

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**META-TOPOLİN UYGULAMASI YAPILAN BİBER (*Capsicum annuum* L.)
FİDELERİNDE SOĞUK STRES TOLERANSININ İNCELENMESİ**

Belgizar KARAYİĞİT

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

META-TOPOLİN UYGULAMASI YAPILAN BİBER (*Capsicum annuum* L.) FİDELERİNDE SOĞUK STRES TOLERANSININ İNCELENMESİ

Belgizar KARAYİĞİT

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Esra KOÇ

Bu araştırmada, soğuk stresi (4°C) öncesi farklı konsantrasyonlarda (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) eksojen olarak uygulanan *meta*-topolinin (*mT*) soğuğa duyarlı KM-1 ve toleranslı ÇF1 biber (*Capsicum annuum* L.) çeşitlerinin yapraklarındaki bazı anatomik ve fizyolojik değişimler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan KM-1 biber fidelerinin yapraklarında kontrolüne (25°C) göre stoma sayısı, stoma indeks oranı ve alt ve üst epidermal hücrelerin sayısı ve yaprak kalınlığındaki artışlar ÇF1 çeşidinden daha fazla olmuştur. Soğuk stresi uygulaması H₂O₂, MDA içeriği ve iyon sızıntısı oranında artışa, nispi ve gerçek su içeriği, klorofil a ve total klorofil, yaş ve kuru ağırlık miktarında ise genel olarak azalmaya neden olmuştur. Her iki çeşitte *mT* uygulamalarında 48. ve 60. saatte karotenoid ve klorofil a içeriği artış göstermiştir. 0.1 ve 0.25 mM *mT* genel olarak hem nispi ve gerçek su içeriği hem de yaş ağırlık miktarında artışa neden olmuştur. KM-1 çeşidinde 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarında soğuk stresine göre daha yüksek H₂O₂ içeriğine karşın daha düşük miktarda MDA ve iyon sızıntısı ve genel olarak da yüksek fenolik, DPPH, FRAP, flavonoid ve total çözünür protein içeriği tespit edilmiştir. Tüm *mT* uygulamalarında ÇF1 çeşidinde KM-1'e göre daha yüksek H₂O₂'e karşın daha düşük MDA içeriği belirlenmiştir. Her iki çeşitte en yüksek antosiyanin içeriği 0.1 mM *mT* uygulamasında 48. saatte belirlenmiştir. ÇF1 çeşidinde en yüksek peroksidaz aktivitesi, DPPH, FRAP ve total protein içeriği 0.25 mM *mT* uygulamasında saptanmıştır. *mT* duyarlı ve toleranslı biber çeşitlerinde çeşitli anatomik ve fizyolojik mekanizmalar aracılığıyla soğuk stresine verilen yanıt olumlu yönde etkilemiştir.

Eylül 2024, 233 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, *Capsicum annuum* L., Lipid peroksidasyonu, *Meta*-topolin, Pigment, Soğuk stresi, Stoma

ABSTRACT

PhD Thesis

INVESTIGATION OF COLD STRESS TOLERANCE IN PEPPER (*Capsicum annuum* L.) SEEDLINGS APPLIED WITH META-TOPOLINE

Belgizar KARAYİĞİT

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Esra KOÇ

In this study, the effect of exogenously applied *meta*-topolin (*mT*) at different concentrations (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) before cold stress (4°C) on the some anatomical and physiological changes in the leaves of cold-sensitive KM-1 and tolerant ÇF1 pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars was investigated. Compared with the control, the increases in the number of stomata, stomatal index ratio, number of upper and lower epidermal cells, and leaf thickness in the leaves of KM-1 pepper seedlings exposed to cold stress (25°C) were greater than ÇF1 cultivar. Cold stress application caused an increase in H₂O₂ and MDA content, and ion leakage rate, and a general decrease in relative and absolute water content, chlorophyll a and total chlorophyll, and fresh and dry weight. In both cultivars, carotenoid and chlorophyll a contents increased at 48th and 60th hours in *mT* applications. 0.1 and 0.25 mM *mT* generally caused an increase in both relative and absolute water content and fresh weight. In the KM-1 cultivar, higher H₂O₂ content was detected in 0.25 and 0.50 mM *mT* applications than cold stress, but lower amounts of MDA and ion leakage and generally higher phenolic, DPPH, FRAP, flavonoid, and total soluble protein contents were detected. In all *mT* applications, higher H₂O₂ was detected in ÇF1 cultivar compared to KM-1, but lower MDA content was detected. The highest anthocyanin content in both cultivars was determined in 0.1 mM *mT* application at 48th hour. The highest peroxidase activity, DPPH, FRAP, and total protein content in ÇF1 cultivar was determined in 0.25 mM *mT* application. *mT* positively affected the response to cold stress in susceptible and tolerant pepper cultivars through various anatomical and physiological mechanisms.

September 2024, 233 pages

Keywords: Antioxidant, *Capsicum annuum* L., Lipid peroxidation, *Meta*-topoline, Pigment, Cold stress, Stomata

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın titizlikle yürütülmesine katkı sağlayan ve yönlendiren, araştırma sürecimin her basamağında tecrübe, yardım ve bilgisini hep hissettiğim, akademik olarak engin fikirleriyle yetişme ve gelişimime katkıda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Esra KOÇ (Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji ABD)'e, çalışmalarım süresince manevi desteklerini, yönlendirmelerini, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen tez izleme komitesi üyeleri sayın Prof. Dr. H. Nurhan BÜYÜKKARTAL (Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji ABD)'e ve sayın Prof. Dr. Yüksel KELEŞ (Mersin Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi ABD)'e, istatistiksel analizlerin belirlenmesindeki katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni ABD)'a, teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmam boyunca araştırmalarım için gerekli olan tohum ihtiyacımı en kısa sürede ve hiçbir ücret talep etmeden karşılayan Antalya Yüksel tohum tarım sanayi ve ticaret anonim şirketine ve Doğu Akdeniz geçit kuşağı tarımsal araştırma istasyonu müdürlüğüne teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Belgizar KARAYİĞİT
Ankara, Eylül 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	5
2.1 Soğuk Stresi Sinyal Mekanizması.....	7
2.2 Soğuk Stresinin Etkileri.....	9
2.2.1 Soğuk stresinin morfolojik ve anatomik etkileri.....	9
2.2.2 Soğuk stresinin organeller üzerine etkisi	10
2.2.3 Soğuk stresinin fotosentez üzerine etkisi	11
2.3 Soğuk Stresi Tolerans Mekanizmaları.....	12
2.3.1 Osmoprotektanlar	14
2.3.2 Koruyucu proteinler	15
2.3.3 Antioksidan sistem	16
2.3.4 Lipid metabolizması.....	18
2.4 Bitki Hormonları.....	20
2.5 <i>Meta</i> -Topolin.....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1 Materyal.....	29
3.1.1 Bitkisel materyal.....	29
3.1.2 Bitkilerin yetiştirilmesi	30
3.2 Anatomik Parametreler.....	32
3.2.1 Yaprak ayasında ortalama yaprak kalınlığı (μm)	32
3.2.2 Yaprak alt-üst yüzeyinde mm^2 'deki stoma (sayısı) yoğunluğu.....	33
3.2.3 Yaprak alt-üst yüzeyinde mm^2 'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu	33
3.2.4 Yaprak alt-üst yüzeyinde stoma indeksi ve stoma indeks oranı	33
3.3 Yaş ve Kuru Ağırlık Analizleri	34

3.4 Yapraklarda İyon Sızıntısı Oranın Belirlenmesi	34
3.5 Yapraklarda Nispi (Oransal Su İçeriği) ve Gerçek Su İçeriğinin Tayini	34
3.6 Yapraklardaki Pigment İçeriklerinin Belirlenmesi	35
3.6.1 Klorofil ve karotenoid içeriklerinin belirlenmesi.....	35
3.6.2 Antosiyanin İçeriğinin Belirlenmesi	35
3.6.3 Flavanoid İçeriğinin Belirlenmesi.....	36
3.7 DPPH (1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil) Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Ölçümü	36
3.8 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücün (FRAP) Belirlenmesi.....	36
3.9 Yapraklardaki Malondialdehit (MDA) Miktarının Belirlenmesi	37
3.10 Yapraklardaki Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) İçeriğinin Belirlenmesi	37
3.11 Yapraklardaki Total Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi	38
3.12 Yapraklardaki Total Çözünür Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi	38
3.13 Yapraklardaki Peroksidaz (POD: EC 1.11.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi	38
3.14 İstatiksel Analiz	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	40
4.1 Anatmik Çalışma Sonuçları	40
4.1.1 Yaprak ayasında ortalama yaprak kalınlığı (µm) sonuçları.....	40
4.1.2 Yaprak alt yüzeyinde mm ² 'deki stoma (sayısı) yoğunluğu sonuçları	44
4.1.3 Yaprak üst yüzeyinde mm ² 'deki stoma (sayısı) yoğunluğu sonuçları.....	47
4.1.4 Yaprak alt yüzeyinde mm ² 'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu sonuçları.....	54
4.1.5 Yaprak üst yüzeyinde mm ² 'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu sonuçları.....	59
4.1.6 Yaprak alt yüzeyinde stoma indeksi sonuçları.....	64
4.1.7 Yaprak üst yüzeyinde stoma indeksi sonuçları	68
4.1.8 Stoma indeks oranı sonuçları.....	72
4.2 Yaş ve Kuru Ağırlık Sonuçları	77
4.2.1 Yaş ağırlık	77
4.2.2 Kuru ağırlık	82
4.3 Yapraklarda İyon Sızıntısı Oranın Belirlenmesi	86
4.4 Yapraklarda Nispi (Oransal) Su İçeriği ve Gerçek Su İçeriği Tayini Sonuçları	89
4.4.1 Nispi (oransal) su içeriği	89
4.4.2 Gerçek su içeriği.....	92

4.5 Yapraklardaki Pigment İçerikleri Sonuçları.....	96
4.5.1 Klorofil-a sonuçları	96
4.5.2 Klorofil-b sonuçları.....	99
4.5.3 Total klorofil sonuçları	104
4.5.4 Karotenoid sonuçları	109
4.5.5 Antosiyanin sonuçları	113
4.5.6 Flavonoid sonuçları.....	118
4.6 DPPH (1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil) Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Ölçümü Sonuçları	123
4.7 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Sonuçları	127
4.8 Yapraklardaki Malondialdehit (MDA) Miktarı Sonuçları	131
4.9 Yapraklardaki Hidrojen Peroksit (H₂O₂) İçeriği Sonuçları.....	136
4.10 Yapraklardaki Total Çözünür Protein Miktarı Sonuçları.....	140
4.11 Yapraklardaki Total Çözünür Fenolik İçeriği Sonuçları	143
4.12 Yapraklardaki Peroksidaz (POD: EC 1.11.1.7) Aktivitesi Sonuçları	147
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	153
KAYNAKLAR	172
EKLER.....	205
ÖZGEÇMİŞ.....	232

SİMGELER DİZİNİ

ABA	Absisik Asit
AAE	Askorbik Asit Eşdeğeri
BA	Benzil Adenin
BAP	Benzil Amino Pürin
Ca ⁺²	Kalsiyum
cm	Santimetre
°C	Santigrat Derece
CK	Sitokinin
CO ₂	Karbondioksit
ÇF1	Çoban F1 Biber Çeşidi
DPPH	1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil
EDTA	Etilendiamintetraasetik Asit
FeCl ₃	Demir (III) Klorür
FRAP	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
IAA	Indol-3-Asetik Asit
JA	Jasmonik Asit
K ₃ Fe(CN) ₆	Potasyum Ferrisiyanür
KH ₂ PO ₄	Potasyum Dihidrojen Fosfat
KI	Potasyum İyodür
KM-1	Kahramanmaraş 1 Biber Çeşidi
L	Litre
LAS	Leica Application Suite
LEA	Geç Embriyogenez Bol Proteini
MDA	Malondialdehit
mM	Milimolar
µm	Mikrometre
mm ²	Milimetre Kare
µg	Mikrogram
nm	Nanometre
µmol	Mikromol
mmol	Milimol
mT	Meta-topolin 6- [3-hidroksilbenzil-amino] Purin
Na ₂ CO ₃	Sodyum Karbonat
NO	Nitrik Oksit
¹ O ₂	Singlet Oksijen
O ₂ ⁻	Süperoksit Anyon Radikali
OH ⁻	Hidroksil Radikali
PA	Fosfatidik asit
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
PMSF	Fenilmetilsülfonil Florid
PVP	Polivinilprolidon
TA	Taze Ağırlık
TBA	Tiyobarbitürük Asit
TCA	Trikloroasetik Asit
TDZ	Thidiazuron
YA	Yaş Ağırlık

