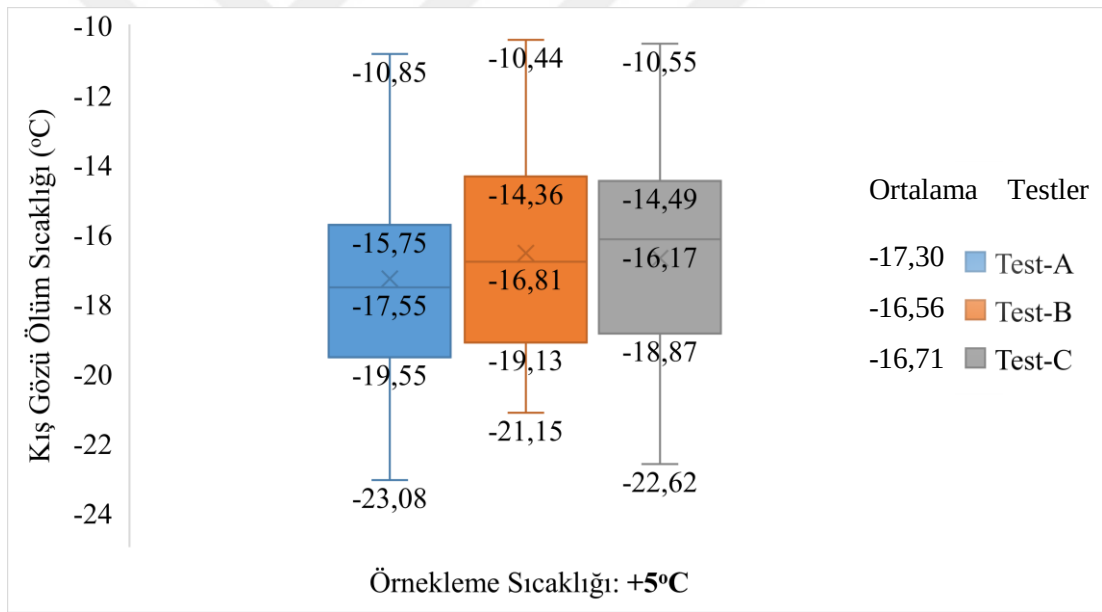
Araştırmanın ikinci yılı 3. örnekleme tarihinde (31.12.2016) $+5^{\circ}\text{C}$ ’de alınan kış gözleri aşağıda ayrıntıları sunulan Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre don testine tabi tutulmuştur. Farklı test yaklaşımlarından elde edilen LTE sıcaklık verilerine, Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma testi uygulanarak test yaklaşımlarının asma kış gözünün don toleransı üzerindeki etkileri tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

Test-A: Kış gözleri $+5^{\circ}\text{C}$ ’de alınmış ve alındıkları sıcaklıkta laboratuvara getirilmiştir. Test hazırlıkları da aynı sıcaklıkta ($+5^{\circ}\text{C}$) tamamlanmış ve DTA testine de yine aynı sıcaklık değerinde başlanmıştır. Bu sayede, kış gözleri test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmadan, saatte 4°C ’lik sıcaklık düşüş hızında -40°C ’ye kadar test edilmiştir.

Test-B: Örnek alma sıcaklığında ($+5^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilen ve bu sıcaklıkta teste hazırlanan kış gözleri, test başlangıç sıcaklığı olan $+4^{\circ}\text{C}$ ’ye ayarlı test kabinine yerleştirilmiştir. Bir saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte $+4^{\circ}\text{C}$ ’lik sıcaklık düşüş hızında -40°C ’ye kadar test edilmiştir. Böylece test öncesinde $+5^{\circ}\text{C}$ ’de bulunan kış

gözleri, $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı kabinlere yerleştirilince 1°C sıcaklık farkında ani soğumaya maruz kalmıştır.

Test-C: Test-C metodunda ise, bağ şartlarında $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri, araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanmıştır. Hazırlanan kış gözleri standart DTA yöntemi prosedürüne uygun olarak $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabinine yerleştirilmiş ve bu sıcaklıkta 1 saat bekletildikten sonra saatte $+4^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık düşüş hızıyla -40°C 'ye kadar test edilmiştir. Bu prosedür neticesinde, $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve akabinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabinine yerleştirilince $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır.



Şekil 4.14. İkinci yıl üçüncü örnekleme zamanında $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmanın ikinci yılı 3. örnekleme zamanında $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q-Q dağılımı Şekil 4.14'te verilmiştir. Test-A yaklaşımında belirlenen Q_1 , Q_2 ve Q_3 değerlerinin, diğer test yaklaşımlarında (Test-B ve Test-C) belirlenen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak, buna rağmen Test-A, Test-B ve Test-C yaklaşımlarında sırasıyla -17.30°C , -16.56°C ve -16.71°C olarak

belirlenenen kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı bakımından test yaklaşımları arasında istatistiki öneme sahip bir farklılık belirlenememiştir.

Bu sonuçlara göre, Test-A şartlarında test edilen ve test öncesinde her hangi bir ısı değişimine maruz kalmamış kış gözleri ile karşılaştırıldığında, Test-B sürecindeki 1°C 'lik soğumanın ve Test-C'de meydana gelen $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın, kış gözlerinin don toleransı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. (Şekil 4.14).

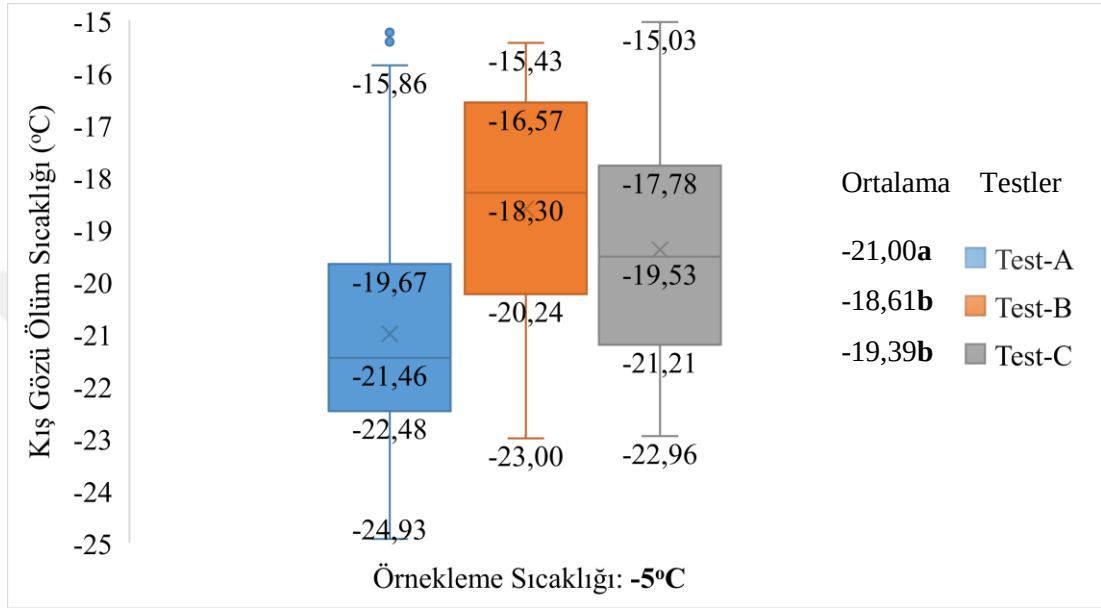
Araştırmanın ikinci yılı 4. örnekleme tarihinde (21.01.2017) kış gözleri -5°C 'de alınmıştır. Alınan kış gözleri detayları aşağıda verilmiş olan Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre don testine tabi tutmuşlardır. DTA sonucunda kış gözlerinin LTE sıcaklıkları belirlenerek, elde edilen verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma testi neticesinde, test prosedürlerinin kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Şekil 4.15).

Test-A: Bu test sürecinde teste tabi tutulacak kış gözleri herhangi bir ısı değişimine maruz kalmamıştır. Bu yaklaşımda örnek alma sıcaklığında (-5°C) laboratuvara getirilen ve bu sıcaklık değerinde teste hazırlanan kış gözleri yine aynı sıcaklık değerinden (-5°C) başlamak üzere saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar test edilmiştir.

Test-B: Test-B yöntemine göre test edilen kış gözleri, -5°C 'de alınmış, sıcaklığı korunarak laboratuvara getirilmiş ve aynı sıcaklık değerinde teste hazırlanmıştır. -5°C 'de teste hazırlanan örnekler $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabinine yerleştirilmiş ve bu sıcaklıkta 1 saat tutulduktan sonra 4°C /saat'lik sıcaklık düşüş hızıyla teste başlanmıştır. Test -40°C 'de sonlandırılmıştır. Bu şartlar altında -5°C 'deki ortamdan $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki kabine yerleştirilen kış gözleri 9°C 'lik sıcaklık farkı ile hızlı erimeye maruz kalmıştır.

Test-C: Standart Test-C prosedüründe, -5°C 'de alınan kış gözleri, araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanarak, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat bekletildikten sonra 4°C /saat'lik sıcaklık düşüş hızıyla DTA testine

başlanmıştır. Test -40°C 'de sonlandırılmıştır. Bu prosedüre göre; -5°C 'de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkıyla hızlı erimeye ve sonrasında test kabinine yerleştirildiğinde de $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır.



Şekil 4.15. İkinci yıl dördüncü örnekleme zamanında -5°C 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmanın ikinci yılı dördüncü örnekleme zamanında -5°C 'de alınan kış gözlerinden oluşan populasyonda %25'incinin (Q_1) ve %75'incinin (Q_3) öldüğü sıcaklık değerleri Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinde, diğer iki yöntem (Test-B ve Test-C) göre test edilenlerden daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte Test-B şartlarında test edilen kış gözlerinin Q_1 ve Q_3 değerleri de, Test-C prosedürüne göre test edilenlerin değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Test-A şartlarında test öncesinde hiçbir ısı değişimine maruz kalmamış kış gözlerinde Q_1 , -19.67°C iken Q_3 , -22.48°C olarak belirlenmiştir. Q_1 - Q_3 değerleri sırasıyla Test-B'de -16.57°C ve -20.24°C , Test-C'de ise -17.78°C ve -21.21°C olarak bulunmuştur. Çalışmada ayrıca Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinin diğer iki test yöntemiyle test edilen kış gözlerine göre istatistiki öneme sahip bir farklılıkla daha düşük sıcaklıklarda öldüğü saptanmıştır. Standart yöntem olan Test-C prosedürüne göre test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığı, Test-B

şartlarında test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığından daha düşük bulunmuş olsa da değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.15).

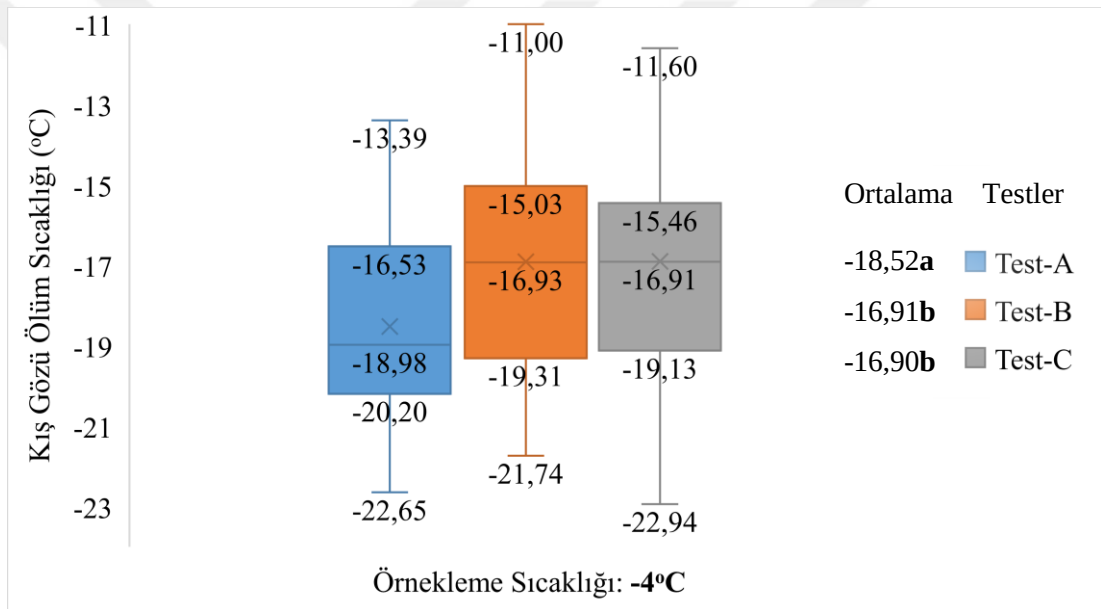
Bu verilere göre; kış gözlerinin test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmadığı Test-A yöntemiyle karşılaştırıldığında, 9°C'lik sıcaklık farkı ile hızlı erimeye maruz kalmış Test-B grubu kış gözlerinde ölüm sıcaklığının 2.39°C daha yüksek olduğu, standart Test-C grubunda ise $25 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık farkıyla hızlı erimeyi takiben meydana gelen $16 \pm 2^\circ\text{C}$ 'lik ani soğumanın kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığında 1.61°C'lik bir artışa neden olduğu görülmektedir.

Araştırmanın ikinci yılı 5. örnekleme tarihinde (11.02.2017) omca taç yüksekliği sıcaklığı -4°C olarak ölçülmüş ve bu sıcaklıkta alınan kış gözleri Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre DTA testine tabi tutulmuştur. Test sonucunda belirlenen LTE sıcaklıklarının Q-Q plot analizi ve farklı DTA yaklaşımlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.16'da verilmiştir.

Test-A: -4°C'de alınan kış gözleri sıcaklık kontrollü kabinler içerisinde laboratuvara getirilmiş ve hazırlık aşamasında da aynı sıcaklık derecesinde tutulmuşlardır. -4°C'de hazırlıkları tamamlanan kış gözleri, aynı sıcaklık değerine (-4°C) ayarlanmış test kabinine yerleştirilerek DTA testi başlatılmıştır. Bu sayede, Test-A grubundaki kış gözleri test öncesinde herhangi bir ısı şokuna maruz kalmadan saatte 4°C'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C'ye kadar don testine tabi tutulabilmiştir.

Test-B: Bu gruptaki kış gözleri, örnek alma sıcaklığı (-4°C) korunarak laboratuvara getirilmiş ve aynı sıcaklık değerinde teste hazırlanmıştır. Kış gözleri daha sonra +4°C'ye ayarlı programlanabilir test kabinine yerleştirilerek, 1 saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte 4°C'lik sıcaklık düşüş hızında test başlatılmış ve test -40°C'de sonlandırılmıştır. Test-A yaklaşımından farklı olarak test başlangıç sıcaklığı +4°C olan Test-B prosedüründe test öncesinde -4°C'de bulunan kış gözleri, +4°C'deki test kabinine yerleştirilince 8°C sıcaklık farkı ile hızlı erimeye maruz kalmıştır.

