



**DOMATES (*Solanum lycopersicum*) ÇEŞİT VE  
GENOTİPLERİNDE POTASYUM SÜLFAT  
UYGULAMALARININ DON TOLERANSI  
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Veysel DÖNDERALP**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**DOMATES (*Solanum lycopersicum*) ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNDE POTASYUM  
SÜLFAT UYGULAMALARININ DON TOLERANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

(Determination of the Effects of Potassium Sulphate Applications on Frost Tolerance of  
Tomato Varieties and Genotypes)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Veysel DÖNDERALP

Danışman: Prof. Dr. Atilla DURSUN

Erzurum  
Haziran, 2020

## KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Veysel DÖNDERALP tarafından hazırlanan “Domates (*Solanum Lycopersicum*) Çeşit ve Genotiplerinde Potasyum Sülfat Uygulamalarının Don Toleransı Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışması 08/06/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Sebze Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Cafer KÖSE  
*Atatürk Üniversitesi* .....

Danışman: Prof. Dr. Atilla DURSUN  
*Atatürk Üniversitesi* .....

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Cafer KÖSE  
*Atatürk Üniversitesi* .....

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Atilla DURSUN  
*Atatürk Üniversitesi* .....

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim ÖZTÜRK  
*Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi* .....

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

**Prof. Dr. Mehmet KARAKAN**

**Enstitü Müdürü**

**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.

## ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Atilla DURSUN danışmanlığında sunulan “Domates Çeşit ve Genotiplerinde Potasyum Sülfat Uygulamalarının Don Toleransı Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	7	30
Kuramsal Temeller	9	30
Materyal ve Yöntem	3	35
Bulgular	2	20
Tartışma	3	20
Tezin Geneli	6	25

*Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.*

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

<b>Tez Yazarı (Öğrenci)</b>	<b>Tez Danışmanı</b>
Veysel DÖNDERALP	Prof. Dr. Atilla DURSUN
<b>8.6.2020</b>	<b>8.6.2020</b>
İmza:	İmza:

\* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma sırasında bilgi, birikim ve tecrübelerini bizden eksik etmeyen ve bizlere her daim yol gösteren, değerli danışman hocam Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Atilla DURSUN'a, ayrıca sevgisi, nezaketi ve fikirleri ile her daim desteğini hissettiğim sayın Prof. Dr. Cafer KÖSE'ye ve kıymetli katkılarından dolayı sayın Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, her fırsatta yanımda olduklarını hissettiren, rehberliklerine ve dostluklarına minnettar olduğum çok kıymetli müdürlerim Sayın Birol KARADOĞAN, Sayın İsmail ESMEK ile mesai arkadaşlarım Sayın Özkan BOZBEK, Sayın Hüseyin VURGUN, Sayın Tevhit GEÇİM, Sayın Zakine KADIOĞLU, Sayın Seval TAŞKIN, Sayın Kemal ÇUKADAR ve Sayın Recep KORKUT'a en kalbi duygularıyla teşekkür ediyorum. Ayrıca bu çalışmanın tüm süreçlerde desteğini, bilgisini, birikimlerini ve dostluğunu hiçbir zaman esirgememiş kıymetli arkadaşım Sayın Dr. Özkan KAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Herşeyden çok daha önemli olan ailemin hayatımın her döneminde üzerimde hissettiğim destek ve emekleri için saygılarımı ve şükranlarımı sunarım.

Veysel DÖNDERALP

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### DOMATES ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNDE POTASYUM SÜLFAT UYGULAMALARININ DON TOLERANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Veysel DÖNDERALP

Danışman: Prof. Dr. Atilla DURSUN

**Amaç:** Ömür F1, Cuma F1, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 domates çeşitleri ile Yerli-14 ve Yerli-24 domates genotipleri fidelerinin sürgün ucuna ait düşük sıcaklık ekzotermelerinin (LTE) belirlenmesi, ayrıca düşük sıcaklıklara en az ve en fazla tolerans gösteren birer çeşide yapraktan 4 farklı potasyum sülfat gübre dozu uygulanması, en etkili dozun ve o dozun etkin süresinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Fidelerinin sürgün ucuna ait ortalama düşük sıcaklık ekzotermeleri (LTE) diferansiyel termal analiz (DTA) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında bir hassas ve toleranslı çeşit belirlenmiş, ikinci aşamasında ise hassas ve toleranslı çeşitlerin fidelerine yapraktan %0, %0,5, %1, %1,5 ve %2 oranında potasyum sülfat gübresi uygulanmış ve gübrenin hangi dozunun, fidelere don toleransını artırdığı tespit edilmiş, etkili bulunan dozun sonra düşük sıcaklıklara karşı kaç günlük bir koruma sağladığı belirlenmiştir.

**Bulgular:** Bu çalışma sonuçlarından elde edilen bulgular ışığında; geniş bir bitki grubunun doku ve organlarında düşük sıcaklık ekzotermelerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan DTA yönteminin domates türünde de dona toleransı belirlemede kullanılabileceği test edilmiştir.

**Sonuç:** DTA test yöntemi kullanılarak test edilen 6 farklı domates çeşidi ve 2 genotip içerisinde VT-1770, düşük sıcaklıklara daha toleranslı iken Safir F1 çeşidinin daha hassas olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci bölümünde ise, Safir F1 ve VT-1770 domates fidelerine yapraktan %0, %0,5, %1, %1,5 ve %2 oranında potasyum sülfat dozları içerisinde %1'lik uygulama etkili doz olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, fidelere %1'lik doz yapraktan uygulaması yapıldıktan sonra ki 24 ile 72 saat düşük sıcaklıklara tolerans artışı sağladığı, ancak 120 saat sonra bu özelliğini kaybettiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Domates, *Solanum lycopersicum*, LTE, DTA, Don Testi, Potasyum Sülfat ( $K_2SO_4$ )

**Haziran 2020, 64 sayfa**

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

#### DETERMINATION OF THE EFFECTS OF POTASSIUM SULPHATE APPLICATIONS ON FROST TOLERANCE OF TOMATO VARIETIES AND GENOTYPES

Veysel DÖNDERALP

Supervisors: Prof. Dr. Atilla DURSUN

**Purpose:** It is aimed to determinate of the mean low-temperature exotherms (LTE) of the shoot tip of the Ömür F1, Cuma F1, Safir F1, VT-1770, Elibol F1, and Adelya F1 tomato varieties and Yerli-14 and Yerli-24 local tomato genotypes, and to specify the most effective dose and its lasting time by applying 4 different doses of potassium sulfate foliar fertilizer on determined most and least tolerant variety.

**Method:** The mean low-temperature exotherms (LTE) of the shoot tip of seedlings were determined by using differential thermal analysis (DTA). In the second part of the study, 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% potassium sulfate foliar fertilizer were applied on the least tolerant and most tolerant varieties in order to determine most effective dose in increasing frost tolerance. It was additionally revealed effective dose's lasting time on seedlings.

**Findings:** Differential thermal analysis (DTA) method can be effectively used in determination of frost tolerance in tomato.

**Results:** VT-1770 was found the most tolerant variety, while Safir F1 was the least tolerant. In the second part of the study, 1% fertilizer dose was found the most effective dose among the 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% doses of potassium sulfate foliar fertilizer on the Safir F1 and VT-1770 tomato seedlings. 1% fertilizer dose application provided significant protection against to frost after 24 and 72 hours and partially lost this feature after 120 hours when hours compared to each other after applying 1% fertilizer dose on Safir F1 and VT-1770 tomato seedlings.

**Keywords:** Tomato, *Solanum lycopersicum*, LTE, DTA, Frost Test, Potassium Sulfate ( $K_2SO_4$ )

**Haziran 2020, 64 pages**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
GİRİŞ.....	1
KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
MATERYAL ve METOT .....	13
Materyal .....	13
Metot .....	13
İlk aşamada kullanılacak domates çeşit ve genotiplerine ait fidelerinin yetiştirilmesi... 13	
Domates çeşit ve genotiplerinde DTA testlerinin yapılması.....	14
Projenin ikinci aşamasına aktarılan domates çeşitlerine ait fidelerinin yetiştirilmesi. ...	16
Fidelere Potasyum Sülfat (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) gübresinin yapraktan uygulanması. ....	17
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gübresi uygulanan fidelerde DTA testlerinin yapılması.....	18
Verilerin değerlendirilmesi. ....	18
ARAŞTIRMA BULGULARI .....	20
TARTIŞMA ve SONUÇ .....	35
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	43
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	52



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları .....	21
<b>Tablo 2.</b> Safir F1 domates çeşidinde K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına (LTE) ait varyans analiz sonuçları .....	26
<b>Tablo 3.</b> VT-1770 domates çeşidinde K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları .....	29
<b>Tablo 4.</b> Safir F1 domates çeşidinde %1'lik K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları.....	33
<b>Tablo 5.</b> VT-1770 domates çeşidinde %1'lik K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları.....	34

## ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1.** Domates çeşit ve genotiplerinin yetiştirilmesi; a- torf ve perlit karışımı 84'lük viyollerin hazırlanması; b-tohumların viyollere ekilmesi; c-ekilen tohumların üstlerinin vermikulit ile tamamlanması; d-viyollere ekimi tamamlanan tüm çeşit ve genotipler; e-viyollerin sulanması; f.-fidelerin viyollerde elde edilmesi..... 14
- Şekil 2.** Diferansiyel termal analiz hazırlığı; a-sürgün ucunun TEM kuyucuğuna yerleştirilmesi; b-sürgün uçları yerleştirilmiş dokuz TEM kuyucuklu tabla c-sürgün uçlarının yerleştirildiği dört farklı TEM tablası; d-TEM tablalarının don testi için DTA cihazına yerleştirilmesi ..... 15
- Şekil 3.** Domates çeşit ve genotiplerinin DTA analizleri sırasında düşük sıcaklık ekzotermelerinin belirlenmesine ait bir grafik (Orjinal)..... 16
- Şekil 4.** Fideler Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait deneme serasında yetiştirilmiştir (Orjinal). ..... 17
- Şekil 5.** Her bir fide için yaprak yüzeyi tamamen ıslanmasını sağlayacak miktarda (5 ml)  $K_2SO_4$  uygulaması (Orjinal). ..... 18
- Şekil 6.** Tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait veri dağılımı..... 20
- Şekil 7.** Tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait Q-Q plot dağılımı..... 21
- Şekil 8.** Test edilen tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi (çeşitler için verilen ortalama ölüm değerlerin hesaplanmasında ortalama LTE değeri kullanılmış ve bu değerler LTE olarak kabul edilmiştir). ..... 22
- Şekil 9.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinin 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre Safir F1 domates çeşidinin sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklığı değerlerine (LTE sıcaklıkları) ait verilerin dağılımı ..... 23
- Şekil 10.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre Safir F1 domates çeşidinin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot dağılımı..... 24
- Şekil 11.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre VT-1770 domates çeşidinin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait veri dağılımı ..... 24
- Şekil 12.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre VT-1770 domates çeşidinin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot dağılımı..... 25

<b>Şekil 13.</b> Test edilen Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan $K_2SO_4$ gübrelemesinden 24 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi.....	27
<b>Şekil 14.</b> Test edilen Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan $K_2SO_4$ gübrelemesinden 72 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi.....	28
<b>Şekil 15.</b> Test edilen Safir domates çeşidinde yapraktan uygulanan $K_2SO_4$ gübrelemesinden 120 saat sonra yapılan DTA testlerinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi .....	29
<b>Şekil 16.</b> Test edilen VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan $K_2SO_4$ gübrelemesinden 24 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi.....	31
<b>Şekil 17.</b> Test edilen VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan $K_2SO_4$ gübrelemesinden 72 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi.....	31
<b>Şekil 18.</b> Test edilen VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan $K_2SO_4$ gübrelemesinden 120 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi .....	32
<b>Şekil 19.</b> Safir F1 domates çeşidinde %1'lik $K_2SO_4$ gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi.....	33
<b>Şekil 20.</b> VT-1770 domates çeşidinde %1'lik $K_2SO_4$ gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi.....	34

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
<sup>1</sup> O <sub>2</sub>	Singlet Oksijen
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
K <sub>2</sub> O	Potasyum Oksit
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Potasyum Sülfat
KNO <sub>3</sub>	Potasyum Nitrat
O <sub>2</sub>	Oksijen
O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Süper Oksit
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit

### Kısaltmalar

APX	Askorbat Peroksidaz
CAT	Katalaz
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GR	Glutasyon Redüktaz
INB	Buz Nükleasyon Bakterileri
LTE	Düşük sıcaklık ekzotermi
MDHAR	Monodehidroaskorbat Redüktaz
OH <sup>-</sup>	Hidrosit
POD	Peroksidaz
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
SO <sub>3</sub>	Kükürtdioksit
SOD	Süperoksit Dismutaz
TA	Termal Analiz
TEM	Termo Elektrik Modül
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

## GİRİŞ

Dünya’da en çok üretimi yapılan sebzelerden biri olan Domates (*Solanum lycopersicum* L.), yaklaşık olarak 100 cins (Olmstead *et al.* 2008) ve 3000-4000 arasında tür içeren, Solanaceae familyasının önemli türlerinden biridir (Knapp *et al.* 2004). Domates, ilk olarak 1753 yılında Linnaeus tarafından *Lycopersicum esculentum* olarak isimlendirilmiş, daha sonraları Solanaceae familyasından Solanum cinsi bireyi olarak *Solanum lycopersicum* adını almıştır (Foolad, 2007; Kimura and Sinha 2008). Domatesin bilinen 12 yakın akrabası bulunmaktadır (Peralta and Spooner 2005). Domates ve yakın akrabalarının orjin merkezleri, Güney Amerika olmak üzere Ekvador’un merkezinden Peru’ya ve oradan Kuzey Şili’ye uzanan bölgeler ve Bolivya olarak belirlenmiştir (Darwin *et al.* 2003; Peralta and Spooner 2005). Domates bitkisinin kültüre alındığı yerlerin Meksika veya Peru olduğu üzerine olan hipotezler hala tartışılırken, bu bitkinin İspanyol kolonileri tarafından 1521 yılında Meksika’yı işgal ettikten sonra Avrupa’ya götürüldüğü (Gebhardt 2016), 1544 yılında ilk kez İtalya tarafından kayıtlara geçirildiği (Liedl *et al.* 2013) ve Kuzey Amerika’da ilk kez 1710 yılında William Salmon’un Botanologia adlı çalışmasında bahsedildiği literatürlere geçmiştir (Salmon 1710; McCue 1952; Smith 1994; Razdan 2006).

Domatesin ülkemize girişinin muhtemelen 1770’li yıllarda Adana üzerinden olduğu bildirilmiştir (Abak 2016). Domates hem Dünya hem de ülkemizde taze ve işlenerek, tüketimi fazla yapılan sebze grubu arasında yer almaktadır. Taze olarak yoğun tüketiminin dışında, bu türün meyvesi, gıda sanayinde dondurularak, kurutulularak, salça, konserve, turşu ve ketçap gibi çeşitli ürünlere işlenerek de değerlendirilmektedir. Bu farklı değerlendirme özellikleri nedeniyle domates, tarımsal faaliyetler içerisinde önemli bir yer edinmiştir (Uylaşer 1996; Keskin ve Gül 2004; Keskin ve Gül 2004; Ertürk ve Çirka 2014). Geniş bir kullanım yelpazesine ve ülkelerin iç ve dış pazarında çok önemli bir yere sahip olan domates, dünya yaş sebze üretiminin %13’ünü oluşturmaktadır (FAO 2016). Dünya genelinde 4 762 457 hektarlık alanda 182 256 458 tonluk üretim miktarının yanı sıra (FAO 2018) hızlı adaptasyon yeteneği ile domates, Dünya’nın neredeyse her yerinde yetiştirilebilen, besin içeriği ve ekonomik değeri yüksek popüler bir bahçe bitkisidir (Bergougnoux 2013). Türkiye 2009 ve 2018 yılları arasındaki 10 yıllık ortalama verilere göre 11 629 214 tonluk üretim ile Dünya sıralamasında 4. sırada yer alırken, 2018 yılında ise üretim miktarı 176 430 hektarlık alandan 12 150 000 ton olarak kayıtlara geçmiştir (FAO 2018). Türkiye, domatesin yoğun olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı ve tüketimin son derece yüksek olduğu Akdeniz havzasında yer

almanın (Peralta and Sooner 2007; Abak 2016) avantajını en iyi kullanan ülkelerden birisi olup, Akdeniz havzasındaki kişi başı yıllık domates tüketimi ortalama 60-70 kilogram arasında değişirken, ülkemizde bu rakam yaklaşık yıllık 115 kilogram civarındadır (Yanmaz vd 2015; Abak 2016). Bu kadar popüler olan bu bitki grubunun ülke ekonomisine ciddi katkısı olup, ülkemiz sebze ihracatının %25'ini oluştururken 2014 yılında 430 milyon dolarlık ihracat hacmi ile en fazla ihraç edilen tarım ürünü olmuştur (Anonim 2016).

Diğer yandan, domatesin diploid kromozom sayısı  $2n=24$  olan kendine döllek yapısı (Rick 1979; Mattoo and Razdan 2007), kendi tohumlarıyla çoğaltılabilen bir bitki olması ve her üretim kademesinden sonra doğal seleksiyonun katkısı gibi nedenler onun orjin merkezlerinden farklı lokasyonlarda bile doğal gen havuzlarının oluşmasına sebep olmuştur (Jenkins 1948). Bu özellikler ülkemizin pek çok bölgesinde domatesin yetiştirilmesine ve üreticiler için hem önemli bir gelir kaynağı hem de ülke ekonomisi için değerli bir ihracat ürünü haline gelmesine neden olmuştur (Sevgican 1999; Vural vd 2000). Bu bağlamda, Türkiye'nin pek çok bölgesine adapte olan domates Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde de belirli oranda yetiştirilmektedir. Ülkemizde bölgesel olarak domates üreticiliğinde Kuzeydoğu tarım bölgesi diğer bölgelere nazaran üretim miktarları noktasında çok iddialı olmasa da bölgedeki sebzeçilik faaliyetlerinin başında domates üretimi gelmektedir. Bölgenin son 10 yıllık (2010-2019) domates üretimi ortalamalarına göre en çok üretimin yapıldığı il Erzincan olarak kayıtlara geçerken, onu Iğdır ili ve peşinden Erzurum ili takip etmektedir. Bununla beraber, 2019 yılında Erzincan domates üretimi 90 259 ton, Iğdır 33 732 ton ve Erzurum 5 703 ton olarak bildirilmiştir (TÜİK 2020).

Bölgede karasal iklimin etkili olması, yıllık ortalama sıcaklığın  $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  olması (Ertürk ve Çirka 2015), bölgenin tarımsal faaliyetlere uygun büyük ovaları olsa da bölgenin iklim şartlarının diğer bölgelere nazaran daha sert geçmesi bazı bitki gruplarının yetiştiriciliğini kısıtlamakla beraber, diğer bölgelerle rakabet şansını da azalmaktadır. Bu bağlamda, sadece Dünya'nın değil aynı zamanda ülkemizin de ekonomik olarak en önemli bitki gruplarının başında gelen domateste, yetiştiriciliği kısıtlayan abiyotik stres koşullarına karşı tolerans gösteremeyen çeşitlerin üretimde kullanılması, yüksek miktarda ürün kayıplarına neden olmaktadır. Domates gibi Dünya'nın birçok bölgesinde popüler olarak yetiştiriciliği yapılan bitki gruplarının üretimlerini sekteye uğratan problemlerin sebep oldukları ekonomik zarar, üretim miktarları oranında artmaktadır. Bugün biyotik faktörler kadar kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık gibi abiyotik faktörler de domates bitkisinde ciddi ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Domates bitkisinin yetiştiriciliği sırasında abiyotik streslerin bitkinin gelişme dönemine ve stresin devam etme süresine bağlı olarak %70 oranında verim

kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Krishna *et al.* 2019). Dolayısıyla bu durum, bitki ıslahçıları, özellikle bu gibi stres koşullarına karşı direnç gösterebilecek veya zararı minimuma indirebilecek yeni çeşitlerin geliştirilmesi noktasında ciddi çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir. Islahçıların bu arayışı içerisinde özellikle düşük sıcaklık stresi önemli abiyotik stres faktörü arasında yer almaktadır.

Domates üretimini sekteye uğratan stres koşullarından biri olan düşük sıcaklıklar meydana geldiği yıllarda domates yetiştiriciliğinde önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir. Zira domatesin düşük sıcaklık stresinden en çok etkilenen bitkilerden biri olduğu bilinmektedir (Taiz and Zeiger 2008; Aydın 2011). Bu türde sıcaklığının 15°C'nin altına düşmesi düşük sıcaklık stresine neden olmakta ve sıcaklıkların şiddetine bağlı olarak herhangi bir gelişme evresinde (vejetatif ve generatif) meydana gelerek, bitkinin gelişim ve büyümesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Sevgican 1999; Gökmen 2006; Guan *et al.* 2009; Malekzadeh *et al.* 2012). Genel olarak, düşük sıcaklık stresi bitkinin fotosentez hızında yavaşlama, solunum ve protein sentezinde azalma, hücre zarı fonksiyonlarında bozulma, reaktif oksijen türlerin (ROS) miktarında ve sentezlenmiş proteinlerin parçalanmasında artışlara neden olmaktadır (Aroca *et al.* 2001; Hutchison *et al.* 2000; Tambussi *et al.* 2004; Cheng and Song 2006).

Öte yandan, ılıman iklim sebzesi olan domates, tür, çeşit, yüzey nemi ve bitki yüzeyinde bulunan buz nükleasyon bakterisi varlığı gibi etkenlere bağlı olarak değişmekle beraber sıcaklıkların -1 veya -12°C'ye düşmesi durumunda önemli oranda don zararına uğramakta ve bu durum bitkinin tamamen ölmesi ile sonuçlanabilmektedir (Anderson *et al.* 1982, 1984; Perry *et al.* 1992; Wisniewski and Glenn 2002; Snyder and Melo-Abreu 2005). Bununla birlikte, domateste dondurucu sıcaklıklar bitki hücrelerinde zar sıvı yapısını ve protein bileşenlerinin işlevlerini kaybetmesine sebep olarak, hücre içine ve dışına madde transferini yanı sıra tüm enzimsel faaliyetleri durdurarak hücre ölümüne neden olmaktadır (Akman vd 2001). Ayrıca, düşük sıcaklıklara maruz kalan domates bitkisinde su alımı, kök iletimi ve kök büyümesinde azalmaların meydana geldiği, büyüme ve gelişmenin engellendiği, aşırı hassas türlerde zararın şiddetine bağlı olarak tepe tomurcuğunun (sürgün ucunun) hasara uğradığı ve yanısıra fidelerin soğuk stresine karşı yetişkin bitkilere göre daha hassas olduğu bilinmektedir (Rab and Saltveit 1996; Aroca *et al.* 2001).