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Soğuk strese maruz kalan bitkilerde reaktif oksijen türleri üretimi, fosfatidik asit ve kalsiyum iyonu sinyal yolları	8
Şekil 2.2 Soğuk stresinin bitkiler üzerinde morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler etkileri	10
Şekil 2.3 Soğuk stresi tolerans mekanizması	13
Şekil 2.4 Bitkilerde ROS üretimi ve temizlenmesi	17
Şekil 2.5 Bitkilerde oksidatif stres ve sonuçları	18
Şekil 2.6 A:Normal sıcaklıklarda bitki hücre zarının fosfolipid yapısı, B: Düşük sıcaklık stresine maruz kalmış bitkilerde hücre zarının fosfolipid yapısı	19
Şekil 2.7 Soğuk stresi altında bitki tepkilerinin düzenlenmesinde görev alan fitohormonlar ve rolleri	21
Şekil 2.8 Başlıca bitki büyüme düzenleyicilerinin biyosentez basamakları. A: amino asitten türetilen bitki büyüme düzenleyicileri, B: İzoprenoid yoldan sentezlenen bitki büyüme düzenleyicileri	23
Şekil 2.9 Sitokinin türevi fitohormonlar	25
Şekil 2.10 <i>Meta</i> -topolinin kimyasal yapısı	26
Şekil 3.1 KM-1 ve ÇF1 biber çeşitleri.....	29
Şekil 3.2 Çimlendirilen tohumlardan gelişen KM-1 ve ÇF1 biber fideleri	30
Şekil 3.3 3-4 yapraklı evreye gelen KM-1 ve ÇF1 fideleri	30
Şekil 3.4 6-7 yapraklı evreye gelen KM-1 ve ÇF1 fideleri	31
Şekil 3.5 Uygulama öncesi Hoagland çözeltisine alınan 6-7 biber fideleri.....	31
Şekil 4.1 KM-1 biber çeşidinin yapraklarından alınan enine kesitler	41
Şekil 4.2 ÇF-1 biber çeşidinin yapraklarından alınan enine kesitler	43
Şekil 4.3 KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yaprak alt yüzeyinden 0. saatte alınan yüzeysel kesitler	45
Şekil 4.4 KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yaprak alt yüzeyinden alınan yüzeysel kesitler	46
Şekil 4.5 KM-1 biber çeşidinin yaprak üst yüzeyinden 60. saatte alınan yüzeysel kesitler	48
Şekil 4.6 ÇF1 biber çeşidinin yaprak üst yüzeyinden 60. saatte alınan yüzeysel kesitler	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin ortalama yaprak kalınlıklarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)	42
Çizelge 4.2 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının alt yüzeyindeki stoma sayısındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	47
Çizelge 4.3 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının üst yüzeyindeki stoma sayısındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	49
Çizelge 4.4 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarının alt yüzeyinde epidermis sayısındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	55
Çizelge 4.5 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının üst yüzeyinde epidermis sayısındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	60
Çizelge 4.6 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının alt yüzeyinde stoma indeksindeki değişimler (n=3), (p<0.05)	65
Çizelge 4.7 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının üst yüzeyinde stoma indeksindeki değişimler (n=3), (p<0.05)	69
Çizelge 4.8 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının stoma indeks oranındaki değişimler (n=3), (p<0.05)	74
Çizelge 4.9 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının ortalama yaş ağırlığındaki değişimler (n=5), (p<0.05)	78
Çizelge 4.10 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının ortalama kuru ağırlığındaki değişimler (n=5), (p<0.05).....	83
Çizelge 4.11 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarının iyon sızıntısı oranındaki değişimler (n=3) , (p<0.05).....	87
Çizelge 4.12 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarındaki nispi su içeriğindeki değişimler (n=3), (p<0.05).....	91
Çizelge 4.13 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarındaki gerçek su içeriğindeki değişimler (n=3) , (p<0.05).....	94
Çizelge 4.14 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki klorofil a miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	97
Çizelge 4.15 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki klorofil b miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	100
Çizelge 4.16 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki total klorofil içeriğindeki değişimler (n=3), (p<0.05).....	105
Çizelge 4.17 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki karotenoid içeriğindeki değişimler (n=3), (p<0.05).....	111
Çizelge 4.18 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarında bulunan antosiyanin miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	115

Çizelge 4.19 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarında bulunan flavonoid miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	119
Çizelge 4.20 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktive miktarındaki değişimler (n=3), (p< 0.05).....	124
Çizelge 4.21 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki FRAP miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	128
Çizelge 4.22 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki MDA miktarındaki değişimler (n=3) (p<0.05).....	132
Çizelge 4.23 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki H2O2 miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	137
Çizelge 4.24 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki total çözünür protein miktarındaki değişimler (n=3), (p<0,05).....	141
Çizelge 4.25 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının total çözünür fenolik miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)	144
Çizelge 4.26 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki peroksidaz miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05).....	148

1. GİRİŞ

Soğuk stresi bitki gelişimini, büyümesini ve üretkenliğini olumsuz etkilemekte ve bu durum bitki türlerinin coğrafi dağılımını sınırlayarak mahsul veriminin azalmasına sebep olmaktadır. Küresel iklim değişikliklerinin etkisiyle şiddetli ve yaygın bir şekilde ortaya çıkan soğuk stresi, büyüme ve gelişmeyi etkileyen en önemli abiyotik streslerden biridir (Miao vd. 2021). Dünyadaki karasal alanların yaklaşık olarak %64'ünde ortalama minimum sıcaklık sıfırın altındadır (Rihan vd. 2017). Sıcaklıkta meydana gelen herhangi bir değişiklik, 1°C' lik düşüş bile tarım için çok büyük bir etkiye sahiptir (Kumar vd. 2018). Düşük sıcaklık stresi tarımsal verimin azalmasına sebep olmaktadır (Vij ve Tyagi 2007). Düşük sıcaklık stresi bitkilerin büyümesini, ekosistemdeki çeşitliliğini, hayatta kalma oranını (Banerjee ve Roychoudhury 2018) ve mahsullerin verimliliğini azaltarak (Duan vd. 2012) dünyadaki tarım alanlarının yaklaşık olarak %24.6'sını etkilemektedir (Peel vd. 2007). Dünyada toplam arazi alanı çok fazla olmasına rağmen elverişli tarım sadece belirli bölgelerde yapılabilmektedir. Zaten sınırlı olan tarım bölgelerinde meydana gelen abiyotik stresler, yetiştirilen sebze ve meyvelerin verimliliğini oldukça düşürmektedir. Abiyotik stres çeşitlerinden biri olan düşük ve yüksek sıcaklık değişimleri de tarımsal üretimi belirlemede son derece önemlidir. Bitkiler optimum sıcaklık koşullarında maksimum büyüme ve gelişme göstermektedir (Yadav 2010). Optimum sıcaklık koşulları bitkiden bitkiye ve türden türe değişmektedir (Manasa vd. 2022). Bitkilerin optimum büyüme koşullarının dışına çıkarak düşük sıcaklıklara maruz kalması, bitkilerde birtakım morfolojik, anatomik, metabolik ve biyokimyasal değişikliklere sebep olmaktadır. Bu değişiklikler, bitkilerin fizyolojisini değiştirmenin yanı sıra biyokimyasal proteinler ve apoplastik protein gibi çeşitli maddeler üreterek bitkinin soğuğa alışmasına yardımcı olabilecek moleküler değişikliklere de sebep olmaktadır. Düşük sıcaklık çoğu termofilik bitkiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Tropik ve subtropik bölgelerde yetişen bitkilerde soğuğa karşı direnç mekanizmasının olmaması bu bölgelerde yetişen bitkilerin, düşük sıcaklığa maruz kalmaları durumunda ciddi hasarlara sebep olmaktadır (Dele ve Knight 2012). Genel olarak tropik ve subtropikal bölgelerde yetişen bitkiler düşük sıcaklık stresine duyarlıyken, ılıman bölgelerdeki bitkiler düşük sıcaklık değişimlerine karşı tolerans gösterebilmektedir.

Biberin baharat olarak kullanılmasının yanı sıra sebze olarak da tüketilebilmesi 20. yüzyılda biberin üretimini ve tüketimini küresel olarak artırmıştır (Delelegn 2011). Hemen hemen her yerde yetiştirilen biber dünya çapında en çok tüketilen ikinci sebze olmakla birlikte baharat olarak tüketimi konusunda da Türkiye’de ilk sıralarda yer almaktadır. Günümüzde biber bitkisi tropik, subtropik ve ılıman bölgeler başta olmak üzere 2 milyon hektarın üzerinde bir alanda yetiştirilmektedir (FAO 2022). Türkiye’nin dünyanın önemli biber üreticilerinden biri olması ülkemiz ekonomisi açısından oldukça önemlidir (Akday vd., 2012). Küresel biber üretimi 36 milyon tondur ve bunun %7.23’ü Türkiye’de üretilmektedir. Türkiye’de 2.782.354 ton biber üretimi ile 2020 yılında dünyanın en büyük altı biber üreticisi arasında dördüncü sırada yerini almıştır (Güvenç 2020, Cvetković vd. 2022).

Biber ekonomik öneminin yanı sıra insan sağlığı ve büyümesi için gerekli birçok mineral, vitamin ve aminoasit bakımından zengin (Pawar vd. 2011) olmasından dolayı dünyada en çok tüketilen besinlerden biridir. İçerdiği antioksidanlar ve fizyolojik birçok bileşik sayesinde gıda, farmakoloji, kozmetik ve tıpta eski çağlardan beri farklı medeniyetler tarafından kullanılan tarımsal bir üründür (Saleh 2018).

Tropik bölgelerde yetişen biber bitkisinin gelişimi için gerekli olan ideal sıcaklık 25-30°C arasındadır. *Capsicum annuum* büyüme ve meyve gelişimi için iyi drenajlı, organik madde içeren nemli topraklara ihtiyaç duymaktadır (Li vd. 2000). Tohumun çimlenmesi için gerekli optimum sıcaklık 25-30°C arasındayken meyve gelişimi için ideal sıcaklık 18-30°C arasında olmalıdır. Sıcaklık değişimleri biberlerin fizyolojik ve morfolojik gelişimini etkilemektedir. Ortam sıcaklığının 32°C'nin üzerine çıkması durumunda çiçek tomurcukları dökülmekte, 25°C'nin altındaki sıcaklıklarda çiçeklenmede gecikmeler meydana gelmekte ve sıcaklık 15°C'nin altına indiğinde ise polenin canlılığı önemli ölçüde azalarak çiçeklenme ve meyve üretimi durmaktadır. (Grubben ve El Tahir 2004, Ahmed vd. 2020). Biber ılık ve sıcak iklim sebzesidir ve bu durum biber bitkisinin düşük sıcaklığa karşı çok hassas hale gelmesine sebep olmaktadır (Korkmaz vd. 2010). Düşük sıcaklık stresi fotosentezi, su ve besin alımını etkileyen bitki büyümesinde önemli bir etkiye sahip olan çevresel bir faktördür (Sharma vd. 2005). Soğuk stresine maruz kalan biber bitkisinin besin alımının kısıtlanmasıyla metabolik dengesizlikler olmakta, dışı

organ ve erkek organların işlevlerindeki bozulmalar biber bitkisinin büyüme, gelişme ve üretkenliği etkilemektedir (Mercado vd. 1997, Zhang vd. 2019). Şiddetli soğuğa maruz kalan biber bitkileri ölmekte ve bu durum ciddi ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir (Korkmaz vd. 2010).

Sitokininler (CK) hücre bölünmesi, farklılaşması, yaşlanması ve bitkilerde apikal dominansi, senesens ve fotomorfojenetik gelişim de dahil olmak üzere bitki büyümesi ve gelişimi üzerine etkisi bulunan fitohormonlardır (Kieber ve Schaller 2014). Sitokininler, mikro-çoğaltma gibi doku kültürü tekniklerinde büyüme ortamının temel bir bileşenidir. Bunun yanı sıra, CK'ların normal bitki metabolizması sırasında oluşan reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyen antioksidan enzimlerin aktivitelerini uyardığı tespit edilmiştir (Synkova vd. 2006). Sitokininlerin birçok abiyotik strese olduğu gibi soğuk stresine maruz kalan bitkilerde de sinyal bileşiği olarak görev yaptığı ve bitkilerin daha toleranslı hale gelmesini sağladığı bildirilmiştir (Li vd. 2018, Pavlu vd. 2018). Senesensde sitokininlerin düzenleyici role sahip olmasının nedeni sitokinin senesensi geciktirici etkilerinden kaynaklanmaktadır (Kraus vd. 1993). Dışsal sitokinin uygulamalarının farklı dokularda senesensi geciktirdiğinin tespit edilmesi araştırmacıların bu konu üzerindeki çalışmalarını artırmasını sağlamıştır. Sitokinin üzerine araştırmalar uzunca bir süre zeatin, isopenteniladenin ve ilgili bileşiklerin dahil olduğu isoprenoid sınıfı üzerine odaklanmıştır. Daha sonra farklı bitki dokularında aromatik bir yan zincire sahip sitokininler tespit edilmiş ve tanımlanmıştır. Strnad vd. (1997) yeni bir endojen aromatik sitokinin ailesini keşfetmişler ve bu bileşiği *meta*-topolin (6- [3-hidroksilbenzil-amino] purin) (*mT*) olarak isimlendirmişlerdir. Bu bileşiğin sitokinin ile benzer işlevlere sahip olduğu ancak sitokininlere göre daha aktif olduğu bildirilmiştir (Huyloğlu vd. 2008). Özellikle doku kültürü çalışmalarında *mT*'nin çeşitli fizyolojik bozuklukları azaltarak bitkilerin büyüme ve gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir (Aremu vd. 2012).