Test-C: Bağ şartlarında -4°C 'de alınan kış gözleri Test-A ve Test-B den farklı olarak araç şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) teste hazırlanmıştır. Hazırlıkları tamamlanan bu kış gözleri, Test-B prosedüründe olduğu gibi $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabineye yerleştirilerek, 1 saat bu sıcaklıkta bekletildikten sonra saatte $+4^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık düşüş hızında DTA testi başlatılmıştır. Test -40°C 'de sonlandırılmıştır. Böylece Test-C grunda -4°C 'de alınan kış gözlerinde, araç ve laboratuvar ortamında $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkında hızlı erime ve test kabineye yerleştirildiklerinde de $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğuma meydana gelmiştir.



Şekil 4.16. İkinci yıl beşinci örnekleme zamanında -4°C 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Araştırmanın ikinci yılında 5. örnekleme zamanı olan 11.02.2017 tarihinde -4°C 'de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından Q-Q plot analizler sonuçları Şekil 4.16'da sunulmuştur. Test-A yaklaşımında belirlenen Q_1 , Q_2 ve Q_3 değerlerinin, Test-B ve Test-C'de belirlenen değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Test-B ve Test-C'de belirlenen değerlerin ise nispeten birbirine yakın olduğu saptanmıştır. Nitekim, Test-B ile Test-C arasında Q_1 değeri bakımından 0.43°C 'lik bir fark belirlenirken, Q_3 değeri bakımından bu farkın 0.18°C olduğu görülmektedir. Q_2 değeri bakımından ise fark 0.02°C olarak saptanmıştır. *Duncan* çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de Test-A

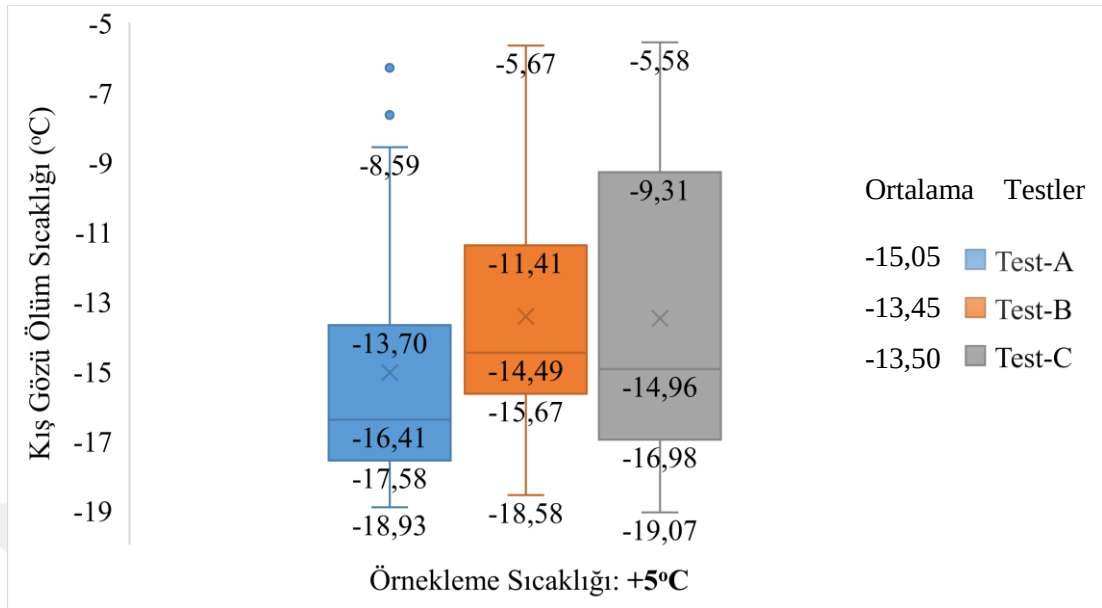
prosedürüyle test edilen kış gözlerinin, diğer iki yöntemle göre test edilen kış gözlerinden önemli derecede ($p \leq 0.01$) daha düşük sıcaklıkta öldüğü görülmüştür. Test-B ve Test-C şartlarında test edilen kış gözlerinin ölüm sıcaklıkları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.16).

Sonuç olarak; Test-A'da herhangi bir hızlı soğuma ve/veya erimeye maruz kalmamış kış gözlerinin ölüm sıcaklığının, Test-B'de 8°C sıcaklık farkı ile hızlı erimeye maruz kalmış kış gözlerinin ölüm sıcaklığından 1.61°C , Test-C'de $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkında hızlı erimeyi takiben $16 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmış kış gözlerinin ölüm sıcaklığından ise 1.62°C daha düşük olduğu bulunmuştur (Şekil 4.16).

Araştırmanın ikinci yılı 6. örnekleme tarihinde (04.03.2017) kış gözleri $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınmıştır. Alınan kış gözleri Test-A, Test-B yaklaşımları ve Test-C metoduna göre don testine tabi tutulmuştur. Elde edilen kış gözü ölüm sıcaklıklarına ait verilerin, Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 4.17'de sunulmuştur. Veri analizi neticesinde Test-A, Test-B ve Test-C yöntemlerinin kış gözü ölüm sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Test-A: Bu test yaklaşımında $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmaması için örnek alma anındaki sıcaklıkları korunarak laboratuvara getirilmiş ve yine aynı sıcaklıkta teste hazırlanmıştır. Söz konusu kış gözleri, örnek alma anındaki sıcaklık değerinden ($+5^{\circ}\text{C}$) başlanarak saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında -40°C 'ye kadar DTA testine tabi tutulmuştur.

Test-B: Dönemin örnekleme sıcaklığı olan $+5^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri Test-A yaklaşımında olduğu gibi, örnek alma sıcaklığında laboratuvara getirilmiş ve teste hazırlanmıştır. Test aşamasında ise Test-C metodu ile aynı şekilde, $+4^{\circ}\text{C}$ ayarlanmış test kabineye yerleştirilen kış gözleri bu sıcaklıkta 1 saat bekletilmenin ardından saatte 4°C 'lik sıcaklık düşüş hızında DTA testi başlatılmıştır. Test -40°C 'ye kadar devam etmiştir. DTA testi öncesi $+5^{\circ}\text{C}$ 'de bulunan bu gruptaki kış gözleri, test kabineye ($+4^{\circ}\text{C}$) yerleştirilince 1°C 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır.



Şekil 4.17. İkinci yıl altıncı örnekleme zamanında +5°C’de alınan kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarına göre farklı Test Metodlarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları

Test-C: Test-C metodunda, +5°C’de alınan kış gözleri standart DTA prosedürü gereği, diğer test yaklaşımlarından (Test-A ve Test-B) farklı olarak, araç şartlarında (20±2°C) laboratuvara getirilmiş ve laboratuvar ortamında (20±2°C) teste hazırlanmıştır. Bu gruptaki kış gözleri, yine standart metodun prosedürüne uygun olarak, test başlangıç sıcaklığı olan +4°C’de 1 saat bekletildikten sonra 4°C /saat’lik sıcaklık düşüş hızında -40°C’ye kadar test edilmiştir. Böylece, bu grubun +5°C’de alınan kış gözleri, araç ve laboratuvar ortamında 15±2°C’lik hızlı ısınmaya ve akabinde test kabineye yerleştirildiğinde 16±2°C’lik ani soğumaya maruz kalmıştır.

Araştırmanın ikinci yılının son örnekleme zamanında +5°C’de alınan ve Test-A şartlarında test edilen kış gözlerinde %25’incinin (Q₁), %50’cinin (Q₂) ve %75’incinin (Q₃) öldüğü sıcaklıklar, diğer yöntemlere göre (Test-B ve Test-C) test edilenlerden daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte Test-A ve Test-B şartlarında test edilen örneklerde Q₁-Q₃ aralığının Test-C’ye göre daha dar bir sıcaklık bandında olduğu saptanmıştır. Ayrıca Test-B ve Test-C’de belirlenen (Q₂) değerlerinin de kısmen birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Ancak, buna rağmen *Duncan* çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre test edilen kış gözlerinin

ortalama ölüm sıcaklıkları arasında istatistiki öneme sahip bir farklılık bulunamamıştır (Şekil 4.17).

Bu örnekleme tarihine ait sonuçlara göre; Test-A’da herhangi bir ısı değişimine maruz kalmamış kış gözleri ile karşılaştırıldığında; Test-B’deki 1°C ’lik soğumanın ve Test-C’deki $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’lik hızlı ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’lik ani soğumanın, kış gözlerinin ölüm sıcaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Şekil 4.17).



5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Tartışma

Günümüzde Mills *et al.* (2006) tarafından geliştirilen şekli ile standart metot haline gelmiş olan Diferansiyel Termal Analiz yöntemi (DTA); yaprağını döken ve süper soğuma özelliği gösteren, asma, şeftali, kayısı, elma, erik, kiraz, vişne ve yaban mersini gibi türlerin çiçek tomurcuklarının ton toleranslarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Quamme 1974; Proebsting and Sakai 1979; Ashworth *et al.* 1981; Andrews *et al.* 1984; Quamme 1986; Warmund *et al.* 1988; Mills *et al.* 2006; Salaraz-Gutierrez *et al.* 2014; Grant and Dami 2015; Salaraz-Gutierrez *et al.* 2016; Todaro and Dami 2017; Cragin *et al.* 2017; Kaya and Köse 2017). Bu yöntemde dokuların örnekleme dönemindeki sıcaklıkları dikkate alınmadan teste başlama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Bu durum $+4^{\circ}\text{C}$ 'den yüksek sıcaklıklarda alınan örnekler için ani sıcaklık düşüşüne (hızlı soğuma), $+4^{\circ}\text{C}$ 'den düşük sıcaklıklarda alınan örnekler için ise örnek sıcaklığına bağlı olarak ani ısınma veya ani çözünmelere (hızlı erime) neden olmaktadır. Bunun yanında standart DTA testlerinde örneklerin araç şartlarında nakledilmesi ve test öncesi örnek hazırlıklarının laboratuvar şartlarında gerçekleştirilmesi de örnek sıcaklıklarına bağlı olarak benzer şekilde hızlı erime veya hızlı ısınmalara neden olmaktadır. Hızlı çözünme, ısınma ve donma süreçlerinin don toleransını değiştirebileceği endişesi araştırmacılar tarafından dile getirilmiş (Salaraz-Gutierrez *et al.* 2014) olsa da bu konuyu aydınlatacak detaylı çalışmalar henüz gerçekleştirilmemiştir. Örneklerin alındığı dönem sıcaklığı, örneklerin muhafaza sıcaklığı, örneklerin teste hazırlanması sürecindeki ortam sıcaklığı ve buna bağlı olarak test öncesi doku sıcaklıkları hususunda bir standard geliştirilmemiştir. Bu nedenle çalışmamızda, hızlı soğuma, erimenin veya ısınmaların dona dayanıklılık üzerindeki muhtemel etkileri önlenerek, daha gerçekçi ve güvenilir tahminlerde bulunabilmek adına, standart metotda gözardı edilen, örnek sıcaklıkları ile teste başlama sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkının meydana getirebileceği değişimlere bağlı olarak ortaya çıkabilecek don toleransı değişimleri, farklı test öncesi muhafaza şartları ve farklı test başlangıç sıcaklıklarının don testi sonuçları üzerindeki etkileri incelenerek tartışılmıştır.

DTA testi öncesinde maruz kalınan ısı değişimlerinin Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin don toleransı üzerindeki muhtemel etkileri, Test-A, Test-B ve Test-C (standart metot) yaklaşımlarıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Farklı test yaklaşımların etkileri, her bir tomurcuğun ölüm sıcaklığı olan düşük sıcaklık ekzoterm (LTE) sıcaklığı esas alınarak karşılaştırılmıştır. Bu sayede, farklı test yaklaşımlarına bağlı olarak meydana gelen ısı değişimlerinin etkileri saptanmıştır.

Çalışmada iki yıl boyunca farklı çevre sıcaklıklarında alınan ve test yaklaşımlarına göre test öncesinde farklı şekillerde nakledilen ve bunun yanında farklı şartlarda teste hazırlanan ve test edilen 1994 adet kış gözünün LTE sıcaklık değerlerinin normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak, verilerin hafif sağa çarpık bir dağılım (çarpıklık değeri 0,25) sergilediği görülmüştür (Şekil 4.1). Verilerimize ait çarpıklık değerinin, normal dağılıma uygun veriler için, kabul edilebilir sınır değerler olan -1,5 ve +1,5 aralığında olduğu görülmüştür (Tabachnick and Fidell 2013). Bu nedenle, normal dağılım gösteren ve en az eşit aralıklı ölçek düzeyinde olan LTE sıcaklık verilerimiz için, en sağlam merkez eğilim ölçüsü olarak verilerin tamamını temsil eden sayısal değer olarak ortalama LTE sıcaklık değerinin kullanılması doğru bir yaklaşım olmuştur.

Araştırma sürecinde iki yıl boyunca incelenen 1994 adet kış gözü içerisinde en yüksek ölüm sıcaklığı -5.58°C olarak belirlenirken, en düşük ölüm sıcaklığı -25.52°C ve ortalama ölüm sıcaklığı -16.95°C olarak tespit edilmiştir. Bu değerler aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon dönemlerinde alınan gözler için olağan değerlerdir. Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığı bakımından çeşit üzerinde daha önce yürütülen çalışma bulguları ile bulgularımız benzerlik göstermektedir. Nitekim, Kaya (2011) koltuk sürgünü varlığının Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin don toleransı üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında dormant sezon boyunca kış gözü ölüm sıcaklığının ortalama -6.6°C ile -12.7°C arasında meydana geldiğini belirlemiştir. Farklı pozisyonlardaki kış gözlerinin ölüm sıcaklıklarını belirlemeye yönelik olarak, aynı çeşit üzerinde yürütülen başka bir çalışmada da 2010-2011 dormant döneminde kış gözlerinin ortalama olarak -4.80°C ile -13.63°C arasında, 2011-2012 dormant sezonunda ise -4.65°C ile -12.55°C arasında öldüğü tespit edilmiştir (Buztepe 2016). Bununla birlikte, söz konusu

çalışmalarda elde edilen veriler, pek çok tomurcuğa ait ortalama veriler olsa da, Karaerik üzüm çeşidi kış gözlerinin maksimum ve minimum ölüm değerlerine ait bulgularımızı da destekler niteliktedir. Diğer taraftan, asmada kış gözlerinin mevsime, yıla, bulunduğu pozisyona, biyokimyasal içeriğine, yanında kış gözü olup olmamasına ve daha pek çok faktöre bağlı olarak farklı sıcaklıklara dayanabileceği de bilinmektedir (Fennell 2004; Kaya and Köse 2017; Zhang *et al.* 2012; Keller 2015).

Araştırmada elde edilen iki yıllık verinin analizi neticesinde; kış gözü ölüm sıcaklıklarının yıla, örnekleme zamanına ve test yaklaşımlarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, kış gözlerinin don toleransı üzerindeki etkileri bakımından, örnekleme zamanının yıldan yıla farklılık gösterdiği de saptanmıştır (Çizelge 4.2). Bu yöndeki bulgularımız genel literatür bilgileri ile uyum içerisindedir. Asma kış gözlerinin düşük sıcaklıklara dayanımının yıla ve mevsime göre farklılık gösterdiği bilinmektedir (Fennell 2004; Ferguson *et al.* 2014; Köse and Kaya 2017). Nitekim, asma kış gözlerinin iklimsel parametrelerindeki farklılığa ve yıl içerisinde de mevsimsel olarak aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon süreçlerindeki değişime bağlı olarak don toleransında farklılıklar olduğu bilinmektedir (Zabadal *et al.* 2007; Garant 2012).