Diğer taraftan, düşük sıcaklıklar özellikle karasal iklimin hâkim olduğu Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nin mikroklima alanlarında sebze yetiştiriciliğinin yapıldığı dönemlerde zaman zaman önemli oranda etkisini göstermektedir. Nitekim, bu bölge içerisinde sebze üretimi bakımından en önemli paya sahip olan ve mikroklima iklim özelliği ile ön plana çıkan

Erzincan ilinde yaklaşık 12 bin dekar alanda domates üretilmektedir (TÜİK 2018). Bölgedeki sebze üretim alanlarının yaklaşık %40'ını oluşturmasından dolayı domates, bölge için önemli bir tarım ürünü olup, genelde açık alanlarda yetiştirilmektedir. Son yıllarda ise tarla yetiştiriciliğine paralel olarak bölgede sera alanlarının artışıyla birlikte örtüaltı üretimine de başlanmıştır. Ancak, bölgenin iklim özellikleri ve vejetasyon süresinin kısalığı dikkate alındığında özellikle domates yetiştiriciliğinde verim açısından arzu edilen seviyelere çıkılamamıştır. Zira bölgenin iklim koşullarından dolayı ekonomik anlamda yetiştiricilik her dönem yapılamamakta ve fide dikimleri nisan ayının ortalarına doğru serada, mayıs ayının ikinci haftası açıkta başlayıp yetiştiricilik son bahar erken donlarına kadar devam etmektedir. Bu nedenle, bölgemizde domates fidelerinin daha erken tarihlerde dikilerek vejetasyon süresinin uzatılması ve buna bağlı olarak verimin artırılması için yeni uygulama veya yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim yapılan farklı çalışmalar erken dikimlerin vejetasyon süresini artırdığını ve bu sayede üretim periyodunu uzatarak verime katkı sağladığını göstermiştir (Yaprak 2009; Hunter *et al.* 2012). Ancak, bölgemizde erken dikimlerin (Mart-Nisan) ilkbahar geç don riskinden dolayı tercih edilememesi ve dolayısıyla dona toleransı artırıcı farklı uygulamaların yapılmasına duyulan ihtiyacı gündeme getirmektedir.

Tüm bitkilerde olduğu gibi domates bitkisinde de düşük sıcaklık zararının neden olduğu hasarı en aza indirebilmek ve yaygın yetiştiriciliği yapılan bireylerin don tolerans sınırlarını belirlemek yetiştiricilik açısından büyük önem arz etmektedir. Bu anlamda, pek çok bitki grubu ve domates türü için farklı test metotları (Nükleer Magnetik Resonans, Diferansiyel Termal Analiz, Magnetic Resonans Görüntüleme, Infrared Video Termografy, Düşük Sıcaklık Elektron Mikroskobu, Triphenyl Tetrazolium Chlorid Redüksiyonu, Diferansiyel Scanning Calorimetre, Doku Kahverengileşmesi, Elektriksel İletkenlik) (Yadava *et al.* 1978; Quamme 1991; Pearce 2001; Aslantas ve Köse 2004; Fennell 2004; Keller 2015) kullanılmakta ve bitkilere dışardan yapılan farklı uygulamalar ile don tolerans dereceleri artırılmaya çalışılmaktadır (Wendehenne *et al.* 2001; Neill *et al.* 2002; Neill *et al.* 2003). Her ne kadar bu metotların birbirlerine göre üstün veya zayıf yanları bulunsa da günümüz teknolojisi ile uyumlu hale getirilmiş ve pek çok bitki türünün don tolerans derecelerinin belirlenmesinde yaygın kullanılan Diferansiyel Termal Analiz (DTA) standart metot haline gelmiştir (Quamme *et al.* 1972; 1975; Pierquet *et al.* 1977; Andrews *et al.* 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; Kaya *et al.* 2018; Kaya and Köse 2019). DTA yöntemi temelde hücre çözeltisindeki suyun 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. Litaratürlerde domates türünde TA (termal analiz) yöntemi ile ilgili yürütülmüş yalnızca tek bir çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmada termal iletken kablolar kullanılarak testler yapılmış ve her bir sürgün ucu için bir termokapıl doku içerisine yerleştirilerek tek bir ekzoterm piki elde edilmiştir. Bu ekzoterm piklerinin domates türünde LTE değerleri (süper soğuma noktası diye geçmektedir) olduğu kabul edilmiştir (Singer ve Baugerod 1986) . Ancak, bu yöntemde domates fidelerinin LTE değerleri termokapılların doku içerisine yerleştirilmesi sayesinde belirlenmiştir. Farklı bitki gruplarında termokapıl yöntemi kullanıldığında dokular içerisine yerleştirilen 32 gauge kabloların dokularda deformasyona neden olduğu ve bunun yerine Termo Elektrik Modül (TEM)'lerin kullanılmasının daha tutarlı LTE değerleri sağlayacağı pekçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Pierquet *et al.* 1977; Andrews *et al.* 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; *et al.* 2014; Salazar-Gutierrez *et al.* 2014; Keller 2015; Kaya and Köse 2017).

Bu nedenle, günümüzde TEM tablalarının kullanıldığı DTA analizleri ile ülkemizde yetiştiriciliği yapılan domates çeşit ve genotiplerinin don toleranslarının belirlenmesi mümkün hale gelmiştir. Ayrıca, mevcut çeşit ve genotiplerin düşük sıcaklıklara toleranslarını artırabilmek adına birtakım uygulamalarının dışardan yapılması ve uygulamalardan sonra doğru tekniğin kullanılarak dona tolerans derecelerinin belirlenmesi yetiştiricilik açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda, bitkiler için temel besin elementi olan potasyumun düşük sıcaklıklara toleransı artırdığına dair bazı araştırmalar mevcuttur (Sarikhani *et al.* 2014). Özellikle potasyumun yapraktan farklı dozlarının (%0, %0,5, %1, %2) asma kış gözlerinde don toleransını artırdığı ve bitkide stresin göstergesi olan reaktif oksijen türlerini azalttığı belirlenmiştir (Sarikhani *et al.* 2014).

Öte yandan teknolojinin ve farklı ürünlerin tarımsal faaliyetlerde kullanımı ile daha kaliteli ve daha verimli bir üretim modeli ortaya konmuş olsa da hızlı nüfus artışı ile Dünya'da ki en büyük problemlerinin başında gelen açlık sorununun önüne tam anlamıyla geçilebilmiş değildir. Tarım yapılabilecek yeni alternatif alanların oluşturulması üretim miktarlarında muhtemel bir artışa sebep olabilir, fakat bu durum Dünya nüfusunun beslenmesi için tek başına yeterli bir çözüm değildir. Kaldı ki, Dünya üzerinde tarımsal arazilerin veya tarımsal arazi olarak kullanılacak arazilerin toplamı sınırlıdır ve bu oran aşağı yukarı bellidir. Bu sebeple tarıma yön veren bilim insanları mevcut probleme yönelik, var olan araziler üzerinden maksimum verim elde etme modeline yönelmiş ve dekara verimin

artırılması amacıyla çok fazla teknik ve üretim sistemi geliştirmişlerdir. Bu gelişmeler tarımsal üretimde ciddi artışlara sebep olsa da küresel ısınma ve değişen iklim koşullarının sebep olduğu yeni verim kayıpları ve beraberinde sürekli artan insan nüfusu, günümüzde açlık probleminin tam olarak çözüme kavuşmasının önündeki en büyük engeldir. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) veri tabanına göre gıda yeterliliğine yönelik ilerleme kaydedilmesine rağmen, Dünya üzerinde şu anda kronik olarak aç olan insanların sayısının yaklaşık yarım milyar olduğu bildirilmektedir (FAO 2014). Bu sebeple, bir kısım araştırmacı daha verimli üretim modelleri üzerine yoğunlaşırken, bir kısım araştırmacı ise biyotik ve abiyotik faktörlerin neden olduğu verim kayıplarının ortadan kaldırılması üzerine çalışmalar yürütmektedir. Bunlara ilave olarak, üreticiler ise biyotik faktörler ile mücadele için pestisit ya da kimyasal mücadele yapmakta ve bunların dışında mekanik, kültürel, biyoteknik, vd. teknikler de kullanmaktadırlar. Ayrıca üreticiler biyotik faktörlere karşı dayanıklı çeşitler kullanarak üretime devam etmektedirler. Ancak, biyotik faktörler ile mücadele biraz daha karmaşık olduğu için değişen iklim koşullarına adapte olabilecek çeşitlerin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi üretimin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda, küresel iklim değişiminin beraberinde getirdiği mevsim dışı iklim koşulları pek çok bitki grubunda önemli abiyotik strese neden olmaktadır. Özellikle bu bitki grupları içerisinde yer alan domates, son zamanlarda abiyotik stres faktörlerinden düşük sıcaklıklara maruz kalan bitki türlerinden biri haline gelmiştir. Bu bağlamda yukarıda sayılan tüm bu nedenler, araştırma bulguları ve teknolojik ilerlemelerden yola çıkarak mevcut araştırmada düşük sıcaklık stresinin domates bitkisinde neden olduğu kayıpların azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaç açısından mevcut araştırma iki aşamalı olarak planlanmış ve çalışmanın ilk bölümünde Kuzey Doğu Tarım Bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Ömür F1, Yerli-14, Cuma F1, Yerli-24, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 domates çeşitlerinin düşük sıcaklık ekzotermi (LTE) (Don Tolerans Dereceleri) DTA yöntemi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çeşitler arasından düşük sıcaklıklara en fazla ve en az tolerans gösteren çeşitler LTE değerleri dikkate alınarak tespit edilmiş ve projenin ikinci bölümüne bir adet hassas ve bir adet toleranslı çeşit aktarılmıştır. Projenin ikinci aşamasında ise bu çeşitlere potasyum sülfat ( $K_2SO_4$ ) gübresinin farklı dozları yapraktan uygulanarak fidelerin don tolerans dereceleri artırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca ikinci bölümde fidelere yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübresinin, don toleransı üzerindeki en etkili doz oranının ne olduğu ve bitki bünyesinde kaç günlük koruma sağladığı veya düşük sıcaklık riski olan günlerde ilk uygulamadan kaç gün sonra etkili bulunan dozun yeniden uygulanması gerektiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

## KAYNAK ÖZETLERİ

Domates kültüre alındıktan sonra birçok kıtaya ulaşmış ve hızlı adaptasyon yeteneği ile kısa zaman içerisinde en önemli bitki gruplarından biri olmayı başarmıştır (Diez and Nuez 2008). Domates bitkisi 1500'lü yıllardan itibaren tanınmaya başlamış (Bergougnoux 2014), patates ve maruldan sonra dünyada en çok üretilen sebze olmuş ve 2005 yılında market değeri ise 2.062 milyar dolar olarak kayıtlara geçmiştir (Varshney *et al.* 2007). Ayrıca, domates zengin besin içeriği sayesinde hem taze hem de işlenmiş (salça, ketçap, domates suyu, turşu ve reçel) tüketim miktarıyla insan beslenmesinde önemli bir sebzedir (Sevgican 1999). Bu bağlamda, gerek ekonomik önemi gerekse gelenekselleşmiş tarım ürünü olması avantajı domates ile ilgili yapılmış ve yapılacak olan araştırma projelerini her daim bir adım öne taşımıştır.

Dünya genelinde hem üretim hem de insan beslenmesinde değerli bir ürün olan domates, pek çok bitki türünde olduğu gibi çevre koşullarından önemli derecede etkilenebilmektedir. Özellikle çevresel faktörlerden kaynaklanan abiyotik stresler zaman zaman domates üretiminde önemli oranda verim düşüklüğüne neden olabilmektedir (Bray *et al.* 2000). Ülkemizde olduğu gibi dünyanın değişik bölgelerinde de domates yetiştiriciliğini sınırlayan çevresel stres etmenlerinin başında aşırı sıcaklıklar gelmektedir. Ekstrem sıcaklardan biri olan düşük sıcaklıklar domates yetiştiriciliğinde önemli ölçüde ekonomik kayıplara neden olduğu için, araştırmacılar tarafından üzerinde en fazla çalışmanın yapıldığı abiyotik stres faktörlerinin başında gelmektedir (Bruggemann *et al.* 1995; Willits and Peet, 1998; Saltveit 2001).

Her bitki çeşidinde olduğu gibi domates bitkisi de normal büyüme ve gelişme periyodunu sürdürebilmesi için belirli bir optimum sıcaklık derecesine ihtiyaç duymaktadır. Optimum sıcaklık derecesinin altındaki sıcaklıklar bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesine yol açar ve bu olay soğuk (düşük sıcaklık) stresi olarak adlandırılır (Mahajan and Tuteja, 2005). Soğuk stresinin (düşük sıcaklık stresi) domates bitkisi üzerindeki olumsuz etkisi stresinin şiddeti ve süresi, etkilediği çeşidin gelişme dönemi, çeşit ve genotip gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Pekçok bitki grubu gibi domates bitkisinde de genellikle soğuk stresi 15°C altındaki sıcaklıklarda meydana gelmektedir (Gökmen 2006; Guan *et al.* 2009; Malekzadeh *et al.* 2012). Bu sıcaklık değerinin altındaki şartlara maruz kalan domates bitkisinde soğuk stresi hem fizyolojik hem de morfolojik değişiklikler şeklinde ortaya çıkabilir.

Bitki büyümesindeki bu fizyolojik ve morfolojik değişiklikler genellikle, yaprak genişliğinde azalma, yaşlanmanın ve hücrel otolizin artması, klorofil kaybı sonucunda kloroz oluşumu, hücre zar yapısının bozulması gibi olaylar olarak sıralanabilir (Mahajan and Tuteja 2005; Turan ve Ekmekçi 2008; Duan *et al.* 2012).

Diğer yandan, bitkiler normal gelişme koşulları içerisinde çeşitli stres faktörlerine (kuraklık, soğuk, tuzluluk, donma, radyasyon) maruz kaldığında, hücre metabolizmasında reaktif oksijen türleri (ROS) dediğimiz O<sub>2</sub> den türemiş aktif molekülleri (süperoksit molekülü (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), singlet oksijen (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>) ve hidroksil radikalleri (OH)) oluştururlar (Mittler *et al.* 2002; Mittler *et al.* 2004). Bu ROS oluşumu nedenleri bitki metabolizmasındaki elektron taşıma zincirindeki problemlere bağlı olarak CO<sub>2</sub> miktarındaki kısıtlamalar kloroplastlarda, ayrıca stres koşullarında elektron taşıma zincirindeki aksaklıklar mitokondride ROS oluşumunun başlıca mekanizmalarıdır (Davidson and Schiestl 2001; Suzuki and Mittler 2006). Bitkiler maruz kaldığı kimyasal ve çevresel stres koşulları altında oluşan ROS'ların yine bitki tarafından gerçekleştirilen antioksidant savunma mekanizmasının ROS'ların detoksifikasyonu sırasında yetersiz kalması sonucu oksidatif stres meydana gelmektedir. Bunun sonucunda ROS üretimi lipidlerde, proteinlerde ve diğer makromoleküllerde oksidatif hasara yol açmaktadır (Tambussi et al. 2004). Pekçok abiyotik stres faktörleri gibi düşük sıcaklıklarda da (Prasad 1996) bitkilerin hücre duvarlarında lipid perosidasyonu seviyesi artmaktadır. Oksidatif stres enzimlerin inaktivasyonuna, DNA zincirinin kırılmasına (Cheng and Song 2006), hidrofobik etkileşimler yoluyla protein birikmesine neden olmaktadır (Tambussi et al. 2004) Düşük sıcaklıklara (Prasad 1996) ve su stresine (Tambussi et al. 2000) yanıt olarak protein karbonilasyonu artarmaktadır (Tambussi et al. 2004). Soğuk stresi ve diğer çevresel stres faktörleri bitkilerde metabolik fonksiyon bozukluklarına ve reaktif oksijen türleri üretiminin artmasına neden olurken, tüm bitkiler bununla mücadele etmek için antioksidant savunma sistemleri geliştirirler (Seppanen and Fagerstedt 2000; Turan ve Ekmekçi 2008). Bu savunma sistemi içerisinde Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), peroksidaz (POD), glutatyon redüktaz (GR) ve monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) enzimatik savunma sistemleri grubunda yer alırken glutatyon, karotenoid, antosiyanin, askorbat ve flavonoidler ise enzimatik olmayan savunma sistemleri arasında yer almaktadır. Stresin çeşidine, süresine, şiddetine ve bitki çeşidine bağlı olarak antioksidan savunma sisteminin strese karşı farklı tepki oluşturabileceği bildirilmiştir (Choi *et al.* 2002; Turan ve Ekmekçi 2008). Nitekim, son yıllarda bitkilerde düşük sıcaklık zararının neden olduğu hasarı en aza indirmek adına önemli araştırmaların yapıldığı bilinmektedir (Wendehenne *et al.* 2001; Neill *et al.* 2002; Neill *et al.* 2003). Özellikle bu çalışmalar içerisinde yer alan ve bitkiye dışardan yapılan potasyum

uygulamasının, soğuk stresinin neden olduğu metabolik değişimlere karşı antioksidant aktiviteleri harekete geçirerek koruma sağladığı belirlenmiştir (Webster and Ebdon 2005; Çakmak 2005; Wang *et al.* 2013; Sarikhani *et al.* 2014). Zira potasyum, enzim aktivasyonu, protein sentezi, fotosentez, osmoregülasyon, stoma hareketi, enerji transferi, floemde taşınma, kation-anyon dengesi ve strese direnç üzerinde temel rol oynayan besin elementidir (Marschner 2012). Ayrıca bitkilerin temel besin elementi olan potasyumun eksikliğinde bitki büyüme ve gelişiminde önemli gerilemeler meydana gelmektedir. Yapılan bir araştırmada, Panax ginseng bitkisine dışardan uygulanan potasyum nitrat ( $KNO_3$ ) gübresinin antioksidan sistemi aktive ettiği ve soğuk toleransla ilişkili ginsenoside bağlı sekonder metabolit transkript seviyelerini arttırdığı tespit edilmiştir (Devi *et al.* 2012). Diğer yandan farklı araştırmalarda asma omcalarına yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübresi dozunun çubuk ve kolları çözünabilir karbonhidratlar, şeker, prolin, toplam protein ve organik madde konsantrasyonunu artırdığı ve buna bağlı olarak bitkinin dormant kış gözlerinin don toleransını yükselttiği tespit edilmiştir (Robinson 1992; Slavcheva and Encheva 2004; Ghasemi Solokluj *et al.* 2012).

Bitki bünyesinde ki potasyum konsantrasyonu ile don hasarı arasında güçlü bir negatif ilişkinin olduğu ve yeterli potasyum desteğinin efektif olarak dona mukavemeti artırabileceği ayrıca potasyum eksikliğinin bitki hücrelerinde don stresine karşı hassasiyet oluşturarak su alınımını kısıtladığı farklı çalışmalarda tespit edilmiştir (Zhu 2001; Kant and Kafkafi 2002; Romheld and Kirkby 2010). Nitekim yulaf üzerine yapılan bir çalışmada; yeterli miktarda potasyum takviyesi yapılmış toprakta yetişen bitkilerin geç donlara karşı gözle görülür bir zarara uğramadığı gözlemlenirken, aksine potasyum noksanlığı bulunan toprakta yetişen bitkilerin neredeyse tamamının öldüğü tespit edilmiştir (Bogdevitch 2002; Wang *et al.* 2013) Hücrenin potasyum içeriğinin yüksek olması dona karşı toleransı arttırmada ki etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda; optimum seviyedeki potasyumun hücrelerdeki ozmotik dengeyi ve su potansiyelinin düzenlenmesi ve soğumaya neden olan düşük sıcaklıkların neden olduğu elektrolit sızıntıları yani membranın zarar görmesi ile hücrelerin stoplazma kaybetmesi (Fan *et al.* 2003) olaylarının azaltılmasında rol aldığı ortaya koyulmuştur (Beringer and Troldenier 1980; Singer *et al.* 1996; Kant and Kafkafi 2002; Webster and Ebdon 2005). Bununla birlikte, hücrelerde potasyum konsantrasyonunun optimum seviyelerde bulunmasının, düşük sıcaklıklara maruz kalan bitkilerde donma noktasını düşürdüğü ve böylece dona karşı koruma sağladığı bilinmektedir (Wang *et al.* 2013).

Öte yandan, donma direncinin düzenlenmesinde rol oynayan enzim aktiviteleri için uyarlanmış bir sitozol potasyum konsantrasyonunun gerekli olduğu bildirilmektedir (Kant and

Kafkafi 2002). Özellikle, hücrelerde plazma zarı, sıcaklıktaki değişimlerin algılanmasında birincil bölge olduğundan, yağ asidi doymamışlık oranı ve hücre zarının lipid-protein bileşimindeki değişiklikler soğuk stresine maruz kalındığında hücre membran akışkanlığının azalmasına neden olmaktadır (Wang *et al.* 2006). Zira hücre zarındaki doymuş/doymamış yağ asitlerinin oranı, bitkilerin don toleransı için çok önemlidir ve hücre zarındaki oran ne kadar yüksek olursa, doku o kadar düşük sıcaklık stresine tolerans gösterir (McKersie and Leshem 1994). Hücre membran akışkanlığındaki azalma, iyonların, suyun ve metabolitlerin taşınmasını önemli oranda etkileyebilir (Wang *et al.* 2013). Nitekim pirinç bitkisinde düşük sıcaklıkların ve yüksek azot miktarının neden olduğu spikelet kısırlığı yani başakçık kısırlığı olarak bilinen ve pirinç bitkisinin çiçeklenme başlangıcında polen oluşumu sırasında meydana gelen bu olumsuzluğun azaltılması adına yapraktan potasyum gübresi uygulanmış ve yüksek potasyum miktarı bitkiye azot taşınmasını azaltıp, hücrelerde potasyum/azot oranını dengeleyerek spikelet kısırlığını önemli oranda azalttığını tespit edilmiştir (Haque 1988). Bunun yanısıra, hücrenin biyofiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin iyileşmesi üzerinde etkiye sahip potasyumun bitkilere dışardan uygulanması halinde hücresel fosfolipidlerde ve membran geçirgenliğinde artışa neden olarak düşük sıcaklıklara toleransı yükselttiği belirlenmiştir (Hakerlerler *et al.* 1997).

Diğer taraftan günümüzde bitkilerin tolerans mekanizmasının anlaşılması, donma olayının bitkilerde nasıl bir seyir izlediği, bitkilerin dayanabilecekleri düşük sıcaklık değerlerinin belirlenmesi, düşük sıcaklığın dokuyu öldürüp öldürmediği, donma sürecinde doku sıcaklıklarında nasıl bir değişim olacağı ve hangi sıcaklık değerinin bitkilerde nasıl bir etki yapacağına saptanması gibi farklı amaçlara yönelik olarak birçok ölçüm tekniği kullanılmaktadır (Yadava *et al.* 1978; Quamme 1991; Fennell 2004; Kaya and Köse 2017; Cragin *et al.* 2017; Kaya *et al.* 2018). Nükleer Magnetik Resonans, Diferansiyel Termal Analiz, Magnetic Resonans Görüntüleme, Infrared Video Termografy, Düşük Sıcaklık Elektron Mikroskobu, Triphenyl Tetrazolium Chlorid Redüksiyonu, Diferansiyel Scanning Calorimetre, Doku Kahverengileşmesi ve Elektriksel İletkenlik 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, kolay uygulanabilen, veri tutarlılığı yüksek, ucuz ve veri analizi için gereksinim duyulan zamanı minimize eden Diferansiyel Termal Analiz (DTA) günümüzde don toleransının belirlenmesinde standart bir teknik haline gelmiştir (Sutinen *et al.* 1992; Linden 2002; Mills *et al.* 2006; Kaya *et al.* 2018).

DTA yöntemi temelde hücre çözeltilisindeki 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). Bitkinin 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 Ekzotermi (LTE) farklı organ veya dokularda (göz, çiçek taslağı, sürgün taslağı, ksilem, floem) meydana geldikleri sıcaklık değerlerinin belirlenmesi ile donma derecesi saptanabilmektedir (Quamme 1991).