Mutui vd. (2012), thidiazuron (TDZ)'ye alternatif olarak gösterilen *mT*'nin yaprak senesensini geciktirmede TDZ'ye göre daha aktif olduğunu bildirmişlerdir. TDZ'e göre *mT*'nin bu üstünlüğü, bitki dokularında hızla yer değiştirmesi, böylece lokal birikimin önlenmesi olarak gösterilmiştir (Kaminek vd. 1987, Mutui vd. 2012). Ayrıca TDZ'nin bitkilerde antioksidan enzimlerin süpürücü verimliliğinin yetersizliği sonucu yüksek bir

reaktif oksijen türü üretimine bağlı oksidatif stres oluşturduğu ve biyokütlede azalma olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir sitokinin olan benzil adenin (BA) ile farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda toksik özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Bogaert vd. 2004, Bairu vd. 2007, 2008, Dolez'al vd. 2006). Bazı türlerde bu sitokininin büyüme inhibisyonuna ve fizyolojik bozukluklara neden olduğu bildirilmiştir (Amoo vd. 2011). Bu problemler BA'ya alternatif olabilecek makul maliyetli sitokinler bulmak için araştırmalar yapılmasını teşvik etmiştir. Tarkowska vd. (2003), Palavan-Ünsal vd. (2002, 2004) buğday yapraklarında klorofil bozulmasını geciktirmede *mT*'nin benzil amino pürin (BAP)'den iki kat daha fazla etkiye sahip olduğu belirlemiştir. *mT*'nin senesense kayda değer bir şekilde cevap vermesi *mT*' in fizyolojik araştırmalar için çok ümit verici bir bitki büyüme düzenleyicisi olduğunu göstermektedir (Palavan-Ünsal vd. 2002). Dolayısıyla, bazı yeni araştırmalar BA kullanımını yerine diğer sitokinlerin (esas olarak aromatik olanları) üzerine odaklanmıştır. *mT* ve türevlerinin kullanımı, bazı araştırmacılar tarafından (Werbrouck vd. 1996, Bogaert vd. 2004, Bairu vd. 2007) BA'e potansiyel bir alternatif olarak bildirilmiştir. Dolayısıyla, *mT* ve türevlerinin keşfinden bu yana çeşitli çalışmalarda kullanımları hızla artmıştır (Amoo vd. 2011).

Meta-topolin (mT)'nin stres koşullarında bitkide ne gibi anatomik, fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere sebep olduğu hakkında yeterince bilgi bulunmamaktadır. Yapılan literatür taramalarında soğuk stresine maruz bırakılan biber bitkisinde *mT*'nin fizyolojik ve anatomik parametreler üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır. Bu tez çalışmasında soğuğa duyarlı ve dayanıklı iki biber çeşidinde *mT*'nin fotosentetik pigmentler, oksidatif stres belirteçleri ve dayanıklılığı oluşturan bazı içsel savunma mekanizmaların yanı sıra stoma sayısı, stoma indeks oranı, yaprak kalınlığı gibi bazı anatomik parametreler üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Capsicum cinsinin menşei Güney Amerika (tropik orta Amerika) olarak bilinmesine rağmen, yapılan bazı çalışmalar Meksika'nın doğusunda bulunan Tamaulipas eyaletinin *Capsicum annuum*'un ilk yetiştirildiği yer olduğunu göstermektedir (Martínez-Ávalos vd. 2018). *Capsicum* türleri, ekolojik olarak tropik bölgelerde çok yıllık çalılar olup, ılıman bölgelerde tek yıllık otsu bitkiler olarak yetismekte seralarda ise gerekli şartlar sağlanması durumunda çok yıllık olarak da yetiştirilebilmektedir (Grubben ve El Tahir 2004). Biber türleri şekil, boyut, tat ve renk gibi çeşitli özelliklerine göre çok fazla çeşitlilik göstermesine rağmen *Capsicum annuum* türü ekonomik ve ticari açıdan en önemli biber çeşididir. Kırmızı biber, küresel çapta baharat ticaretinin %16'sını oluşturmaktadır (Po vd. 2018). Ekonomik öneminin yanı sıra meyvenin tadı, rengi ve besin değerlerinin bileşimi nedeniyle tarımda önemli ve popüler bir sebzedir (Al- Snafi 2015).

Biber, Paleolitik çağdan (MÖ 6000-6500) beri baharat olarak kullanılmaktadır (Roy 2016). *Capsicum* sp. genel olarak Asya ülkeleri, Afrika ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde baharat olarak yetiştirilmektedir (Bhalabhai vd. 2021). Biber, sağlık açısından öneminin anlaşılması ve pişirme tekniklerinin de gelişmesiyle sadece baharat olarak değil çiğ, pişmiş, salamura edilmiş, kavrulmuş ve kurutulmuş gibi farklı şekillerde tüketilmeye başlamıştır (Sottosanti 2023). Biber birçok fitokimyasal bileşik (kapsaisinoid), vitamin (C, A, B5, E vitamini), mineral (potasyum, demir, fosfor, kalsiyum, magnezyum) ve pigment (karotenoid, flavonoid, klorofil, antosiyanin ve lutein) içermektedir. Bu aktif bileşiklerin varlığı biberin eski çağlardan günümüze idrar söktürücü ve ateş düşürücü olarak tıpta ve analjezik, anti-ülser, antibakteriyel, anti-fungal, antidiyabetik gibi birçok farklı amaçla farmakolojide kullanılmasına sebep olmuştur (Jiao vd. 2020). Günümüzde ticari açıdan büyük ilgi görmesinin yanı sıra küresel nüfusun dörtte biri tarafından da tüketilmektedir (Barboza vd. 2022). Tüm bunlara ilaveten biberin hem baharat hem de sebze olarak tüketilmesiyle giderek artan küresel talebin karşılanabilmesi için daha önce ekimin yapılmadığı alanlarda biber ekiminin yaygınlaştırılması zorunlu hale gelmiştir (Beyene ve David 2007).

Capsicum'un farklı kısımları sağlık açısından farklı amaçlarla kullanılmaktadır. *Capsicum*'un yaprakları (kapsaisin) kanser, katarakt gibi çeşitli hastalıklara ilaç hazırlanmasında, C, A ve E vitamini bakımından zengin olan meyveleri kırmızı kan hücrelerinin sentezine yardımcı olmakta, akciğer, mide ve prostat gibi kanserlere yakalanma riskini ve serbest radikallerin sebep olduğu sağlık sorunlarını azaltmakta, tohumlarının ise esansiyel yağ üretiminde, eklem ve kas ağrılarında ağrı kesici olarak, kan dolaşımını hızlandırmakta ve saç büyümesini arttırmakta etkili olduğu belirlenmiştir (Bhalabhai vd. 2021). Ayrıca yeşil biber her birinin farklı özellikleri olan ve bağışıklığı arttıran kapsaisin, C vitamini, antioksidan ve beta karoten gibi pek çok besleyici madde içermektedir. Yeşil biber, dişler ve kemikler için oldukça faydalı olan C vitamini bakımından oldukça zengindir. Ayrıca yeşil biber içerdiği antioksidan maddeler ile serbest radikallerin üretimi azaltır, cildi iltihap ve güneş ışınlarından korur ve cilde parlaklık verir. Yeşil biberin içerdiği beta karoten gözlerin sağlıklı kalmasına, yaşa bağlı görme problemlerinin azaltılmasında ve görme yeteneğinin artırılmasında görev almaktadır. Yeşil biberde bulunan bir diğer madde olan kapsaisinin soğuk algınlığı, diyabet, kan basıncını düşürülmesi, sindirim, mide ve bağırsak problemleri, burun tıkanıklığı, akciğer ve prostat kanserinin riskini azalttığı bilinmektedir. Ayrıca yeşil biberin beyin sağlığına da oldukça faydalı olduğu ve Alzheimer hastalığı riskini azalttığı, anti- inflamatuvar, anti- bakteriyel ve anti-artrit özelliğe sahip olduğu bilinmektedir (Gudeshar 2023).

Bitkiler düşük sıcaklık toleransına göre üç sınıfta kategorize edilmektedir (Stushn-off vd. 1984). İlk grup, sıcaklık 12°C'nin altına indiğinde ciddi şekilde zarar gören muz ve avokado gibi tropikal bitkileri içermektedir. İkinci grup, sıcaklık 12°C'nin altına indiğinde uyum sağlayabilen (düşük sıcaklık stresine dayanıklı) ancak donmaya karşı hassas olan domates ve patates gibi subtropikal bitkileri içermektedir. Üçüncü grup ise bazıları otsu bazıları odunsu ılıman iklim bitkilerinden oluşmaktadır (Rihan vd. 2017). Bu bitkiler soğuğa uyum sağlamayı başarmış ve sıfırın altındaki sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Soğuk stresinin bitkiler üzerinde değişen etkileri sıcaklığın derecesinden ziyade mevsime, bitkinin bulunduğu gelişim evresine ve soğuk stresinin süresine bağlıdır.

0–15°C arasındaki sıcaklıklar üşüme stresi olarak bilinmekte ve bitki dokularında buz

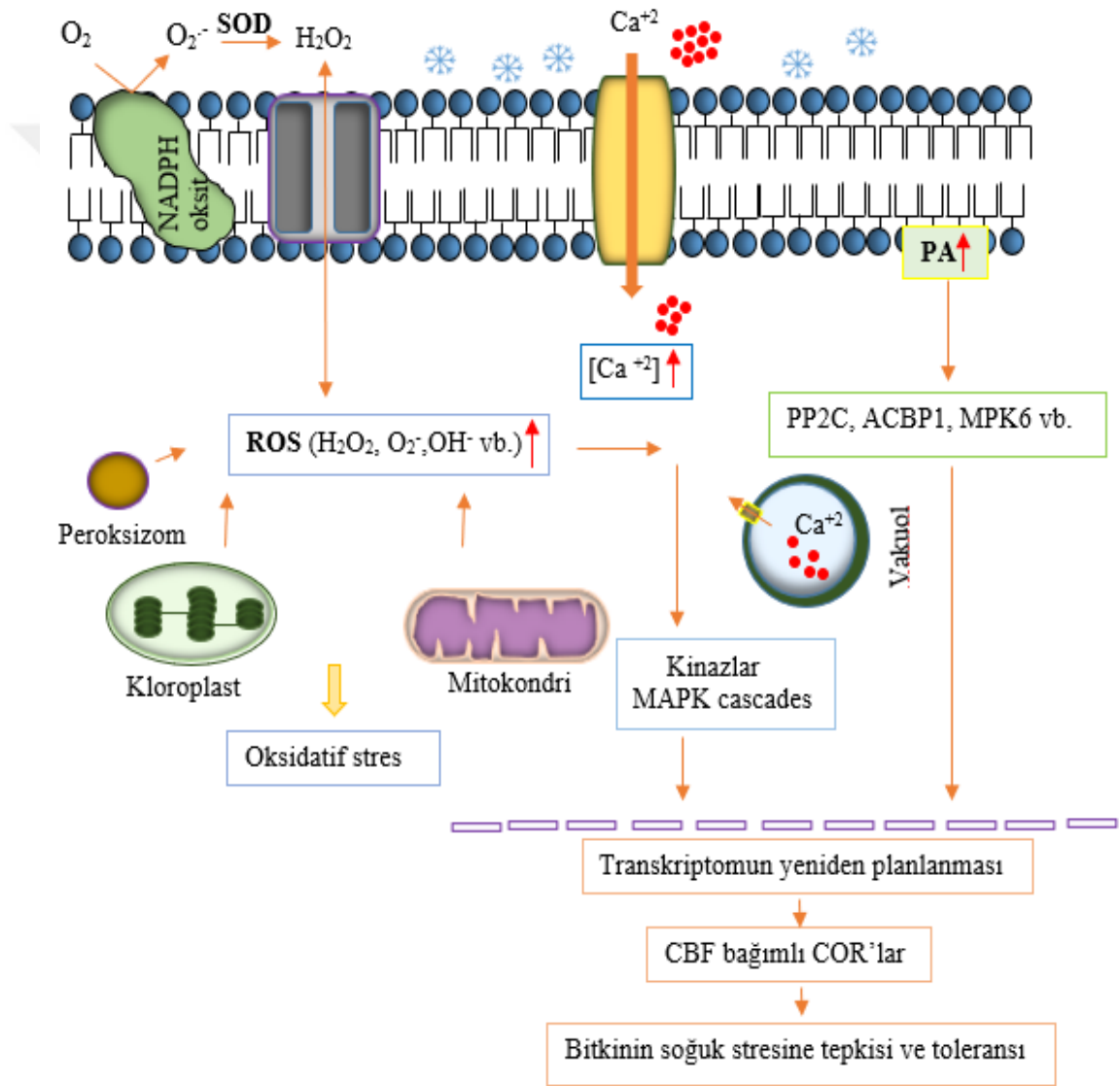
kristali oluşumuna sebep olmamaktadır. 0°C'nin altındaki sıcaklıklar ise donma stresi olarak ifade edilmekte ve bitki dokularında buz oluşumuna sebep olmaktadır. Her iki stres birlikte düşük sıcaklık veya soğuk stresi olarak adlandırılmaktadır (Singh vd. 2017).