Diğer yandan, istatistiki olarak hem yıllar birlikte (Çizelge 4.2) hem de ayrı ayrı (Çizelge 4.3) değerlendirildiğinde kış gözü ölüm sıcaklıklarının test yaklaşımlarına göre farklılık göstermesi, başka bir ifade ile farklı test yaklaşımlarıyla test edilen kış gözlerinde belirlenen LTE değerlerinin farklı olması hipotezimizin doğruluğunun ispatına yönelik ilk olumlu sonuçlardır. Diğer yandan yıl x test metotları interaksyonunun $p \leq 0.01$ 'de önemsiz bulunması, test yaklaşımlarının yıllara göre farklı etkiye sahip olmadığı, diğer bir ifade ile, test yaklaşımlarının tutarlı ve stabil olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.2). Bununla birlikte her iki araştırma döneminde de test yaklaşımlarından elde edilen LTE değerlerinin örnekleme zamanına göre farklılık göstermesi (Çizelge 4.3) test öncesi ani ısı değişimlerinin kış gözü ölüm sıcaklıklarını değiştirebileceği hipotezimizin ön kanıtı olabilir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki dormant sezonda da (her iki yılda da) DTA testi öncesinde kış gözlerinde herhangi bir ısı değişiminin yaşanmadığı ve Test-A yaklaşımında diğer iki teste göre (Test-B ve Test C) kış gözü ölüm sıcaklıkları ortalaması

istatistiki olarak önemli derecede daha düşük bulunmuştur. Bu durum, test öncesi yaşanan ısı değişimlerinin kış gözü ölüm sıcaklıklarını değiştirebileceğinin bir diğer ön kanıtı olarak nitelendirilebilir (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).

Ancak, konunun daha net anlaşılması adına her bir örnek alma sıcaklığında, Test-A, Test-B ve Test-C prosedürlerine göre belirlenen kış gözü ortalama ölüm sıcaklıkları arasındaki farklılıkların analiz edilmesi gerekir. Bu nedenle farklı örnekleme zamanlarında örnek alınması suretiyle sağlanan farklı örnekleme sıcaklıklarının her biri kendi içerisinde değerlendirilerek test öncesi ısı değişimlerinin don toleransı üzerindeki muhtemel etkileri değerlendirilmiştir.

2015/2016 dormant sezonunda ilk örnek alma döneminde (30.11.2015) hava sıcaklığı $+6^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Test-A yaklaşımında kış gözleri, test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmamıştır. Test B yaklaşımında ise kış gözleri test başlamadan 2°C 'lik hızlı soğumaya maruz kalmıştır. Test-A yaklaşımı ile test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığının Test-B yaklaşımı ile test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklıkları arasında istatistiki olarak bir farklılık olmaması 2°C 'lik hızlı soğumanın kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı göstermektedir. Başka bir ifade ile test öncesinde 2°C 'lik ani soğuma kış gözlerinin don toleransını değiştirmemektedir. Kanaatimize göre bu durum, test öncesinde kış gözlerinin test başlangıç sıcaklığı olan ve 2°C 'lik bir ani soğumanın temel nedeni olan $+4^{\circ}\text{C}$ test başlangıç sıcaklığına yakın pozitif bir değerde ($+6^{\circ}\text{C}$) olmasıdır. Örnek alma tarihi itibarıyla iklimasyon döneminde olan ve henüz hava sıcaklıkları dondurucu değerlere düşmeden alınan, dolayısıyla herhangi bir donma çözünmeye maruz kalmamış kış gözleri için 2°C 'lik bir soğuma don toleransı üzerinde herhangi bir etki göstermemiş olabilir. Test-A yaklaşımıyla karşılaştırıldığında, standart Test-C metodunda teste başlamadan önce $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalan kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığının 2.08°C daha yüksek bulunması, bu değerlerdeki ısınma ve soğumanın kış gözü don toleransını azalttığını göstermektedir. Nitekim, Salazar-Gutierrez *et al.* (2014) ani sıcaklık düşüşlerinin düşük sıcaklık zararını artırabileceğini bildirmektedir. Snyder and Melo (2005) hücre içi don hasarının hızlı

soğuma ile doğrudan ilişkili olduğunu, ancak, bu ilişkinin daha çok düşük sıcaklıklarda gözlemlendiğini bildirmektedir. Bununla birlikte Batı Ladini (*Thuja occidentalis* L.) üzerinde yapılan bir çalışmada tür için kritik olarak kabul edilen sıcaklıklarda bile hızlı sıcaklık düşüşlerinin önemli hasarlara neden olduğu görülmüştür (White and Wieser 1964).

2015/2016 dormant sezonu, 2. örnek alma zamanında -9°C 'de alınan ve Test-A yaklaşımına göre test edilen kış gözlerinin LTE sıcaklık ortalamasının Test-B ve Test-C'ye göre test edilen kış gözlerinin LTE sıcaklık ortalamalarından istatistiki olarak daha düşük olduğu görülmüştür. Test-B yaklaşımı ve Test-C metodundan elde edilen LTE sıcaklık ortalamalarının ise benzer olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Test-A yaklaşımı ile karşılaştırıldığında, Test-B'de 13°C sıcaklık farkıyla hızlı erimenin kış gözlerinin don toleranslarını 2.34°C , Test-C'de yaşanan $29\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkındaki hızlı erime ve akabindeki $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın ise 2.77°C azalttığı saptanmıştır (Şekil 4.7). Test-A yaklaşımı ile test edilen kış gözleriyle karşılaştırıldığında Test-B ve Test-C'ye göre test edilen kış gözlerinin don toleranslarının daha düşük olması ve daha yüksek sıcaklıklarda ölmesi muhtemelen hızlı erimeden kaynaklanmaktadır. Pek çok araştırmacı kış süresince tekrarlanan donma ve çözünme döngülerinin don zararını artırdıklarını bildirmektedirler (Guy 1990; Ashworth and Wisniewski 1991; Wolf and Cook 1992; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Garcia (2001), yaptığı bir çalışmada, kiraz tomurcuklarının 24°C oda sıcaklığında 4 saat süre ile hızlı bir erimeye tabi tutulmasının ardından soğuğa tolerans derecelerinde 5°C 'lik bir kaybın olduğunu, elma çiçek tomurcuklarında ise 21°C sıcaklıklarda 1 gün çözünmenin soğuğa toleransı 31°C azalttığını belirlemiştir. Wolf ve Cook (1992) kış ortasında omca gövdelerinin radyasyon sıcaklıklarına maruz kalmasının don toleransının azaldığını bildirmektedir. Araştırmacılar radyasyon sıcaklıklarının kısa süreli bile olsa dokularda çözünme meydana getirdiği bu nedenle don toleransında azalma gözlemlendiğini ifade etmektedirler. Benzer bulgular, yüksek dona dayanım özelliği ile bilinen *V. amurensis* türünde de gözlemlenmiştir (Reisch and Pratt 1996).

Bunun yanında Test-B yaklaşımı ve standart Test-C metoduna göre test edilen kış gözlerinde ortalama ölüm sıcaklığının benzer bulunması Test-B'deki 13°C sıcaklık

farkında oluşan çözünme ile Test-C'de meydana gelen $29\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkındaki erime ve akabindeki $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın benzer etkiye neden olacağını göstermektedir. Ancak, düşük sıcaklıklardaki dokularda, çözünme hızı ve süresine bağlı olarak, don toleransının farklı seviyelerde azaldığı pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Andrews and Proebsting 1987; Ashworth and Wisniewski 1991; Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006). Çözünme sonrası tekrar dondurulduklarında, hızlı çözünen ve/veya çözünme süresi kısa olan dokuların, uzun süre ve/veya yavaş çözünen dokulara göre dona daha dayanıklı oldukları belirtilmektedir (Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006). Nitekim, Raisanen *vd.* (2006) *Picea abies* türünde -17°C 'de 4 hafta bekletilen örneklerden 5°C 'ye ısıtılarak 3 saatten daha kısa süre çözündürülen örneklerin, tekrar dondurulduğunda, 18 saat süreyle çözündürülen örneklerden daha düşük LTE değerleri gösterdiklerini belirlemişlerdir. Bu bulgular, Test-B'ye göre daha hızlı çözünmenin meydana geldiği Test-C yaklaşımında çözünmeyi takiben meydana gelen $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın da don toleransını azaltabileceğinin kanıtıdır.

Hava sıcaklığının $+3^{\circ}\text{C}$ olarak belirlendiği 2015/2016 dormant dönemi, 3. örnek alma (10.01.2016) zamanında, kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı bakımından, Test-A, Test-B ve Test-C (sırasıyla -17.32 , -18.32 ve -18.01°C) yöntemleri arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunamamıştır (Şekil 4.8). Başka bir ifade ile kış gözlerinin test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmadığı Test-A yaklaşımı ile karşılaştırıldığında, test öncesinde kış gözlerinin 1°C 'lik ani ısınmaya (Test-B) ve $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmasının (Test-C) nın kış gözlerinin don toleransı üzerinde etkisiz olduğu görülmüştür. Kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı bakımından Test-A ve Test-B yaklaşımları arasında istatistiki öneme sahip bir farklılığın bulunmaması 1°C 'lik ısınmanın kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı göstermektedir. Başka bir ifade ile test öncesinde 1°C 'lik ısınma, kış gözlerinin don toleransı üzerinde etkili olabilecek herhangi bir değişime neden olmamıştır. Kanaatimize göre bu durum test öncesinde kış gözlerinin test başlangıç sıcaklığına yakın pozitif bir değerde ($+3^{\circ}\text{C}$) olmasıdır. Dolayısıyla kış gözlerinin $+3^{\circ}\text{C}$ 'den $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki test kabineye yerleştirilmesiyle don toleransını etkileyebilecek

değişimlerin ortaya çıkmadığı düşüncesindeyiz. Bu yönüyle bulgularımız kısmen 2015/2016 dormant dönemi, 1. örnekleme zamanında $+6^{\circ}\text{C}$ 'de alınan örneklerden elde edilen bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Ancak, Test-C'de $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmış kış gözlerinde don toleransında bir değişikliğin olmaması net olarak açıklanamamıştır. Zira, bu örneklerle benzer şekilde, 2015/2016 dormant dönemi, 1. örnekleme zamanında $+6^{\circ}\text{C}$ 'de alınan örnekler, Test-C prosedürüne göre $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kaldığında, kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığının 2.08°C arttığı bulunmuştur. Bu durum, kış gözü ölüm sıcaklıkları bakımından, test yöntemleri arasındaki farklılığın sadece test öncesi ısı değişimlerinden kaynaklanmadığı bunun yanında test başlangıç sıcaklığının da bu farkın oluşmasında etkili olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla bir başka açıdan bakıldığında, örnek alma sıcaklığı ve buna bağlı olarak Test-A yaklaşımındaki test başlangıç sıcaklığının, standart test başlangıç sıcaklığı olan $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye yakınlığı ölçüsünde kış gözleri don toleransları arasındaki farklılığın azaldığı kanaatine varılabilir. Bu nedenle söz konusu 2015/2016 dormant dönemi, 3. örnekleme zamanında örnek alma sıcaklığı ve buna bağlı olarak Test-A yaklaşımında test başlangıç sıcaklığı ($+3^{\circ}\text{C}$) ile Test-B yaklaşımı ve standart Test-C yönteminde test başlangıç sıcaklığı ($+4^{\circ}\text{C}$) arasındaki farkın (1°C) küçük oluşu, standart yöntem ile diğer test yaklaşımları arasındaki farkın önemsiz oluşunun temel nedenlerinden biri olabilir. Zira, 2015/2016 dormant dönemi, 1. örnekleme zamanında $+6^{\circ}\text{C}$ 'de alınan örnekler, Test-A prosedüründe DTA testine $+6^{\circ}\text{C}$ 'de başlanmıştır. Dolayısıyla Test-A yaklaşımında kış gözleri, test başlangıç sıcaklığındaki 2°C 'lik fark nedeniyle standart Test-C yöntemine göre 30 dk daha fazla uyum süreci yaşamıştır. Uyum sürecindeki bu farklılığın, kış gözlerinin don toleransı bakımından Test-A yaklaşımı ve standart Test-C yöntemi arasındaki farklılığın nedenlerinden biri olabileceği düşüncesindeyiz. Nitekim, bitkilerin laboratuvar koşullarında $2-6^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklara belirli bir süre maruz bırakılmasıyla soğuğa uyumun sağlanabileceği bildirilmiştir (Tiryaki 2015).

Araştırmanın ilk yılı 2015/2016 çalışma döneminde 30 Ocak 2016 tarihinde (4. örnekleme zamanı) hava sıcaklığı -3°C iken alınan kış gözlerinin LTE sıcaklık ortalamaları test yaklaşımlarına göre farklılık göstermiştir. Test-A prosedürüne göre test

öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmadan test edilen kış gözlerinin don toleransının, Test-B'ye göre test edilen kış gözlerine oranla 4.01°C , Test-C yöntemiyle test edilen kış gözlerine göre ise 2.56°C daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9). Dolayısıyla, 7°C 'lik sıcaklık farkıyla hızlı erimenin ve $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkıyla hızlı erimeyi takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın kış gözlerinin dona dayanımını azalttığı görülmektedir. Bu bulgularımız, aynı örnek alma sıcaklık değerine (-3°C) sahip araştırmanın ikinci yılı 2016-2017 dormant dönemi 2. örnek alma zamanı bulgularıyla da örtüşür niteliktedir. Her iki dönemde de örnekleme sıcaklıklarının aynı olması nedeniyle Test-B yaklaşımı ve Test-C metodunda yaşanan ısı değişimleri de aynı değerlerdedir. Bu bağlamda, araştırmanın 2. yılı 2. örnekleme zamanında da Test-A yöntemiyle karşılaştırıldığında, kış gözü don toleransı 7°C 'lik sıcaklık farkı ile hızlı erimenin yaşandığı Test-B yaklaşımında 3.38°C , $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkıyla hızlı erimeyi takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın etkili olduğu Test-C yönteminde ise 2.17°C daha düşük tespit edilmiştir. Farklı yıllarda ancak, aynı örnekleme sıcaklığında alınan kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklıkları bakımından elde edilen sonuçların benzer olması, test yaklaşımları arasındaki farklılığın büyük ölçüde test öncesi ısı değişiminden kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir. Her iki örnekleme zamanında da (hem 1. yıl, 4. örnekleme zamanı, hem de 2. yıl, 2. örnekleme zamanı) kış gözlerinin maruz kaldıkları erime (Test-B) ve erime-soğuma (Test-C) süreçlerinin don toleransını değiştirebileceğine yönelik bulgularımız pekçok çalışma bulgularıyla kanıtlanabilir niteliktedir. Garcia (2001), kiraz ve elma tomurcukları üzerinde yaptığı bir çalışmada hızlı bir erimenin ardından tekrar dondurulduklarında tomurcukların dona dayanımlarında kayda değer bir azalma yaşandığını tespit etmiştir. Ayrıca asmalar üzerinde yapılan çalışmalarda da (Wolf and Cook 1992;1994; Reisch and Pratt 1996) benzer bulgular elde edilmiştir.