DTA yöntemi kullanılarak domates bitkisinin düşük sıcaklık ekzotermi belirlenmesine yönelik çalışmalar çok sınırlı sayıdadır. Domates bitkisinin yapraklarında TA (Termal analiz) yöntemi ilk olarak 1986 yılında Singer ve Baugerod tarafından çalışılmıştır. Araştırmacı bitki dokularına termokpullar yerleştirmiş ve dona dayanıklılık testlerinde 1-2°C/dk arasındaki sıcaklık düşüş hızında testler yapılmış ve her bir örnek için tek bir ekzoterm sıcaklığı belirlemiştir. Örneklerde sıcaklık değişimleri elektronik termometre ile her 30 saniyede bir kayıt edilerek yazıcıya gönderilmiş ve bu tek ekzoterm test edilen örneğin ölüm noktası (LTE değeri-süper soğuma noktası) olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, araştırmada dört farklı domates çeşidinde termokapıl kullanarak bitki yapraklarının ölüm noktaları, ıslak yapraklarda -7°C, kuru yapraklarda ise -12°C olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular, Wisniewski and Glenn (2002) tarafından Infrared Görüntüleme Tekniği kullanılarak düşük sıcaklıklara maruz bırakılan domates fidelerinin yapraklarında donma noktalarının belirlenmesi ile de doğrulanmıştır. Araştırmacılar yaprak yüzeyindeki buz nükleasyon bakterilerinin (INB) varlığına bağlı olarak fidelerin -2.8°C'de öldüğünü ancak INB ari yaprakların ise -12°C'de don zararına uğradığını belirlemişlerdir. Öte yandan, domates fidelerinin -1°C ile -5°C arasındaki sıcaklıklarda önemli oranda düşük sıcaklık zararına uğradığı farklı araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur (Lindow 1983; Anderson *et al.* 1982; 1984 Perry *et al.* 1992).

Bazı bitki türleri düşük sıcaklıklara tolerans derecelerini düşük fakat donma derecesinde olmayan sıcaklıklara belirli bir süre maruz kalarak artırma özelliğine sahiptirler, bu olay “soğuk aklimasyonu veya soğuk uyumu” olarak bilinir (Thomashow, 1999). Zira domates bitkisinin don toleransının düşük sıcaklıklara aklime olan ve aklime olmayan bitkilere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmalarda donma derecesinde olmayan sıcaklıklara belirli bir süre maruz bırakılan domates fidelerinin yarım saat içerisinde -

3.5°C’de, aklımasyona maruz bırakılmayan fidelerin ise -1.5°C’de öldüğü rapor edilmiştir (Shen and Li 1983). Bununla birlikte Drozdov *et al.* (1984) tarafından yapılan bir çalışmada, domates fidelerinin 6°C ile 12°C arasındaki sıcaklıklara 3 ile 25 gün maruz bırakılması ile don toleransların arttığı tespit edilmiştir.





## MATERYAL ve METOT

### Materyal

İki aşamalı olarak planlanan bu çalışmanın ilk aşamasına ait materyali ülkemiz ve Kuzey Doğu Tarım Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ticari hibrit çeşitlerden Ömür F1, Cuma F1, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 çeşitleri ile Yerli-14 ve Yerli-24 domates genotiplerinin fideleri oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan Yerli-14 ve Yerli-24 genotipleri Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü bünyesinde son 10 yıldır yetiştiriciliği yapılan, özellikleri bilinen ve yeterli kademede kendilenmiş enstitünün çeşit adaylarıdır. Araştırmada kullanılan 6 çeşit ve 2 genotipe ait özellikler incelendiğinde; Yerli-14 ve Yerli-24 genotipleri ile Elibol F1 ve Adelya F1 domates çeşitleri oturak tipi, Safir F1, Ömür F1 ve VT-1770 çeşitleri ise sırk tipi domates çeşitleridir. Ayrıca bu çeşitlerden Elibol F1 ve Safir F1 çeşitleri çok erkenci, Cuma F1 ve Adelya F1 domates çeşitleri ise erkenci çeşitlerdir. Çalışmanın bu aşamasında Diferansiyel Termal Analiz (DTA) yöntemi kullanılarak Ömür F1, Cuma F1, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 çeşitleri ile Yerli-14 ve Yerli-24 genotiplerinin düşük sıcaklıklara tolerans dereceleri belirlenmiştir. Bu çeşitler arasından düşük sıcaklıklara en hassas ve en toleranslı olarak belirlenen bir domates çeşidi araştırmanın ikinci aşamasına aktarılmıştır.

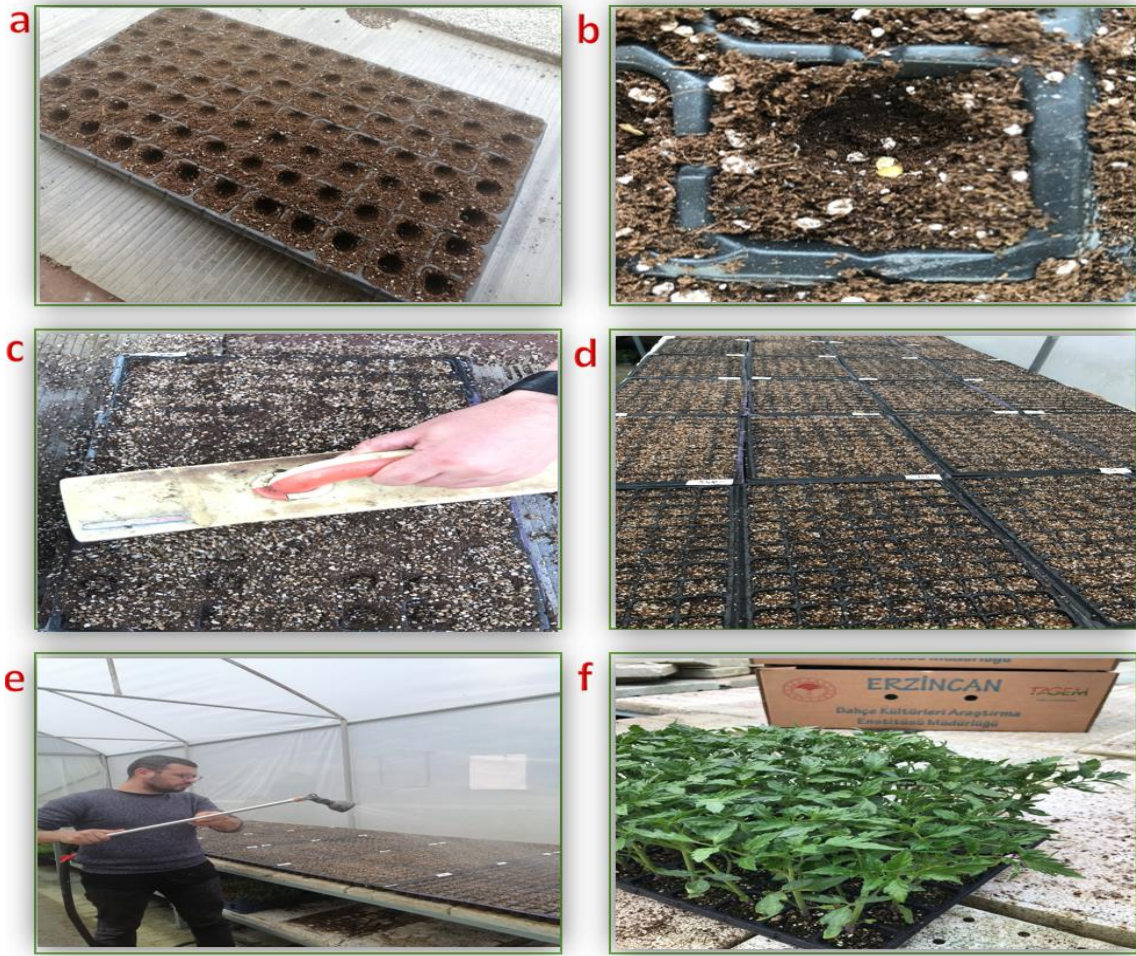
Araştırmanın ikinci bölümüne ait materyali, çalışmanın ilk aşamasında tespit edilecek düşük sıcaklık ekzotermi (LTE) en yüksek (en hassas) ve en düşük (en toleranslı) olan bir adet domates çeşidi ve Potasyum Sülfat ( $K_2SO_4$ ) ticari gübresi oluşturmaktadır. Çalışma da kullanılan  $K_2SO_4$  gübresinin kimyasal içeriğini kütlece (w/v) %51 oranında suda çözünür Potasyum Oksit ( $K_2O$ ) ve kütlece (w/w) %46 oranında suda çözünür Sülfür Trioksit ( $SO_3$ ) oluşturmaktadır.

### Metot

**İlk aşamada kullanılacak domates çeşit ve genotiplerine ait fidelerinin yetiştirilmesi.**

Denemenin ilk bölümünde kullanılan Ömür F1, Cuma F1, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 çeşitleri ile Yerli-14 ve Yerli-24 genotiplerinin tohumları, 4:1 oranında torf: perlit karışımı içeren 12x7 (84'lük viyol) viyollere 1 Mart 2019 tarihinde ekilmiş, yüzeydeki nem kaybını engellemek için viyollerin üzeri vermikulit ile örtülmüştür. Tohum ekiminden

DTA test analizlerine kadar viyollere herhangi bir gübre takviyesi ve ilaç uygulaması yapılmamıştır. Çalışmanın birinci aşamasında ve ikinci aşamasında kullanılan tüm çeşit ve genotiplerden hangilerinin ikinci aşamaya aktarılacağı bilinmediği için hepsinin aynı şartlarda yarışmaları ve fidelerin gelişme durumlarının çalışmanın sonucuna etki etmemesi adına belirtilen tarihte yetiştirilmeye başlanmıştır. Araştırmada her bir domates çeşidi için 84 adet tohum ekilmiştir. Bitkiler, sera koşullarında (Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Serasında) sodyum buharlı ışıkta 18 saat ışıklanma süresi ile 8 hafta geliştirilmiştir. Fideler, serada gündüz 18-22°C'lik gece ise 15-18°C'lik sıcaklık değişimi aralıklarında geliştirilmiştir (Şekil 1).

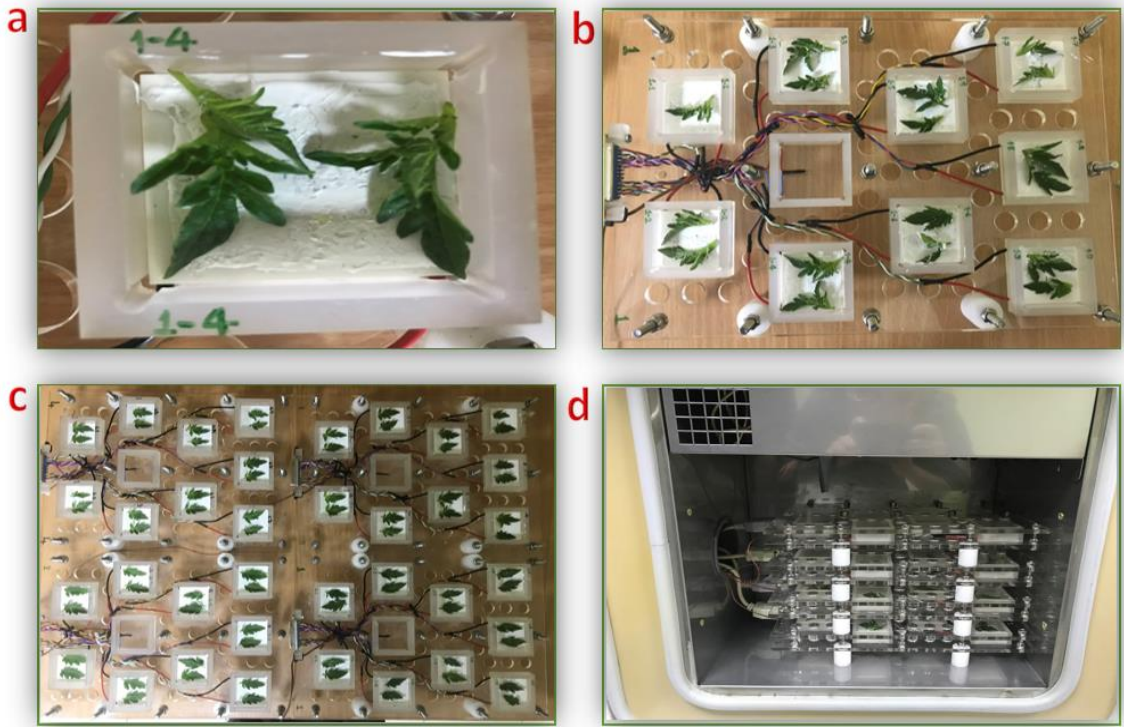


**Şekil 1.** Domates çeşit ve genotiplerinin yetiştirilmesi; a- torf ve perlit karışımı 84'lük viyollerin hazırlanması; b-tohumların viyollere ekilmesi; c-ekilen tohumların üstlerinin vermikulit ile tamamlanması; d-viyollere ekimi tamamlanan tüm çeşit ve genotipler; e-viyollerin sulanması; f.-fidelerin viyollerde elde edilmesi

#### **Domates çeşit ve genotiplerinde DTA testlerinin yapılması.**

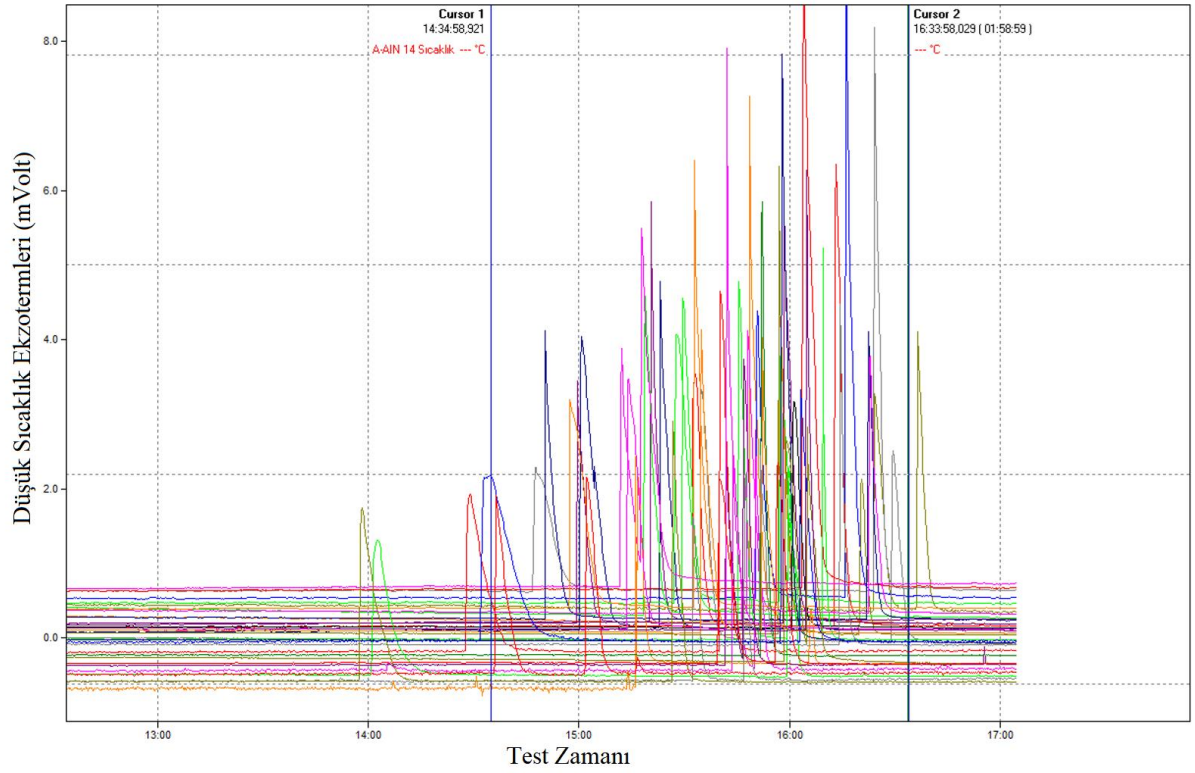
Denemenin ilk aşamasında kullanılan Ömür F1, Yerli-14, Cuma F1, Yerli-24, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 domates çeşit ve genotipleri 4-5 gerçek yapraklı hale ulaştığında yetiştirildikleri sera şartlarındaki ortamlarından alınmış ve Atatürk Üniversitesi

Bahçe Bitkileri Bölümü Diferansiyel Termal Analiz Laboratuvarına götürülebilen don testleri yapılmıştır. Çeşitlerin don testlerinde bir çeşit için üzerinde 9 adet termo elektrik modül (TEM) bulunan bir adet termo elektrik tablası kullanılmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Diferansiyel termal analiz hazırlığı; a-sürgün ucunun TEM kuyucuğuna yerleştirilmesi; b-sürgün uçları yerleştirilmiş dokuz TEM kuyucuklu tabla c-sürgün uçlarının yerleştirildiği dört farklı TEM tablası; d-TEM tablalarının don testi için DTA cihazına yerleştirilmesi

Araştırmada bir domates çeşidi için TEM tablasının her bir kuyucuğuna bir yapraklı, iki adet sürgün ucu konulmuştur. Çalışma 3 tekkerrürlü olarak planlanmış ve her tekrerde 6 adet sürgün ucu kullanılmıştır. Böylece toplamda bir çeşit için 18 adet sürgün ucu teste tabi tutulmuştur. DTA test örneklerinin TEM kuyucuklarına yerleştirilmesinin ardından dokularda ısı iletiminin artırılması için örneklerin üzerine köpüklü izolasyon pedleri konularak tabla kapakları kapatılıp testlere başlanmıştır. Testlerde standart hale gelen DTA yönteminde olduğu gibi örnekler +4°C ye ayarlanmış programlanabilir test kabinine yerleştirilmiş ve 1 saat bu sıcaklıkta tutulduktan her saat başı 4°C'lik sıcaklık düşüş hızıyla teste ve veri kaydına başlanmıştır (Mills *et al.* 2006). Tüm domates çeşit ve genotiplerinin 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). Her bir yaprak örneğinden elde edilen tekli ekzoterm sıcaklıkları, domateste Singer ve Baugerod (1986) tarafından belirtilen yöntem dikkate alınarak hücre ölüm noktası olarak kabul edilmiştir. DTA testleri -30°C'de sonlandırılmıştır.



**Şekil 3.** Domates çeşit ve genotiplerinin DTA analizleri sırasında düşük sıcaklık ekzotermelerinin belirlenmesine ait bir grafik (Orjinal)

**Projenin ikinci aşamasına aktarılan domates çeşitlerine ait fidelerinin yetiştirilmesi.**

Denemenin ilk aşamasında düşük sıcaklıklara en fazla tolerans gösteren VT-1770 ve düşük sıcaklıklara en az tolerans gösteren Safir F1 çeşidine ait tohumlar tohumları, 4:1 oranında torf: perlit karışımı içeren 12x7 (84'lük viyol) viyollere 1 Mart 2019 tarihinde ekilmiştir. Bitkiler, sera koşullarında (Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Serasında) sodyum buharlı ışıktaki 18 saat ışıklandırma süresi ile 8 hafta geliştirilmiştir. Fideler, serada gündüz 18-22°C'lik gece ise 15-18°C'lik sıcaklık aralıklarında geliştirilmiştir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Fideler Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Mùdùrlùğü'ne ait deneme serasında yetiştirilmiştir (Orjinal).

#### **Fidelere Potasyum Sülfat ( $K_2SO_4$ ) gübresinin yaprakdan uygulanması.**

Bu araştırmada hassas ve toleranslı domates çeşitlerine yaprakdan uygulanan Potasyum Sülfat ( $K_2SO_4$ ) ticari gübresinin düşük sıcaklıklara tolerans derecesi üzerine olan etkisini görebilmek adına  $K_2SO_4$  gübresinin farklı dozlarda uygulamaları yapılmıştır. Birinci aşamada kullanılan fideler ile ikinci aşamada kullanılan fideler arasında boy ve gelişim farkının çalışmanın sonucunu etkilememesi adına birinci aşamanın sonucunu beklemeden aynı anda birinci aşamada kullanılacak fideler dışındaki tüm çeşit ve genotiplere 4 farklı doz uygulaması yapılmıştır. Gübre dozları fideler 4-5 yapraklı olduğu gelişme evresinde yaprakdan uygulanmıştır. Bu amaç doğrultusunda  $K_2SO_4$  gübresinin %0,5, %1, %1,5 ve %2 (w/v) oranında dozlarının uygulandığı ve kontrol (kontrol grubuna ait fideler için gübre dozlarının çözünmesi için kullanılan sudan her bir fide için yaklaşık 5 ml olarak uygulanmıştır) grubundan oluşan fideler kullanılmıştır (Şekil 5). Çalışmada VT-1770 ve Safir F1 çeşitlerine ayrı ayrı %0,5, %1, %1,5 ve %2 (w/v) oranında  $K_2SO_4$  gübresi yapraklar ıslanıncaya kadar tek sefer uygulanmış (her bir fide için yaprak yüzeyi tamamen ıslanmasını sağlayacak kadar yani yaklaşık 5 ml  $K_2SO_4$  solüsyonu atılmış) ve uygulamadan sonra ilk DTA testi 24 saat, ikinci test 72 saat ve üçüncü test 120 saat sonra yapılmıştır. Gübre uygulamasının 24,72 ve 120 saat sonra düşük sıcaklıklara karşı etkinliğinin belirlenmesi adına her test aşamasında kontrol grupları kullanılmıştır. Üçüncü yani uygulamadan 120 saat sonra ki testen elde edilen verilere göre gübre uygulamanın düşük sıcaklıklara karşı etkisini yitirmeye başladığı gözlenmiş, 120 saatten sonra test uygulaması yapılmamıştır. Bunun dışında hem hassas hem de toleranslı çeşitte fidelerin don tolerans artışında kontrol ve diğer gübre dozu uygulamalarına

göre daha fazla etkili olan %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozunun etkinlik süresini belirlemek için farklı viyollerde bulunan ve diğer gübre dozları ile aynı anda uygulama yapılan fideler (VT-1770 ve Safir F1 çeşitleri) %1'lik  $K_2SO_4$  uygulamasından 24, 72 ve 120 saat sonra ayrıca yeniden DTA testleri yapılmıştır. Böylece çalışmada don tolerans artışında etkili olan gübre dozunun (%1'lik  $K_2SO_4$ ) etkinlik süresi DTA analizleri yeniden yapılarak uygulama saatlerinin birbiri ile karşılaştırılması bir kez daha doğrulanmıştır.



**Şekil 5.** Her bir fide için yaprak yüzeyi tamamen ıslanmasını sağlayacak miktarda (5 ml)  $K_2SO_4$  uygulaması (Orjinal).

#### **$K_2SO_4$ gübresi uygulanan fidelerde DTA testlerinin yapılması.**

Araştırmada  $K_2SO_4$  gübresinin Safir F1 ve VT-1770 domates çeşitlerinde don toleransı üzerine olan etkisini görebilmek ve bu etkinin hem hangi dozun daha etkili olduğunu hem de uygulamaların etkinlik süresinin kaç gün olduğunu belirlemek adına DTA testleri uygulamalardan 24 saat (uygulamadan 1 gün sonra), 72 saat (uygulamadan 3 gün sonra) ve 120 saat (uygulamadan 5 gün sonra) sonra yapılmıştır. Çalışmada her bir çeşit ve uygulama 3 tekerrürlü ve her tekerrürdeki bitki sayısı 18 olarak planlanmıştır. Dozların don toleransı üzerindeki etkisini görmek için DTA testinde her bir çeşide ait  $K_2SO_4$  gübresinin farklı dozu ve kontrol için 1 adet TEM tablası ve 9 adet TEM kuyucuğu kullanılmıştır. Kullanılan her bir TEM kuyucuğuna bir yapraklı 2 adet sürgün ucu yerleştirilmiş ve toplamda bir uygulama için 18 adet sürgün ucu kullanılmıştır.