2.1 Soğuk Stresi Sinyal Mekanizması

Hücre zarı, sıcaklık değişimlerinin algılandığı ilk yerdir (Ding vd. 2020). Düşük sıcaklıkların ilk olarak plazma membranındaki G-protein bağlantılı reseptörler veya kalsiyum (Ca^{+2}) kanalları ve iki bileşenli histidin kinazlar gibi soğuk sensörleri aracılığıyla algılanması, membran modifikasyonuna neden olmaktadır (Chinnusamy vd. 2010). Plazma membranının sertleşmesiyle aktif edilen Ca^{+2} kanalları, sitozolik Ca^{+2} seviyelerinin artmasına sebep olur. Ca^{+2} iyonu, hücre içi Ca^{+2} seviyesini de düzenleyen reaktif oksijen türleri ve inositol fosfatları içeren ikinci habercileri üretir (Tang ve Luan, 2017). Sitozolik Ca^{+2} iyonu seviyesindeki artış, Ca^{+2} reseptörleri (Kalmodulinler, CaM benzeri proteinler) Ca^{+2} 'ye bağımlı protein kinazlar ve kalsinörin B benzeri proteinler tarafından algılanarak soğuk stresi sinyal iletimini düzenler, protein fosforilasyon basamaklarını aktif eder ve bitkilerde transkripsiyon faktörlerinin ve soğuk regüle genlerinin (COR) ekspresyonunu sağlar (Chinnusamy vd. 2010). Ca^{+2} sinyal iletimi bitkinin sıcaklığı algılayabilmesinde hayati bir rol oynamaktadır (Lámer vd. 2020). Bitkiler düşük sıcaklığa maruz kalır kalmaz çok kısa bir süre içinde serbest sitozolik Ca^{+2} seviyesi vakuolden veya apoplasttan içeri akışla serbest sitozolik Ca^{+2} seviyesi yükselmektedir. Bitkiler ısı ve soğuk sinyallerini Ca^{+2} ve ROS sinyalleri aracılığıyla hücrelere birçok yoldan ileterek ve hücresel stabiliteyi koruyabilmektedir (Ding vd. 2020).

Ca^{+2} , ROS ve nitrik oksit (NO) yanı sıra fosfatidik asit (PA) de bitkilerde soğuk sinyal yolunun önemli bir bileşenidir. Süperoksit, hidroksil radikalleri ve hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türleri strese maruz kalınması durumunda üretilen kısa ömürlü ikincil haberci olarak görev yapmaktadır (You ve Chan 2015, Lim vd. 2019). ROS'ların birikimi eşik seviyesini aşması durumunda lipid, protein, RNA ve DNA molekülleri zarar görebilir ve oksidatif stres oluşabilir (Sharma vd. 2022). Ca^{+2} ve ROS'un birbirinin konsantrasyonunu düzenlediği ve düşük ROS seviyesinin sitoplazmaya Ca^{+2} akışını

tetiklediği, artan Ca^{+2} konsantrasyonunun da daha fazla ROS üretebilmek için NADPH'ın aktif hale geldiği rapor edilmiştir (Verhage 2021) (Şekil 2.1). ROS ve Ca^{+2} 'un bu karşılıklı etkileşimi çekirdekte savunma geninin ekspresyonunu kontrol etmektedir (Mazars vd. 2010). NO'da başka bir sinyal molekülüdür ve soğuk stresinin etkisini hafifletmek için absisik asit (ABA), etilen ve jasmonik asit (JA) gibi hormonların, Ca^{+2} , PA, H_2O_2 gibi diğer sinyal molekülleri ile birlikte çalıştığı da bildirilmiştir (Feng vd. 2021).



Şekil 2.1 Soğuk stresine maruz kalan bitkilerde reaktif oksijen türleri üretimi, fosfatidik asit ve kalsiyum iyonu sinyal yolları (Wu vd. 2022)

Hidrojen peroksit (H_2O_2), bitkilerde soğuğa alışma sürecinde ROS'lerin temizlenmesinde görev alan enzimlerin sentezini uyardığı için soğuk stresine yanıt olarak birikir. Düşük H_2O_2 konsantrasyonları genellikle sinyal bileşiği olarak işlev gördüğü için strese toleransın artırılmasını sağlarken, daha yüksek konsantrasyonları hücresel hasara ve hücre ölümüne neden olmaktadır (Laloi vd. 2004). Ayrıca H_2O_2 'in Ca^{+2} , salisilik asit (SA), ABA, JA, etilen ve NO gibi önemli sinyal molekülleri ile etkileşime girerek stres yanıtlarında aracı olarak işlev gördüğü rapor edilmiştir (Pareek vd. 2017).

2.2 Soğuk Stresinin Etkileri

2.2.1 Soğuk stresinin morfolojik ve anatomik etkileri

Düşük sıcaklık stresinin bitkiler üzerindeki birincil belirtileri, stresin erken evrelerinde morfolojik değişiklikler olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.2). Düşük sıcaklık stresi yaprak genişliğinde ve sayısında azalmaya, bitki boyunda kısalmaya (Wang vd. 2020), metabolit sızıntısına, nekroz, kloroz (Rezgui vd. 2015), yaprakların kıvrılmasına, artan epidermal kalınlaşma, renk değişikliği (Goering vd. 2021), zayıf çimlenme (Adhikari vd. 2021), yaprakların solması ve hatta kültür bitkilerinde yaşlanmanın hızlanmasına sebep olmaktadır (Rezgui vd. 2015).

Düşük sıcaklık stresinin sebep olduğu anatomik değişikliklerden biri de yapraklardan bitkinin diğer kısımlarına şeker taşınımını arttırabilmek amacıyla yaprak damarlarında bulunan floem hücrelerinin sayısının artırılmasıdır. Anatomik değişikliklerden bir diğeri ise bazı bitki türlerinin soğuk stresi ile başa çıkabilmek amacıyla yaprak kalınlığını ve kuru ağırlığını arttırabilmesidir. (Stewart vd. 2016).

SOĞUK STRES ETKİSİ

➡ Morfolojik

- Tohum ⇒ Düşük çimlenme oranı
- Yaprak ⇒ Alan ve yaprak sayısında azalma
 - Stoma kapanması
 - Solgunluk, kloroz ve nekroz
 - Klorofil bozulması
- Üreme ⇒ Gecikmiş çiçeklenme
 - Çiçek dökülmesi
 - Gametofit gelişiminin azalması
 - Polen kısırlığı
- Kök ⇒ Azalan kök uzunluğu ve biyokütle
 - Düşük besin ve su alımı

➡ Fizyolojik

- Ozmotik dengesizlik
- Apoplastta buz oluşumu
- Membran akışkanlığının azalması
- Hücre bölünmesi ve uzamasının inhibisyonu

➡ Biyokimyasal

- Oksidatif stres; Aşırı ROS birikimi
- Protein, pigment, lipid ve nükleik asit hasarı
- Fotoinhibisyon
- Fitohormon biyosentezi artışı
- Enzimatik aktivitenin bozulması
- Membran fonksiyonunda bozukluk

➡ Moleküler etki

- Soğuk algılama ve sinyal iletimi
- Soğuğa duyarlı transkripsiyon faktörlerinin indüksiyonu
- Soğuk strese yanıt olarak genlerin ifadesi

Şekil 2.2 Soğuk stresinin bitkiler üzerinde morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler etkileri (Wu vd. 2022)

2.2.2 Soğuk stresinin organeller üzerine etkisi

Soğuk stresinin bitkilerde ilk ve en ciddi derecede etkilediği organel kloroplastlardır (Lee vd. 2007). Kloroplastların tilakoid membranları, fotosistem komplekslerini içerdiği için fotosentetik membran olarak da bilinmektedir (Arbona vd. 2013). Bitkilerde düşük sıcaklık, fotosentetik membranın yapısı ve bileşimini değiştirerek membranın sertleşmesine sebep olmakta ve enzimatik reaksiyonları yavaşlatarak fotosentetik sistemin aktivitesini etkilemektedir (Fujii vd. 2017). Dolayısıyla bu durum membranın yapısında bulunan proteinlerin bozulması ve inhibisyona sebep olarak fotosentezin ışık reaksiyonlarının bozulmasına yol açar (Zhu vd. 2016). Kloroplastlar düşük sıcaklık değişimlerini genellikle integral membran proteinleri (kanal taşıyıcıları ve çeşitli taşıyıcılar), membrana bağlı reseptör kinazlar ve fotoreseptörler aracılığıyla algılamaktadır (Jung vd. 2016). Fotoreseptör *phyB* ve fototropin moleküllerinin çevresel sıcaklıkta meydana gelen değişiklikleri algılayan ısıya duyarlı reseptörler olduğu rapor edilmiştir (Kodama vd. 2008).

Hücrelerde ATP üretimi ve tüketiminin dengede olması gerekmektedir. Aksi takdirde bitkiler singlet oksijen ($^1\text{O}_2$), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikali ($\text{OH}^\cdot$) ve süperoksit anyon radikalleri ($\text{O}_2^{\cdot-}$) gibi reaktif oksijen türleri üreterek hücrelerde oksidatif stres oluşumuna neden olmaktadır (Miller vd. 2010).

Düşük sıcaklıklar, fotosentezi azaltır ve taşıma zincirlerinde fazla elektron üretilmesine neden olur. Bu fazla elektronlar oksijene aktarılarak oksidatif hasara sebep olan ROS üretimini artırır (Bai vd. 2022). Bu nedenle, ROS temizleme mekanizmaları soğuk stresi sırasında kloroplastlarda normal fonksiyonların sürdürülebilmesi için çok önemlidir (Qin vd. 2008). ROS kloroplastlarda membran peroksidasyonu, enzimlerin inaktivasyonu ve protein parçalanmasına neden olarak hasara sebep olsa da aynı zamanda büyüme, gelişme ve stres tepkileri gibi çeşitli fonksiyonların düzenlenmesinde ikincil haberci olarak görev yapmaktadır (Foyer ve Noctor 2005, Van Buer vd. 2016). Normal koşullar altında ROS üretimi minimum seviyelerde tutulmaktadır ancak düşük sıcaklıklarda en fazla ROS üretimi mitokondri ve kloroplastlarda elektron taşıması yoluyla meydana gelmektedir (Bai vd. 2022). Mitokondrinin kloroplastlardan daha kararlı ve soğuk stresine karşı daha dayanıklı olduğu düşünülmektedir. Tüm bitki organelleri arasında mitokondrinin soğuk stresinin kontrolünde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bitkinin soğuk stresine maruz kalmasıyla mitokondri iç zar yapısındaki geçirgenliğin azalması bitki hücrelerinde stresin birincil etkisini oluşturmaktadır (Steiner vd. 2020).

2.2.3 Soğuk stresinin fotosentez üzerine etkisi

Düşük sıcaklıklar, kloroplastların içerdiği klorofil miktarının azaltmakta, elektron taşınımı ve fotosentetik enzim aktivitelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Banerjee ve Roychoudhury 2019). Bitkiler düşük sıcaklığın bu zararlı etkilerinden kloroplastlarını korumak için çözünür şekerler, prolin ve poliaminler gibi ozmoprotektanlar üretmektedir (Ahmad vd. 2019).

Fotosentetik reaksiyonlar, ışık enerjisini yakalayan ve onu redoks potansiyel enerjisine dönüştüren fotosistem I (PSI) ve fotosistem II (PSII) tarafından katalize edilmektedir (Ensminger vd. 2006). Bitkiler düşük sıcaklık stresine maruz kaldıklarında normalde

ürettiklerinden çok daha fazla enerji üretir. Bu durum, D1 proteinlerinin yapısının bozulmasına neden olarak PSII'yi bloke eder ve dolayısıyla fotosentetik hızı ve elektron taşıma kapasitesi azalır (Murata vd. 2007). Tüm bunlar PSII'de fazla enerji birikmesine ve PSII'nin fotoinhibisyonuna sebep olur. Kloroplastlarda meydana gelen bu dengesizlik, klorofil biyosentezini etkileyerek PSII ve anten komplekslerini daha fazla foton yakalamaya teşvik eder.