Araştırmanın birinci yılı (2015/2016 dormant sezonu) 5. örnekleme zamanı ile ikinci yılı (2016/2017 dormant ezonu) 3. ve 6. örnekleme zamanlarında hava sıcaklığı $+5^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Söz konusu örnekleme zamanlarında aynı sıcaklık değerinde ($+5^{\circ}\text{C}$) alınan kış gözleri, test öncesinde aynı test yaklaşımı için aynı ısı değişimlerine maruz kalmıştır. Bu üç örnekleme zamanında da Test-A'da herhangi bir hızlı soğuma ve/veya erimeye maruz kalmamış kış gözleri, Test-B'de 1°C 'lik soğumaya, Test-C'de ise $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani

ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumaya maruz kalmıştır. Söz konusu üç örnekleme zamanında da kış gözlerinin ölüm sıcaklığı bakımından test yaklaşımları arasında istatistiki öneme sahip bir farklılık belirlenememiştir. Bu durum test öncesi ısı değişimlerinin, asma kış gözlerinin dona dayanıklılığı üzerinde etkili olabileceğini kanıtlar niteliktedir. Bu üç örnekleme zamanına dolayısıyla $+5^{\circ}\text{C}$ 'lik örnekleme sıcaklığına ait bulgular, araştırmanın birinci yılı 3. örnekleme zamanı bulgularıyla paralellik göstermektedir. Bu sebeple araştırmanın birinci yılı 3. örnekleme zamanı bulgularında da tartışıldığı gibi test öncesinde pozitif değerlerde bulunan kış gözleri için 1°C 'lik soğumanın don toleransı üzerinde etkili olabilecek herhangi bir değişime neden olamayacağı kanaatindeyiz. Diğer taraftan Test-A ile karşılaştırıldığında, Test-C'de $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın kış gözlerinin don toleransı üzerinde olumlu veya olumsuz yönde bir değişiklik meydana getirmemiştir. Bu durum, kış gözü ölüm sıcaklıkları bakımından, test yöntemleri arasındaki farklılığın, test öncesi ısı değişimleri yanında test başlangıç sıcaklığından da kaynaklanabileceğini göstermektedir. Bu durum ile benzerlik gösteren, araştırmanın ilk yılı, (2015/2016 dormant dönemi) 3. örnekleme zamanında da detaylı olarak açıklandığı gibi, Test-A yaklaşımında test başlangıç sıcaklığı ($+5^{\circ}\text{C}$) ile Test-B yaklaşımı ve standart Test-C yönteminde test başlangıç sıcaklığı ($+4^{\circ}\text{C}$) arasındaki farkın 1°C oluşu, standart yöntem ile diğer test yaklaşımları arasındaki farkın önemsiz oluşunun temel nedenlerinden biri olabilir.

Deaklimasyon evresinin sonuna denk gelen ilk yılın 6. örnek alma (10.03.2016) tarihinde kış gözleri $+8^{\circ}\text{C}$ 'de alınmıştır. Farklı test yaklaşımları ve standart yöntem prosedürlerine göre gerçekleştirilen DTA test sonuçlarına göre; Test-A yaklaşımında belirlenen kış gözü LTE sıcaklık ortalamasının Test-B ve Test-C'de belirlenenden istatistiki olarak daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu verilere göre; herhangi bir test öncesi ısı değişimine maruz kalmamış kış gözleri ile karşılaştırıldığında, Test-B şartlarında 4°C 'lik ani soğumanın, gözlerin don toleransını 1.00°C azalttığı tespit edilmiştir. Benzer bir durum ilk yıl 1. örnekleme sıcaklığı olan $+6^{\circ}\text{C}$ 'de alınan kış gözleri için de belirlenmiştir. Ancak, söz konusu dönemde 2°C 'lik ani soğumanın don toleransını etkilemediği görülmüştür. Fakat bu dönemde (araştırmanın ilk yılı, 6. örnekleme zamanı) ani soğumanın 4°C sıcaklık farkıyla gerçekleşmesi kış gözlerinin don toleransını olumsuz etkilemiş olabilir. Nitekim,

ani sıcaklık düşüşlerinin, düşük sıcaklık zararını artırabileceğini bildirmektedir (White and Wieser 1964; Snyder and Melo 2005; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014). Diğer taraftan bitkilerde hızlı ve ani sıcaklık düşüşlerinin (hızlı soğuma) önemli fizyolojik değişikliklere neden olduğuna dair pek çok bulgu mevcuttur (Minorsky 1989; Knight *et al.* 1996; Plieth *et al.* 1999; Nordin Henriksson and Trewavas 2003). Bitkinin sıcaklık algılaması uygulanan donma sıcaklığından ziyade soğuma hızına bağlıdır (Smallwood and Bowles 2002; Beck *et al.* 2007). Bu nedenle, dakikada 1-10°C den daha büyük oranlardaki sıcaklık düşüşleri olarak tanımlanan, hızlı soğumanın, bitkilerde protoplazmik akışkanlık, soğuğa bağlı genlerin ifadesi, hücresel hareketlilik, protoplazmik büzüşme, sitozolik Ca^{+2} içeriği ve membran potansiyeli gibi pek çok fizyolojik olay üzerinde yavaş soğumaya nazaran daha fazla ani etkide bulunabileceği belirtilmektedir (Minorsky 1989; Knight *et al.* 1996). Çalışmamızda maruz kalınan ani soğumanın, doku sıcaklıklarında meydana getirdiği soğuma hızı belirlenmemiş olsa da maruz kalınan ani soğumanın sıcaklık farkının artmasıyla doku sıcaklıklarında daha hızlı düşüşler meydana getirebileceği kanaatindeyiz. Bu durum 2°C'lik sıcaklık farkındaki ani soğumanın don toleransını etkilemememesine rağmen 4°C'lik sıcaklık farkındaki ani soğumanın don toleransında meydana getirdiği azalmayı açıklar niteliktedir.

Bunun yanında test öncesinde kış gözlerinde herhangi bir ısı değişiminin yaşanmadığı Test-A yaklaşımı ile karşılaştırıldığında; standart Test-C şartlarında $12\pm 2^{\circ}C$ 'lik hızlı ısınma ve akabindeki $16\pm 2^{\circ}C$ 'lik ani soğumanın kış gözü don toleransını $0.96^{\circ}C$ azalttığı tespit edilmiştir. Araştırmanın ilk yılı birinci örnekleme zamanıyla benzerlik arz eden bu durum, kanatımızca söz konusu değerlerdeki ani ısınma ve soğumanın kış gözlerinin düşük sıcaklık hassasiyetini artırmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim, Ashworth and Wisniewski (1991), tekrarlanan donma ve çözünme döngülerinin don zararını artırdığını belirlemişlerdir. Bu nedenle deaklimasyon döneminin sonu olan bu döneme kadar tabiatla yaşanan pekçok donma çözünme döngüsüne ilave olarak test öncesindeki bu ısınma-soğuma döngüsü de kış gözlerinde dona dayanıklılığı azaltmış olabilir. Bununla birlikte ani sıcaklık düşüşlerinin düşük sıcaklık zararını artırdığı da bilinmektedir (White and Wieser 1964; Snyder and Melo 2005; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014). Ayrıca, $12\pm 2^{\circ}C$ 'lik sıcaklık farkında meydana gelen ani ısınma da kış gözleri don toleransını azaltmış

olabilir. Pozitif değerlerdeki dokuların sıcaklığındaki ani artışların don toleransı üzerindeki etkileri üzerinde herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Ancak, çalışmamızla tam anlamıyla bağdaşmasa da, ani sıcaklık yükselmelerinin deaklimasyon ve dolayısıyla kış gözü don toleransı üzerindeki etkilerine dair pek çok bulgu, ani ısınmanın don toleransını azaltabileceğine dair kanıtlar sunabilir. Çevre sıcaklıklarının 4°C 'nin üstüne çıkması ile Merlot, Riesling, ve Muller-Thurgau üzüm (*V. vinifera*) çeşitlerinde deaklimasyonun başladığı ve don toleranslarının azaldığı ifade edilmektedir (Hamman *et al.* 1990; Hubackova 1996). Pierquet *vd.* (1977), $+4.5^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilen *V. riparia* türünde 24 saat içerisinde deaklimasyon sürecinin hızlandığı ve düşük sıcaklığa hassasiyetin arttığını belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada ise, $+3^{\circ}\text{C}$ 'ye maruz bırakılan 'Seyval blanc' üzüm çeşidine ait dormant gözlerin, 12 ile 24 saat içerisinde deaklimasyona girdiğini ve 48 saat içinde dona toleranslarını kaybettikleri belirlenmiştir (Slater *et al.* 1991).

Araştırmanın ikinci yılı 2016-2017 dormant döneminde 1. örnekleme zamanında -1°C alınan ve Test-A yaklaşımına göre test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığının Test-B ve Test-C'ye göre test edilen kış gözlerinin ortalama ölüm sıcaklığından istatistiki olarak daha düşük olduğu görülmüştür. Test-B yaklaşımı ve Test-C metodundan elde edilen kış gözü ölüm sıcaklıklarının ise benzer olduğu tespit edilmiştir. Test-A yaklaşımı ile karşılaştırıldığında, Test-B'de 5°C sıcaklık farkıyla hızlı erimenin kış gözlerinin don toleranslarını 0.91°C , Test-C'de ise $21\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkındaki hızlı erimeyi takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın 0.57°C azalttığı saptanmıştır (Şekil 4.12). Test-A yaklaşımı ile test edilen kış gözleriyle karşılaştırıldığında Test-B ve Test-C'ye göre test edilen kış gözlerinin don toleranslarının daha düşük olması ve daha yüksek sıcaklıklarda ölmesi muhtemelen hızlı erimeden kaynaklanmaktadır. Bu döneme ait bulgularımızla benzer bulguların elde edildiği araştırmanın ilk yılı 2. örnekleme zamanında detaylarıyla tartışıldığı gibi hızlı erimenin don toleransını azalttığı bilinmektedir (Guy 1990; Ashworth and Wisniewski 1991; Wolf and Cook 1992; Reisch and Pratt 1996; Garcia 2001; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Bunun yanında Test-B yaklaşımı ve standart Test-C metoduna göre test edilen kış gözlerinde ortalama ölüm sıcaklığının benzer bulunması Test-C'de meydana gelen $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın, don toleransı üzerinde etkisiz olabileceği anlamı taşıyabilir. Ancak, hızlı

çözünen ve/veya çözünme süresi kısa olan dokuların, uzun süre ve/veya yavaş çözünen dokulara göre dona daha dayanıklı oldukları (Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006) temelinde bakıldığında; $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın da don toleransını azaltmış olabileceği söylenebilir.

Çalışmamızın ikinci yılında 2016-2017 dormant sezonunda -5°C 'de alınan 4. örnekleme zamanı kış gözlerinin LTE sıcaklık ortalamaları test yaklaşımlarına göre farklılık göstermiştir. Test-B yaklaşımı ve Test-C metodundan elde edilen LTE sıcaklık ortalamaları benzer bulunurken, Test-A yaklaşımında belirlenen LTE sıcaklık ortalaması bu iki yöntemden önemli derecede ($p\leq 0.01$) düşük bulunmuştur. Bu dönemde kış gözlerinin test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmadığı Test-A yöntemiyle karşılaştırıldığında, 9°C 'lik sıcaklık farkı ile hızlı erimenin (Test-B) kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 2.39°C , $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkıyla hızlı erimenin ardından $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın ise (Test-C) 1.61°C artırdığı tespit edilmiştir. Test öncesinde yaşanan ısı değişimlerinin (Test-B'de erime, Test-C'de erime-soğuma) asma kış gözlerinin don toleransını azaltması dolayısıyla kış gözlerinin daha yüksek sıcaklıklarda ölmesi, muhtemelen hızlı erimeden kaynaklanmaktadır. Bu döneme ait bulgularımızla benzer bulguların elde edildiği araştırmanın ilk yılı 2. ve 4. örnekleme zamanı yanında ikinci yılı 1. ve 2. örnekleme zamanlarında da detaylarıyla açıklandığı üzere, hızlı erimenin don toleransını azalttığı bilinmektedir (Guy 1990; Ashworth and Wisniewski 1991; Wolf and Cook 1992; Reisch and Pratt 1996; Garcia 2001; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014). Bunun yanında Test-B'deki 9°C sıcaklık farkında oluşan çözünme ile Test-C'de meydana gelen $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkındaki erime ve akabindeki $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı üzerinde benzer etkiye sahip olması Test-C'de meydana gelen $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın, don toleransı üzerinde etkisiz olabileceği anlamı taşıyabilir. Ancak, hızlı çözünen ve/veya çözünme süresi kısa olan dokuların, uzun süre ve/veya yavaş çözünen dokulara göre dona daha dayanıklı olduklarına (Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006) dair elde edilen pekçok bulgu, Test-B'ye göre daha hızlı çözünmenin meydana geldiği Test-C yaklaşımında çözünmeyi takiben meydana gelen $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik ani soğumanın da don toleransını azaltabileceğini kanıtlar niteliktedir.

Hava sıcaklığının -4°C olarak belirlendiği çalışmanın ikinci yılı (2016/2017 dormant dönemi) 5. örnek alma (11.02.2017) zamanında, kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı bakımından, Test-A yaklaşımı (-18.52°C), Test-B yaklaşımı (-16.91°C) ve Test-C yönteminden (-16.90°C) istatistiki olarak önemli derecede farklı bulunmuştur. Test-B ve Test-C prosedürlerine göre gerçekleştirilen DTA testlerinde kış gözü ortalama ölüm sıcaklığı bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.16). Elde edilen verilere göre bu dönemde, Test-A ile karşılaştırıldığında, Test-B’de meydana gelen 8°C ’lik sıcaklık farkındaki hızlı erimenin kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 1.61°C , Test-C’de ise $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’lik sıcaklık farkındaki hızlı erime ve akabindeki $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’lik ani soğumanın da kış gözü ortalama ölüm sıcaklığını 1.62°C artırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Test öncesinde yaşanan hızlı erime (Test-B) ve hızlı erimeyi takiben hızlı soğuma (Test-C) gibi ısı değişimlerinin kış gözlerinin don hassasiyetini artırması, muhtemelen hızlı erime ve hızlı soğumadan kaynaklanmaktadır. Bu döneme ait bulgularımızla benzer bulguların elde edildiği araştırmanın ilk yılı 2. ve 4. örnekleme zamanı yanında ikinci yılı 1., 2. ve 4. örnekleme zamanlarında da detaylarıyla açıklandığı üzere, hızlı erimenin (Guy 1990; Ashworth and Wisniewski 1991; Wolf and Cook 1992; Reisch and Pratt 1996; Garcia 2001; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014) ve soğumanın (White and Wieser 1964; Snyder and Melo 2005) don toleransını azalttığı bilinmektedir. Bunun yanında Test-B yaklaşımı ve standart Test-C metodunun benzer etkiye sahip olması Test-C’de meydana gelen $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’lik ani soğumanın, don toleransı üzerinde etkisiz olabileceği düşüncesini uyandırabilir. Test-B’ye göre daha hızlı çözünmenin meydana geldiği Test-C yönteminde, çözünmeyi takiben meydana gelen hızlı soğumanın da don toleransını azaltabileceği kanaatindeyiz. Nitekim, hızlı çözünen ve/veya çözünme süresi kısa olan dokuların, uzun süre ve/veya yavaş çözünen dokulara göre dona daha dayanıklı oldukları (Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006) belirtilmektedir.