#### **Verilerin değerlendirilmesi.**

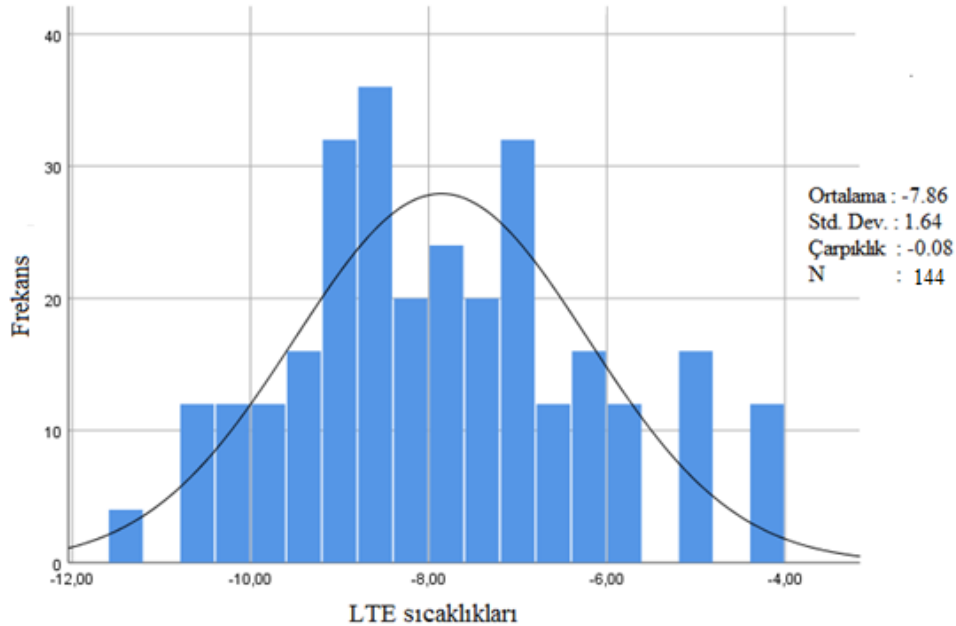
Bu çalışma, Tam Şansa Bağlı Deneme Planı'na göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen ortalama LTE verilerinin sonraki istatistiki değerlendirmelerinde izlenecek yolu belirlemek adına, çalışmada öncelikle ilk aşamada kullanılan 8 domates çeşidinden elde edilen ortalama sürgün ucu LTE sıcaklık değerlerinin (sürgün ucu ortalama

ölüm sıcaklığı değerleri) normal dağılışa uygunluğu test edilmiştir. Sonrasında bu çeşitlerin sürgün uçlarının hangi sıcaklık değerlerinde öldüğü ve incelenen sürgün ucu popülasyonu içerisinde yüzdelik dilimlerde ölüm sıcaklıklarının nasıl bir dağılım gösterdiğini belirlemek için Q-Q plot analizi ve yüzdebirlik dağılım analizleri yapılmıştır. Çalışmada farklı domates çeşit ve genotiplerinde dona toleransın göstergesi olan LTE sıcaklıkları (sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklığı değerleri) belirlenmiştir. Bu amaçla çalışmanın ilk aşamasında sürgün uçlarından elde edilen LTE sıcaklıkları için çeşitler ayrı ayrı test edilmiştir ve farklı çeşitlerden elde edilen LTE sıcaklıkları *Duncan* çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Hem çeşit hem de gübre dozu uygulamalarının ardından test edilen fidelerin sürgün uçlarından elde edilen ölüm sıcaklıklarından oluşturulan Q-Q plat grafiklerinde fidelerin sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklıkları için ortalama LTE değerleri kullanılmıştır. Araştırmanın ikinci bölümünde farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübresinin dozları hem Safir F1 çeşidinden elde edilen LTE değerleri hem de VT-1770 çeşidinden elde edilen LTE değerleri (sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklığı için ortalama LTE değeri karşılaştırılmıştır) kendi içerisinde ayrı ayrı *Duncan* çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca Safir F1 ve VT-1770 domates çeşitlerinin düşük sıcaklıklara toleransında en etkili olan %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozunun ne kadar süre ile etkili olduğunu belirlemek adına çeşitler (hasas ve toleranslı bir çeşit) yine kendi içinde *Duncan* çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur (Yıldız ve Bircan 1994). Çalışmada hassas ve toleranslı çeşitlere farklı oranlarda gübre dozları uygulandıktan sonra her bir çeşit için gübre dozları kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Araştırmada uygulanan gübre dozlarının etkilerini daha iyi görebilmek ve doz karşılaştırmalarının sonuçlarının daha anlaşılır bir şekilde ortaya koyabilmek adına veriler faktöriyel düzene göre kurgulanmamıştır. Bu sebeple gübre dozlarının LTE değerleri uygulandıktan sonra gübre doz oranları çeşitlere göre kendi içerisinde *Duncan* çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Verilerin istatistikî analizinde ise SPSS-25 paket programı kullanılmıştır (Erol 2010).

## ARAŞTIRMA BULGULARI

İki aşamalı olarak planlanan bu çalışmanın ilk bölümünde ülkemiz ve yöremizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Ömür F1, Cuma F1, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 domates çeşitleri ile Yerli-14 ve Yerli-24 domates genotiplerinin don tolerans sınırları veya düşük sıcaklık exoterm değerleri (LTE) diferansiyel termal analiz (DTA) metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında ise aynı bakım koşullarında yetiştirilen ve aynı şartlarda DTA testine tabi tutulan 8 farklı domates çeşit ve genotipleri içerisinde düşük sıcaklıklara en fazla tolerans gösteren (VT-1770) ve düşük sıcaklıklara en az tolerans gösteren (Safir F1) domates çeşidi incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında bu hassas ve toleranslı domates çeşitlerine Potasyum Sülfat ( $K_2SO_4$ ) ticari gübresinin farklı dozları (%0, %0,5, %1, %1,5 ve %2) uygulanarak düşük sıcaklıklara tolerans düzeyleri artırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, araştırmada hassas ve toleranslı domates çeşitleri üzerinde  $K_2SO_4$  uygulamasının hangi dozunun daha etkili olduğu ve bu dozların bitki bünyesinde ne kadar süre ile (uygulamanın kaç gün etkili olduğu) düşük sıcaklıklara tolerans sağladığı da belirlenmiştir.

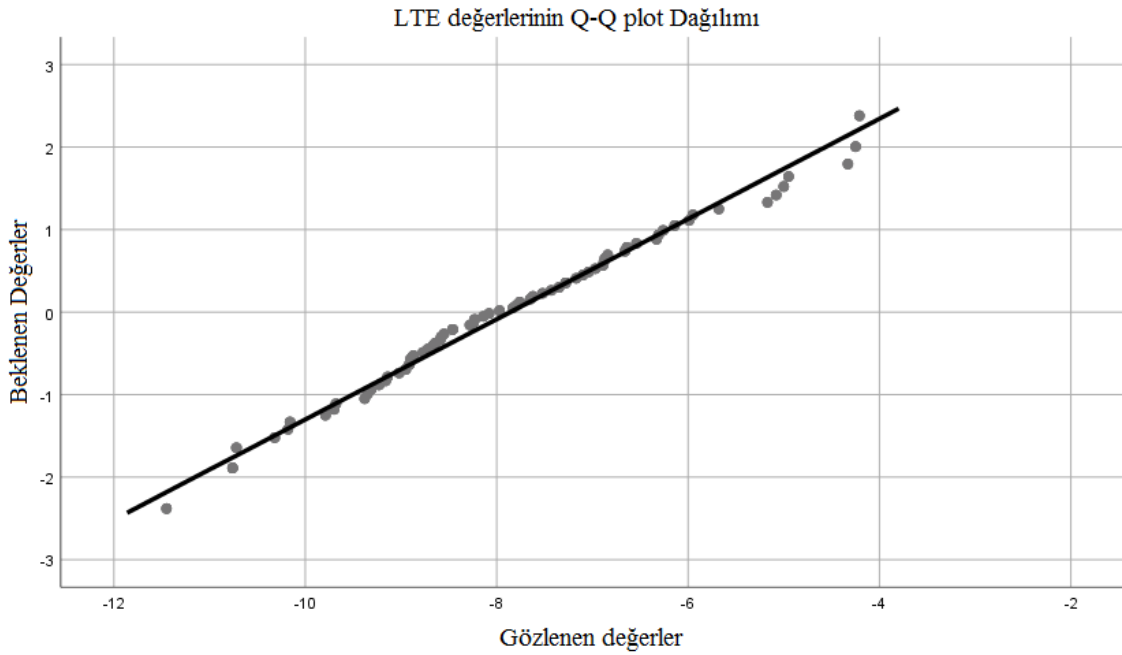
Araştırmada DTA test sonuçlarına göre; domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına (LTE sıcaklıkları) ait veri dağılımının normal dağılışa uygun olduğu, ancak LTE sıcaklık verilerinin ( $n=144$  değer) hafif sola çarpık (çarpıklık:-0.08) bir dağılım gösterdiği saptanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait veri dağılımı



Ayrıca DTA test sonuçlarından elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarının (her bir sürgün ucuna ait ortalama ölüm sıcaklığı veya LTE değerleri) Q-Q plot dağılımı incelendiğinde beklenen ve gözlenen LTE değerlerinin önemli oranda birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tüm çeşitlerin sürgün ucuna ait test sonuçlarından elde edilen ortalama ölüm sıcaklığı değerleri (LTE sıcaklıkları) -4.21 ile -11.45°C aralığında meydana gelmiştir (Şekil 7).



**Şekil 7.** Tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait Q-Q plot dağılımı

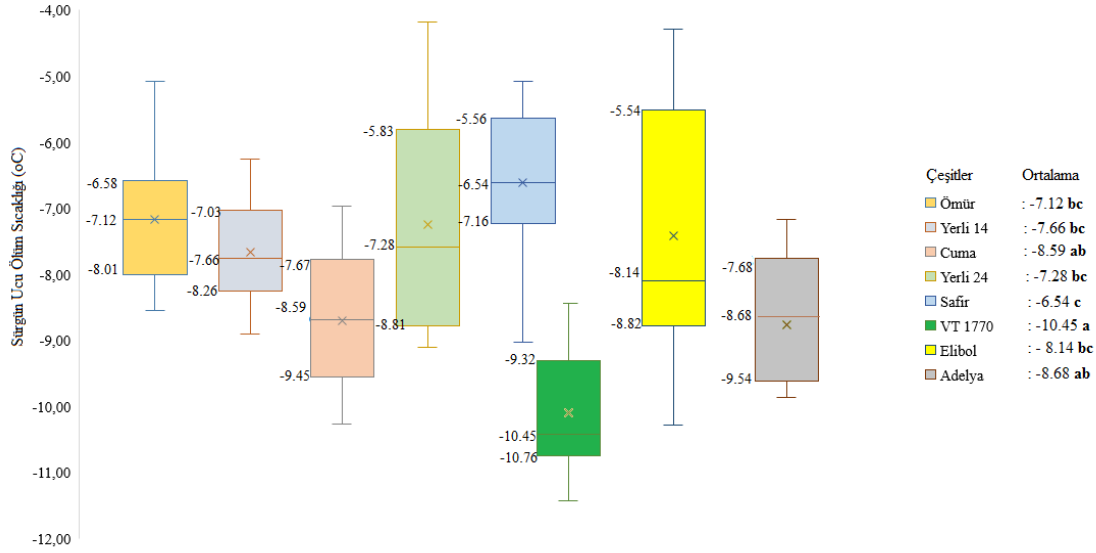
Elde edilen LTE değerlerinin varyans analizi sonuçlarına göre; çeşitlere ait ölüm sıcaklıkları (sürgün ucuna ait ortalama ölüm sıcaklığı veya LTE sıcaklıkları) arasındaki etkinin  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli olduğu, diğer bir ifade ile çeşitlerin dona tolerans dereceleri arasında önemli farklılıkların meydana geldiği tespit edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Karalel toplamı	df	Karaler ortalaması	F değeri	P değeri
Düzeltilmiş model	59.099	7	8.443	3.992	0.001
Kesişim	4446.088	1	4446.088	2102.502	0.000
Çeşit	59.099	7	8.443	3.992	0.001*
Hata	135.339	140	2.115		
Toplam	4640.526	144			

\*  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli

İncelenen DTA test metodu yönüyle domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları Şekil 8’de sunulmuştur.

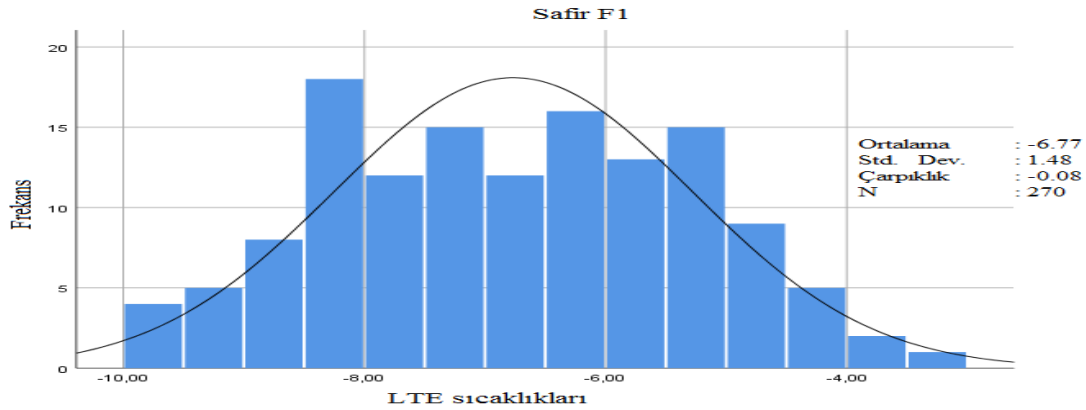


**Şekil 8.** Test edilen tüm domates çeşitlerinin ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi (çeşitler için verilen ortalama ölüm değerlerin hesaplanmasında ortalama LTE değeri kullanılmış ve bu değerler LTE olarak kabul edilmiştir).

DTA yönteminde incelenen domates çeşitlerinin sürgün ucu ölüm sıcaklıkları bakımından  $Q_1$  değerleri sırasıyla Ömür F1, Yerli-14, Cuma F1, Yerli-24, Safir F1, VT-1770, Elibol F1 ve Adelya F1 çeşitleri için,  $-6.58^{\circ}\text{C}$ ,  $-7.03^{\circ}\text{C}$ ,  $7.67^{\circ}\text{C}$ ,  $5.83^{\circ}\text{C}$ ,  $-5.56^{\circ}\text{C}$ ,  $-9.32^{\circ}\text{C}$ ,  $-5.54^{\circ}\text{C}$  ve  $-7.68^{\circ}\text{C}$  olarak belirlenirken, aynı çeşitlerin  $Q_3$  değerleri ise sırasıyla  $-8.01^{\circ}\text{C}$ ,  $-8.26^{\circ}\text{C}$ ,  $-9.45^{\circ}\text{C}$ ,  $-8.81^{\circ}\text{C}$ ,  $-7.16^{\circ}\text{C}$ ,  $-10.76^{\circ}\text{C}$ ,  $-8.82^{\circ}\text{C}$  ve  $-9.54^{\circ}\text{C}$  olarak tespit edilmiştir. Araştırmada çeşitlere ait sürgün uçlarının %25’incisinin ( $Q_1$ ) ve %75’incisinin öldüğü sıcaklık değerlerinin ( $Q_3$ ) VT-1770, Adelya F1 ve Cuma F1 domates çeşitlerinde diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca DTA test sonuçları verilere göre; incelenen 8 farklı domates çeşidi ortalama ölüm sıcaklıkları (LTE) bakımından üç farklı grupta yer almıştır. Çeşitlere ait kutu-çizgi grafiği incelendiğinde VT-1770 ( $-10.45^{\circ}\text{C}$ ), Adelya F1 ( $-8.68^{\circ}\text{C}$ ) ve Cuma F1 ( $-8.59^{\circ}\text{C}$ ) domates çeşitleri Ömür F1, Yerli-14, Yerli-24 ve Elibol F1 domates çeşitleri ile karşılaştırıldığında LTE değerlerinin daha düşük sıcaklıklarda meydana geldiği görülmüştür. Ömür F1 ( $-7.12^{\circ}\text{C}$ ), Yerli-14 ( $-7.66^{\circ}\text{C}$ ), Yerli-24 ( $-7.28^{\circ}\text{C}$ ) ve Elibol F1 ( $-8.14^{\circ}\text{C}$ ) domates çeşitlerinin LTE değerleri Safir F1 ( $-6.54^{\circ}\text{C}$ ) çeşidine ait LTE değerleri ile karşılaştırıldığında ise daha düşük sıcaklıklarda ortaya çıktığı görülmüştür (Şekil 8). Bunun yanısıra çalışma sonuçlarına göre, VT-1770 ( $-10.45^{\circ}\text{C}$ ), Adelya F1 ( $-8.68^{\circ}\text{C}$ ) ve Cuma F1 ( $-8.59^{\circ}\text{C}$ ) domates çeşitlerinin ortalama LTE sıcaklık değerleri arasında fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak VT-1770 domates çeşidine ait ortalama LTE sıcaklık değeri

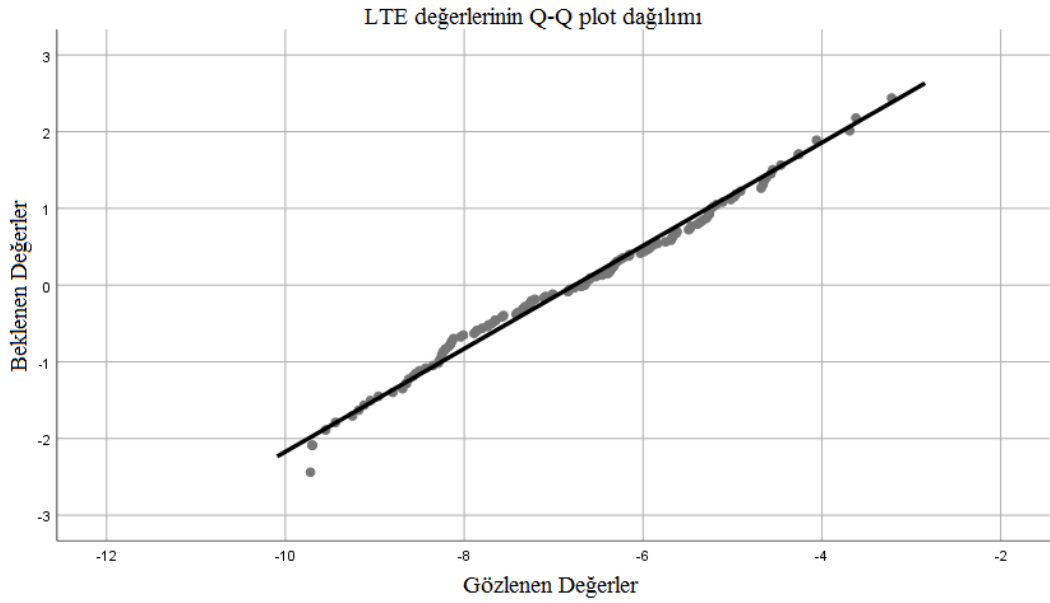
Adelya F1 ve Cuma F1 domates çeşitleri ile karşılaştırıldığında sırasıyla -1.77 ve 1.86 °C daha düşük sıcaklıklarda meydan gelmiştir. Bu nedenle, çalışmanın ikinci bölümünde diğer 7 domates çeşidine göre düşük sıcaklıklara daha fazla toleranslı olan VT-1770 domates çeşidi, toleranslı çeşit olarak projenin ikinci aşamasında kullanılmıştır. Öte yandan DTA sonuçlarına göre, Safir F1 domates çeşidi test edilen diğer çeşitler ile karşılaştırıldığında düşük sıcaklıklara en hassas çeşit olarak belirlenmiş ve bu sebeple çalışmanın ikinci aşamasında hassas çeşit olarak kullanılmıştır.

Araştırmada farklı dozlarda yapraktan uygulanan (%0, %0,5, %1, %1,5 ve %2), K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresinin Safir F1 domates çeşidinin düşük sıcaklıklara toleransı üzerine olan etkisi ve tüm uygulama dozlarının ardından sürgün ucu test sonuçlarından elde edilen sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklığı değerleri (LTE sıcaklıkları) incelendiğinde, 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan analizlerde belirlenen LTE değerleri (n=270 değer) dağılımının normal dağılışa uygun olduğu, ancak verilerinin hafif sola çarpık (skewness: -0.08) bir dağılım gösterdiği saptanmıştır (Şekil 9).



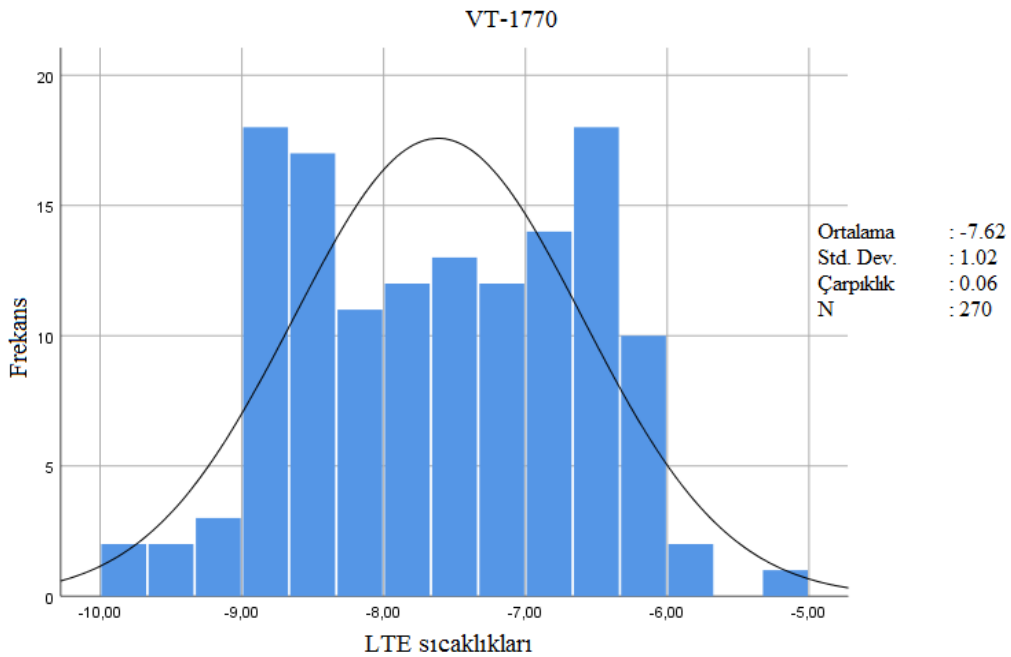
**Şekil 9.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre Safir F1 domates çeşidinin sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklığı değerlerine (LTE sıcaklıkları) ait verilerin dağılımı

Öte yandan test edilen çeşitler içerisinde düşük sıcaklığa en hassas çeşit olan Safir F1 domates çeşidinde K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre sürgün ucu LTE değerlerinin Q-Q plot dağılımı incelendiğinde beklenen ve test sonucu elde edilen ölüm sıcaklıkları değerlerinin birbirine yakın olduğu ve gözlenen değerinin beklenen değerler ile önemli oranda paralellik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 10).