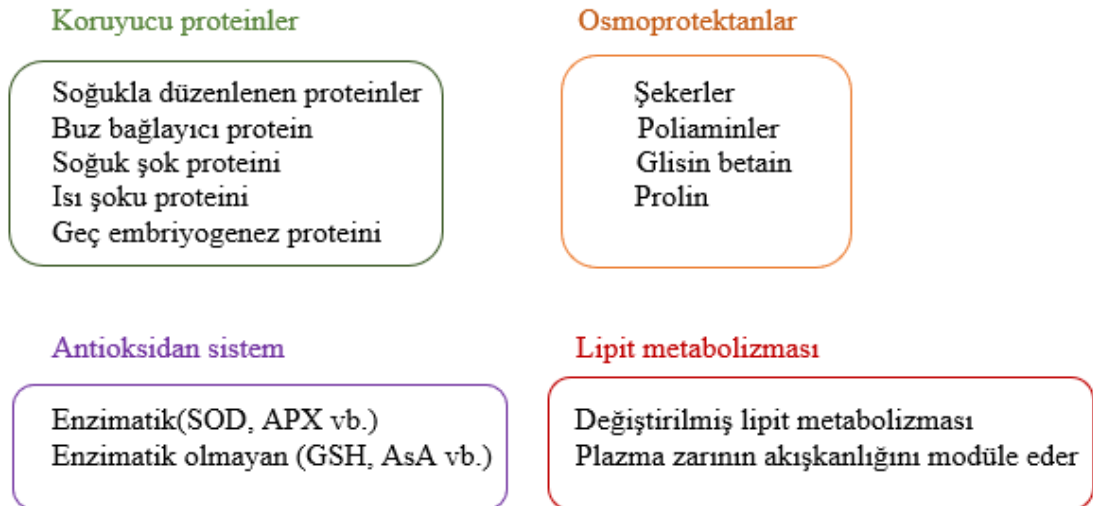
Düşük sıcaklık stresi kloroplastın membran bütünlüğüne zarar verir, fotosistem I ve II'nin verimini düşürür, hücreler arası CO₂ miktarı, klorofil a ve klorofil b miktarının azalmasına sebep olarak fotosentezi önemli ölçüde etkilemektedir. Bu da düşük miktarda karbohidrat kullanılmasına ve büyümenin azalmasına sebep olmaktadır (Yang vd. 2009). Bitkiler soğuk stresinin bu zararlı etkisinden korunmak için karotenoid, violaksantin ve zeaksantin gibi yardımcı pigmentleri sentezleyerek (Fang vd. 2019, Lu vd. 2021) kloroplasta hasara sebep olan reaktif oksijen türlerinin zararlı etkilerini ortadan kaldırarak doğal antioksidan olarak görev yapmaktadır (Han vd. 2010). Bunlara ek olarak karotenoidler tilakoid membranları lipid peroksidasyonu ve soğuk stresinin neden olduğu hasara karşı korumaktadır (Laugier vd. 2010). Ayrıca düşük sıcaklık stresi stomaların morfolojisini ve anatomisini de değiştirmektedir. stoma boyutunda meydana gelen artış hücre içi su ve CO₂ miktarında önemli derecede azalmaya sebep olabilmektedir (Hajihashemi vd. 2018).

2.3 Soğuk Stresi Tolerans Mekanizmaları

Bitkiler aktif hareket yetenekleri olmadığı için donma sıcaklıkları gibi çevresel streslerin zararlı etkilerini azaltabilmek ve hücrel yapılarının zarar görmesini engelleyebilmek için kaçınma ve tolerans stratejileri geliştirmiştir (Hoermiller vd. 2018). Bitkiler soğuğa karşı tolerans geliştirebilmek için düşük fakat dondurucu olmayan sıcaklık koşullarına kademeli olarak uyum sağlayacakları moleküler, fizyolojik ve biyokimyasal birtakım değişikliklerle sonuçlanan karmaşık bir fizyolojik sürece sahiptir (Fang vd. 2021) (Şekil 2.3). Bu süreçte düşük sıcaklıklara uyum sağlayabilmek için bitkilerde yaprak sayısının azalması, epidermal kalınlığının artması ve bitki boyunun kısılması gibi çeşitli morfolojik değişiklikler meydana gelir. Pigment sentezinin değişmesi, su kullanım verimliliğinin ve

fotosentezin azalması bu süreçte meydana gelen fizyolojik değişikliklerdir (Zinta vd. 2022). Bu süreçte meydana gelen biyokimyasal değişiklikler ise şekerlerin, aminoasitlerin ve sekonder metabolitlerin birikimini içermektedir. Bitkiler sakkaroz, trehaloz, glukoz, fruktoz ve rafinoz (Shi vd. 2022) gibi çözünebilir düşük moleküler ağırlıklı şekerlerin birikimini arttırmaktadır. Bu moleküller bitki tarafından enerji kaynağı ve karbon öncüsü olarak kullanılmasının (Yamaha ve Osakabe 2018) yanı sıra ozmotik dengenin korunmasına yardımcı olmakta (Lin vd. 2019) ve soğuk stresi sırasında sinyal molekülü olarak görev yapmaktadır (Siddique vd 2018, Yamaha ve Osakabe 2018, Chen vd. 2022). Ayrıca bitkiler betain, putresin, süberin, lignin gibi sekonder metabolitleri sentezlemektedir (Lee vd. 2019). Süberin ve lignin hücre duvarlarının güçlenmesine katkıda bulunarak soğuk stres yanıtı oluşturmaktadır (Sun vd. 2021). Soğuk stresi sırasında bitkiler ayrıca prolin gibi bazı aminoasitleri ve amin bileşiklerini de sentezlemektedir (Kaplan vd. 2004). Prolin amino asiti genel olarak osmolit ve sinyal molekülü olarak görev yapmasının yanı sıra güçlü bir antioksidan olarak da işlev gördüğü için bitkilerin soğuğa tolerans göstermesine olanak sağlamaktır (Ben Rejeb vd. 2014, Teh vd. 2016). Tüm bunlar bitkilerin soğuğa maruz kalması durumunda gelişimlerine devam edebilmesine olanak sağlayan değişikliklerdir.

SOĞUK TOLERANS MEKANİZMASI



Şekil 2.3 Soğuk stresi tolerans mekanizması (Wu vd. 2022)

2.3.1 Osmoprotektanlar

Soğuk stresli bitkilerde glukoz, fruktoz ve sükroz gibi şekerlerin miktarının arttığı ancak sükrozun bazı bitkilerde miktarının normalden on kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Sükrozun fosfolipitlerin baş kısmında bulunan fosfat ile etkileşime girerek hücre zarlarını stabilize ettiği, membran geçirgenliğini azalttığı ve hücrelerin turgor basıncını koruyan bir osmoprotektan olarak görev yaptığı bildirilmiştir. Ayrıca şekerlerin ROS detoksifikasyonunda görev aldığı, hücrelerin içinde bulunan su miktarını koruyarak buz oluşumunu engellediği ve lipitler ile hidrojen bağları kurarak dehidrasyon hasarını azalttığı bilinmektedir. İndirgeyici ve indirgeyici olmayan şekerler, prolin ve glisin betain gibi osmolitler, hücre içi ve dışında bulunan sıvıda çözülebilen ve bu sayede sıvı ve hücre hacminin korunmasında rol oynayan bileşiklerdir (Masood vd. 2016). Bu osmolitler, bitkiler tarafından su alınınının sağlanması, reaktif oksijen türlerinin ortadan kaldırılması, proteinlerin ve enzimlerin stabilizasyonu, ozmotik düzenleme ve membran bütünlüğünü sağlanması gibi çeşitli rolleri üstlenerek bitkilerin stresten korunmasına yardımcı olur (Verbruggen ve Hermans 2008). Petunya çiçeğinde (*Petunia hybrida*) yapılan bir çalışmada, yapraklarda soğuk stresin etkisiyle şeker birikiminin arttığı ve bunun donma sıcaklıklarında karbohidrat taşınımı ve kullanımının engellenmesine karşı koruyucu bir rol üstlenebileceği rapor edilmiştir (Bauerfeind vd. 2015).

Glisin betain normal koşullarda bitkilerde çok az miktar bulursa da stres durumunda birçok mahsül bitkisinde (buğday, arpa gibi) miktarı oldukça artan ve bitkilerin genelde kloroplastında bulunan bir osmolittir. Bu osmolitin asıl görevi PS II'nin verimliliğini ve tilakoid membranı korumaktır (Génard vd. 1991).

Prolin bitkilerde yaygın olarak bulunan, stres durumunda fazlaca biriken, ROS türlerinin temizleyicisi olan, protein ve enzimlerin bütünlüğünü koruyan ve hücre içi stabilizasyonu sağlayan bir osmolittir (Ashraf ve Foolad 2007, Szabados ve Saviouré 2010, Theocharis vd. 2012).

Düşük moleküler ağırlıklı osmolitler olan spermin, putresin ve spermidin gibi poliaminlerin soğuk stresine maruz kalan bitkilerde osmolit birikiminin artması,

kloroplastın korunması, membranların stabilize edilmesi ve tohumun çimlenmesini destekleyerek savunma süreçlerine katkıda bulunduğu rapor edilmiştir (Alcazar vd. 2020).

2.3.2 Koruyucu proteinler

Isı şoku proteinleri, soğuğa maruz kalma esnasında ifade edilir, hemen hemen tüm canlı organizmalarda bulunur ve moleküler ağırlıklarına göre adlandırılır (Bhattacharya 2019). Isı şoku proteinleri Hsp100, 90, 70, 60 ve küçük ısı şoku proteinleri olmak üzere beş aileden oluşmaktadır (Krishna 2003). Bu proteinler, proteinlerin yanlış katlanmasını önler ve protein- protein etkileşimlerinde önemli bir rol oynar (Bhattacharya 2019). Soğuk şoku proteini, soğuğa toleransı arttıran, uzunlukları 65 ile 75 amino asit arasında değişiklik gösteren küçük nükleik asit bağlayıcı proteinlerdir (Czapski ve Trun 2014).

Geç embriyogenezde bollaşan (LEA) proteinler bitkisel dokularda birikerek düşük sıcaklık ve ozmotik stres gibi çevresel streslere karşı koruma sağlar (Liu vd. 2011). Glisin açısından zengin düşük molekül ağırlıklı (10-30 kDa) proteinlerdir ve donmaya karşı koruma sağlar, antioksidan özellikleri ile proteinlerin yapısını korur ve antioksidan aktiviteye sahiptir ve membranları stabilize eder (Graether vd. 2022, Jia vd. 2023).

Soğuk iklimlerde yaşayan bitkiler için hücreler arasında oluşan buz kristalleri ciddi bir sorundur ve bitkiler bu durumla baş edebilmek için hücrelerinde şeker veya gliserol gibi bileşiklerin birikimini sağlarlar. Ancak bu durumun yetersiz olması durumunda hücreler, sıcaklık düştükçe kendilerini koruyabilmek için özel antifiriz proteinleri üretmektedir. Bu proteinler, soğuk bölgelerde yetişen soğuğa dayanıklı bitkiler tarafından üretilen ve sıcaklık sıfır derecenin altına düştüğünde bitkilerin hayatta kalmasına olanak sağlayan polipeptit sınıfı bileşiklerdir (Griffith ve Yaish 2004). Bitkilerin bulunduğu ortamda sıcaklığın sıfırın altına inmesi durumunda apoplasttaki çözünmüş madde miktarı protoplasta göre daha düşük olduğundan apoplastta buz kristalleri oluşmaktadır (Pearce 2001). Bu durum bitki hücrelerinde dehidrasyona sebep olarak protoplasttaki mevcut suyun dışarı difüzyonuna ve turgor basıncının azalmasına neden olmaktadır (Beck vd. 2007). Antifiriz proteinleri buz kristallerine bağlanarak buzun büyümesini ve yeniden

kristalleşmesini engeller (Venketesh ve Dayananda 2008, Goodsell 2009).

Buza bağlanma özelliği olan proteinler, donmaya dayanıklı bitkilerde bulunan düşük sıcaklıkla ilişkili proteinlerdir. Bu proteinlerin, buz kristallerini adsorbe ederek su moleküllerinin hareketini engellediği ve bu durumun buzun yeniden kristalleşmesine engel olduğu bilinmektedir (Gupta ve Deswal 2014). Buz bağlayan proteinler bu özelliklerinden dolayı antifriz proteinleri olarak da isimlendirilmektedir (Gupta ve Deswal 2014).