Bu araştırmada, test öncesindeki ısı değişimlerinin gözlerin don toleransı üzerindeki etkilerinin daha tutarlı bir şekilde belirlenebilmesi için test edilecek kış gözleri, dona dayanıklılık terminolojisinde ifade edildiği şekli ile dayanımın kazanılması (acclimation), dayanıklılık (hardening) ve dayanımın azalması (deacclimation) dönemlerinde alınmıştır. Zira söz konusu dönemlere göre kış gözlerinin don toleransının değişim gösterdiği

bilinmektedir (Meiering *et al.* 1980; Wolpert and Howell 1984; Salzman *et al.* 1996; Fennell 2004; Ferguson *et al.* 2011; Grant and Dami 2015). Asmalar aklımasyon aşamasında sıcaklığın azalmasıyla beraber soğuğa tolerans yeteneği kazanırlar (Richardson *et al.* 1974), kış ortalarında dayanıklılık döneminde soğuğa tolereans maksimum seviyeye ulaşır (Wolpert and Howell 1984; 1985b; Salzman *et al.* 1996), mart, nisan aylarında deaklımasyon döneminde dona dayanıklılık azalır (Grant 2012). Bu nedenle DTA testleri farklı dona dayanıklılık düzeyine sahip kış gözlerinde gerçekleştirilerek elde edilen verilerin tutarlılığı artırılarak, test öncesi ısı değişimlerinin, farklı don toleransına sahip kış gözlerinde benzer etkiler gösterip göstermeyeceği de tespit edilmiştir. Farklı dona dayanıklılık dönemlerinde her dönem için 2 farklı zamanda olmak üzere iki yıllık bu araştırma için 12 farklı örnekleme zamanında örnek alınmıştır. Bu 12 örnekleme zamanında, bazı zamanlarda hava sıcaklığının aynı olması sebebiyle, 9 farklı örnekleme sıcaklığında örnekler alınmıştır. Bazı zamanlarda örnekleme sıcaklıklarının benzer oluşu, farklı dona dayanıklılık düzeyine sahip kış gözlerinin aynı ısı değişimindeki tepkilerini test edebilme imkanı sunmuştur. Bu sayede benzer test öncesi ısı değişimlerinin kış gözü don toleransı üzerinde aynı etkiyi gösterip göstermedikleri başka bir ifade ile verilerin tutarlı olup olmadıkları da belirlenmiştir.

Bu bağlamda, farklı dayanıklılık dönemlerinde olan ancak benzer ısı değişimlerinin görüldüğü araştırmanın ilk yılı 5. örnekleme zamanı (dayanımın azalma dönemi), araştırmanın ikinci yılı 3. örnekleme zamanı (dayanıklılık dönemi) ve 6. örnekleme zamanlarında (dayanımın azalma dönemi) Test-B'deki 1°C'lik soğumanın ve Test-C'deki 15±2°C'lik hızlı ısınmayı takiben 16±2°C'lik ani soğumanın, etkilerinin tutarlı bir şekilde benzer olduğu saptanmıştır. Yine benzer şekilde 7°C'lik sıcaklık farkı ile hızlı erime ve de 23±2°C sıcaklık farkıyla hızlı erimeyi takiben 16±2°C'lik ani soğumanın araştırmanın ilk yılı 4. örnekleme zamanı (dayanıklılık dönemi) ve ikinci yılı 2. örnekleme zamanındaki (aklımasyon dönemi) etkileri de tutarlı şekilde benzer bulunmuştur. Bu sonuçların, test öncesinde yaşanan ısı değişimlerinin, asma kış gözlerinin don toleransını etkileyebileceğine hipotezimizin doğruluğunu pekiştirici önemli bulgular olduğu kanaatindeyiz.

İki yıllık bu araştırmada, toplamda 12 farklı örnekleme zamanında, 9 farklı örnekleme sıcaklığında (+8°C, +6°C, +5°C, +3°C, -1°C, -3°C, -4°C, -5°C ve -9°C) alınan kış gözleri Test-A yaklaşımında test öncesinde herhangi bir ısı değişimine maruz kalmamıştır. Test-B ve Test-C de ise örnekleme sıcaklığına bağlı olarak farklı ısı değişimlerine maruz kalmışlardır. Bu bağlamda kış gözleri test öncesinde soğuma, ısınma, erime (Test-B), ısınma-soğuma ve erime-soğuma (Test-C) gibi ısı değişimlerine maruz kalmıştır.

Test-B yaklaşımında farklı örnek alma sıcaklıkları sonucu, test öncesinde kış gözlerinin maruz kaldıkları ani soğuma, ısınma ve erimelerin kış gözlerinin don toleransı üzerindeki etkileri aşağıda değerlendirilmiştir. Araştırmanın ilk yılı 1., 5. ve 6. örnekleme zamanı, ikinci yılında ise 3. ve 6. örnekleme zamanlarında Test-B yaklaşımında kış gözleri 1°C ile 4°C arasında an soğumaya maruz kalmıştır. Test-A yaklaşımı ile karşılaştırıldığında, 1°C ve 2°C sıcaklık farkındaki ani soğumanın kış gözü don toleransı üzerinde etkili olmadığı ancak 4°C'lik sıcaklık farkındaki ani soğumanın don toleransını 1°C azalttığı saptanmıştır. Benzer şekilde araştırmanın ilk yılı 3. örnekleme zamanında kış gözlerinin maruz kaldığı 1°C'lik sıcaklık farkındaki ısınmanın da kış gözlerinin don toleransını değiştirmede saptanmıştır. Kış gözlerinin bulundukları ortam sıcaklıklarını ifade eden bu sıcaklık değerlerinde kış gözlerinin bulundukları ortam sıcaklığının 1°C veya 2°C değişmesinin kış gözü dokusunda ne kadar bir sıcaklık değişimine sebep olacağını tezahür etmek zor olsa da, bu değerlerden daha düşük değerlerdeki doku sıcaklığı değişimlerinin kış gözü don toleransını değiştirmeyeceği kanaatindeyiz. Test-B yaklaşımında sıfırın altındaki değerlerdeki kış gözlerinin pozitif değerlerdeki test kabineye yerleştirilmesi ile yaşanan ve erime diye tanımlanan ısı değişimlerine ise araştırmanın ilk yılında 2. ve 3. örnekleme zamanlarında, ikinci yıl ise 1., 2., 4. ve 5. örnekleme zamanlarında alınan kış gözleri maruz kalmıştır. Araştırma sürecinde kış gözleri Test-B yaklaşımında 5°C den 13°C'ye kadarki sıcaklık farklarında hızlı erimeye maruz kalmıştır. Test-A prosedürüne göre test edilmiş ve herhangi bir erimeye maruz kalmamış kış gözleriyle karşılaştırıldığında, bu sıcaklık farklarında erimeye maruz kalan tüm kış gözlerinin don toleransının azaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular ani erimeye maruz kalan kış gözlerinin don toleranslarını kaybedebileceklerini göstermektedir. Ancak

bu çalışmada sadece 5°C den 13°C'ye kadarki sıcaklık farklarında (5°C, 7°C, 8°C, 9°C ve 13°C) yaşanan hızlı erimeler test edilebilmiştir.

Test-C (standart yöntem) metodunda farklı örnek alma sıcaklıkları ve örneklerin nakli ve teste hazırlanma şartları nedeniyle, kış gözleri test öncesinde ısınma-soğuma ve erime-soğuma şeklinde ikili ısı değişimlerine maruz kalmıştır. Araştırmanın ilk yılı 2. ve 4. örnekleme zamanı, ikinci yılında ise 1., 2., 4. ve 5. örnekleme zamanlarında Test-C metoduna göre test edilen kış gözleri test öncesinde $21\pm 2^{\circ}\text{C}$ den $29\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar sıcaklık farkında ($21\pm 2^{\circ}\text{C}$, $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $29\pm 2^{\circ}\text{C}$) erime ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğumaya maruz kalmıştır. Test-A prosedürüne göre test edilmiş ve herhangi bir erimeye maruz kalmamış kış gözleriyle karşılaştırıldığında, bu sıcaklık farklarında erime-soğuma döngüsüne maruz kalan tüm kış gözlerinde don toleransı azalmıştır. Bunun yanında Test-C yöntemine göre test edilen kış gözleri test öncesinde ısınma-soğuma döngülerine de maruz kalmıştır. Araştırmanın ilk yılı 1., 3., 5. ve 6. örnekleme zamanları, ikinci yılında 3. ve 6. örnekleme zamanlarında Test-C yönteminde kış gözleri $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ den $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ ye kadar sıcaklık farkında ($12\pm 2^{\circ}\text{C}$, $14\pm 2^{\circ}\text{C}$, $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $17\pm 2^{\circ}\text{C}$) ani ısınma ve akabinde $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğumaya maruz kalmıştır. Standart yöntemde test öncesinde yaşanan erime-soğuma döngüsünün aksine ısınma-soğuma döngüsünün hepsi, kış gözü don toleransını etkilememiştir. Test-C yöntemine göre test edilen kış gözlerinden araştırmanın ilk yılı 3. ve 5. örnekleme zamanı ile ikinci yılı 3. ve 6. örnekleme zamanlarında alınan kış gözlerinin don toleranslarında değişim gözlenmemiştir. Bu örnekleme zamanlarında alınan kış gözlerinde $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğuma (ilk yıl 3. örnekleme zamanı) ve $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğuma (ilk yıl 5., ikinci yıl 3. ve 6. örnekleme zamanı) kış gözü don toleransı üzerinde etkisiz bulunmuştur. Ancak, araştırmanın ilk yılı 1. ($12\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğuma) ve 6. ($14\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani ısınmayı takiben $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkında ani soğuma) örnekleme zamanlarında maruz kalınan ısınma-soğuma döngüsü kış gözü don toleransını azaltmıştır. Kanaatimizce bu durum standart yöntemin test başlangıç sıcaklığından ($+4^{\circ}\text{C}$) kaynaklanmaktadır. Nitekim, örnekleme sıcaklığının dolayısıyla Test-A ve Test-B yaklaşımları için test

başlangıç sıcaklığı olan örnekleme sıcaklığı ile standart yöntemin test başlangıç sıcaklığı olan $+4^{\circ}\text{C}$ arasındaki fark $\pm 1^{\circ}\text{C}$ olduğu durumlarda kış gözlerinin maruz kaldığı ısınma-soğuma döngüsünün don toleransı üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur.

İki yıl süreyle farklı test yaklaşımları ve standart yöntemle göre gerçekleştirilen DTA testlerinden elde edilen bulgular ışığında asma kış gözlerinin test öncesinde maruz kaldıkları soğuma, ısınma, erime, ısınma-soğuma ve erime-soğuma (bu çalışmada gerçekleştirilebilen ve incelenenler değişimler itibarıyla) gibi ısı değişimlerinin don toleranslarını etkiledikleri görülmüştür. Nitekim, ısı değişimlerinin DTA test sonuçlarını değiştirebileceği endişesi ile, bazı araştırmacılar örneklerin alındıkları sıcaklıklara yakın sıcaklıklarda muhafaza edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Proebsting and Mills 1971; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014). Ancak, bu konuda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bununla birlikte, don testlerinde hızlı sıcaklık düşüşlerinin don hasarını artırdığına dair pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, hızlı sıcaklık düşüşlerinde don hasarının daha fazla olması, hızlı sıcaklık düşüşlerinde meydana gelen buz kristallerinin yapısıyla alakalı bulunmuştur (Siminovitch *et al.* 1978; Quamme 1986; Wample *et al.* 1990; Snyder and Melo 2005). Ani ısı değişimleri ile doğrudan ilişkili olmasa da bu çalışmalar don test sürecinde bile yaşanan ani ısı değişimlerinin don toleransını etkileyebileceğini göstermektedir. Bitkilerde doku ve hücresel düzeyde hızlı ve ani sıcaklık düşüşlerinin (hızlı ve ani sıcaklık düşüşü) uyartımına bağlı olarak, sitozolik Ca^{+2} içeriği (dona dayanıklılık üzerindeki etkileri kısmen olarak ortaya konulmuştur), soğuğa bağlı genlerin ifadesi, serbest yağ asitlerinin artması, membran yağ asitlerinin doymamışlılığının artması, hücre turgor kaybı, membran içeriği, membran potansiyeli ve membran proteinlerinin fosforilasyonu gibi fizyolojik değişimler yanında daha birçok önemli fizyolojik değişimlerin meydana geldiğine dair pek çok veri bulunmaktadır (Minorsky 1989; Knight *et al.* 1996; Plieth *et al.* 1999; Nordin Henriksson and Trewavas 2003). Genel olarak bir organın uyartımı algılama özelliği, onun çevresel stress şartlarına adaptasyonunu ve dayanıklılığını geliştirmektedir. Hızlı soğuma uyartımının bitkilerde pek çok hücre veya bütün hücreler tarafından algılanabileceği bildirilmektedir (Minorsky 1989). Bitkiler, düşük sıcaklığın derecesinden ziyade düşme hızını daha iyi algılarlar ve sıcaklık düşüş hızına daha ani tepkiler verirler (Smallwood and Bowles 2002; Beck *et al.*

2007). Bu nedenle, bitkilerde protoplazmik akışkanlık, gen ifadesi, hücresel hareketlilik, protoplazmik büzüşme, sitozolik Ca^{+2} içeriği ve membran potansiyeli gibi pek çok fizyolojik olay üzerinde hızlı soğumanın ($\geq 1^\circ\text{C/dk}$ - 10°C/dk), yavaş soğumaya oranla daha fazla etki yapabileceği ifade edilmektedir (Minorsky 1989; Knight *et al.* 1996). Arabidopsis üzerinde yapılan bir çalışmada, Nordin Henriksson ve Trewavas (2003) hızlı soğumanın sitozolik Ca^{+2} içeriğini 30 sn içerisinde yaklaşık 6 kat artırdığını belirlemişlerdir. Minorsky (1985) hızlı soğumanın sitozolik Ca^{+2} içeriğindeki artışın toksik etkisinden dolayı don hasarını artırabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte hızlı soğuma ile uyartılan sitozolik Ca^{+2} içeriğindeki artışın gen ifadesini etkilediği ve soğuğa toleransı artırdığına dair bulgular da mevcuttur (Plieth *et al.* 1999). Kanaatimizce soğuğa dayanımın aklimasyon, dayanıklılık ve deaklimasyon dönemleri ile alakalı olabilecek bu zıt bulgular, sitozolik Ca^{+2} içeriğindeki artıştan farklı fizyolojik değişimlerin de hızlı soğuma ile uyartılmış olabileceğini göstermektedir. Nitekim, soğuğa dayanım üzerinde pek çok unsurun etkili olduğu bilinmektedir (Khanizadeh *et al.* 2005; Sivritepe *et al.* 2001; Turan 2012; Keller 2015). Hızlı soğumanın uyartımına bağlı olarak serbest yağ asitlerinin artması, membran yağ asitlerinin doymamışlığının artması, hücre turgor kaybı, membran içeriği, membran potansiyeli ve membran proteinlerinin fosforilasyonu gibi unsurlardaki değişimlerin dona dayanıklılık üzerindeki etkileri kısmen veya net olarak ortaya konulmuştur (Li and Sakai 1982; Mahajan and Tuteja 2005; Bakht *et al.* 2006; Uemura *et al.* 2006; Wang *et al.* 2006; Martz *et al.* 2006; Turan 2012).