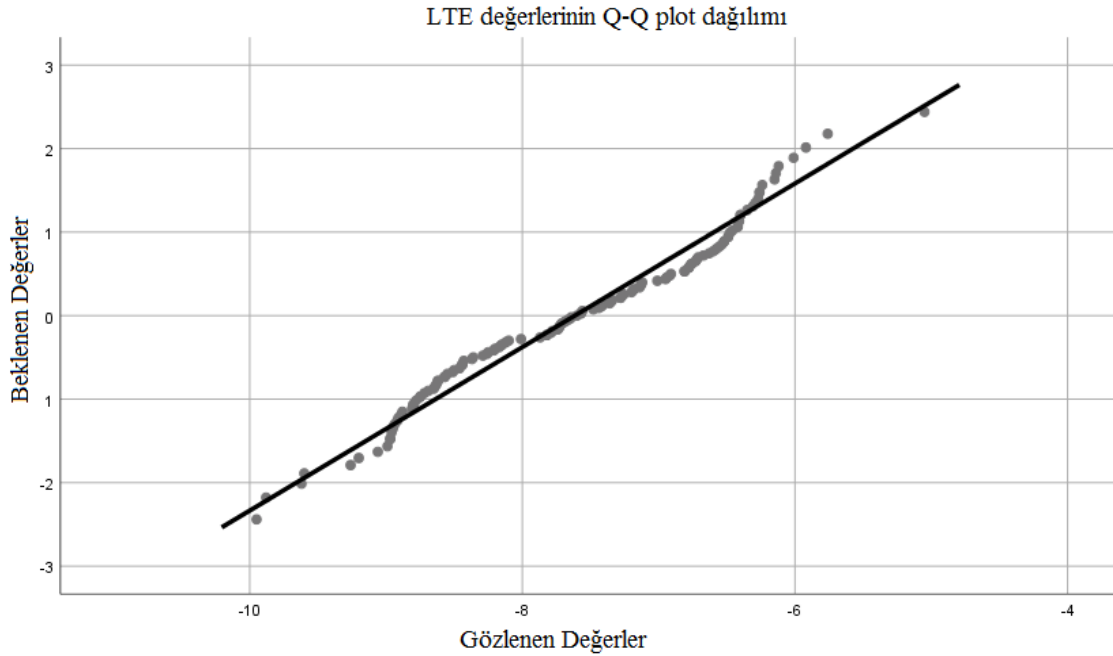
**Şekil 10.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre Safir F1 domates çeşidinin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot dağılımı

Çalışmada yapraktan farklı dozlarda uygulanan (%0, %0,5, %1, %1,5 ve %2),  $K_2SO_4$  gübrelemesinin toleranslı çeşit olan VT-1770 domates çeşidinde düşük sıcaklıklara tolerans derecesinin göstergesi ve tüm uygulama dozlarının ardından sürgün ucu test sonuçlarından elde edilen ölüm sıcaklıkları incelendiğinde, gübrelemeden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan analizlerde belirlenen LTE değerleri (n=270 değer) dağılımının normal dağılışa uygun olduğu, ancak verilerinin çok hafif sağa çarpık (skewness: 0.06) bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 11).



**Şekil 11.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre VT-1770 domates çeşidinin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait veri dağılımı

Diğer taraftan, test edilen çeşitler içerisinde düşük sıcaklığa en fazla tolerans gösteren VT-1770 domates çeşidinde  $K_2SO_4$  gübrelenmesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre sürgün ucu LTE değerlerinin Q-Q plot dağılımı incelendiğinde beklenen ve gözlenen değerlerin doğrusal bir ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 12).



**Şekil 12.** Yapraktan farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelenmesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre VT-1770 domates çeşidinin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot dağılımı

Araştırmada yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelenmesinin domates fidelerinde düşük sıcaklıklara toleransı nasıl etkilediğini daha iyi anlamak adına hem hassas hem de toleranslı domates çeşitlerine uygulamalar yapılmıştır. Denemede kullanılan bu çeşitlere farklı dozlarda uygulanan  $K_2SO_4$  gübresinin hem en etkin dozu ve hem de en etkili olduğu zamanı belirlemek için 24, 72 ve 120 saat sonra DTA testleri yapılmıştır.

Yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelenmesinin 24, 72 ve 120 saat sonra Safir F1 domates fidelerinde yapılan DTA sonuçlarından elde edilen LTE değerlerinin varyans analizi sonuçlarına göre; uygulamalara ait ölüm sıcaklıkları arasındaki etkinin  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

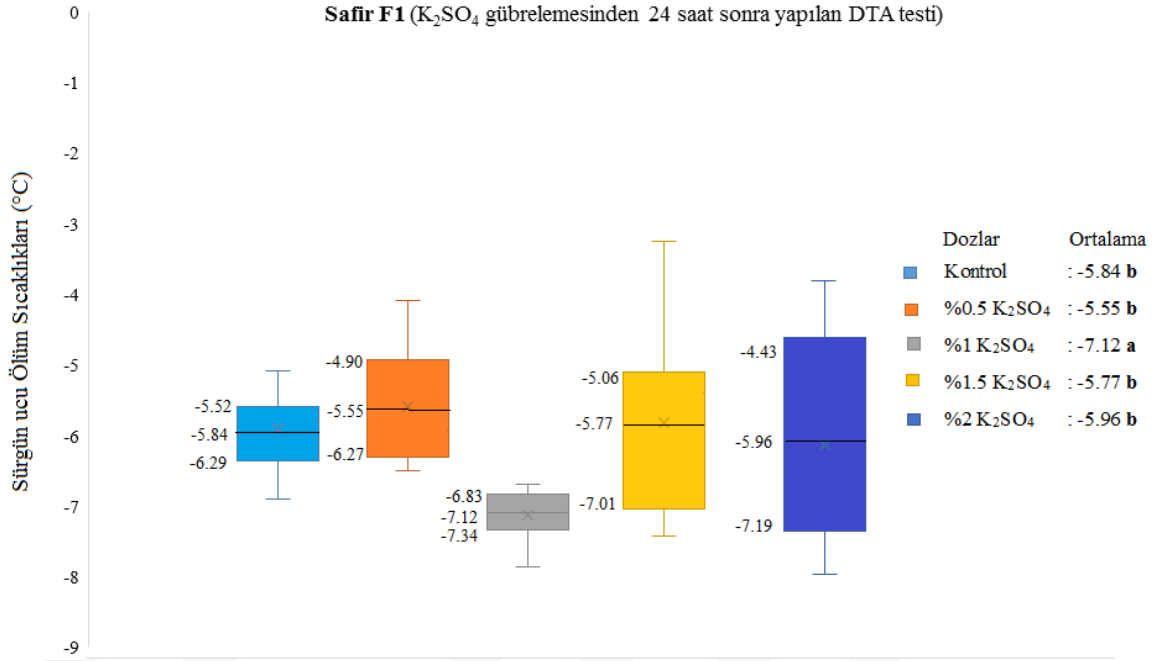
**Tablo 2.** Safir F1 domates çeşidinde K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına (LTE) ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Karalel toplamı	df	Karalel ortalaması	F değeri	P değeri
Düzeltilmiş model	39.123	4	9.781	10.713	0.000
Kesişim	5241.361	1	5241.361	5740.856	0.000
Gübre dozu	39.123	4	9.781	10.713	0.000*
Hata	118.689	265	0.913		
Toplam	5399.174	270			

\* p<0.01 düzeyinde önemli

Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinden 24 saat sonra yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına (LTE) ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 13'de sunulmuştur.

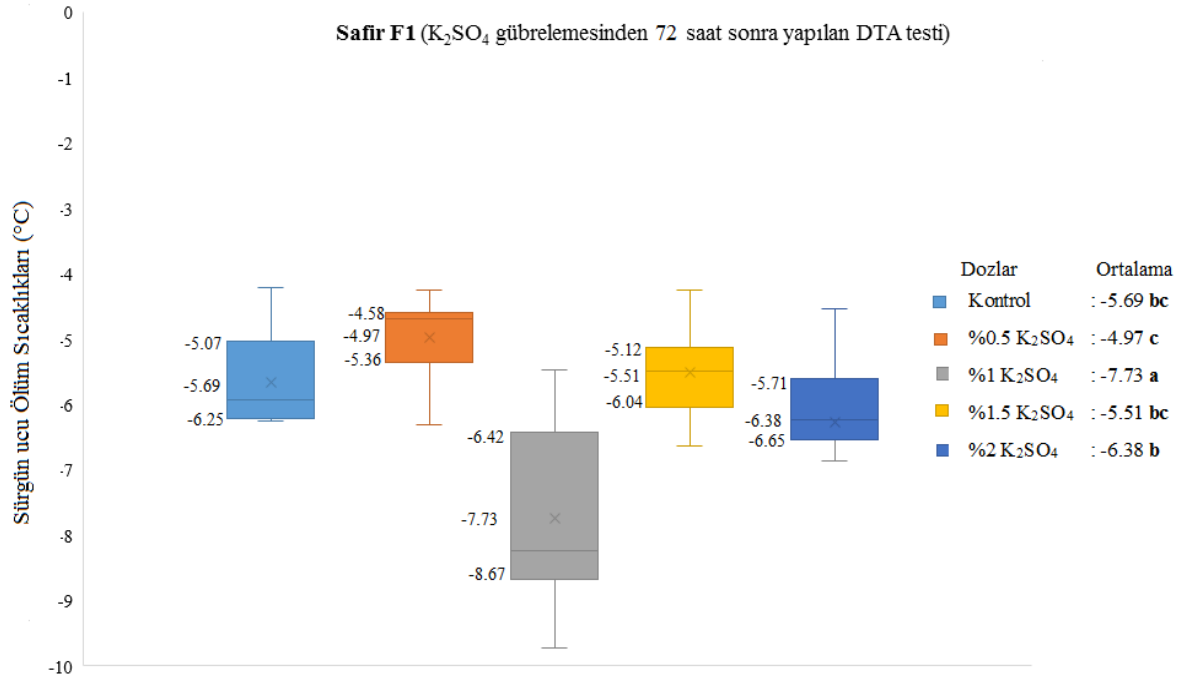
K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresinin farklı dozları ayrı ayrı değerlendirildiğinde; uygulamadan bir gün sonra yapılan analiz sonuçlarında gübre dozlarının çeşide ait sürgün ucu don toleransı üzerindeki etkilerinin önemli olduğu ve gübre dozlarına bağlı olarak belirlenen ölüm sıcaklıklarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla beraber, gübre uygulamasından 24 saat sonra Safir F1 domates çeşidine ait sürgün ucu ölüm sıcaklığı bakımından %0 (kontrol), %0,5, %01, %1,5 ve %2 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozlarının Q<sub>1</sub> değerlerinin sırasıyla -5.52°C, -4.9°C, -6.83°C, -5.06°C ve -4.43°C arasında değiştiği, aynı dozların Q<sub>3</sub> değerlerinin ise sırasıyla -6.29°C, -6.27°C, -7.34°C, -7.01°C ve -7.19°C arasında meydana geldiği gözlenmiştir. Ayrıca, fidelere %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulaması yapıldıktan 24 saat sonra yapılan DTA analizlerinde belirlenen sürgün ucu ortalama ölüm sıcaklık değerleri (LTE) hem kontrol hem de %0,5, %1,5 ve %2 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozları uygulanan fidelerde 24 saat sonra yapılan DTA analizleri ile belirlenen LTE sıcaklık değerinden daha düşük sıcaklıklarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Araştırmada 24 saat sonra yapılan analizlerde çeşide ait sürgün ucu ölüm sıcaklığı ortalaması en düşük %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozunda -7.12°C olarak belirlenirken, en yüksek %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulamasında -5.55°C olarak belirlenmiştir. Bu değerler yönüyle %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozu fidelerinin don toleransı ile %0,5 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozu sonuçları arasında 1.57°C'lik bir farklılık olduğu görülmüştür (Şekil 13).



**Şekil 13.** Test edilen Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 24 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 72 saat sonra yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 14’de sunulmuştur.

Farklı dozlarda yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 72 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre Safir F1 domates çeşidine ait sürgün ucu don toleransı (LTE) değerleri üzerindeki etkinin istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli olduğu ve gübre dozlarına bağlı olarak belirlenen ölüm sıcaklıklarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, farklı seviyelerde uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmelerinden 72 saat sonra gübre dozlarının domates fidelerine ait LTE değerleri incelendiğinde düşük sıcaklık toleransı üzerine en etkili dozun %1’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresinin olduğu, bunu sırasıyla %2’lik, kontrol, %1,5 ve %0,5’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozlarının takip ettiği görülmüştür. Öte yandan, Safir F1 domates çeşidi fidelerine %0, %0,5, %01, %1,5 ve %2 oranında uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozlarından 72 saat sonra yapılan DTA analizlerinde sürgün uçlarının %25’incisinin (Q1) ve %75’incisinin (Q3) öldüğü sıcaklık değerlerinin sırasıyla, -5.07°C ve -6.25°C, -4.58°C ve -5.36°C, -6.42°C ve -8.67°C, -5.12 ve -6.04°C, -5.71 ve -6.65°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4. 9). Farklı gübre doz uygulamalarından 72 saat sonra tespit edilen sonuçlarda %1’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozu uygulanan fidelerde belirlenen sürgün ucunun %25’incisinin (Q1) ve %75’incisinin (Q3) öldüğü sıcaklık değerlerinin, diğer K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozları uygulanan fidelerin öldüğü sıcaklık değerlerinden daha yüksek sıcaklık değerinde meydana geldiği görülmüştür.

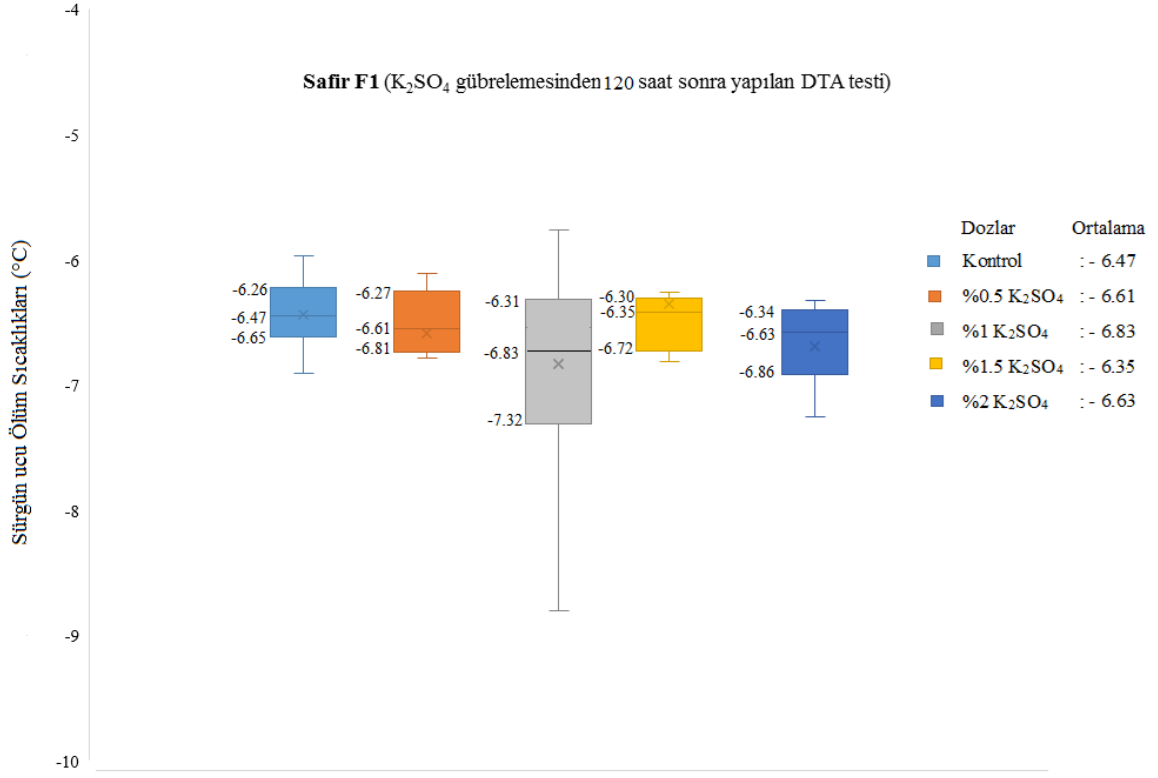


**Şekil 14.** Test edilen Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 72 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

Safir F1 domates çeşidinde yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 120 saat sonra yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 15’de sunulmuştur.

Safir F1 domates çeşidi fidelerine yapraktan %0 (kontrol), %0,5, %1, %1,5 ve %2’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozları uygulamasından sonraki 5. gün (gübre uygulamalarından 120 saat sonra) yapılan DTA test sonuçlarında sürgün ucu ölüm sıcaklıkları arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer bir ifade ile fidelere uygulanan %0,5, %1, %1,5 ve %2’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozlarının, uygulama yapılmayan kontrol grubu fideleri ile benzer sıcaklıklarda LTE değerleri oluşturduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozları uygulamasından sonraki 5. gün DTA testlerinde mevcut çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi incelendiğinde her ne kadar %1’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesi ile diğer dozlar arasında LTE değerlerinde (ortalama LTE değerleri- sürgün ucu ortalama ölüm noktası) istatistiksel olarak fark görünmüyor olsa da, %1’lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesine ait fidelerin %75’incisinin (Q<sub>3</sub>) öldüğü sıcaklık değerlerinin diğer uygulamalardan daha düşük sıcaklıklarda meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4. 10). Ancak fide sürgün uçlarının Q<sub>3</sub> değerlerine istatistik analiz yapılmamıştır.





**Şekil 15.** Test edilen Safir domates çeşidinde yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 120 saat sonra yapılan DTA testlerinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

Yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinin düşük sıcaklıklara hassas olan Safir F1 domates çeşidi fidelerinde düşük sıcaklıklara toleransı artırdığı ve bu etkinin test edilen domates çeşitleri içerisinde düşük sıcaklıklara toleranslı olan VT-1770 domates çeşidi üzerinde de etkili olup olmadığı DTA sonuçları ile ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, yapraktan uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinin 1., 3. ve 5., günlerinde (gübre uygulamalarından 24,72,120 saat sonra) VT-1770 domates fidelerinde yapılan DTA sonuçlarından elde edilen LTE değerlerinin varyans analizi sonuçlarına göre; uygulamalara ait ölüm sıcaklıkları arasındaki etkinin  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Böylece, hem hassas hem de toleranslı çeşit üzerinde uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresinin en etkin dozu belirlenmiş ve don hasarı riskinin olduğu zamanlarda bu doz oranında uygulama yapılarak düşük sıcaklıklara toleransın artırılacağı tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** VT-1770 domates çeşidinde K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelmesinden 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz sonuçlarına göre sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları

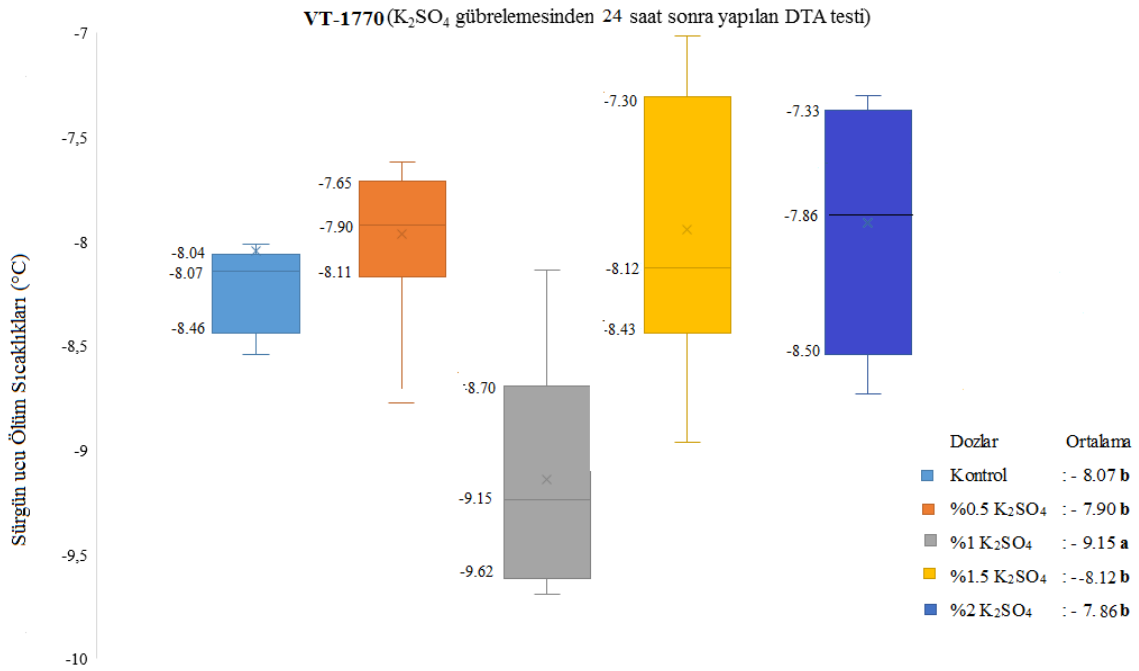
Kaynak	Karalel toplamı	df	Karalel ortalaması	F değeri	P değeri
Düzeltilmiş model	13.863	4	3.466	6.944	0.000
Kesişim	8969.320	1	8969.320	17970.255	0.000
Gübre dozu	13.863	4	3.466	6.944	0.000*

Hata	64.886	265	0.499
Toplam	9048.068	270	

\*  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli

VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinin 1. gününde (uygulamadan 24 saat sonra) yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 16’de sunulmuştur.