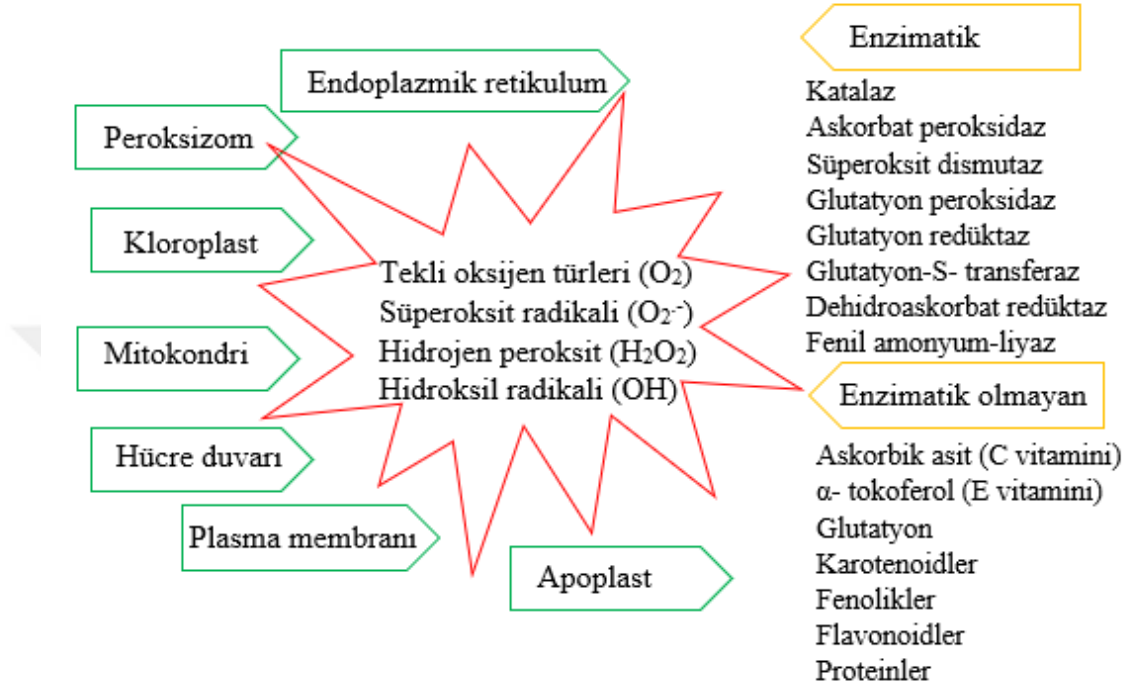
2.3.3 Antioksidan sistem

Antioksidan savunma sistemi, doğrudan ya da dolaylı olarak ROS üretiminin engellenmesi ve üretilen ROS'ların temizlenmesinde görev alan, düşük moleküler ağırlıklı, enzimatik olmayan antioksidanlar ve bazı antioksidan enzimlerden oluşmaktadır (Şekil 2.4) (Carocho vd. 2013, Hasanuzzaman vd. 2019). Bitkiler soğuk stresin olumsuz etkileriyle başa çıkabilmek için antioksidan savunma sistemini harekete geçirmektedir.

Askorbik asit, bitkilerde normal metabolizma ve stres koşulları altında fotosentetik olarak üretilen O_2^- ve H_2O_2 'yi ortadan kaldıran NADPH/glutasyon/askorbat döngüsünün bir bileşenidir (Lukatkin vd. 2012). Ayrıca Askorbik asit O_2^- 'yi doğrudan ortadan kaldıracı, enzimatik olmayan ve suda çözülebilen bir antioksidandır (Akram vd. 2017). Glutasyon, düşük sıcaklık koşullarında NADPH ile birlikte ROS'u detoksifiye eden, bitkilerde bol miktarda bulunan, düşük moleküler ağırlıklı enzimatik olmayan bir antioksidandır (Xu vd. 2008). Düşük donma sıcaklıklarında bitkilerde glutasyon miktarında artış olmaktadır. Airaki vd. (2012) soğuk stresi koşullarında biber bitkisinin çözünebilir enzimatik olmayan askorbat ve glutasyon gibi antioksidanların seviyesinde önemli derece artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir (Airaki vd. 2012).

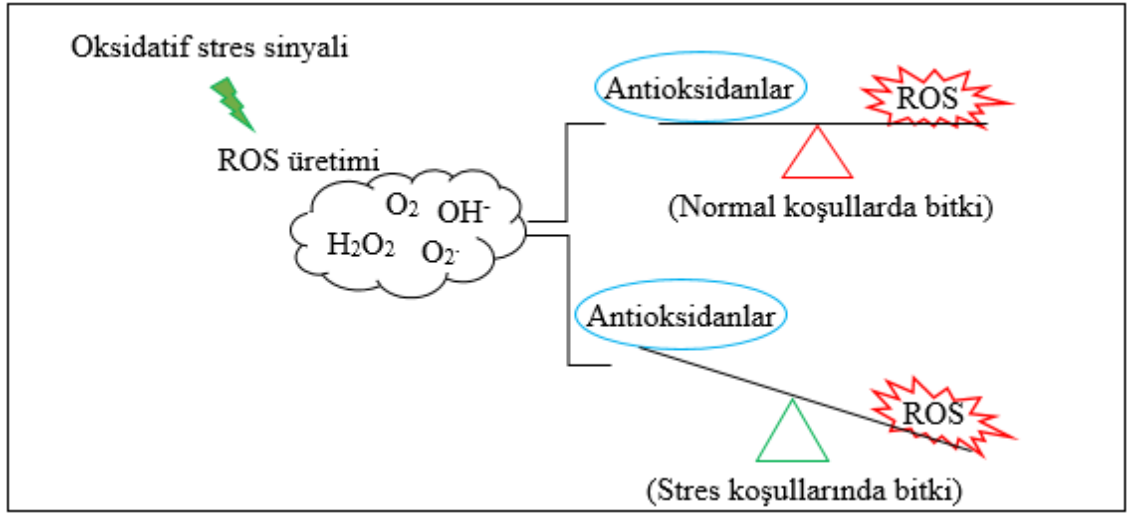
Bitkilerde soğuk stresinin etkisiyle üretilen yüksek miktarlardaki H_2O_2 , askorbat peroksidaz, süperoksit dismutaz, peroksidaz ve katalaz enzimleri tarafından ortamdan uzaklaştırılır (Huang vd. 2016). Stres toleransı ile antioksidan savunma sisteminin arasında pozitif bir korelasyon vardır ve bu enzimlerin aktiviteleri bitkilerin soğuğa karşı

duyarlılığını belirlemektedir (Zhao vd. 2009). *Lycopersicum esculentum* L. (domates) bitkilerinde 10 günlük soğuk stresi uygulaması sonrasında aşırı miktarda MDA üretildiği ve buna paralel olarak süperoksit dismutaz enziminin aktivitesinde de artış olduğu bildirilmiştir (Aydın vd. 2013).



Şekil 2.4 Bitkilerde ROS üretimi ve temizlenmesi (Devi vd. 2023)

Bitkiler, soğuk stresi sırasında meydana gelen aşırı ROS birikimini nötralize edebilmek için çok daha yüksek miktarlarda antioksidana ihtiyaç duymaktadır (Şekil 2.5). Bu dengenin bitki tarafından sağlanabilmesi için sinamik asit türevleri, kumarinler, flavonoidler, fenoller ve ligninler gibi çok çeşitli sekonder metabolitlerin sentezlenmesi gerekmektedir (Robe vd. 2021, Shkryl vd. 2021). Soğuk stresi altındaki bitkilerin yapraklarında antioksidan enzimlerinin aktivitesinin başlangıçta arttığı ve daha sonra belirli bir süre içerisinde azaldığı rapor edilmiştir (Hongtao vd. 2017).

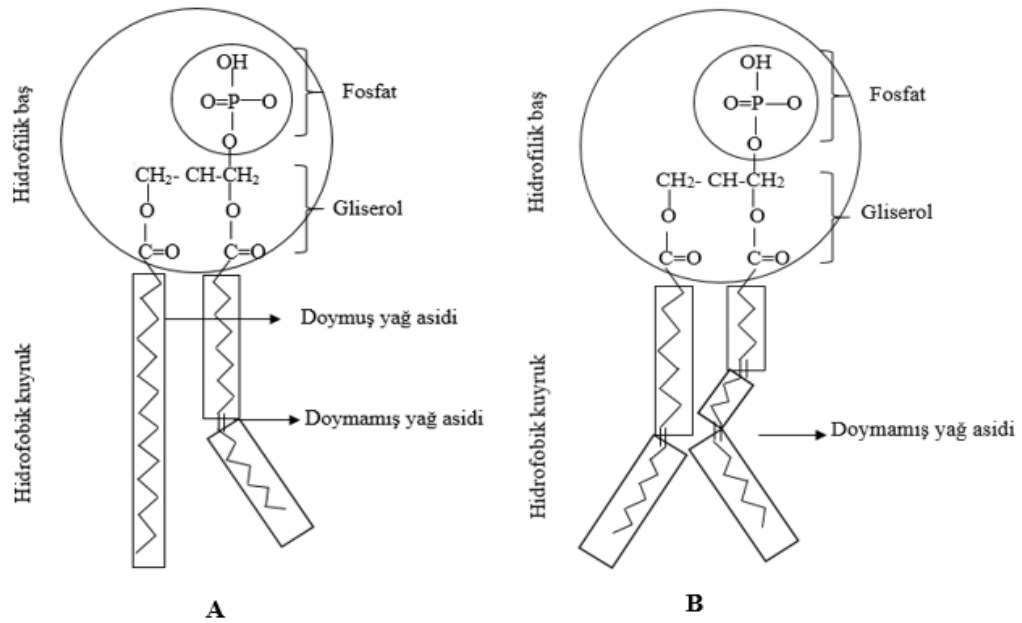


Şekil 2.5 Bitkilerde oksidatif stres ve sonuçları (Hasanuzzaman vd. 2020).

2.3.4 Lipid metabolizması

Bitki dokularında bulunan hücresel membran, yapısında bulunan protein reseptörü aracılığıyla (Pokorna vd. 2004) soğuk stresi gibi dış çevresel uyaranların ilk algılandığı ve bu uyaranlara karşı savunmanın yapıldığı ilk yerdir (Chinnusamy vd. 2007). Hücre membranı temel olarak spingolipitler, steroller ve gliserolipitler olmak üzere üç ana lipit sınıfı ve proteinlerden oluşmaktadır (Testerink ve Münnik 2011). Plazma membranın önemli bir bileşeni olan lipitler, soğuk sıcaklıkların etkisini hafifletmede yapısal bir rol üstlenmektedir (Nishida vd. 1996). Membran lipitlerinin ana bileşeni olan fosfolipitler (De Jong ve Munnik 2021) iki karbon atomu arasında bir veya daha fazla çift bağa sahip doymamış yağ asitleri ve doymuş yağ asitlerinden oluşmaktadır (Steponkus vd. 1993). Bitki dokularında bulunan hücresel membran, soğuk stresine maruz kaldığında metabolik ve fiziksel işlevleri yerine getirebilmesi için bulunduğu sıvı halden sert (katı) jel fazına geçiş yapmaktadır (Sanchez vd. 2019, Raza 2020). Bu durum protoplast akışının durmasına, zar proteinlerinde ise konformasyonel değişikliklere (Pokorna vd. 2004) ve zar geçirgenliğinde artışa neden olarak elektrolit sızıntısına ve hücre içi iyonlarının dengesinin kaybına neden olabilmektedir (Huang vd. 2016). Plazma zarında meydana gelen tüm bu değişiklikler düşük sıcaklık stresinin bitkilerde sebep olduğu ilk fizyolojik değişiklikler olarak tanımlanmakta ve düşük sıcaklıkların algılanmasının temelini oluşturmaktadır (Pokorna vd. 2004). Hücresel membran, yapısında bulunan doymamış

yağ asitlerinin sayısını arttırarak bitkinin soğuga mekanik olarak uyumunu, plazma zarının akışkanlığını ve stabilizasyonunu sağlamaktadır (Şekil 2.6) (Miquel vd. 1993, Barrero-Sicilia vd. 2017). Bu durumun oluşabilmesi için bitkiler yapısında bulunan şeker, nitrojen içeren bileşikler ve proteinlerin miktarını arttırarak membran bütünlüğü ve stabilizasyonun korunmasında aktif rol oynamaktadır (Janská vd. 2010). Dolayısıyla bitkiler düşük sıcaklıklara maruz kaldığında plazma membranının yapısında bulunan lipidlerin bileşimini ve doymunluğunu değiştirerek (Barrero-Sicilia vd. 2017) hücre zarının akışkanlığını arttırmakta ve bu da bitki zarının bütünlüğünü ve fonksiyonunu arttırmaktadır (Gao vd. 2015). Ayrıca membran yağ asitlerinin doymamışlığının artması erime sıcaklığının düşmesine ve membran akışkanlığını arttırarak soğuk stresi sırasında membran bütünlüğünün korunmasına yardımcı olmaktadır (Marla vd. 2017).



Şekil 2.6 A: Normal sıcaklıklarda bitki hücre zarının fosfolipid yapısı, B: Düşük sıcaklık stresine maruz kalmış bitkilerde hücre zarının fosfolipid yapısı (Barrero-Sicilia 2017, Italia 2021)

Düşük sıcaklık koşullarında hücrelerdeki su kaybı ozmotik strese neden olarak membran bütünlüğünü ve geçirgenliğini etkilemektedir. Çevresel sıcaklıklarındaki değişimler biyolojik membran bileşimi ve işlevini etkiler ve doymamış yağ asitlerinin oranının artmasına sebep olmaktadır (Zhao vd. 2021).