Diğer taraftan hızlı sıcaklık düşüşü yanında, düşük sıcaklıklara maruz kalan doku ve/veya hücrelerde donmayı takip eden ısınmaya bağlı çözünmeler sırasında, çözünme hızı ve süresine bağlı olarak dokular dona dayanıklılıklarını kaybetmekte ve tekrar düşük sıcaklıklara maruz kaldıklarında daha yüksek sıcaklıklarda LTE göstermektedirler (Andrews and Proebsting 1987; Ashwort and Wisniewski 1991; Floistad ve Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006).

Hızlı eritilen ve/veya çözünme süresi kısa olan dokularda hücre arasındaki buzun erimesiyle oluşan suyun, rehidrasyon hızı düşüktür. Bu nedenle hızlı çözünen dokular tekrar dondurulduklarında, uzun süre çözünen ve/veya yavaş çözünen dokulara göre

düşük sıcaklıklara daha fazla dayanabilmektedirler (Schaberg *et al.* 1996; Lund and Livingston 1999; Floistad and Kohmann 2001; Raisanen *et al.* 2006). Seyedbagheri ve Fallahi (1994) ve Sivritepe *vd.* (2001) ise doku ve/veya hücrelerde donmayı takip eden yavaş yani uzun süreli ısınmaya bağlı çözünmelerin, hücre arasında çözünen suyun hücre içerisine hızlı akışını önlediği bildirilmektedirler. Bu zıt ifadelerden anlaşılacağı gibi burada önemli olan nokta, hücre arasında çözünen suyun, birim zamanda hücre içerisine giren miktarı yanında çözünmeden sonra tekrar donma olup olmadığıdır. Dondan sonra çözünmede (donma-çözünme), çözünmenin yavaş olması ve bu nedenle de çözünen suyun hücre içerisine yavaşça uzun sürede alınması önceki don zararını azaltmaktadır. Diğer taraftan dondan sonra çözünme ve sonrasında da tekrar donma olması halinde (donma-çözünme-donma) çözünmenin yavaş olması durumunda; çözünen su yavaş ancak uzun sürede hücre içerisine daha fazla alınacağından tekrarlanan ikinci donma esnasında zarar daha fazla olmaktadır.

Raisanen *vd.* (2006) *Picea abies* türünde donma ve çözünmenin etkilerini belirlemeye yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada -17°C 'de 4 hafta bekletilen örneklerden 5°C 'ye ısıtılarak 3 saatten daha kısa süre çözündürülen örneklerin, tekrar dondurulduğunda, 18 saat süreyle çözündürülen örneklerden daha düşük LTE değerleri gösterdiklerini ve çözünme sırasında ilk 4 saatte dona dayanıklılığın 6°C /saat hızla azaldığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde yine *Picea abies* türünde depolama sonrası çöğürlerin dış koşullara adaptasyonunun sağlanması amacıyla yapılan bir çalışmada, düşük sıcaklıkta (-2°C) depolanan çöğürler, hızlı ($+8^{\circ}\text{C}$ su içerisinde 20 saat veya $+15^{\circ}\text{C}$ oda sıcaklığında 16 saat) ve yavaş (sıcaklığı kademili olarak $+5^{\circ}\text{C}$ ye yükseltilen depoda 1 ay) çözünmeye tabi tutulmuşlar ve çözünmenin hemen ardından $+5^{\circ}\text{C}$ 'den başlayan ve sıcaklık düşüş hızı 2°C /saat olan don testine tabi tutulmuşlardır. Çalışma sonucunda hızlı çözündürülen yani çözünme süresi kısa olan çöğürlerin dona daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir (Floistad and Kohmann 2001). Dolayısıyla araştırmacılar (Guy 1990; Ashworth and Wisniewski 1991; Wolf and Cook 1992; Mills *et al.* 2006; Pagter and Arora 2013; Ferguson *et al.* 2011; 2014) bitkilerde tekrarlanan donma ve çözünme döngülerinin don toleransını azalttığını bildirmektedirler. Ayrıca donma ve çözünmenin hücre plazmasında erken dönemlerde hasar oluşturduğuna dair çalışmalar da mevcuttur (Palta and Li 1980;

Steponkus 1984; Yoshida 1984; Min *et al.* 2014). Nitekim, Kendall ve McKersie (1989), donma çözünme döngüsünde, süperoksit ($O_2^{\bullet-}$) ve H_2O_2 gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) arttığını belirlemiştir.

5.2. Sonuç ve Öneriler

Düşük sıcaklıklar, pek çok bitki türünde olduğu gibi asmaların da gelişimini engelleyerek verim kayıplarına neden olan en önemli çevresel faktörlerin başında gelmektedir. Yeryüzünde düşük sıcaklık stresine maruz kalan verimli bağ alanlarında, toleranslı üzüm çeşitlerinin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, ekonomik önemi yüksek olan çeşitlerin düşük sıcaklıklara karşı gösterdikleri toleransları, uygun ölçüm teknikleri kullanılarak ortaya konulmalıdır. Nitekim, günümüzde bu ölçüm tekniklerinden olan DTA, pek çok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılan standart metot haline gelmiştir. Ancak standart DTA yönteminde dokuların örnekleme dönemindeki sıcaklıkları dikkate alınmadan teste başlama sıcaklığı $+4^{\circ}C$ olarak belirlenmiştir. Bu durum $+4^{\circ}C$ 'den yüksek sıcaklıklarda alınan örnekler için ani sıcaklık düşüşüne (hızlı soğuma), $+4^{\circ}C$ 'den düşük sıcaklıklarda alınan örnekler için ise ani çözünmelere (hızlı erime) neden olmakta ve tomurcuk ölümlerine ait elde edilen LTE sıcaklık değerlerinin güvenilirliği hususunda endişelere yol açmaktadır. Bu eksikliği göz önüne alarak yürütmüş olduğumuz bu çalışmada, örnek alma sıcaklıkları ile teste başlama sıcaklığı arasındaki farkın, farklı test öncesi muhafaza şartlarının ve farklı test başlangıç sıcaklıklarının, asma kış gözü don toleransını değiştirdiği ortaya konulmuştur. Test öncesinde asma kış gözlerinin ısı değişimlerine maruz kaldığı Test-B ve Test-C (standart DTA yöntemi) prosedürüne göre belirlenen kış gözü ölüm sıcaklıklarının gerçek ölüm sıcaklıklarını yansıtmadığı görülmüştür. Test-A yaklaşımı ile DTA testlerinde daha doğru, tutarlı ve güvenilir veriler elde edilebileceği düşüncesindeyiz. Verilerin doğruluğu ve güvenilirliğinin artırılmasına bağlı olarak, biyokimyasal ve fizyolojik olayların don toleransındaki rolleri daha belirgin olarak saptanabilecektir. Bununla beraber, verilerin doğruluğunun ve tutarlılığının artırılmasıyla, mevcut genetik kaynaklar veya ıslah materyalleri içerisinde düşük sıcaklıklara dayanıklı ve/veya adaptasyon kabiliyeti yüksek asma genotipleri daha doğru ve güvenilir bir biçimde seçilebilecektir. Keza bu

sayede mevcut çeşitler ile anaçların dona dayanıklılık düzeylerinin daha doğru tespitine bağlı olarak, çeşit ve anaçların nerilebilecekleri bölge ve alanların doğru bir şekilde saptanması mümkün olabilecektir.

Ancak, hızlı soğuma, ısınma ve erime şoklarının asma kış gözlerinin don toleransını etkilerinin daha net olarak açıklanabilmesi adına ısı değişimlerinin kış gözlerinde ne gibi fizyolojik, moleküler ve biyokimyasal değişimlere neden olduğu bilinmelidir. Bu amaçla farklı don toleransına sahip üzüm çeşitlerinde, farklı ısı değişimlerine maruz kalan kış gözlerinin fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlerinin belirlenmesi elzemdir. Böylece fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmaların aydınlatılması sayesinde, dona dayanıklı üzüm eşitleri geliştirilebilecek ve asmalarda don toleransını artırmaya yönelik olarak yeni uygulamalar geliştirilebilecek, mevcut uygulamaların etkinliği artırılabilir.

Sonuç olarak bu araştırmadan elde edilecek bilgi ve bulgular ışığında yaygın olarak kullanılan DTA yönteminin önemli bir eksikliğinin giderilerek don toleransının belirlenmesine yönelik çalışmalar için yeni bir yaklaşım getirildiği kanısındayız.

KAYNAKLAR

- Ahmedullah, M., 1985. An analysis of winter injury to grapevines as a result of two severe winters in Washington. *Fruit varieties journal (USA)*. 39(4):29-34.
- Ait Barka, E. and Audran J.C., 1997. Response of champenoise grapevine to low temperatures: changes of shoot and bud proline concentrations in response to low temperatures and correlations with freezing tolerance. *Journal of Horticultural Science*, 72(4), 577-582.
- Andrews, P.K. and Proebsting Jr, E.L., 1987. Effects of temperature on the deep supercooling characteristics of dormant and deacclimating sweet cherry flower buds. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 112 (1987) 334-340.
- Andrews, P.K., Sandidge C.R. and Toyama T.K., 1984. Deep supercooling of dormant and deacclimating *Vitis* buds. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35(3), 175-177.
- Andrews, P.L., Proebsting E.L. and Campbell G.S., 1983. An exotherm sensor for measuring the cold hardiness of deep-supercooled flower buds by differential thermal analysis [Sweet cherry, freezing injury of the primordia]. *HortScience (USA)*. 18:77-78.
- Anisko, T. and Lindstrom O.M., 1996. Survival of water-stressed *Rhododendron* subjected to freezing at fast or slow cooling rates. *HortScience*, 31(3), 357-360.
- Anonim, 2016a. <https://www.dunya.com/sectorler/tarim/uzum-uretimi-yuzde-40-dustu-haberi-288914>. (13.07.2017)
- Anonim, 2016b. http://www.uzumsen.org/index.php?option=com_content&task=view&id=756&Itemid=1. (13.07.2017)
- Anonim, 2017. Erzincan İli Meteorolojik Verileri. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Erzurum. (25.01.2018)
- Anonymous, 2005. Institut Viti-Vinicole Geschichte. Available via <http://www.ivv.public.lu/anbaugebiet/geschichte/>. Accessed August 2009
- Appleby, A.B., 1980. Epidemics and famine in the little ice age. *The Journal of interdisciplinary history*, 10 (4), 643-663.
- Ashworth, E.M., Lightener G.W. and Rowse D.J., 1981. Evaluation of apricot flower bud hardiness using a computer-assisted method of thermal analysis [Freezing resistance]. *HortScience*. 16:754-756.
- Ashworth, E.N. and Wisniewski M.E., 1991. Response of fruit tree tissues to freezing temperatures. *HortScience* 26, 501-504.
- Aslantaş, R., Köse C., 2004. Meyve türlerinde dona dayanımının belirlenmesinde termal analiz uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Derg. Sayı, D-2.
- Badulescu, R. and Ernst M., 2006. Changes of temperature exotherms and soluble sugars in grapevine (*Vitis vinefera* L.) buds during winter. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 80: 165-170
- Bakht, J., Bano A., Dominy P., 2006. The role of abscisic acid and low temperature in chickpea (*Cicer arietinum*) cold tolerance. II. Effects on plasma membrane structure and function. *Journal of Experimental Botany*, 57(14), 3707-3715.
- Barney, D.L., Mancuso C.J. and Finnerty T.L., 1994. A Computerized, Multiple-chamber Controlled Freezing System. *Hort.Technology*, 4(3), 266-269.

- Beck, E.H., Fettig S., Knake C., Hartig K., Bhattarai T., 2007. Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress. *Journal of Biosciences*, 32(3), 501-510.
- Boone, D.A. and Durham R.E.. 1996. Photoperiod response of three *Vitis* rootstocks and Cabernet Sauvignon. Pp. 54-56. In *Proc. 4th Intl. Symp. Cool Climate Viticulture and Enology*, T. Henick-Kling, T.E. Wolf and E.M. Harkness, (eds.), New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, New York.
- Bordelon, B.P., Ferree D.C. and Zabadal T.J., 1997. Grape bud survival in the Midwest following the winter of 1993-1994. *Fruit Varieties Journal* 51:53-59.
- Bourne, T.F., Moore J.N. and George M.F., 1991. Primary bud hardiness of four genotypes of grapes in Arkansas. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116 (5), 835-837.
- Burke, M.J., Gusta L.V., Quamme H.A., Weiser C.J. and Li P.H., 1976. Freezing and injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 27 (1), 507-528.
- Buztepe, A., 2016. Erzincan ili Üzümlü ilçesi koşullarında yetiştirilen karaerik üzüm çeşidinde pozisyonlarına bağlı olarak kış gözlerinin don toleranslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Buztepe, A., Kose C., Kaya O., 2017. Evaluation of cold tolerance of dormant buds according to position using thermal analysis in Karaerik (*V. vinifera* L.) grape. *International Journal of Research and Review*. 4(10):38-45.
- Cangi, R., Yağcı A., Doğan A., Uyanık C., 2016. Asma Fidanı Üretim Tekniği. <https://tr.scribd.com/document/357464367/asma-fidanı-uretim-teknigi> (25.01.2017).
- Cragin, J., Serpe Keller M. and Shellie K., 2017. Dormancy and Cold Hardiness Transitions in Wine Grape Cultivars Chardonnay and Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, ajev-2016. 16078.
- Creasy, G.L. and Creasy L.L., 2009. Grapes: Crop Production Science in Horticulture. *Oxfordshire, United Kingdom: CABI*.
- Currle, O., Bauer O., Hofäcker W., Schumann F., Frisch W., 1983. Biologie der Rebe. Neustadt an der Weinstrasse: Meininger, Germany.
- Çelik, H., Erdemir D., Değirmenci D., 2008. 2005-2006 Kış dönemi soğuklarının Kalecik (Ankara) koşullarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinde yol açtığı zararlar. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt II, 451-454, 04-07 Eylül, Erzurum.
- Dami, I. and Lewis D., 2014. 2014 Grape winter damage survey report. Department of Horticulture and Crop Science Series. Ohio Agricultural Research and Development Center.
- Dami, I., Ferree D., Prajitna A. and Scurlock D., 2006. A five-year study on the effect of cluster thinning on yield and fruit composition of Chambourcin grapevines. *HortScience*, 41(3), 586-588.
- Dami, I.E., Ennahli S. and Zhang Y., 2012. Assessment of winter injury in grape cultivars and pruning strategies following a freezing stress event. *Am. J. Enol. Vitic.* 63(1),106-111.
- Dami, I.E., Li S. and Zhang Y., 2016. Evaluation of Primary Bud Freezing Tolerance of Twenty-three Winegrape Cultivars New to Eastern US. *Am. J. Enol. Vitic.* 67(2), 139-145.