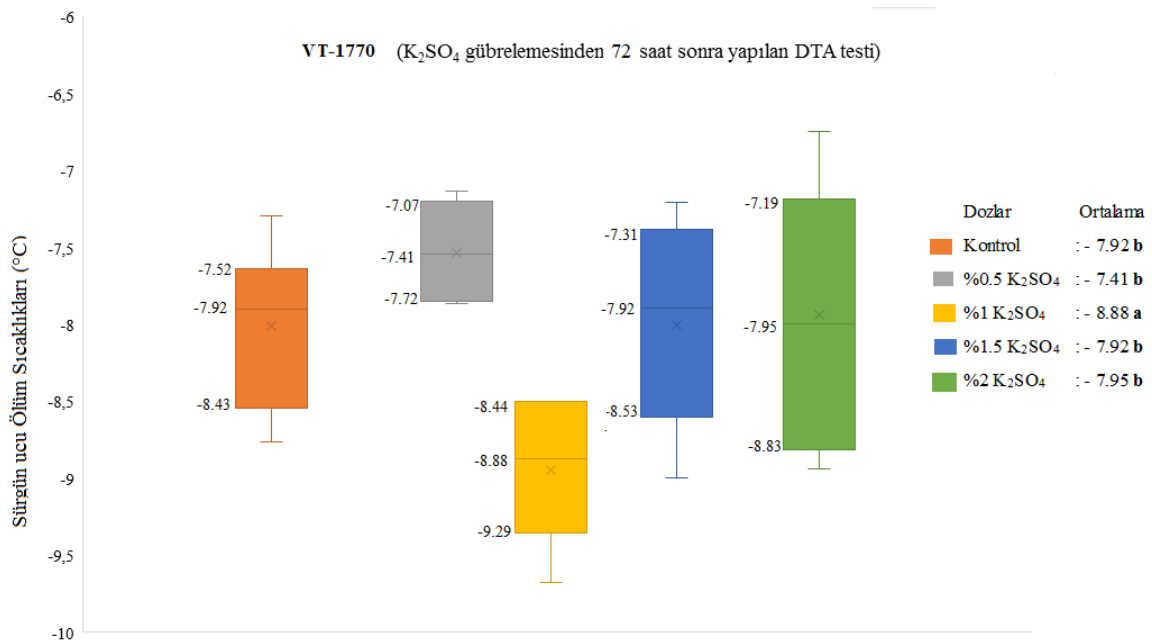
Araştırmanın 1. örnekleme zamanında ( $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24 saat sonra) VT-1770 domates çeşidinden alınan sürgün uçlarının ölüm sıcaklığı bakımından en düşük  $Q_1$ - $Q_3$  değerleri ( $-8.70^\circ C$  ve  $-9.62^\circ C$ ) %1’lik  $K_2SO_4$  gübrelemesi yapılan fidelerde belirlenmiştir. En yüksek  $Q_1$ - $Q_3$  değerleri ( $-8.04^\circ C$  ve  $-8.46^\circ C$ ) uygulama yapılmayan kontrol fidelerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte, istatistiki olarak sürgün ucu ortalama ölüm noktaları bakımından kontrol grubundan farksız olan ve kontrol grubuna ait fideler ile benzer LTE değerleri gösteren %0,5, %1,5 ve %2’lik  $K_2SO_4$  gübresinin uygulama dozlarına ait fidelerin  $Q_1$ - $Q_3$  değerleri ise sırasıyla,  $-7.65^\circ C$  ve  $-8.11^\circ C$ ,  $-7.30^\circ C$  ve  $-8.43^\circ C$ ,  $-7.33^\circ C$  ve  $-8.50^\circ C$  arasında tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, VT-1770 domates çeşidine uygulanan %1’lik  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24 saat sonra fideler DTA testine tabi tutulduğunda, elde edilen ortalama sürgün ucu ölüm sıcaklıkları ( $-9.15^\circ C$ ), kontrol ( $-8.07^\circ C$ ), %0,5 ( $-7.90^\circ C$ ), %1,5 ( $-7.93^\circ C$ ) ve %2 ( $-7.86^\circ C$ )’lik  $K_2SO_4$  gübresi dozlarının uygulandığı fidelerin LTE değerleri ile karşılaştırıldığında sırasıyla  $1.08^\circ C$ ,  $1.25^\circ C$ ,  $1.22^\circ C$  ve  $1.29^\circ C$  daha düşük sıcaklıklarda meydana geldiği görülmüştür (Şekil 16).



**Şekil 16.** Test edilen VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinin 3. Gününde yani  $K_2SO_4$  gübre uygulamalarından 72 saat sonra yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 17’de sunulmuştur.

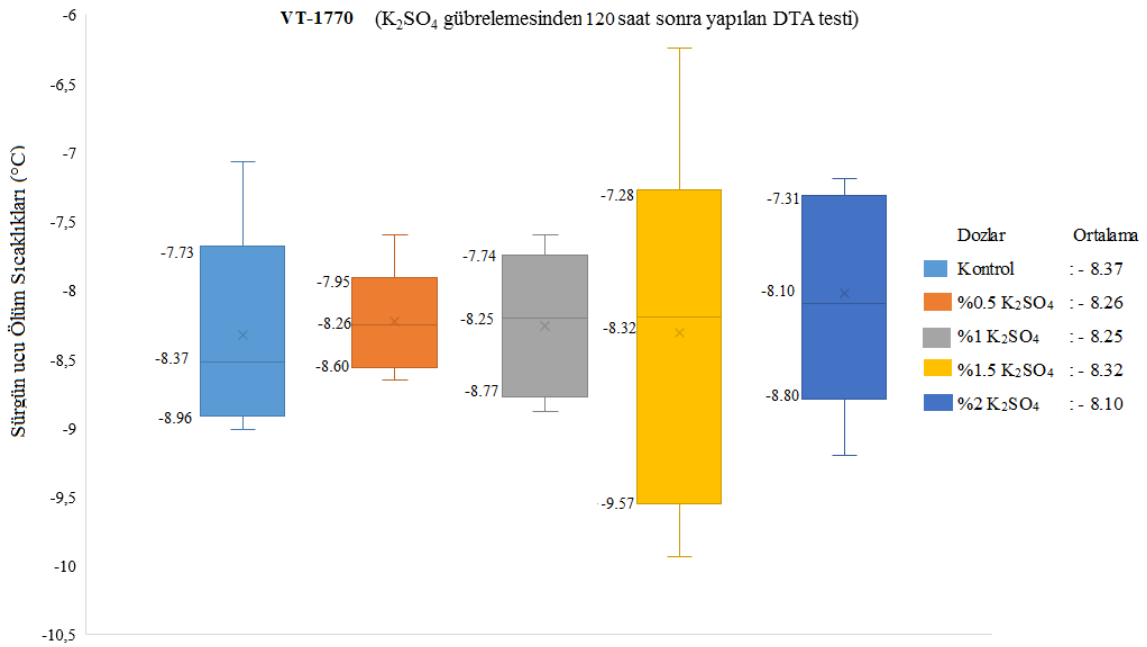
Araştırmanın 3. örnekleme zamanında ( $K_2SO_4$  gübrelemesinden 72 saat sonra) VT-1770 domates çeşidinden alınan sürgün uçlarının ölüm sıcaklığı bakımından en düşük ortalama LTE değerleri  $-8.88^{\circ}C$  ile %1’lik  $K_2SO_4$  gübre dozu uygulanan fidelerde bulunurken, en yüksek ortalama LTE değerinin ise istatistiki olarak aralarındaki farkın önemsiz olduğu kontrol, %0,5, %1,5 ve %2’lik  $K_2SO_4$  gübre dozlarında (sırasıyla  $-7.92^{\circ}C$ ,  $-7.41^{\circ}C$ ,  $-7.92^{\circ}C$  ve  $-7.95^{\circ}C$ ) belirlenmiştir. Bununla beraber araştırmaya konu olan ve kontrol, %0,5, %1,5 ve %2’lik  $K_2SO_4$  gibi farklı dozlarda uygulanan gübre dozları fidelerine ait  $Q_1$ - $Q_3$  değerleri incelendiğinde ise, bu değerlerin sırasıyla  $-7.52^{\circ}C$  ve  $-8.43^{\circ}C$ ,  $-7.07^{\circ}C$  ve  $-7.72^{\circ}C$ ,  $-8.44^{\circ}C$  ve  $-9.29^{\circ}C$ ,  $-7.31^{\circ}C$  ve  $-8.53^{\circ}C$ ,  $-7.19^{\circ}C$  ve  $-8.83^{\circ}C$  arasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre; %1’lik  $K_2SO_4$  gübre dozu uygulanan fidelerde sürgün ucu ölüm sıcaklıkları olan  $Q_1$ - $Q_3$  değerlerinin, kontrol, %0,5, %1,5 ve %2’lik  $K_2SO_4$  gübre dozları uygulanan fidelerin sürgün ucu ölüm sıcaklıkları ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda meydana geldiği görülmüştür (Şekil 17).



**Şekil 17.** Test edilen VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 72 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinin 5. Gününde (gübre uygulamasından 120 saat sonra) yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 18’de sunulmuştur.

Araştırmada  $K_2SO_4$  gübre uygulaması, düşük sıcaklıklara hassas olarak belirlenen Safir F1 domates çeşidine ait fidelerin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarında olduğu gibi, düşük sıcaklıklara toleranslı olan VT-170 domates çeşidininin fidelerinde uygulamadan 120 saat sonra etkinliğini kaybetmiştir. DTA test sonuçları incelendiğinde kontrol, %0,5, %1, %1,5 ve %2’lik  $K_2SO_4$  gübre uygulamalarının yapıldığı fidelere ait LTE değerlerinin istatistiki olarak önemsiz olduğu yapılan *Duncan* çoklu karşılaştırma test sonuçlarında ortaya konulmuştur (Şekil 18).



**Şekil 18.** Test edilen VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 120 saat sonra yapılan DTA testinden elde edilen sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

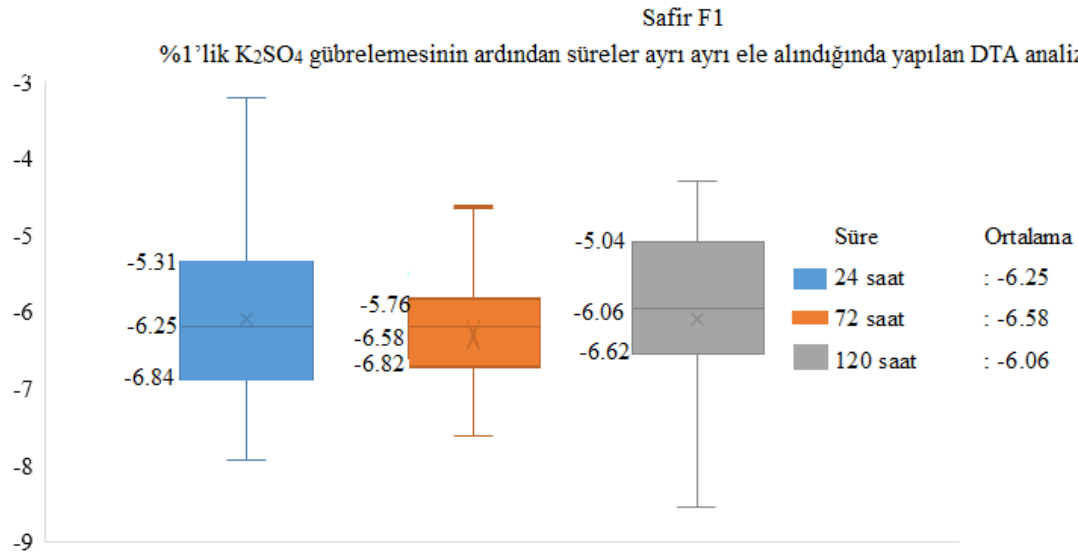
Düşük sıcaklıklara hassas olan Safir F1 çeşidinde dona karşı en etkili olan %1’lik  $K_2SO_4$  dozunun hangi gün daha etkili olduğu, fidelerde kaç gün koruma sağladığı ve kaç gün aralıklar ile bu dozun yeniden atılması gerektiğini belirlemek için uygulamalardan sonra 1., 3. ve 5., günler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve yapılan DTA sonuçlarına göre, LTE değerlerinin varyans analizi sonuçları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark bulunamamıştır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Safir F1 domates çeşidinde %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Karalel toplamı	df	Karalel ortalaması	F değeri	P değeri
Düzeltilmiş model	3.835	2	1.917	1.935	0.166
Kesişim	1411.368	1	1411.368	1424.024	0.000
Gübre uygulama süresi	3.835	2	1.917	1.935	0.166 <sup>ns</sup>
Hata	23.787	42	0.991		
Toplam	1438.990	54			

ns: Önemsiz

Öte yandan Safir domates çeşidinde yapraktan uygulanan %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin 1., 3. ve 5. gününde yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları Şekil 19'de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde her ne kadar %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin ardından 1., 3. ve 5. günlerde yapılan DTA analizlerinde sürgün ucu LTE değerleri arasında farkın önemsiz olduğu görünüyorsa da 5. günde %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin etkisini kısmen kaybettiği tespit edilmiştir. Bununla beraber 5. günde yapılan DTA analiz sonuçlarına göre, LTE (-6.06°C) değerleri 1. (-6.25°C) ve 3., (-6.58°C) gün ile karşılaştırıldığında daha yüksek sıcaklıklarda meydana geldiği görülmektedir (Şekil 19).



**Şekil 19.** Safir F1 domates çeşidinde %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

Test edilen çeşitler içerisinde düşük sıcaklıklara en fazla tolerans gösteren Vt-1770 domates çeşidinde dona karşı en etkili olan %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dozunun fidelerde kaç gün koruma sağladığı, hangi gün daha etkili olduğu ve kaç gün aralıklar ile bu dozun yeniden atılması gerektiğini belirlemek için uygulamalardan sonra 1., 3. ve 5. günler (gübre uygulamasından 24,

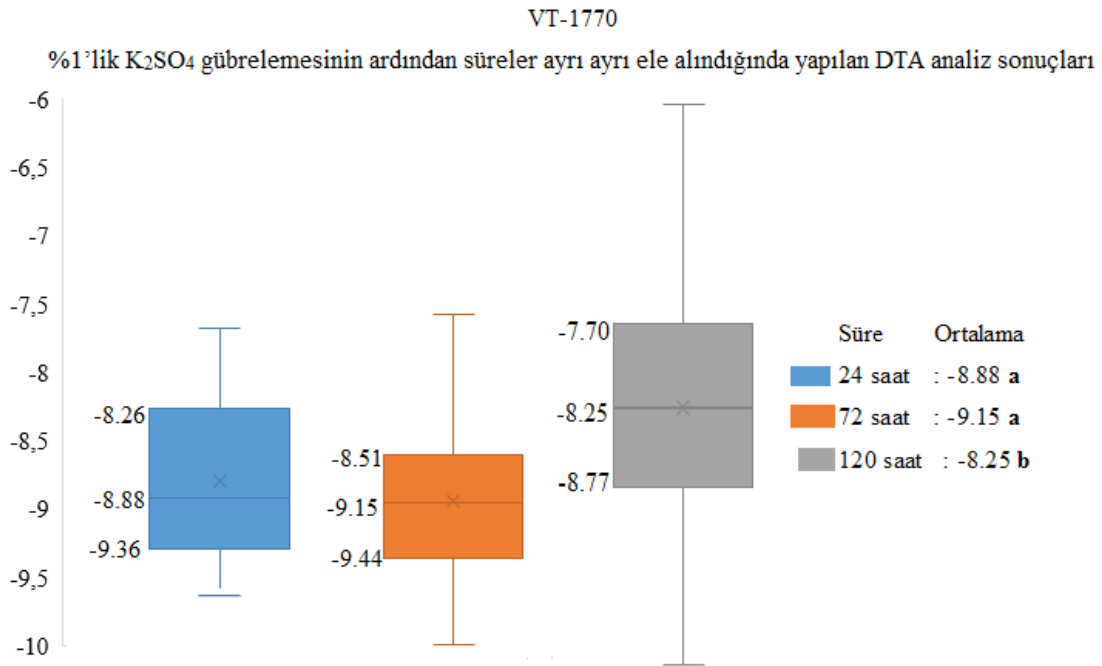
72 ve 120 saat sonra) ayrı ayrı değerlendirilmiş ve yapılan DTA sonuçlarına göre LTE değerlerinin varyans analizi sonuçları arasında istatistiki anlamda  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli bir fark bulunmuştur (Çizelge 4. 5).

**Tablo 5.** VT-1770 domates çeşidinde %1'lik  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Karalel toplamı	df	Karalel ortalaması	F değeri	P değeri
Düzeltilmiş model	3.801 <sup>a</sup>	2	1.900	7.307	0.003
Kesişim	2075.245	1	2075.245	7979.439	0.000
Gübre uygulama süresi	3.801	2	1.900	7.307	0.003*
Hata	6.242	42	0.260		
Toplam	2085.288	54			

\*  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli

Araştırmada VT-1770 domates çeşidinde yapraktan uygulanan %1'lik  $K_2SO_4$  gübrelemesinin 1., 3. Ve 5. gününde yapılan DTA testleri sonucunda çeşidin sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (Duncan) sonuçları Şekil 20'de sunulmuştur. Veriler incelendiğinde fidelere uygulanan %1'lik  $K_2SO_4$  gübrelemesinin 5. günden sonra etkisini kaybettiği görülmüştür. Bununla beraber hem uygulamadan 24 saat sonra hem de uygulamadan 72 saat sonra %1'lik  $K_2SO_4$  gübrelemesinin VT-1770 domates çeşidinde düşük sıcaklıkla toleransı artırdığı tespit edilmiştir (Şekil 14.15).



**Şekil 20.** VT-1770 domates çeşidinde %1'lik  $K_2SO_4$  gübrelemesinden 24, 72 ve 120 saat sonra alınarak DTA analizine tabi tutulan fidelerin LTE değerleri ayrı ayrı ele alındığında sürgün ucu ölüm sıcaklıklarına ait verilerin Q-Q plot analizi

## TARTIŞMA ve SONUÇ

İki aşamalı olarak planlanan mevcut çalışmanın ilk bölümünde; günümüzde pek çok meyve türü ve sebze grubunun doku ve organlarının dona tolerans sınırlarını belirlemede yaygın olarak kullanılan diferansiyel termal analiz (DTA) yönteminden (Quamme 1974; Proebsting and Sakai 1979; Ashworth *et al.* 1981; Andrews *et al.* 1984; Quamme 1986; Warmund *et al.* 1988; Mills *et al.* 2006; Moratiel *et al.* 2011; Salaraz-Gutierrez *et al.* 2014; Grant and Damı 2015; Salaraz-Gutierrez *et al.* 2016; Todaro and Damı 2017; Cragin *et al.* 2017; Kaya and Köse 2017; Kaya and Köse 2019; Kaya ve Köse 2019) yararlanılarak ülkemiz yetiştiriciliğinde önemli paya sahip domates türünün 2 adet yerel genotip (Yerli-14 ve Yerli-24) ve 6 adet ticari (Safir F1, Adelya F1, Ömür F1, Cuma F1, Elibol F1, VT-1770) çeşit olmak üzere toplamda 8 domates çeşidinin don toleransları ve/veya düşük sıcaklık ekzoterm (LTE) değerleri belirlenmiştir. Böylece mevcut çeşitler içerisinde düşük sıcaklıklara en hassas ve en fazla toleranslı olan çeşitler tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, aynı şartlarda yetiştirilen ve teste tabi tutulan 8 farklı domates çeşidine ait düşük sıcaklık ekzoterm değerlerinin (n=144) normal dağılışa uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak, verilerin hafif sola çarpık bir dağılım (çarpıklık değeri -0.88) sergilediği görülmüştür (Şekil 6). Mevcut domates çeşitlerinin sürgün ucu verilerimize ait çarpıklık değerinin, normal dağılışa uygun veriler için kabul edilebilir sınır değerleri olan -1.5 ve +1.5 aralığında (Tabachnick and Fidell 2013) olması, literatürler ile uyumluluk göstermektedir.

Öte yandan mevcut domates çeşitlerin LTE değerlerinin varyans analiz sonuçlarına göre, çeşitler arasında dona toleransta istatistikî olarak  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklıklar olduğu tespit edilmiştir. Özellikle VT-1770, Adelya F1 ve Cuma F1 domates çeşitleri diğer domates çeşitleri ile karşılaştırıldığında düşük sıcaklıklara daha fazla tolerans göstermişlerdir. Bunun yanı sıra, Safir F1 domates çeşidi ise test edilen çeşitler arasında düşük sıcaklıklara en az tolerans gösteren çeşit olarak belirlenmiştir. Ayrıca, DTA testlerinde her bir sürgün ucu için tek bir ekzoterm piki belirlenmiştir ve bu ekzoterm piki sürgün ucu ölüm sıcaklığı olarak kabul edilmiştir. Bu bulgularımız Singer ve Baugerod (1986)'ın domates üzerinde yapmış olduğu bulgular ile tutarlıdır. Zira, Singer ve Baugerod (1986) domates fidelerinde TA yöntemi kullanarak her bir sürgün için tek bir ekzoterm noktası belirlemişler ve bu tekli piklerin sürgün ucu için süper soğuma noktası olduğunu ifade etmişlerdir. Öte yandan, bulgularımızda domates çeşitlerinin sürgün ucu ortalama LTE değerlerine ait verilerin -10.45 °C (en fazla toleranslı olan VT-1770 ile -6.54°C en hassas olan Safir F1) arasında meydana

geldiği görülmüş ve hassas ile toleranslı çeşitler arasında yaklaşık 4°C'lik tolerans farkının bulunması oldukça önemli bir çeşit özelliği olarak karşımıza çıkmıştır. Zira sonuçlarımız ile tutarlı olan araştırmalarda, çeşit, bitki yüzey nemi (yaprak ıslaklığının) ve doku üzerindeki buz nükleasyon bakterilerinin mevcutiye (*Pseudomonas Erwinia* ve *Pseudomonas Syringae*) bağlı olarak domates fidelerinin -1 ile -12°C sıcaklık aralığında süper soğuma gösterdiği ortaya konulmuştur (Anderson *et al.* 1982, 1984; Perry *et al.* 1992; Wisniewski and Glenn 2002; Snyder and Melo-Abreu 2005). Ayrıca, Singer ve Baugered (1986) yaptıkları araştırmada bitki yüzey ıslaklığının, domates bitkisinin yapraklarında -7°C'de süper soğumaya neden olduğu, bitki yüzeyi kuru olan fide yapraklarında ise süper soğumanın -12°C'de meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Bununla beraber Wisniewski and Glenn (2002), domates bitkisinin yaprak yüzeyinde buz nükleasyon bakterileri (INB) bulunan yapraklarda -2.8°C'de, buz nükleasyon bulunmayan yapraklarda ise -12°C'de süper soğumanın meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Farklı araştırmacılar ise, genel olarak domatesin yaprak yüzeyinde yaygın olarak bulunan ve buz çekirdeklenmesinde aktif katalizör olarak görev yapan epifit bakterilerin -1.5°C'de yaprakların ölümüne neden olabileceğini bildirmişlerdir (Lindow 1983; Shen ve Li 1983).

Öte yandan, çalışmada test edilen 8 farklı domates çeşidi arasında düşük sıcaklıklara tolerans derecesindeki farklılıklar, çeşitlerinin genetik tabanında var olan karakteristik özellikleri ile ilişkili olabilir. Nitekim bitkilerde düşük sıcaklığa tolerans, genetik yapı ve genetik yapının çevre ile ilişkisi temeline dayalı karmaşık bir durum olduğu bildirilmiştir (Scott and Jones 1982; Wolf *et al.* 1986; Zhang and Huang 2010). İlaveten düşük sıcaklığa toleransta transkript faktörlerinde önemli olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Jaglo-Ottosen *et al.* 1998; Singh *et al.* 2002). Özellikle bu transkript faktörler ailesinden olan bazik sarmal ilmek-sarmalı, bazik lösün sarmalı, etilen tepki faktörü ve homeodomain transkripsiyon faktörlerinin soğuğa toleransa verilen cevabın düzenlenmesinde önemli roller oynadığı pek çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Shinozaki *et al.* 2003; Tran *et al.* 2004; Yamaguchi-Shinozaki and Shinozaki 2006; Chinnusamy *et al.* 2007).