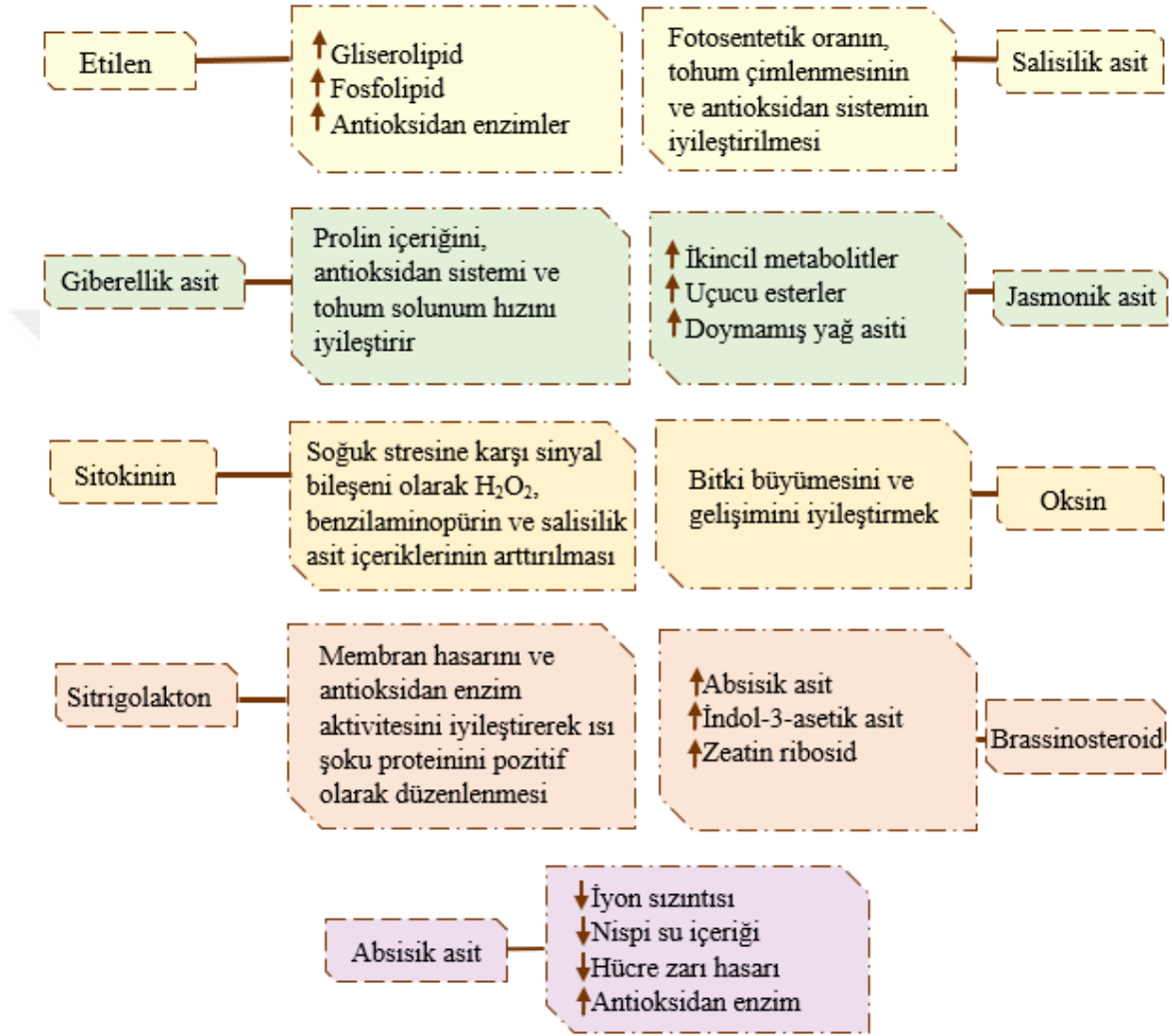
2.4 Bitki Hormonları

Bitkisel hormonlar, bitkinin farklı kısımlarında bitkiler tarafından doğal olarak üretilen, çok küçük miktarlarda çeşitli etkiler gösteren ve bir yerden diğer bir yere taşınabilen organik moleküllerdir (Miller vd. 1955, Rani vd. 2020). Sekonder metabolizmanın ürünü olan bu organik moleküller bitkilerin hücresel, gelişimsel, yaşamsal ve üreme süreçlerinin düzenlenmesinde ve değişen ortam koşullarına adaptasyonunda rol almaktadır (Dilworth vd. 2024). Bitkilerde oksinler, giberellinler, sitokininler, absisik asit ve etilen olmak üzere beş temel fitohormon grubu bulunmaktadır. Ayrıca temel fitohormonlara ek olarak strigolaktonlar, brassinosteroidler, salisilatlar ve jasmonatlar gibi bitkilerin fizyolojik süreçlerini etkileyen fitohormonlar da bulunmaktadır. İlk keşfedilen bitki hormonu oksinlerdir (Went 1935) ve strigolaktonlar, jasmonatlar, brassinosteroidler ve salisilatlar ise daha sonradan keşfedilerek fitohormonlar arasında yerini almıştır (Fleet ve Williams 2011). Bunların dışında bitkilerde bulunan nitrik asit (NO) ve ROS gibi bileşikler sinyal molekülü olarak görev yapmakta ancak bitkiler tarafından doğal olarak üretilmedikleri için bitki hormonları arasında yer almamaktadır (Song vd. 2017). Bitkisel hormonlarının soğuk stresi gibi abiyotik streslere karşı bitki adaptasyonunun düzenlenmesinde önemli rolleri vardır (Waadt vd. 2022) (Şekil 2.7).

Doğal olarak oluşan oksinlerin kimyasal yapılarında bir indol ve karboksilik asit (CO_2H) grubu bulunmaktadır (Cao vd. 2019). Bitkilerde en yaygın olarak bulunan, büyüme ve gelişme sürecinde kritik roller üstlenen oksin grubu triptofan aminoasitinden türetilen indol-3-asetik asittir (IAA) (Mashiguchi vd. 2011). IAA bitkilerde hücre sinyali, hücre farklılaşması, embriyogenez, endositoz ve hücre döngüsünün düzenlenmesi gibi birçok gelişimsel görevi üstlenmektedir (Du vd. 2020). İndol-3-bütirik asit, 4-kloroindol-3-asetik asit ve fenilasetik asit de bitkilerde doğal olarak bulunan indol türevi oksinlerdendir (Ljung 2013).

Bitkilerin büyüme, gelişme ve fizyolojisinde önemli görevler üstlenen bir diğer hormon grubu son zamanlarda keşfedilen strigolaktonlardır (Carvalhais vd. 2019). Strigolaktonlar, *Solanum lycopersicum*, *Pisum sativum* ve *Oryza sativa* gibi çeşitli

bitkilerin (Kapulnik ve Koltai 2014) sitoplazma ve plastidlerinde karotenoidlerden sentezlenmektedir. Karotenoidlerin yapıtaşı 40 karbon atomundan oluşan terpenlerdir ve absisik asitte (ABA) tıpkı strigolaktonlar gibi karotenoidlerden sentezlenmektedir (Borghi vd. 2016).



Şekil 2.7 Soğuk stresi altında bitki tepkilerinin düzenlenmesinde görev alan fitohormonlar ve rolleri (Raza vd 2023)

Son zamanlarda bitki hormon ailesine dahil edilen bir diğer hormon ise lipid türevi bir sinyal molekülü olan jasmonik asittir (JA). Bu hormon büyüme, üreme, fotosentez ve bunların yanı sıra abiyotik ve biyotik stres yanıtları da dahil olmak üzere bitkilerde bir dizi işlevin düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Bhatla vd. 2023). Düşük sıcaklık stresi, birçok sekonder metabolitin üretimini uyarak JA ile ilişkili genleri

düzenleyebilmektedir. Örneğin, *Artemisia annua* bitkisi soğuk stresine maruz bırakıldığında endojen JA'nın artması sonucunda artemisinin biyosentezinde bir artış olduğu belirlenmiştir (Liu vd. 2017).

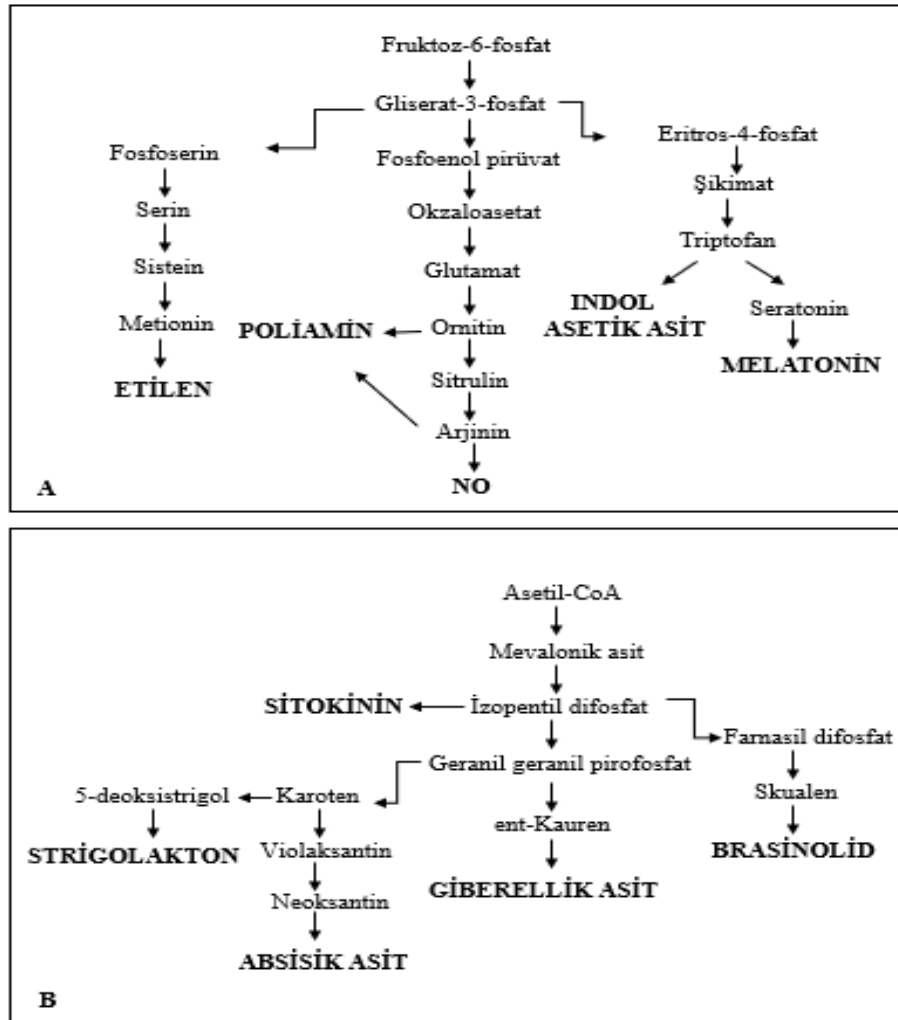
Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde görev alan Brassinosteroidler, ilk olarak *Brassica napus* bitkisinin poleninde keşfedilmiştir. (Mitchell 1970). Bitkilerden doğal olarak oluşan polihidroksi steroidal bir hormon olan brassinosteroidler oksin, gibberellin gibi fitohormonlar ve stres sinyal molekülleri ile sinerji içinde çalışmaktadır (Fujioka ve Shikura 1997, Bishop ve Koncz 2002, Fan vd. 2012, Fang vd. 2019, Lin 2020). Bitkilerde yaygın olarak bulunan brassinosteroidler bitkilerin kök, vasküler kambium, yapraklar, sürgünler, polen, meyve, tohum ve çiçek gibi farklı kısımlarında bulunmaktadır (Bajguz ve Piotrowska-Niczyporuk 2014). Brassinosteroidler bitkilerde hücre bölünmesi (Singh ve Savaldi-Goldstein 2015, Wang vd. 2020) kök (Planas-Riverola vd. 2019) ve sürgün gelişimi (Bajguz vd. 2020), tohum çimlenmesi (Zadvornova vd. 2005), fotomorfogenez (Nolan vd. 2020), polen ve polen tüpü gelişimi (Vogler vd. 2014), ksilem oluşumu (Saito vd. 2018, Lee vd. 2019) ve hipokotil uzaması (Oh vd. 2014) gibi anatomik ve fizyolojik olayları düzenlemektedir.

Giberellinler, plastidlerde terpenoid yoldan sentezlenen tetrasiklik diterpenoid asitlerdir (Şekil 2.8). Giberellinler bitki büyümesi ve gelişimini hemen hemen tüm aşamalarında yer almasına rağmen bu hormonlar özellikle tohum çimlenmesi, yaprak genişlemesi, çiçeklenme ve gövde uzamasında görev almaktadır (Archard vd. 2009).