- Davenport, J.R., Stevens R.G. and Whitley K.M., 2008. Spatial and temporal distribution of soil moisture in drip-irrigated vineyards. *HortScience*, 43(1), 229-235.
- Düring, H., Ortoidze T.V. and Bushnell B., 1990. Effects of subzero temperatures on chlorophyll fluorescence of grapevine buds. *Journal of Plant Physiology*, 136(6), 758-760.
- Eifert, J., Pancze M., Eifert A., 1961. Änderung des Stärke- und Zuckergehaltes der Rebe während der Ruheperiode. *Vitis* 2, 257-265.
- Erol, H., 2010. *SPSS paket programı ile istatistiksel veri analizi*. Nobel Kitabevi.
- Evans, R.A., 2000. Reusable hot/cold therapeutic compress appliance. *U.S. Patent No. 6,083,254*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (05.01.2018).
- Fennell, A. and Hoover E., 1991. Photoperiod influences growth, bud dormancy, and cold acclimation in *Vitis labruscana* and *V. riparia*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(2), 270-273.
- Fennell, A. and Mathiason K., 2002. Early acclimation response in grapes (*Vitis*). In *Plant Cold Hardiness* (pp. 93-107). Springer, Boston, MA.
- Fennell, A., 2004. Freezing tolerance and injury in grapevines. *Journal of Crop Improvement*, 10(1-2), 201-235.
- Fennell, A., Wake C. and Molitor P., 1996. Use of ¹H-NMR to determine grape bud water state during the photoperiodic induction of dormancy. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(6), 1112-1116.
- Ferguson, J.C, Moyer M.M., Mills L.J., Hoogenboom G., Keller M., 2014. Modeling dormant bud cold hardiness and bud-break in twenty-three *Vitis* genotype reveals variation by region of origin. *American Journal of Enology and Viticulture* 65:59–71
- Ferguson, J.C., Tarara, J.M., Mills, L.J., Grove, G.G., Keller, M., 2011. Dynamic thermal time model of cold hardiness for dormant grapevine buds. *Ann. Bot.* (3-1) 389–396.
- Floistad, I.S. and Kohmann K., 2001. Effects of thawing procedure on frost hardiness, carbohydrate content and timing of bud break in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16(1), 30-36.
- Fraga, H., García de Cortázar Atauri I., Malheiro A.C. and Santos J.A., 2016. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global change biology*, 22(11), 3774-3788.
- Fraga, H., Malheiro A.C., Moutinho-Pereira J., Cardoso R.M., Soares P.M., Cancela J.J., ... & Santos J.A., 2014. Integrated analysis of climate, soil, topography and vegetative growth in Iberian viticultural regions. *PloS one*, 9(9), e108078.
- Fuller, M.P. and Telli G., 1999. An investigation of the frost hardiness of grapevine (*Vitis vinifera*) during bud break. *Annals of Applied Biology*, 135(3), 589-595.
- Gao, Z., Li J., Zhu H., Sun L., Du Y. and Zhai, H., 2014. Using differential thermal analysis to analyze cold hardiness in the roots of grape varieties. *Scientia Horticulturae*, 174, 155-163.
- Garcia, M.E., 2001. Cold Hardiness of fruit trees in Vermont Fruit Trees. http://www.uvm.edu/~fruit/treefruit/tf_horticulture/ColdhardinessoffruitreesinVT.pdf

- George, M.F., 1982. Freezing avoidance by supercooling of tissue water in vegetative and reproductive structures of *Juniperus virginiana*. In *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress, Volume 2* (pp. 367-377).
- Goto, M., Minamide T., Fujii M. and Iwata T., 1984. Preventive effect of cold-shock on chilling injury of mume (Japanese apricot, *Prunus mume* Sieb. et. Zucc.) fruits in relation to changes of permeability and fatty acid composition of membrane. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 53(2), 210-218.
- Grant, T.N. and Dami I.E., 2015. Physiological and biochemical seasonal changes in *Vitis* genotypes with contrasting freezing tolerance. *American Journal of Enology and Viticulture*, ajev-2014. DOI: 10.5344/ajev.2014.14101
- Grant, T.N.L., 2012. Characterization of Cold and Short Day Acclimation in Grape Genotypes of Contrasting Freezing Tolerance. Doctoral dissertation, The Ohio State University. Columbus. USA.
- Guinan, P., 2007. The Easter freeze of 2007-What happened?. *Understanding and Preventing Freeze Damage in Vineyards*, 7. University of Missouri, Columbia, MO.
- Gusta, L.V., Wisniewski M., Nesbitt N. T. and Gusta M.L., 2004. The effect of water, sugars, and proteins on the pattern of ice nucleation and propagation in acclimated and nonacclimated canola leaves. *Plant Physiology*, 135(3), 1642-1653.
- Guy, C.L., 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Annual review of plant biology*, 41(1), 187-223.
- Hai, H.D., 2016. The Worldwide Fruits. Genus *Vitis*. *Vitis vinifera* Common Grape vine. <https://www.worldwidefruits.com/vitis-vinifera-common-grape-vine.html> (25.01.2018).
- Hamman, R.A. and Dami I.E., 2000. Effects of irrigation on wine grape growth and fruit quality. *HortTechnology*, 10(1), 162-168.
- Hamman, R.A., Renquist A.R. and Hughes H.G., 1990. Pruning effects on cold hardiness and water content during deacclimation of Merlot bud and cane tissues. *American journal of enology and viticulture*, 41(3), 251-260.
- Havis, J.R., 1964. Freezing *Rhododendron* leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84:570-574.
- Haynes, C.L., Lindstrom O.M. and Dirr M.A., 1992. Cooling and warming effects on cold hardiness estimations of three woody ornamental taxa. *HortScience*, 27(12), 1308-1309.
- Heidarvand, L. and Amiri R.M., 2010. What happens in plant molecular responses to cold stress?. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32(3), 419-431.
- Hoskins, W.G., 1968. Harvest fluctuations and English economic history, 1620–1759. *The Agricultural History Review*, 16(1), 15-31
- Howell, G.S. and Weiser C.J., 1970. The environmental control of cold acclimation in apple. *Plant Physiology*, 45(4), 390-394.
- Hubackova, M., 1996. Dependence of grapevine bud cold hardiness on fluctuations in winter temperatures. *American Journal Of Enology and Viticulture*, 47(1), 100-102.
- Huystee, R.B., Weiser C.J. and Li P.H., 1967. Cold acclimation in *Cornus stolonifera* under natural and controlled photoperiod and temperature. *Botanical Gazette*, 128(3/4), 200-205

- Jan, N. and Andrabi K.I. 2009. Cold resistance in plants: A mystery unresolved. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12(3), 14-15.
- Johnson, D. E. and Howell G.S., 1981. Factors influencing critical temperatures for spring freeze damage to developing primary shoots on Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 32(2), 144-149.
- Jones, G.V. and Davis R.E., 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(3), 249-261.
- Jones, G.V. and Schultz H.R., 2016. Climate change: Climate change and emerging cool climate wine regions. *Wine & Viticulture Journal*, 31(6), 51.
- Jones, K. S., Paroschy J., McKersie B.D. and Bowley S.R., 1999. Carbohydrate composition and freezing tolerance of canes and buds in *Vitis vinifera*. *Journal of Plant Physiology*, 155(1), 101-106.
- Jones, K.S., 1997. Relationship of metabolite levels and an ice nucleation barrier with depth of supercooling in overwintering grape buds. MS Thesis. The University of Guelph. Canada.
- Jones, K.S., McKersie B.D. and Paroschy J., 2000. Prevention of ice propagation by permeability barriers in bud axes of *Vitis vinifera*. *Canadian Journal of Botany*, 78(1), 3-9.
- Kalberer, S.R., Wisniewski M. and Arora R., 2006. Deacclimation and reacclimation of cold-hardy plants: current understanding and emerging concepts. *Plant Science*, 171(1), 3-16.
- Kaur, G., Kumar S., Thakur P., Malik J.A., Bhandhari K., Sharma K.D. and Nayyar H., 2011. Involvement of proline in response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to chilling stress at reproductive stage. *Scientia Horticulturae*, 128(3), 174-181.
- Kaya, 2011. Üzümlü İlçesi (Erzincan) Koşullarında Yetiştirilen Karaerik Üzüm Çeşidinde Koltuk Sürgünü Varlığının Kış Gözlerinin Dona Dayanımı Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kaya, Ö. and Köse C., 2017. Determination of resistance to low temperatures of winter buds on lateral shoot present in Karaerik (*Vitis vinifera* L.) grape cultivar. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(9), 209.
- Keller, M., 2010. The Science Of Grapevines Anatomy and Physiology. Burlington, MA: Academic Press. USA. Washington.
- Keller, M., 2015. The Science Of Grapevines Anatomy and Physiology. Burlington, MA: Academic Press. USA. Washington.
- Kendall, E.J. and McKersie B.D., 1989. Free radical and freezing injury to cell membranes of winter wheat. *Physiologia Plantarum*, 76(1), 86-94.
- Khanizadeh, S., Rekika D., Levasseur A., Groleau Y., Richer C. and Fisher H., 2005. The Effects of Different Cultural and Environmental Factors on Grapevine Growth, Winter Hardiness and Performance, in Three Locations, in Canada. *Small Fruits Review*, 4(3), 3-28.
- Knight, H., Trewavas A.J. and Knight M.R., 1996. Cold calcium signaling in Arabidopsis involves two cellular pools and a change in calcium signature after acclimation. *The Plant Cell*, 8(3), 489-503.

- Koussa, T., Broquedis M. and Bouard, J., 1994. Importance de l'acide abscissique dans le développement des bourgeons latents de vigne (*Vitis vinifera* L. var. Merlot) et plus particulièrement dans la phase de levée de dormance. *Vitis*, 33, 63-67.
- Kovacs, L.G., Du, G. and Ding P., 2002. Tissue moisture loss during sample preparation lowers exotherm temperatures in dormant grape buds. *HortScience*, 37(4), 701-704.
- Köse, C. ve Güleriyüz M., 2009. Üzümlü İlçesi (Erzincan) Karaerik Üzüm Bağlarında 2007-2008 Kış Soğuklarının Kış Gözlerinde Yol Açtığı Zararlar. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Derg, 40(1): 55-60.
- Köse, C., and Kaya, K., 2017. Determination Of Resistance To Low Temperatures Of Winter Buds According To Position In Karaerik (*V. vinifera* L.) Grape Cultivar. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4 (7)-64-68.
- Küpe, 2013. Üzümlü İlçesi (Erzincan) Koşullarında Yetiştirilen Karaerik Üzüm Çeşidinde Kış Soğuklarından Sonra Zarar Düzeyine Bağlı Olarak Uygun Budama Seviyelerinin Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Lamar, J., 2011. Professional Friends of Wine. <http://www.winepros.org/wine/101/viniculture.htm> (25.01.2018).
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: *Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses*. Academic Press.
- Levitt, J., 2012. Chilling, freezing, and high temperature stresses (Vol. 1). Elsevier.
- Li, P.H. and Sakai A., 1982. Plant Cold Hardiness and Freezing Stress: Mechanisms and Crop Implications (Proc Int Plant Cold Hardiness Semin) Vol. 2. Academic press, New York.
- Hatano, S. and Kabata, K. Transition of lipid metabolism in relation to frost hardiness in *Chlorella ellipsoidea*.
- Li, S., 2014. Evaluation and Improvement of Freezing Tolerance in Cold Sensitive Grape Genotypes (PhD Theses, The Ohio State University. Columbus. USA.
- Linden, L., 2002. Measuring cold hardiness in woody plants. Academic dissertation, University of Helsinki
- Lipe, W.N., Baumhardt L., Wendt C.W. and Rayburn D.J., 1992. Differential thermal analysis of deacclimating Chardonnay and Cabernet Sauvignon grape buds as affected by evaporative cooling. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43(4), 355-361.
- Londo, J. P. and Kovalski A.P., 2017. Characterization of Wild North American Grapevine Cold Hardiness Using Differential Thermal Analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*, ajev-2016.
- Lund, A.E. and Livingston W.H., 1999. Freezing cycles enhance winter injury in *Picea rubens*. *Tree physiology*, 19(1), 65-69.
- Luyet, B. and Rasmussen D., 1968. Study by differential thermal analysis of the temperatures of instability of rapidly cooled solutions of glycerol, ethylene glycol, sucrose and glucose. *Biodynamica*, 10(210), 167-191.
- Mahajan, S. and Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2), 139-158.
- Martinson, T. 2001. How Grapevine Buds Gain and Lose Cold-hardiness. Appellation Cornell, Issue 5. Available at: <https://grapesandwine.cals.cornell.edu/newsletters/appellation-cornell/2011newsletters/issue-5/how-grapevine-buds-gain-and-lose-cold>. (15.01.2018).

- Martz, F., Kiviniemi S., Palva T.E. and Sutinen M.L. 2006. Contribution of omega-3 fatty acid desaturase and 3-ketoacyl-ACP synthase II (KASII) genes in the modulation of glycerolipid fatty acid composition during cold acclimation in birch leaves. *Journal of experimental botany*, 57(4), 897-909.
- Meiering, A. G., Paroschy J. H., Peterson R.L., Hostetter G. and Neff A., 1980. Mechanical freezing injury in grapevine trunks. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31(1), 81-89.
- Mickelbart, M.V., Chapman P. and Collier-Christian L., 2006. Endogenous levels and exogenous application of glycinebetaine to grapevines. *Scientia horticulturae*, 111(1), 7-16.
- Miller, D. P., Howell, G.S. and Striegler R.K., 1988. Cane and bud hardiness of selected grapevine rootstocks. *American Journal Of Enology and Viticulture*, 39(1), 55-59.
- Mills, L. J., Ferguson J.C. and Keller M., 2006. Cold-hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(2), 194-200.
- Min, K., Chen K. and Arora, R., 2014. Effect of short-term versus prolonged freezing on freeze-thaw injury and post-thaw recovery in spinach: importance in laboratory freeze-thaw protocols. *Environmental and Experimental Botany*, 106, 124-131.
- Minorsky, P.V., 1985. An heuristic hypothesis of chilling injury in plants: a role for calcium as the primary physiological transducer of injury. *Plant, Cell & Environment*, 8(2), 75-94.
- Minorsky, P.V., 1989. Temperature sensing by plants: a review and hypothesis. *Plant, Cell & Environment*, 12(2), 119-135.
- Mullins, M.G., Bouquet, A. and Williams L.E., 1992. *Biology of the grapevine*. Cambridge University Press.
- Myles, S., Chia J.M., Hurwitz B., Simon C., Zhong G.Y., Buckler E. and Ware D., 2010. Rapid genomic characterization of the genus vitis. *PloS one*, 5(1), e8219.
- Nayyar, H., Bains T.S. and Kumar S., 2005. Chilling stressed chickpea seedlings: effect of cold acclimation, calcium and abscisic acid on cryoprotective solutes and oxidative damage. *Environmental and Experimental Botany*, 54(3), 275-285.
- Nordin Henriksson, K. and Trewavas A.J., 2003. The effect of short term low temperature treatments on gene expression in Arabidopsis correlates with changes in intracellular Ca^{2+} levels. *Plant, Cell & Environment*, 26(4), 485-496.
- Nus, J. L., Weigle J.L. and Schradle J.J., 1981. Superimposed Amplified Exotherm Differential Thermal Analysis System [for detecting low-temperature exotherms of excised dormant flower buds, freezing]. *HortScience (USA)*. 16:753-754.
- Oraman, N., 1972. Bağcılık Tekniği II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 62, 231, s, Ankara.
- Pagter, M. and Arora R., 2013. Winter survival and deacclimation of perennials under warming climate: physiological perspectives. *Physiologia Plantarum*, 147(1), 75-87.
- Palta, J.P. and Li P.H., 1980. Alterations in membrane transport properties by freezing injury in herbaceous plants. *Physiologia Plantarum*, 50(2), 169-175.
- Park, E.J., Jeknic Z. and Chen T.H., 2006. Exogenous application of glycinebetaine increases chilling tolerance in tomato plants. *Plant and Cell Physiology*, 47(6), 706-714.