Bitki bünyesinde asimilat maddelerin bitkinin çok uzak bölgelerine taşınmasında, su durumunun kontrolünde, fotosentez etkinliği ve meristem büyümesinde kilit rol oynayan potasyum, bitki besin elementleri içerisinde en temel elementlerden birisidir (Sarikhani *et al.* 2014). Her ne kadar domates türünde potasyumun düşük sıcaklıklara toleransı artırdığına dair DTA yöntemi kullanılarak yürütülen bir çalışma bulunmasa da farklı türlerde P, K ve Mg elementlerinin dona tolerans üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bazı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Sarikhani *et al.* 2014). Özellikle asma omcalarına yapraktan



farklı oranlarda uygulanan Potasyum Sülfat ( $K_2SO_4$ ) gübresinin çubuk ve kollarda şeker, prolin, çözünebilir karbonhidratlar, toplam protein ve organik madde konsantrasyonunu yükselttiği ve buna bağlı olarak bitkinin kış gözlerinde düşük sıcaklığa toleransı artırdığı tespit edilmiştir (Robinson 1992; Slavcheva and Encheva 2004; Ghasemi Solokluj *et al.* 2012). Bu nedenle, araştırmamızda potasyumun düşük sıcaklıklara toleransı artırabilme özelliği dikkate alınarak çalışmanın ilk bölümünde düşük sıcaklıklara toleranslı ve hassas olan bir birey denemenin ikinci kısmına aktarılmış ve bu bireylere ( $K_2SO_4$ ) gübresinin farklı dozları (%0, %0,5, %1, %1,5 ve %2) uygulanarak dona tolerans dereceleri artırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, mevcut çeşitlerin don toleransının  $K_2SO_4$  gübrelemesi ile artırabileceği hipotezi üzerine kurgulanan çalışmada,  $K_2SO_4$  gübresinin hangi dozunun daha etkili olduğu, bitki bünyesinde kaç gün süre ile koruma sağladığı veya dona tolerans artışında etkili bulunan gübre dozunun kaç gün aralıklar ile yeniden atılması gerektiği gibi ana amaçlarına ulaşılmıştır. Zira bu amaçlara ulaşmak adına yapılan test sonuçlarının varyans analizlerinde hassas ve toleranslı çeşitler kendi içerisinde ayrı ayrı değerlendirilmiş ve DTA testlerinden elde edilen sürgün ucu LTE sonuçlarında hem gübre dozları hem de uygulamadan sonra etkinlik süreleri arasında istatistiki olarak  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklıklar olduğu ortaya konulmuştur (Tablo 2, 4.3, , 4.5).

Araştırmada düşük sıcaklıklara en hassas ve en toleranslı olarak belirlenen Safir F1 ve VT-1770 domates çeşitlerine kontrol, %0,5, %1, %1,5 ve %2 oranlarında yaprakdan  $K_2SO_4$  gübresi uygulanmasından bir gün (24 saat sonra) bitkilere ait sürgün ucu test edildiğinde, uygulamalara ait ölüm sıcaklıkları verilerinin Q-Q plot analizleri arasında  $p \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklıklar belirlenmiştir (Şekil 13 ve Şekil 16). Çalışmada  $K_2SO_4$  gübresi uygulandıktan 24 saat sonra Safir F1 çeşidi için test edilen sürgün ucu LTE sıcaklıkları ortalaması en düşük %1  $K_2SO_4$  gübre dozunda, en yüksek LTE ortalaması ise kontrol ve %0,5  $K_2SO_4$  gübre dozlarında belirlenmiştir. Bu değerler açısından bir karşılaştırılma yapıldığında, fidelere uygulanan %1'lik dozun %0.5'lik doz uygulama sonuçlarına göre Safir F1 domates çeşidinde, don toleransını sırasıyla 1.28 ve 1.57°C artırdığı görülmüştür. Diğer taraftan, düşük sıcaklıklara en fazla toleranslı olarak belirlenen VT-1770 domates çeşidi için de benzer bulgular elde edilmiş ve uygulamadan 24 saat sonra yapılan DTA analizlerinde dozlar arasında en etkili dozun %1  $K_2SO_4$  gübre dozu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mevcut çeşitte diğer uygulama dozlarından farklı olan %1  $K_2SO_4$  gübre dozu hariç, kontrol, %0,5, %1,5 ve %2  $K_2SO_4$  gübre dozlarının sürgün ucu LTE değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir. Yine, uygulamadan 24 saat sonra VT-1770 çeşidi için yapılan analizlerde %1  $K_2SO_4$  gübre dozuna ait LTE değerleri incelendiğinde, kontrol, %0,5, %1,5 ve %2  $K_2SO_4$  gübre dozları LTE değerlerine göre sırasıyla 1.08°C, 1.25°C, 1.22°C ve 1.29°C oranında bir

tolerans artışına neden olduğu tespit edilmiştir (Şekil 16). Görüldüğü üzere yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübresinin %1'lik dozu kontrol ve diğer gübre gruplarına ait fidelerin LTE sonuçları ile karşılaştırıldığında hem düşük sıcaklıklara hassas hem de toleranslı domates çeşitlerinde yaklaşık 1.5- 2°C'ye yakın bir toleransa neden olduğu söylenebilir. Bu durum, domates yetiştiriciliğinde son derece önemlidir. Zira yapılan araştırmalar örtü altı domates yetiştiriciliğinde düşük sıcaklıklara 1°C'lik tolerans artışının ısıtma maliyetlerini %8 oranında azaltacağını göstermiştir (Elings *et al.* 2005; Ntatsi and Savvas 2014). Bu açıdan değerlendirildiğinde, don riski olabilecek günlerde fidelere uygulanacak %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozunun bitkide don toleransını artırabileceği ve ısıtma maliyetlerini azaltacağı düşünülebilir. Ayrıca sonuçlarımızı destekler nitelikte olan ve domates, patlıcan ve biber türleri üzerinde yürütülen çalışmalarda, hava sıcaklıklarının 4°C ila 16°C arasında olduğu zamanlarda, fidelerde bünyesel potasyum kaynağını artırmanın düşük sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini azaltıldığı ve dona toleransı yükselttiği tespit edilmiştir (Hakerlerler *et al.* 1997; Çakmak 2005).

Araştırmanın ikinci bölümüne aktarılan Safir F1 ve VT-1770 domates fidelerine farklı dozlarda yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübresinin, uygulamadan 72 saat sonraki DTA analizlerine ait Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde dozlar arasında  $p \leq 0.01$  seviyesinde istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu görülmektedir (Şekil 4. 9 ve Şekil 4. 12). Hem Safir F1 hem de VT-1770 çeşidine ait sürgün ucu ortalama LTE değerlerine göre; istatistiki olarak diğer uygulamalardan (%0, %0,5, %1,5 ve %2 ) farklı olan %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozu uygulamasının fidelerin dona toleransını (ortalama LTE değerleri) önemli oranda artırmıştır diyebiliriz. Zira Safir F1 domates çeşidine uygulanan gübre dozları içerisinde %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozu uygulamasına ait fidelerin sürgün ucu ortalama LTE değeri (-7.73°C), uygulama yapılmayan kontrol grubuna ait fidelerin sürgün ucu ortalama LTE değerlerine (-5.69°C) göre 2.04°C daha düşük sıcaklıklarda meydana gelmiştir. Öte yandan, söz konusu çeşide uygulanan %0,5'lik  $K_2SO_4$  gübre dozunun domates fidelerine ait sürgün ucu ortalama LTE değerlerinin (-4.97°C) uygulama yapılmayan kontrol grubuna ait fidelerin sürgün ucu ortalama LTE değerleri ile (-5.69°C) ile karşılaştırıldığında 0.72°C daha yüksek sıcaklıklarda meydana geldiği görülmüştür (Şekil 14). Benzer durum VT-1770 domates çeşidine ait fidelerin LTE değerlerinde de gözlenmiştir. Nitekim VT-1770 domates çeşidinde %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozu uygulanan fidelerde sürgün ucu LTE değeri -8.88°C'de, uygulama yapılmayan kontrol grubuna ait fidelerde ise sürgün ucu LTE değerleri -7.92 °C'de meydana gelmiştir. Bu durum %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozu fidelerinin sürgün ucu LTE değerinin, kontrol grubu fidelerine ait LTE değeri ile karşılaştırılması yapıldığında, %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozu uygulanan fidelerin 0.96 °C'lik bir tolerans artışına neden olmuştur. Ayrıca

Safir F1 domates çeşidinde olduğu gibi VT-1770 domates çeşidinde de %0,5'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozu fidelerde don toleransını azaltmış ve %0,5'lik gübre dozu fidelerin LTE değerleri kontrol grubuna ait fidelerin LTE değerleri ile karşılaştırıldığında 0.49°C daha yüksek sıcaklıklar meydana gelmiştir. Yanısıra, VT-1770 domates çeşidinde %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozunun uygulandığı fidelerin ortalama LTE değerleri hariç, %0, %0,5, %1,5 ve %2 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozlarının uygulandığı fidelerde, ortalama LTE değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Şekil 17). Zira soğuk stresinin bitkilerde fotosentetik aktiviteyi bozabildiği, antioksidan enzimlerin etkinliğini azalttığı ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimine neden olduğu pek çok çalışmada ortaya konulmuştur (Mittler 2002; Xiong *et al.* 2002; Suzuki and Mittler 2006). Ancak, düşük sıcaklıklara maruz kalma durumlarında dışardan uygulanan potasyum gübresinin antioksidan sistemlerini artırdığı ve ROS üretimini azalttığı belirlenmiştir (Cakmak 2005; Davi *et al.* 2012; Wang *et al.* 2013). Zira Devi *et al.* (2012), Ginseng (*Panax ginseng. Russ*) bitkisinde potasyum uygulamasının soğuğa tolerans ve verim artışı üzerine olan etkisini araştırdıkları bir çalışmada, optimum potasyum konsantrasyonunun bitkide antioksidan sistemleri aktif hale getirdiğini ve soğuğa toleransla ilişkili olan ginsenoside bağlı sekonder metabolit transkript seviyelerini arttırdığını tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçları dikkate alındığında; çalışmamızda hem Safir F1 hem de VT-1770 domates çeşitlerinde %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozu uygulaması, düşük sıcaklık stresine maruz bırakılan fidelerde muhtemelen antioksidan sistemleri diğer gübre dozlarına oranla daha fazla artırmış denilebilir. Zira yapılan araştırmalarda bitki bünyesinde optimum düzeyde potasyum konsantrasyonunun antioksidan sistemleri aktif hale getirerek stres şartlarında bitkileri önemli ölçüde koruduğu, aksine bitki bünyesinde yüksek ve düşük potasyum konsantrasyon içeriğinin ise stres koşullarında ROS bileşenlerini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir (Shin and Schachtman, 2004; Wen Xu *et al.*, 2011). Bu bağlamda domates türünde düşük sıcaklık şartlarına karşı koruma sağlamak için fideler 3-4 gerçek yaprağa ulaştığında dışardan uygulanan %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozu uygulaması diğer gübre dozu uygulamaları ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda LTE değerleri gösterdiğinden mevcut gübre dozunun optimum potasyum konsantrasyon dozu olduğunu söyleyebiliriz.

Araştırmamızda Safir F1 ve VT-1770 domates çeşitlerine ait fidelere yapraktan farklı dozlarda uygulanan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin, uygulamadan 120 saat sonra fidelerde yapılan DTA testleri sonuçlarında, çeşitlere ait sürgün ucu ölüm sıcaklıklarının Q-Q plot analizi ve çoklu karşılaştırma test (*Duncan*) sonuçları incelendiğinde; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozları arasında istatistik olarak her iki çeşit için de bir fark bulunamamıştır (Şekil 15 ve Şekil 18). Bir başka ifade ile her iki çeşidin fidelerine uygulanan %0,5, %1, %1,5 ve %2'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozlarının, uygulama yapılmayan kontrol grubu fideleri ile benzer sıcaklıklarda LTE değerleri

gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada kontrol ve %0,5, %1, %1,5 ve %2'lik oranlarda K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresi uygulandığında, uygulama dozlarına göre fidelerin LTE değerleri karşılaştırıldığında uygulamalar arasında istatistiki olarak farkın önemsiz olması dikkate alındığında her iki çeşitte de uygulamadan 120 saat sonra K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresinin düşük sıcaklıklar üzerinde etkinliğini kaybettiğini görülmektedir. Her ne kadar mevcut çalışmada potasyum besin elementinin domates bitkisinde düşük sıcaklıklara toleransı nasıl etkilediği bilinmese de, farklı türler üzerinde yürütülen ve sonuçlarımızı destekleyen çalışmalarda, yapraktan uygulanan potasyumun 6 ile 48 saat içerisinde bitki bünyesine alınarak etkisini gösterdiği rapor edilmiştir (Kafkafi 1992; Oosterhuis *et al.* 2002).

Öte yandan, test edilen domates çeşitleri içerisinde düşük sıcaklıklara en hassas ve en toleranslı bireyler olan Safir F1 ve VT-1770 fidelerine %0,5, %1, %1,5 ve %2 oranlarında yapraktan uygulanan potasyum sülfat gübresi içerisinde düşük sıcaklıklara karşı en etkili olan %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulamasının, bitki bünyesinde ne kadar süre koruma sağladığı, etkinlik süresinin kaç gün sürdüğü veya don tolerans artışında etkili bulunan dozun ne kadar sıklıkla uygulanması gerektiği sorularına daha net cevap verebilmek adına, her iki çeşit için yapraktan %1'lik oranda K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulaması yeniden yapılmış ve bu fideler uygulamalardan 24, 72 ve 120 saat sonra DTA analizlerine tabi tutulmuştur. DTA testlerinde fide sürgün uçlarına ait LTE değerlerinin varyans analizi sonuçları ile çoklu karşılaştırma test sonuçlarında, Safir F1 domates çeşidinde %1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin etkinlik süreleri kendi içerisinde birbirleri ile karşılaştırıldığında (%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulamasından 24, 72 ve 120 saat sonra saatler kendi içerisinde bir birleri ile karşılaştırılmıştır) istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı, ancak VT-1770 (%1 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre uygulamasından 24, 72 ve 120 saat sonra saatler kendi içerisinde bir birleri ile karşılaştırılmıştır) domates çeşidinde istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Şekil 19 ve Şekil 20). Bununla birlikte, her ne kadar araştırma bulgularımızda Safir F1 fidelerine uygulanan %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin ardından 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA analiz verilerinde, LTE değerleri arasında farkın önemsiz olduğu tespit edilmiş olsa da, uygulamadan 120 saat sonra yapılan analiz sonuçlarında %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin düşük sıcaklıklara karşı fidelerde etkisini kısmen kaybettiği söylemek mümkündür (Şekil 4. 14). Öte yandan, VT-1770 fidelerine uygulanan %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesi, uygulamadan 120 saat sonra fidelerin düşük sıcaklıklara toleransı üzerinde etkisini kaybetmiştir. Bunun yanı sıra, hem uygulamadan 24 hem de uygulamadan 72 saat sonra %1'lik K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübre dozları aynı çeşidin fidelerinde dona karşı önemli oranda bir koruma sağlamıştır. Nitekim bulgularımızı destekleyen, ancak farklı bir bitki türü olan pamuk bitkisine yapraktan uygulanan potasyumun, bitki bünyesine alınımının ilk 6 saat içerisinde olduğu ve uygulamadan 48 saat sonra ise tüm bitki bünyesine dağıldığı rapor edilmiştir

(Kafkafi 1992; Oosterhuis *et al.* 2002). Ayrıca potasyum gibi, bitkiler için hayati öneme sahip bir besin elementi olan azotun, domates bitkisinin yapraklarına uygulandıktan sonra 48 saat içerisinde hızlı bir şekilde absorbe edildiği ve bitkiye dağıldığı tespit edilmiştir (Tan *et al.* 1999). Bununla birlikte, potasyum ile dona tolerans arasında güçlü bir pozitif ilişkinin olduğu ve potasyum eksikliğinin bitki hücrelerinde don stresine karşı hassasiyet oluşturarak su alımını kısıtladığı farklı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Kant and Kafkafi 2002; Romheld and Kirkby 2010). Ayrıca yulaf üzerinde yürütülen farklı bir araştırmada; potasyum eksikliği olmayan bitkilerin ilkbahar geç donlarından etkilenmediğini ancak potasyum eksikliği görülen bitkilerin ise ilkbahar geç donlarına maruz kaldığında tamamının öldüğü belirlenmiştir (Bogdevitch 2002). Tüm bu araştırma sonuçları dikkate alındığında; fidelere uygulanan %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozunun uygulamadan 24 ve 72 saat sonra hücrelerde konsantrasyonunun arttığı ve hücre çözeltisinin donma noktasını düşürdüğü söylenebilir. Öte yandan birçok çalışma, bitki bünyesindeki optimum düzeydeki potasyum konsantrasyonunun klorofil içeriği ve fotofosforilaz aktivitesini arttırdığını ve fotosentetik fosforilasyonu teşvik ederek tilakoid membranların kloroplast iç zarını ve proton gradyanını koruyabildiğini göstermiştir (Véry and Sentenac, 2003; Yurtseven *et al.*, 2005; Chartzoulakis *et al.*, 2006; Hermans *et al.*, 2006). Bununla beraber bitki bünyesinde potasyum iyonlarının optimum konsantrasyonu dışında yapraklardaki eksiklik veya fazlalığının ise hücrelerde su içeriğinin azalmasına ve stres durumunda ROS maddelerinin artmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Wen Xu *et al.*, 2011). Bu açıdan bakıldığında mevcut çalışmada bitkilere farklı oranlarında yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinin ardından 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan DTA test sonuçları arasında istatistiksel olarak önemli farkların olmasının ana nedeni muhtemelen bünyesel potasyum konsantrasyon seviyelerinin optimum potasyum seviyeden uzaklaşmış olma ihtimalidir. Diğer bir deyişle %1 oranında yapraktan uygulanan  $K_2SO_4$  gübrelemesinin ardından ilk 24 saatteki fide gelişimi ve fidelerdeki hacimsel orana göre potasyum konsantrasyonu ile 120 saat sonraki fide gelişimleri ve fidelerdeki hacimsel gelişime bağlı olarak potasyum konsantrasyon oranı arasında önemli farkların meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Yani gübre uygulamasından 120 saat sonra fide büyüklüğü ile 24 ve 72 saat sonra fide büyüklükleri karşılaştırıldığında 120 saat sonra fideler daha fazla büyümüş olacak ve bitkide bünyesel potasyum konsantrasyonunun dengeside değişecektir. Böylece uygulamalardan sonra zaman ilerledikçe fidelerin büyümesine bağlı olarak hücrelerdeki optimum potasyum dengesinin değişmesi ile dona tolerans artışında potasyumun pozitif rolü kaybolacaktır. Bu durumda gübre uygulamasından 24 ve 72 saat sonra test edilen fideler ile 120 saat sonra test edilen fideler karşılaştırıldığında potasyum gübresinin etkinliğinin 120 saat sonra kaybolmuş olabileceği ve bu nedenle 120 saat sonra LTE değerlerinin 24 ve 72 saat

sonra test edilen fidelerden daha yüksek sıcaklıklarda meydana gelmiş olabileceğini söyleyebiliriz.



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen DTA test sonuçlarına göre Adelya F1, Cuma F1 ve VT-1770 domates çeşitleri daha düşük sıcaklıklarda, Safir F1 çeşidi ise daha yüksek sıcaklıklarda LTE değerleri göstermişlerdir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise düşük sıcaklıklara en fazla ve en az tolerant olan bir adet çeşidin fidelerine farklı dozlarda  $K_2SO_4$  gübresi uygulanmış ve düşük sıcaklıklara tolerans artışı açısından en etkili gübre dozu oranının iki çeşit içinde %1'lik  $K_2SO_4$  gübre dozu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, etkili bulunan %1'lik  $K_2SO_4$  dozunun uygulamadan sonra ne kadar süre düşük sıcaklıklara karşı bir artış sağladığı veya kaç gün sonra yeniden uygulanması gerektiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, genel olarak her iki domates çeşidi içinde %1'lik  $K_2SO_4$  dozunun fidelere yapraktan uygulaması yapıldıktan sonraki 24 ile 72 saat düşük sıcaklıklara tolerans artışı sağladığı, ancak 120 saat sonra bu özelliğini kaybettiği belirlenmiştir. Sonuç olarak mevcut çalışma bulgularına göre; düşük sıcaklık risklerinin olabileceği gün veya gecelerden önce domates fidelerine yapraktan uygulanacak %1'lik  $K_2SO_4$  dozunun dona toleransı artırabileceği söylenebilir. Bununla beraber gelecekte, don toleransı ile ilişkili bulunan potasyum gübresinin fizyolojik, moleküler ve biyokimyasal parametreler üzerine olan etkilerinin farklı ekoloji şartlarında ve/veya farklı çeşitler üzerinde yürütülmesinin sonuçların güvenilirliği ve doğruluğunu daha da artıracak kanaatine varılmıştır. Ayrıca, bu çalışma ile ortaya konan yapraktan potasyum sülfat gübre uygulamasının don toleransı üzerine olan etkisi ile fide üretimi yapılan seralarda uygulanmasının ısı maliyetleri açısından sağlayacağı avantajın net olarak ortaya koyulması adına ısı maliyeti ve potasyum sülfat gübre uygulaması maliyetlerinin karşılaştırılması ile üreticiye daha güvenilir öneriler sunulabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Abak, K. (2016). Türkiye’de domatesin dünü, bugünü ve yarını. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, (Erciyas, M., Bağcı, AS Edits.), 17, 8-13.
- Akman Y., Küçüködük M., Düzenli M., Tuğ, G. N., (2001). Bitki Fizyolojisi. 708- 747. Ankara.
- Anderson, J. A., Buchanan, D. W., & Stall, R. E. (1984). Reduction of bacterially induced frost damage to tender plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109(3), 401-405.
- Anderson, J. A., JA, A., DW, B., & CB, H. (1982). Frost injury of tender plants increased by *Pseudomonas syringae* van Hall.
- Andrews, P. K., Sandidge, C. R., & Toyama, T. K. (1984). Deep supercooling of dormant and deacclimating *Vitis* buds. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35(3), 175-177.
- Andrews, P.K., Proebsting, 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, 334-340.
- Anonim (2016). Yaş Ve Kuru Meyve Sebze İle Seracılık Dış Pazar Çalışması, Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler>
- Aroca R., Irgoyen J.J., Sanchez-Diaz M., (2001). Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against oxidative stress during chilling and subsequent recovery in two maize varieties differing in chilling sensitivity, *Plant Sci.*, 161, 719-726.
- Ashworth, E. N., Lightner, G. W., & Rowse, D. J. (1981). Evaluation of apricot flower bud hardiness using a computer-assisted method of thermal analysis [Freezing resistance]. *HortScience*.
- Aslantaş, R., Köse C., 2004. Meyve türlerinde dona dayanımının belirlenmesinde termal analiz uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Derg. Sayı, D-2
- Aydın S.S., (2011) Soğuk, Kuraklık ve Tuz gibi Abiyotik Stres Koşulları altında Domates Bitkilerinde (*Lycopersicum esculentum* L.) Süperoksit Dismutaz (SOD) Gen Ekspresyon Profiline Real Time PCR Aracılığı ile Araştırılması, Bütünleştirilmiş Yüksek Lisans Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Barney, J. B., & Hansen, M. H. (1994). Trustworthiness as a source of competitive advantage. *Strategic management journal*, 15(S1), 175-190.
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology advances*, 32(1), 170-189.
- Beringer, H., & Trollenier, G. (1980). Influence of K nutrition on the response to environmental stress. *Influence of K nutrition on the response to environmental stress.*, (6), 83-116.
- Bogdevitch, I. (2000). IPI internal report. *International Potash Institute, Basel, Switzerland*. Cakmak, I. (2005). The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 521-530.
- Bray, E. A., Bailey-Serres, J., & Weretilnyk, E. (2000). Biochemistry and molecular biology of plants. *Rockville: American Society of Plant Physiologists*, 1158-1203.
- Bruggemann, W., Dauborn, B., Klauke, S., Linger, P., Maas-Kantel, K., & Wenner, A. (1995). Chilling sensitivity of photosynthesis: ecophysiological studies in two