- Paroschy, J.H., Meiering A.G., Peterson R.L., Hostetter G. and Neff A., 1980. Mechanical winter injury in grapevine trunks. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31(3), 227-232.
- Pearce, R.S., 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. *Plant growth regulation*, 29(1-2), 47-76.
- Pearce, R.S., 2001. Plant freezing and damage. *Annals of Botany*, 87(4), 417-424.
- Pierquet, P., Stushnoff C. and Burke M.J., 1977. Low temperature exotherms in stem and bud tissues of *Vitis riparia* Michx. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:54-55.
- Plieth, C., Hansen U.P., Knight H. and Knight M.R., 1999. Temperature sensing by plants: the primary characteristics of signal perception and calcium response. *The Plant Journal*, 18(5), 491-497.
- Proebsting Jr, E.L. and Sakai A., 1979. Determining T50 of peach flower buds with exotherm analysis [Cold injury, resistance]. *HortScience (USA)*. 14:597-598
- Proebsting, E.L. and Mills H.H., 1971. Use of controlled freezing techniques for estimating critical temperatures for fruit buds. *Wash Agr Exp Sta Circ.* pp. 548.
- Proebsting, E.L., Ahmedullah M. and Brummund V.P., 1980. Seasonal changes in low temperature resistance of grape buds. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31(4), 329-336.
- Quamme, H.A. 1978. Mechanism of supercooling in overwintering peach flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:57-61.
- Quamme, H.A., 1974. An exothermic process involved in freezing injury to flower buds of several *Prunus* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:493-500.
- Quamme, H.A., 1986. Use of thermal analysis to measure freezing resistance of grape buds. *Canadian Journal of Plant Science*, 66(4), 947-952.
- Quamme, H.A., 1991. Application of thermal analysis to breeding fruit crops for increased cold hardiness. *HortScience*, 26(5), 513-517.
- Quamme, H.A., Layne R.E.C., Jackson H.O. and Spearman G.A., 1975. An improved exotherm method for measuring cold hardiness of peach flower buds. *HortScience* 10:521-523
- Quamme, H.A., Stushnoff C. and Weiser C.J., 1972a. Relationship of the low temperature exotherm to cold injury in apple stem tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:608-613.
- Quamme, H.A., Stushnoff C. and Weiser C.J., 1972b. Winter hardiness of blueberry species and cultivars in Minnesota. *HortScience* 7:500-502.
- Quamme, H.A., Su W.A. and Veto L.J., 1995. Anatomical features facilitating supercooling of the flower within the dormant peach flower bud. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120(5), 814-822.
- Raisanen, M., Repo T. and Lehto T., 2006. Effect of thawing time, cooling rate and boron nutrition on freezing point of the primordial shoot in Norway spruce buds. *Annals of Botany*, 97(4), 593-599.
- Rajashekar, C. B. and Lafta A., 1996. Cell-wall changes and cell tension in response to cold acclimation and exogenous abscisic acid in leaves and cell cultures. *Plant Physiology*, 111(2), 605-612.
- Rajashekar, C., Westwood M.N. and Burke M.J., 1982. Deep supercooling and cold hardiness in genus *Cyrus*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:968-972.
- Rajashekar, C.B. and Burke M.J., 1996. Freezing characteristics of rigid plant tissues (development of cell tension during extracellular freezing). *Plant Physiology*, 111(2), 597-603.

- Rajashekar, C.B., 2000. Cold response and freezing tolerance in plants. *Plant-Environment Interactions*, 321-341.
- Rasmussen, D.H. and MacKenzie A.P., 1972. Effect of solute on ice-solution interfacial free energy; calculation from measured homogeneous nucleation temperatures. In *Water structure at the water-polymer interface* (pp. 126-145). Springer US.
- Reisch, B.I. and Pratt C., 1996. Grapes. Pp. 297-369. In: J. Janick and J.N. Moore (eds.), *Fruit Breeding Volume II: Vine and Small Fruit Crops*. John Wiley and Sons. New York.
- Richardson, E.A., Seeley S.D., Walker D.R., 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*. 9:331-332.
- Ruelland, E., Vaultier M.N., Zachowski A. and Hurry V., 2009. Cold signalling and cold acclimation in plants. *Advances in Botanical Research*, 49, 35-150.
- Sakai, A. and Larcher W., 1987. Low temperature and frost as environmental factors. In *Frost Survival of Plants* (pp. 1-20). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Salazar-Gutierrez, M.R., Chaves B. and Hoogenboom, G., 2016. Freezing tolerance of apple flower buds. *Scientia Horticulturae*, 198, 344-351.
- Salazar-Gutierrez, M.R., Chaves B., Anothai J., Whiting M. and Hoogenboom G., 2014. Variation in cold hardiness of sweet cherry flower buds through different phenological stages. *Scientia Horticulturae*, 172, 161-167.
- Salzman, R. A., Bressan R.A., Hasegawa P.M., Ashworth E.N. and Bordelon B.P., 1996. Programmed accumulation of LEA-like proteins during desiccation and cold acclimation of overwintering grape buds. *Plant, Cell & Environment*, 19(6), 713-720.
- Schaberg, P.G., Shane J.B., Hawley G.J., Strimbeck G.R., DeHayes D.H., Cali P.F. and Donnelly J.R., 1996. Physiological changes in red spruce seedlings during a simulated winter thaw. *Tree Physiology*, 16(6), 567-574.
- Schnabel, B.J. and Wampl, R.L., 1987. Dormancy and cold hardiness in *Vitis vinifera* L. cv. White Riesling as influenced by photoperiod and temperature. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38(4), 265-272.
- Seyedbagheri, M.M., Fallahi E., 1995. Physiological and environmental factors and horticultural practices influencing cold hardiness of grapevines. *Journal of Small Fruit & Viticulture*, 2(4), 3-38.
- Siminovitch, D., Singh J. and De La Roche I.A. , 1978. Freezing behavior of free protoplasts of winter rye. *Cryobiology*, 15(2), 205-213.
- Sivritepe, N., Burak M., Yalçın T., 2001. Ata Sarısı, Uslu ve Yalova incise üzüm çeşitlerinde dona dayanımının belirlenmesi. *Ulud. Üniv.Zir. Fak. Derg.*, 15, 25- 38.
- Slater, J. and Warmund M., 1986. Effect of cooling rate and preacclimation on phloem supercooling in *Vitis*. *HortScience* 21:698. (Abstr.)
- Slater, J.V., Warmund M.R., George M.F. and Ellersieck M.R., 1991. Deacclimation of winter hardy 'Seyval blanc' grape tissue after exposure to 16 C. *Scientia Horticulturae*, 45(3-4), 273-285.
- Smallwood, M. and Bowles D.J., 2002. Plants in a cold climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357(1423), 831-847.

- Snyder, R. L. and Melo-Abreu J.P., 2005. Frost protection: fundamentals, practice and economics. Volume 1. *Frost protection: fundamentals, practice and economics*, 1, 1-240.
- Steffen, K.L., Arora R. and Palta J.P., 1989. Relative sensitivity of photosynthesis and respiration to freeze-thaw stress in herbaceous species: importance of realistic freeze-thaw protocols. *Plant physiology*, 89(4), 1372-1379.
- Steponkus, P.L., 1984. Role of the plasma membrane in freezing injury and cold acclimation. *Annual Review of Plant Physiology*, 35(1), 543-584.
- Stergios, B.G. and Howell G.S., 1977b. Effect of site on cold acclimation and deacclimation of Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 28:43-48.
- Sutinen, M. L., Palta J.P. and Reich P.B. 1992. Seasonal differences in freezing stress resistance of needles of *Pinus nigra* and *Pinus resinosa*: evaluation of the electrolyte leakage method. *Tree Physiology*, 11(3), 241-254.
- Tabachnick, B.G. and Fidell L.S., 2013. Using multivariate statistics (Sixth edition). United States: Pearson Education
- Tiryaki, D., 2015. Soğuk dirençli bitkilerin yaprak apoplastından izole edilen bakterilerin fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) soğuk stresi toleransı üzerine etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Todaro, T.M. and Dami I.E., 2017. Cane Morphology and Anatomy Influence Freezing Tolerance in *Vitis vinifera* Cabernet franc. *International Journal of Fruit Science*, 17(4), 391-406.
- Turan, Ö., 2012. Nohut Çeşitlerinde Düşük Sıcaklığa Dayanıklılığın Fizyolojik, Biyokimyasal ve Moleküler Düzeyde İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı. (Doktora Tezi). Ankara
- Uemura, M., Tominaga Y., Nakagawara C., Shigematsu S., Minami A. and Kawamura Y., 2006. Responses of the plasma membrane to low temperatures. *Physiologia Plantarum*, 126(1), 81-89.
- Unwin, T., 1991. Wine and the Vine: An Historical Geography of Viticulture and the Wine Trade. London: Routledge. p. 169.
- Van Leeuwen, C., Friant P., Chone X., Tregoat O., Koundouras S. and Dubourdieu D., 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(3), 207-217.
- Wake, C.M. and Fennell A., 2000. Morphological, physiological and dormancy responses of three *Vitis* genotypes to short photoperiod. *Physiologia Plantarum*, 109(2), 203-210.
- Wample, R.L. and Bary A., 1992. Harvest date as a factor in carbohydrate storage and cold hardiness of Cabernet Sauvignon grapevines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(1), 32-36.
- Wample, R.L. and Wolf T.K., 1996. Practical considerations that impact vine cold hardiness. In *Proc. 4th Intl. Symp. Cool Climate Vitic. Enol. NY State Agric. Expt. Sta., Geneva, NY* (pp. 23-28).
- Wample, R.L., Reisenauer G., Bary A. and Schuetze F., 1990. Microcomputer-controlled freezing, data acquisition and analysis system for cold hardiness evaluation. *HortScience*, 25(8), 973-976.

- Wample, R.L., Spayd S.E., Evans R.G., Stevens R.G., 1991. Nitrogen fertilization and factors influencing grapevine cold hardiness. *Int. Sym. on Nitrogen in Grapes and Wine*, 120-125.
- Wan, Y., Schwaninger H., Li D., Simon C.J., Wang Y. and He P., 2008a. The eco-geographic distribution of wild grape germplasm in China. *Vitis-Geilweilerhof*, 47(2), 77-80
- Wang, X., Li W., Li M. and Welte R., 2006. Profiling lipid changes in plant response to low temperatures. *Physiologia Plantarum*, 126(1), 90-96.
- Warmund, M.R., Guinan P. and Fernandez G., 2008. Temperatures and cold damage to small fruit crops across the eastern United States associated with the April 2007 freeze. *HortScience*, 43(6), 1643-1647.
- Warrington, I.J. and Jackson A.K.H., 1981. Injury to radiata pine as influenced by freezing and thawing rate, and low temperature duration. *NZJ For. Sci*, 11, 37-44.
- Warrnund, M R., George M.F, and Cumbie B.G., 1988. Supercooling in 'Darrow' blackberry buds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:418-422.
- Weiser, C. J., Quamme, H. A., Proebsting, E. L., Burke, M. J., and Yelenosky, G. 1979. Plant freezing injury and resistance. In *Modification of the Aerial Environment of Plants*, B. J. Barfield and J. F. Gerber, eds. (St. Joseph, Mich.: American Society of Agricultural Engineers), pp. 55- 84.
- White, W. C. and Weiser C.J., 1964. The relation of tissue desiccation, extreme cold, and rapid temperature fluctuations to winter injury of American arborvitae. In *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci* (Vol. 85, pp. 554-563).
- Winkler, A.J., Cook J.A., Kliewer W.M. and Lider L. A., 1974. *General Viticulture*. University of California Press, Berkeley, p. 60.
- Wisniewski, M. and Arora R., 1993. Adaptation and response of fruit trees to freezing temperatures. *Cytology, Histology and histochemistry of fruit tree diseases*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 299-320.
- Wolf, T. K. and Cook M.K., 1992. Seasonal deacclimation patterns of three grape cultivars at constant, warm temperature. *American Journal of Enology and Viticulture*. 43(2), 171-179.
- Wolf, T. K. and Cook M.K., 1994. Cold hardiness of dormant buds of grape cultivars: Comparison of thermal analysis and field survival. *HortScience*, 29(12), 1453-1455.
- Wolf, T.K. and Pool R.M., 1986. Microcomputer- based differential thermal analysis of grapevine dormant buds. *HortScience* 21:1447-1448.
- Wolf, T.K. and Pool R.M., 1987. Factors affecting exotherm detection in the differential thermal analysis of grapevine dormant buds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:520-525.
- Wolf, T.K. Warren M.K., 2000. Crop yield, grape quality, and winter injury of eight wine grape cultivars in Northern Virginia. *Journal of American Pomological Society*, 54(1), 34-43.
- Wolpert, J. A. and Howell G.S., 1984. Effects of cane length and dormant season pruning date on cold hardiness and water content of Concord bud and cane tissues. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35(4), 237-241.
- Wolpert, J. A. and Howell G.S., 1985a. Cold acclimation of Concord grapevines. I. Variation in cold hardiness within the canopy. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36(3):185-188.

- Wolpert, J. A. and Howell G.S.,1985b. Cold acclimation of Concord grapevines. II. Natural acclimation pattern and tissue moisture decline in canes and primary buds of bearing vines. *American Journal of Enology and Viticulture*,36(3):189-194.
- Wolpert, J. A. and Howell G.S.,1986a. Cold acclimation of Concord grapevines. III. Relationship between cold hardiness, tissue water content, and maturation *Vitis*, 25(1), 151-159.
- Wolpert, J. A. and Howell G.S.,1986b. Effect of night interruption on cold acclimation of potted 'Concord' grapevines. *Journal of the American Society for Horticultural Scienc.* 111:16-20.
- Yadava U.L., Doud S.L. and Weaver D.J., 1978. Evaluation of Different Methods to Assess Cold Hardiness of Peach Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Scienc.* 100(3):318-321.
- Yıldız, N. and Bircan H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay, (697).
- Yoshida, S., 1984. Studies on freezing injury of plant cells: I. Relation between thermotropic properties of isolated plasma membrane vesicles and freezing injury. *Plant Physiology*, 75(1), 38-42.
- Zabadal, T.J., Dami I.E., Goffinet M.C., Martinson T.E. and Chien M.L., 2007. Winter injury to grapevines and methods of protection, Michigan State University Publications on Grape Production, Michigan, USA, p. 36-37.
- Zhang, J., Wu X., Niu R., Liu Y., Liu N., Xu W., Wang Y., 2012. Coldresistance evaluation in 25 wild grape species. *Vitis*, 51(4), 153-160.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Erzurum’da doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Erzurum’da tamamladı. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünü kazandı ve 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl yüksek lisansa başladı. Yüksek Lisans eğitimini 2011 yılında tamamlayarak 2012 yılında doktora eğitimine başladı. 2010 yılında Tarım Kredi Kooperatifleri İzmir Bölge Birliği’nde Mühendis olarak görev aldı ve 2011 yılında bu kurumdan ayrılarak Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsünde geçiş yaptı. Halen aynı kurumda Meyve-Bağ Bölümünde görev yapmaktadır. Evli ve 1 çocuk babasıdır.