- Lycopersicon species of different chilling tolerance. *Acta Physiologiae Plantarum*, 17(2).
- Burke, M. J., Gusta, L. V., Quamme, H. A., Weiser, C. J., & Li, P. H. (1976). Freezing and injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 27(1), 507-528.
- Chartzoulakis, K., Psarras, G., Vemmos, S., Loupassaki, M., & Bertaki, M. (2006). Response of two olive cultivars to salt stress and potassium supplement. *Journal of plant nutrition*, 29(11), 2063-2078.
- Cheng, H. Y., & Song, S. Q. (2006). Species and organ diversity in the effects of hydrogen peroxide on superoxide dismutase activity in vitro. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48(6), 672-678.
- Chilling-Sensitive Species. *Journal of experimental botany*, 35(11), 1595-1602.
- Chinnusamy, V., Zhu, J., & Zhu, J. K. (2007). Cold stress regulation of gene expression in plants. *Trends in plant science*, 12(10), 444-451.
- Choi, S., Jeong, S., Jeong, W., Kwon, S., Chow, W., & Park, Y. I. (2002). Chloroplast Cu/Zn-superoxide dismutase is a highly sensitive site in cucumber leaves chilled in the light. *Planta*, 216(2), 315-324.
- Cragin, J., Serpe, M., Keller, M., & Shellie, K. (2017). Dormancy and cold hardiness transitions in winegrape cultivars Chardonnay and Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 68(2), 195-202.
- Darwin, S. C., Knapp, S., & Peralta, I. E. (2003). Taxonomy of tomatoes in the Galápagos Islands: native and introduced species of *Solanum* section *Lycopersicon* (Solanaceae). *Systematics and Biodiversity*, 1(1), 29-53.
- Davidson, J. F., & Schiestl, R. H. (2001). Mitochondrial respiratory electron carriers are involved in oxidative stress during heat stress in *Saccharomyces cerevisiae*. *Molecular and cellular biology*, 21(24), 8483-8489.
- Devi, B. S. R., Kim, Y. J., Selvi, S. K., Gayathri, S., Altanzul, K., Parvin, S., ... & Yang, D. C. (2012). Influence of potassium nitrate on antioxidant level and secondary metabolite genes under cold stress in *Panax ginseng*. *Russian journal of plant physiology*, 59(3), 318-325.
- Díez, M. J., & Nuez, F. (2008). Tomato. In *Vegetables II* (pp. 249-323). Springer, New York, NY.
- Drozdov, S. N., Titov, A. F., Talanova, V. V., Kritenko, S. P., Sherudilo, E. G., & Akimova, T. V. (1984). The Effect of Temperature on Cold and Heat Resistance of Growing Plants: I.
- Duan, M., Feng, H. L., Wang, L. Y., Li, D., & Meng, Q. W. (2012). Overexpression of thylakoidal ascorbate peroxidase shows enhanced resistance to chilling stress in tomato. *Journal of Plant Physiology*, 169(9), 867-877.
- Elings, A., Kempkes, F. L. K., Kaarsemaker, R. C., Ruijs, M. N. A., Van de Braak, N. J., & Dueck, T. A. (2004, September). The energy balance and energy-saving measures in greenhouse tomato cultivation. In *International Conference on Sustainable Greenhouse Systems-Greensys2004 691* (pp. 67-74).
- Erol, H. (2010). Analyzing data with SPSS program. Ankara.
- Ertürk, Y., & Çirka, M. (2015). Türkiye Ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi (Kdab)'Nde Domates Üretimi Ve Pazarlaması .*Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 84-97.
- Fan, X., Niemira, B. A., & Sokorai, K. J. B. (2003). Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves. *Journal of food science*, 68(4), 1478-1483.
- FAOSTAT (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi:03.02.2020)
- FAOSTAT (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi:11.11.2019)

- FAOSTAT (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi:20.12.2019)
- Fennell, A. (2004). Freezing tolerance and injury in grapevines. *Journal of Crop Improvement*, 10(1-2), 201-235.
- Ferguson, J. C., Moyer, M. M., Mills, L. J., Hoogenboom, G., & Keller, M. (2014). Modeling dormant bud cold hardiness and budbreak in twenty-three *Vitis* genotypes reveals variation by region of origin. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(1), 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. *Annals of botany*, 107(3), 389-396.
- Foolad, M. R. (2007). Genome mapping and molecular breeding of tomato. *International Journal of Plant Genomics*, 2007.
- Gao, Z., Li, J., Zhu, H., Sun, L., Du, Y., & Zhai, H. (2014). Using differential thermal analysis to analyze cold hardiness in the roots of grape varieties. *Scientia Horticulturae*, 174, 155-163.
- Gebhardt, C. (2016). The historical role of species from the Solanaceae plant family in genetic research. *Theoretical and Applied Genetics*, 1-14.
- Ghasemi, E., Tookaloo, M. R., & Zabihi, H. R. (2012). Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition.
- Gökmen, Ö. Ö. (2006). *Domateste soğuk stresinin antioksidatif mekanizmalar yönünden araştırılması* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana).
- Grant, T. N., & Dami, I. E. (2015). Physiological and biochemical seasonal changes in *Vitis* genotypes with contrasting freezing tolerance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 66(2), 195-203.
- Guan, Y. J., Hu, J., Wang, X. J., & Shao, C. X. (2009). Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *Journal of Zhejiang University Science B*, 10(6), 427-433.
- Günay, A. (2005). Özel Sebze Yetiştiriciliği II. Bölüm, *Domates yetiştiriciliği*, 318-343.
- Hakerlerler, H., Saatci, N., Hepaksoy, S., & Aksoy, U. (1997, June). Fruit and leaf nutritional status of some fig clones and cultivars and relationships with some sugar fractions. In *International Symposium on Fig 480* (pp. 247-252).
- Haque, M. Z. (1988). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on spikelet sterility induced by low temperature at the reproductive stage of rice. *Plant and Soil*, 109(1), 31-36.
- Hermans, C., Hammond, J. P., White, P. J., & Verbruggen, N. (2006). How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation?. *Trends in plant science*, 11(12), 610-617.
- Hunter, B., Drost, D., Black, B., (2010). Frost Protection for Early High Tunnel Tomatoes. In *Hortscience* Vol. 45, No. 8, 98 – 99.
- Hutchison R.S., Groom Q., Ort D.R., (2000). Differential Effects Of Chilling Induced Photooxidation On The Redox Regulation Of Photosynthetic Enzymes, *Biochemistry*, 39, 6679-6688.
- Jaglo-Ottosen, K. R., Gilmour, S. J., Zarka, D. G., Schabenberger, O., & Thomashow, M. F. (1998). Arabidopsis CBF1 overexpression induces COR genes and enhances freezing tolerance. *Science*, 280(5360), 104-106.
- Jenkins, K. A., 1948. The origin of the Cultivated tomato. *Eco.Bot.* 2.355-364.
- Kafkafi, U. (1992). Foliar feeding of potassium nitrate in cotton. *Better Crops with Plant Food*, 76(2), 16-17.

- Kant, S., Kafkafi, U., Pasricha, N., & Bansal, S. (2002). Potassium and abiotic stresses in plants. *Potassium for sustainable crop production. Potash Institute of India, Gurgaon*, 233, 251.
- Kaya, O., & Kose, C. (2019). Cell death point in flower organs of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars at subzero temperatures. *Scientia horticulturae*, 249, 299-305.
- Kaya, O., Kose, C., & Gecim, T. (2018). An exothermic process involved in the late spring frost injury to flower buds of some apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L.). *Scientia Horticulturae*, 241, 322-328.
- Kaya, Ö., & 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., (2015). The science of grapevines-anatomy and physiology. Burlington, MA: Academic Press. USA. Washington.
- Keskin G, Gül U (2004). Domates. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.E-Bakış, Sayı:5, Nüsha:13, Ankara.
- Khanizandeh, S., Rekika, D., Lévassieur, A., Groleav, Y., Richer, C., Fisher, H., 2005. The effects of different cultural and environmental factors on grapevine growth, winter hardiness and performance in three locations in Canada. *Small Fruit Rev.*, 4(3):3-28.
- Kimura, S., & Sinha, N. (2008). Tomato (*Solanum lycopersicum*): a model fruit-bearing crop. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2008(11), pdb-emo105.
- Knapp, S., Bohs, L., Nee, M., & Spooner, D. M. (2004). Solanaceae—a model for linking genomics with biodiversity. *Comparative and functional genomics*, 5(3), 285-291.
- Krishna, R., Karkute, S. G., Ansari, W. A., Jaiswal, D. K., Verma, J. P., & Singh, M. (2019). Transgenic tomatoes for abiotic stress tolerance: status and way ahead. *3 Biotech*, 9(4), 143.
- Liedl, B. E., Labate, J. A., Stommel, J. R., Slade, A., & Kole, C. (Eds.). (2013). *Genetics, Genomics, and Breeding of Tomato*. Science Publishers.
- Lindén, L. (2002). Measuring cold hardiness in woody plants.
- Lindow, S. E. (1983). The role of bacterial ice nucleation in frost injury to plants. *Annual review of phytopathology*, 21(1), 363-384.
- Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2), 139-158.
- Malekzadeh, P., Khara, J., & Heidari, R. (2012). Effect of exogenous Gama-aminobutyric acid on physiological tolerance of wheat seedlings exposed to chilling stress.
- Marschner, H. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Vol. 89.
- Mattoo, A., & Razdan, M. K. (Eds.). (2007). *Genetic Improvement of Solanaceous Crops: Tomato*. Science Publishers.
- McCue, G. A. (1952). The history of the use of the tomato: an annotated bibliography. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 39(4), 289-348.
- McKersie, B. D., & Leshem, Y. (1994). Stress and Stress Coping in Cultivated Plants, pp: 256 Dordrecht. *The Netherlands: Kluwer Academic Publishers*.
- Mills, L. J., Ferguson, J. C., & Keller, M. (2006). Cold-hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(2), 194-200.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in plant science*, 7(9), 405-410.
- Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., & Van Breusegem, F. (2004). Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in plant science*, 9(10), 490-498.
- Moran, J.F., Becana, M., Iturbe-Ormaetxe, I. et al. Drought induces oxidative stress in pea plants. *Planta* 194, 346–352 (1994).
- Moratíel, R., Snyder, R. L., Duran, J. M., & Tarquis, A. M. (2011). Trends in climatic variables and future reference evapotranspiration in Duero Valley (Spain). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(6), 1795.

- Neill S.J., Desikan R., Clarke A., Hancock J.T., (2002). Fe, Mn And Zn In The Elongating Leaves Of Wheat Under Saline Soil Conditions, *Australian Journal of Plant Physiology*, 27, 53–59.
- Neill, S. J., Desikan, R., & Hancock, J. T. (2003). Nitric oxide signalling in plants. *New Phytologist*, 159(1), 11-35.
- Ntatsi, G., Savvas, D., Kläring, H. P., & Schwarz, D. (2014). Growth, yield, and metabolic responses of temperature-stressed tomato to grafting onto rootstocks differing in cold tolerance. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 139(2), 230-243.
- Nus, J. L., Weigle, J. L., & Schradle, J. J. (1981). Superimposed Amplified Exotherm Differential Thermal Analysis System [for detecting low-temperature exotherms of excised dormant flower buds, freezing]. *HortScience (USA)*.
- Olmstead, R. G., Bohs, L., Migid, H. A., Santiago-Valentin, E., Garcia, V. F., & Collier, S. M. (2008). A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, 57(4), 1159-1181.
- Oosterhuis, D. M., Pasricha, N. S., & Bansal, S. K. (2002). Potassium management of cotton. *Potassium for sustainable crop production*, 331-346.
- Pearce, R. S. (2001). Plant freezing and damage. *Annals of Botany*, 87(4), 417-424.
- Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2005). Morphological characterization and relationships of wild tomatoes (*Solanum* L. Sect. *Lycopersicon*). *Monographs In Systematic Botany*, 104, 227.
- Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2007). History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). *Genetic improvement of solanaceous crops*, 2, 1-27.
- Perry, K. B., Bonanno, A. R., & Monks, D. W. (1992). Two putative cryoprotectants do not provide frost and freeze protection in tomato and pepper. *HortScience*, 27(1), 26-27.
- Pierquet P, Stushnoff C, Burke MJ (1977) Low temperature exotherms in stem and bud tissues of *Vitis riparia* Michx. *J Am Soc Hortic Sci* 102:54–55
- Prasad, T. K. (1996). Mechanisms of chilling- induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. *The Plant Journal*, 10(6), 1017-1026.
- Proebsting, E. L. (1979). Determining T50 of peach flower buds with exotherm analysis.
- Quamme, G. A., Wong, N. L., Sutton, R. A., & Dirks, J. H. (1975). Interrelationship of chlorothiazide and parathyroid hormone: A micropuncture study. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 229(1), 200-205
- 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., & HA, Q. (1974). An exothermic process involved in the freezing injury to flower buds of several *Prunus* species.
- Quamme, H. A., Stushboff, C., & Weiser, C. J. (1972). Winter hardiness of several blueberry species and cultivars in Minnesota. *HortScience*.
- Rab A., Saltveit M.E., (1996). Differential Chilling Sensitivity In Cucumber (*Cucumis Sativus*) Seedlings, *Physiol. Plantarum*, 96, 375-382.
- Razdan, M. K. (2006). *Genetic improvement of solanaceous crops volume 2: tomato*. CRC Press.
- Rick, C. M., Fobes, J. F., & Tanksley, S. D. (1979). Evolution of mating systems in *Lycopersicon hirsutum* as deduced from genetic variation in electrophoretic and morphological characters. *Plant Systematics and Evolution*, 132(4), 279-298.
- Robinson, J. B. (1992). Grapevine nutrition. *Viticulture*, 2, 178-208.
- Römheld, V., & Kirkby, E. A. (2010). Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and soil*, 335(1-2), 155-180.

- Salazar-Gutiérrez, M. R., Chaves, B., & Hoogenboom, G. (2016). Freezing tolerance of apple flower buds. *Scientia Horticulturae*, 198, 344-351.
- Salazar-Gutiérrez, M. R., Chaves, B., Anothai, J., Whiting, M., & Hoogenboom, G. (2014). Variation in cold hardiness of sweet cherry flower buds through different phenological stages. *Scientia Horticulturae*, 172, 161-167.
- Salmon, W. 1710. *Botanologia, The English Herbal, or History of Plants*. H. Rhodes and J. Taylor, London.
- Saltveit, M. E. (2001). Chilling injury is reduced in cucumber and rice seedlings and in tomato pericarp discs by heat-shocks applied after chilling. *Postharvest Biology and Technology*, 21(2), 169-177.
- Sarikhani, H., Haghi, H., Ershadi, A., Esna-Ashari, M., & Pouya, M. (2014). Foliar application of potassium sulphate enhances the cold-hardiness of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(2), 141-146.
- Scott, S. J., & Jones, R. A. (1985). Cold tolerance in tomato. I. Seed germination and early seedling growth of *Lycopersicon esculentum*. *Physiologia plantarum*, 65(4), 487-492.
- Seppänen, M. M., & Fagerstedt, K. (2000). The role of superoxide dismutase activity in response to cold acclimation in potato. *Physiologia Plantarum*, 108(3), 279-285.
- Sevgican, A. (1999). Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım), Cilt-II. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, (526).
- Shen, Z. Y., & Li, P. H. (1983). Induction of frost hardiness in tomato leaves by short-term cold acclimation. *HortScience*, 18(5), 730-732.
- Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., & Seki, M. (2003). Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. *Current opinion in plant biology*, 6(5), 410-417.
- Singer, S. M., & Baugerød, H. (1984). Methods for the determination of freezing resistance in tomato leaves. In *Symposium on Tomato Production on Arid Land 190* (pp. 471-480).
- Singer, S. M., & El-Tohamy, W. A. (1996). Chilling and water stress injury in bean, *Phaseolus vulgaris* L. seedlings reduced by pretreatment with CaCl<sub>2</sub>, mefluidide, KCl and MgCl<sub>2</sub>. *Egyptian Journal of Horticulture (Egypt)*.
- Singer, S. M., & El-Tohamy, W. A. (1996). Chilling and water stress injury in bean, *Phaseolus vulgaris* L. seedlings reduced by pretreatment with CaCl<sub>2</sub>, mefluidide, KCl and MgCl<sub>2</sub>. *Egyptian Journal of Horticulture (Egypt)*.
- Singh, R. P., Roy, S., & Kogan, F. (2003). Vegetation and temperature condition indices from NOAA AVHRR data for drought monitoring over India. *International journal of remote sensing*, 24(22), 4393-4402.
- Slavcheva, T., & Encheva, H. (2004). Influence of potassium fertilizing on cold resistance of grapevine. *Lozarstvo I Vinarstvo*, 5, 38-42.
- Smith, A. F. (1994). *The tomato in America: early history, culture, and cookery*. University of Illinois Press.
- Snyder, R. L., & Melo Abreu, J. D. (2005). *Frost protection: fundamentals, practice and economics*. FAO, Roma (Italia).
- Sutinen, M. L. (1992). The effect of air pollution on the seasonal changes of the frost hardiness in the needles of *Pinus sylvestris* L.
- Suzuki, N., & Mittler, R. (2006). Reactive oxygen species and temperature stresses: a delicate balance between signaling and destruction. *Physiologia plantarum*, 126(1), 45-51.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics*, 6th Edn. Northridge, CA: California State University.
- Taiz I., Zeiger E., (2008). *Bitki Fizyolojisi*. Palme Yayıncılık, 25, 591-615, (3. Baskıdan çeviri), Ankara.
- Tambussi, E. A., Bartoli, C. G., Beltrano, J., Guiamet, J. J., & Araus, J. L. (2000). Oxidative damage to thylakoid proteins in water- stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum*). *Physiologia Plantarum*, 108(4), 398-404.

- Tambussi, E. A., Bartoli, C. G., Guiamet, J. J., Beltrano, J., & Araus, J. L. (2004). Oxidative stress and photodamage at low temperatures in soybean (*Glycine max* L. Merr.) leaves. *Plant Science*, 167(1), 19-26.
- Thomashow, M. F. (1999). Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annual review of plant biology*, 50(1), 571-599.
- Todaro, T. M., & 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.
- Tran, L. S. P., Nakashima, K., Fujita, Y., Sakuma, Y., Maruyama, K., Shinozaki, K., & Yamaguchi-Shinozaki, K. (2003, March). Functional analysis of the members of Arabidopsis NAC transcription factors controlling the expression of the ERD1 gene under drought stress. In *Plant and Cell Physiology Supplement Supplement to Plant and Cell Physiology* Vol. 44 (pp. 74-74). The Japanese Society of Plant Physiologists.
- Turan, Ö., & Ekmekçi, Y. (2008). Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tolerans Mekanizmaları. *Anadolu University Journal of Sciences & Technology*, 9(2).
- TÜİK. (2008). Türkiye İstatistik Kurumu, *Bölgesel İstatistik*, Sebze ve meyve üretimi, <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/> (Erişim Tarihi:10.01.2020)
- Uylaşer V (1996). Salça Üretim Aşamalarına Gore Bakteri ve Maya Florasındaki Değişim ve Bozulmadaki Etkileri Üzerinde Araştırmalar (Basılmamış Doktora Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Varshney, R. K., & Tuberosa, R. (Eds.). (2007). *Genomics-assisted crop improvement: Vol 2: Genomics applications in crops* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Very, A. A., & Sentenac, H. (2003). Molecular mechanisms and regulation of K<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, 54(1), 575-603.
- Vural H., Eşiyok D., Duman İ., (2000). Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, 480 s, İzmir.
- Wample, R. L., Reisenauer, G., Bary, A., & Schuetze, F. (1990). Microcomputer-controlled freezing, data acquisition and analysis system for cold hardiness evaluation. *HortScience*, 25(8), 973-976.
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S., & Archbold, D. D. (2006). Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3), 244-251.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., & Guo, S. (2013). The critical role of potassium in plant stress response. *International journal of molecular sciences*, 14(4), 7370-7390.
- Warmund, M. R. (1988). Reproductive growth regulation of apples with mefluidide. *Scientia horticulturae*, 34(1-2), 13-19.
- Webster, D. E., & Ebdon, J. S. (2005). Effects of nitrogen and potassium fertilization on perennial ryegrass cold tolerance during deacclimation in late winter and early spring. *HortScience*, 40(3), 842-849.
- Wendehenne, D., Pugin, A., Klessig, D. F., & Durner, J. (2001). Nitric oxide: comparative synthesis and signaling in animal and plant cells. *Trends in plant science*, 6(4), 177-183.
- Willits, D. H., & Peet, M. M. (1998). The effect of night temperature on greenhouse grown tomato yields in warm climates. *Agricultural and Forest meteorology*, 92(3), 191-202.
- Wisniewski, M., Glenn, D. M., & Fuller, M. P. (2002). Use of a hydrophobic particle film as a barrier to extrinsic ice nucleation in tomato plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(3), 358-364.
- Wolf, S., Yakir, D., Stevens, M. A., & Rudich, J. (1986). *Cold temperature tolerance of wild tomato species* (No. RESEARCH).
- Wolf, T. K., & Pool, R. M. (1986). Microcomputer-based differential thermal analysis of grapevine dormant buds. *HortScience*, 21(6), 1447-1448.

- 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.
- Xiong, L., Schumaker, K. S., & Zhu, J. K. (2002). Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *The plant cell*, 14(suppl 1), S165-S183.
- Xu, Y. W., Zou, Y. T., Husaini, A. M., Zeng, J. W., Guan, L. L., Liu, Q., & Wu, W. (2011). Optimization of potassium for proper growth and physiological response of *Houttuynia cordata* Thunb. *Environmental and experimental botany*, 71(2), 292-297.
- Yadava, U.L., Doud, S.L., Weaver, D.J., 1978. Evaluation of different methods to assess cold hardiness of peach trees. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 103, 318–321.
- Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2006). Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57, 781-803.
- Yanmaz, R., Duman, İ., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, H. Ç., Akan, S. ve Özalp, R., (2015). Sebze Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası VIII. Teknik Kongre Bildiri Kitabı, 579-605.
- Yaprak Ö., (2009). Sivas İli Hafik İlçesinde Açıkta ve Örtüaltında Domates Yetiştiriciliğinde Erkenlik ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Anadalıbilim Dalı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, TOKAT.
- Yıldız, N., & Bircan, H. (1994). Araştırma ve Deneme Metotları Atatürk Üniv. *Ziraat Fak. Yay.*, (697).
- Yurtseven, E., Kesmez, G. D., & Ünlükara, A. (2005). The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). *Agricultural Water Management*, 78(1-2), 128-135.
- Zhang, Z., & Huang, R. (2010). Enhanced tolerance to freezing in tobacco and tomato overexpressing transcription factor TERF2/LeERF2 is modulated by ethylene biosynthesis. *Plant molecular biology*, 73(3), 241-249.
- Zhu, J. K. (2001). Cell signaling under salt, water and cold stresses. *Current opinion in plant biology*, 4(5),401-406.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
<b>Adı Soyadı:</b>	Veysel Dönderalp
<b>Doğum tarihi:</b>	1 Ocak 1989
<b>Doğum Yeri:</b>	Hasankeyf/Batman
<b>Uyruğu:</b>	T.C.
<b>Adres:</b>	Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
<b>Tel:</b>	0542 823 87 68
<b>E-mail:</b>	vdonderalp@gmail.com
Eğitim	
<b>Lise:</b>	2000 Evler Anadolu Lisesi
<b>Lisans:</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
<b>Yüksek lisans:</b>	Rutger Üniversitesi, Bitki Biyolojisi (2018)
<b>Doktora:</b>	
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Çok iyi
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
Kaya, O., Kose, C., Dönderalp, V., Gecim, T., & Taskın, S. (2020). Last updates on cell death point, bud death time and exothermic characteristics of flower buds for deciduous fruit species by using differential thermal analysis. <i>Scientia Horticulturae</i> , 270, 109403.	