Bitkilerde oksin, sitokinin ve giberellin gibi büyümeyi teşvik eden hormonların aksine büyümeyi inhibe edici özelliğe sahip hormonlar da bulunmaktadır (Morsünbül vd. 2010). ABA, bitki büyümesini engelleme ve yaprak dökülmesini teşvik etmesiyle bilinen bir fitohormondur. Son zamanlarda yapılan çalışmalar ABA'nın bitkilerde büyüme ve gelişme süreçlerinin düzenlenmesinde de görev aldığını göstermektedir Nemhauser vd. 2006). Çiçeklenme, tohum çimlenmesi, tohum dormansisi, embriyo morfogenez, stoma kapanması ve stoma açılması gibi birçok fizyolojik süreçte etkili bir şekilde rol oynamaktadır (Dar vd. 2017). ABA kökler hariç hemen hemen her bitki hücresinde sentezlenmektedir (Baktır 2010). Ayrıca, düşük sıcaklık, kuraklık ve tuzluluk gibi farklı

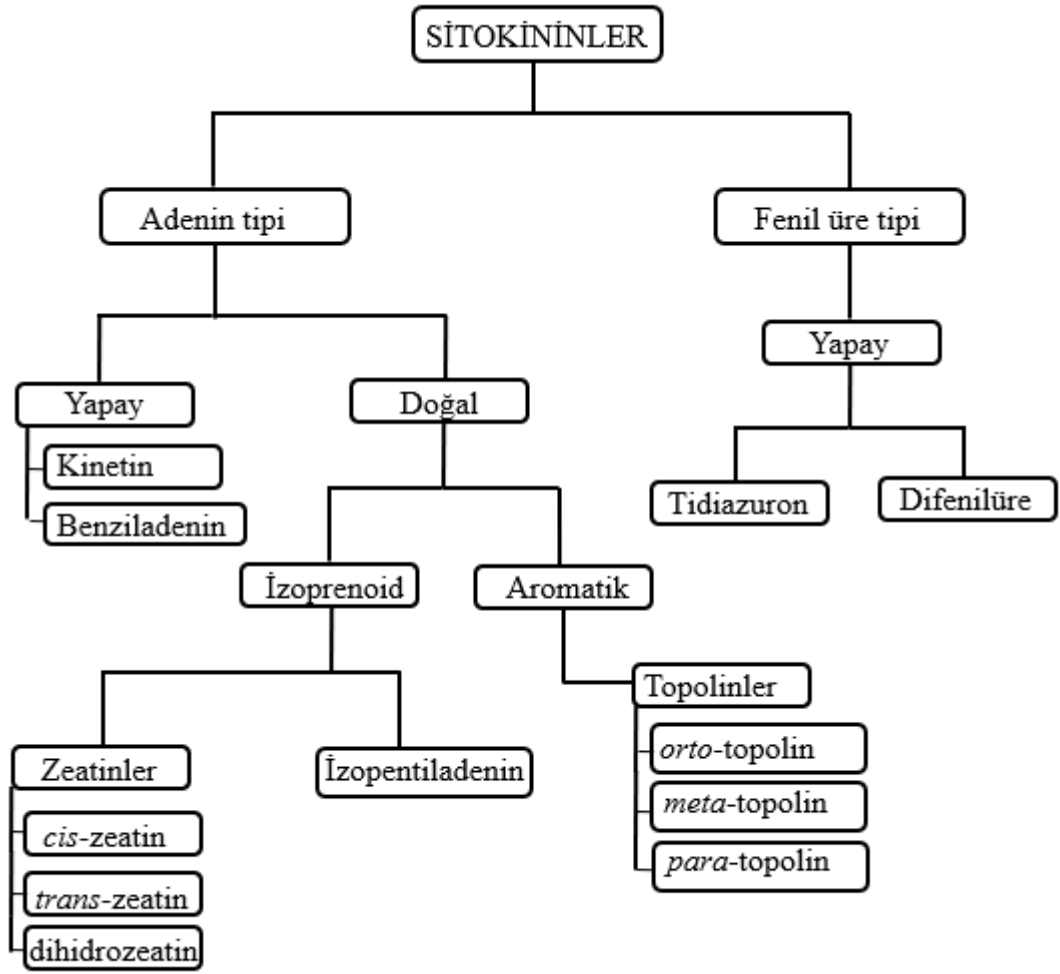
stres faktörlerine karşı toleransın artırılmasında bir sinyal molekül olarak görev almaktadır.

Etilen hem büyümeyi hem de yaşlanmayı düzenleyen, gaz formunda olan, hidrokarbon yapıda bulunan ve metiyonin aminoasitinden türevlenen çok işlevli bir fitohormondur. Konsantrasyonu, uygulama süresi ve bitki türü gibi faktörlere bağlı olarak büyüme ve yaşlanma süreçlerini teşvik eder veya engeller (Khan vd. 2008). Bitkiler tarafından sentezlenen etilen çimlenme, meyve olgunlaşması, yaşlanma ve hücre uzaması gibi büyüme, gelişme ve üremeyi kontrol eden çeşitli işlevlere sahip olmanın yanı sıra tuzluluk gibi çeşitli streslere verilen tepkileri de etkilediği bilinmektedir (Hao vd. 2021).



Şekil 2.8 Başlıca bitki büyüme düzenleyicilerinin biyosentez basamakları. A: amino asitten türevlenen bitki büyüme düzenleyicileri, B: İzoprenoid yoldan sentezlenen bitki büyüme düzenleyicileri (Bhatla ve Lal 2023)

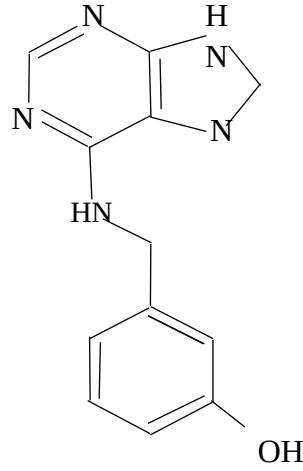
Sitokininler, çiçek ve meyve gelişimi, bitki patojen etkileşimleri, tohum çimlenmesi, embriyo gelişimi, floem gelişimi, kloroplast gelişimi, damar gelişimi, yaprak yaşlanması (Wang vd. 2019) ve apikal baskınlık gibi bitki fizyolojisi ve gelişiminin hemen hemen her alanında yer alan temel düzenleyicidirler (Akhtar vd. 2020). Ayrıca sitokininler diğer fitohormonlarla özellikle oksinle birlikte hareket ederek hücre bölünmesini ve farklılaşmasını etkileyerek hücre çoğalmasını düzenlemektedir (Chandler ve Werr 2015, Zürcher ve Müller 2016). Yaprak hücresi bölünmesinin yanı sıra hücre genişlemesini düzenleyerek yaprak boyutunu da kontrol etmektedir (Volkenburgh 1999, Brock 1993). Sitokininler hem köklerde hem de sürgünlerde sentezlenen ve hem kısa hem de uzun mesafeli olarak taşınabilen hormonlardır (Miyawaki vd. 2004, Hirose vd. 2008). Köklerden sürgünlere trans-zeatin ribosid formunda ksilem aracılığıyla taşınırken sürgünlerden köklere izopentil adenin formunda floem aracılığıyla (simplastik bağlantı yoluyla) taşınmaktadır (Hirose vd. 2008, Kudo vd. 2010). Tüm bunlara ek olarak sitokininler düşük-yüksek sıcaklık, kuraklık ve tuzluluk gibi streslere yanıtta hayati öneme sahiptir. (Argueso vd. 2009). Sitokininler adenin ya da fenilürenin türevi fitohormonlardır (Savelieva vd. 2018). Bitkilerde fenilüre türevleri (tidiazuron, forklorofenuron ve difenilüre) (Kapchina-Toteva vd. 2000) veya adenin türevleri içeren yapay sitokininler ve adenin türevleri içeren doğal sitokininler olmak üzere iki çeşit sitokinin bulunmaktadır (Sakakibara vd. 2006, Liu vd. 2020) (Şekil 2.9). Fenilüre türevi sitokininler bitkilerde bulunmamakta ve adenin türevi sitokininler ise doğal sitokininlerdir (Taiz ve Zeiger 2010). Doğal sitokininler (endojen sitokininler) yapılarında bulunan yan zincirlerinin izoprenoid veya aromatik olmasına bağlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. İzoprenoid yan zincire sahip doğal sitokininler bitkilerde daha yaygın ve bol olarak bulunan dihidrozeatin, zeatinler ve N⁶- izopenteniladenin iken aromatik yan zincire sahip sitokininler sadece kavak ve tütün gibi bazı bitki türlerinde bulunan N⁶- benziladenin ve (orto- mezo) topolinlerdir. İzoprenoid sitokininlerin bitkilerdeki asıl görevi hücre döngüsünün devamına katılmak iken aromatik sitokininler morfogenez ve yaşlanma gibi gelişimsel süreçlerde daha büyük bir etkiye sahiptir (Zalabák vd. 2013). Bitkilerde ilk keşfedilen doğal sitokinin *Zea mays* bitkisinden elde edilen izoprenoid türevi trans zeatin iken ilk keşfedilen sentetik sitokinin ise aromatik yapıda bulunan kinetindir (Plihalova vd. 2016). Sentetik sitokininler terpenoid yoldan sentezlenen kinetin, 6-benzilaminopurin ve benziladenindir (Savelieva vd. 2018, Liu vd. 2020).



Şekil 2.9 Sitokinin türevi fitohormonlar (Mok ve Mok 2001, Keshishian vd. 2015)

Adenin tipi sitokininlerden N^6 -pozisyonunda izoprenoid veya aromatik yan zincir ile değiştirilen ya da altıncı amino grubunun, ikinci karbon atomunun ve dokuzuncu nitrojen atomunun değiştirilmesiyle farklı sitokininler elde edilebilmektedir (Mok ve Mok 2001).

2.5 Meta-Topolin



Şekil 2.10 *Meta*-topolinin kimyasal yapısı (Grzegorzczuk-Karolak vd. 2020)

Meta-topolin (6- [3-hidroksilbenzil-amino] purin) (*mT*) ilk olarak 90'lı yıllarda kavak yapraklarından izole edilen ve doku kültürü çalışmalarında oldukça ilgi gören bitkilerde doğal olarak bulunan aromatik bir sitokininidir (Şekil 2.10) (Strnad 1997). *Meta*, *orto* ve *para*-topolin hem kimyasal olarak hem de biyolojik aktivite spektrumlarıyla izoprenoid sitokininlerden ayırt edilebilen doğal aromatik sitokininleri oluşturmaktadır (Jaworek vd. 2020).

mT'nin *in vitro* ortamda gelişen bitkilerin gelişmiş sürgün ve kök sistemine sahip olmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Nowakowska vd. 2020, Shekhawat vd. 2021). Ayrıca geleneksel sitokininlere kıyasla daha hızlı yer değiştirebilme özelliğine sahip olması doku kültürü çalışmaları sırasında meydana gelebilecek anatomik ve fizyolojik bozuklukları azaltarak büyüme ve gelişmeyi destekleyici etki göstermektedir (de Souza vd. 2019, Manokari vd. 2021) Doku kültürü çalışmalarında sağladıkları faydalara rağmen sitokininlerin yüksek konsantrasyonlu ve uzun süreli uygulanması bazı anatomik bozukluklara yol açarak mikro çoğaltmayı sınırlandıran stres koşullarına yol açabilmektedir (Razani vd. 2019). Manokari vd (2021) *in vitro* ortama *mT* ve α -naftalin asetik asiti besiyeri içine ilave edilmesi ile yaprakların epidermal hücreleri, klorofil miktarı ve mezofil dokusunun farklılaşması gibi anatomik özelliklerin gelişimine katkıda bulunarak *in vitro* kaynaklı oluşabilecek morfolojik anormallik riskinin azaltılmasında etkili olduğunu bildirmiştir (Manokari vd. 2021). *mT* içeren *in vitro* ortamda yetiştirilen

Daphne mezereum bitkisinde, benzilaminopürin (BAP) içeren ortamda yetiştirilene göre daha düşük miktarda H₂O₂ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Nowakowska vd. 2020). Bir diğer çalışmada, *Corylus colurna* bitkisi hem BAP hem de *mT* içeren kültür ortamlarında yetiştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre *mT* içeren ortamda yetişen bitkilerde daha az H₂O₂ miktarı ve daha yüksek klorofil miktarı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, *mT* içeren *in vitro* ortamda yetişen eksplantların sitokinin içeren ortamda yetişenlere göre daha az oksidatif strese maruz kaldığını göstermektedir (Gentile vd. 2017). *mT*'nin BAP kullanımıyla oluşan olumsuz etkileri hafifletmekte veya azalmakta ve sürgün gelişiminde daha etkili olduğunu göstermiştir (Amoo vd. 2014).

Topolinlerin kimyasal olarak, adeninin N⁶- pozisyonuna bağlı hidroksillenmiş bir benzil halkasından oluşması diğer sitokinelere göre daha etkili ve aktif olmasına, bitki dokularında hızlı yer değiştirmesine ve toksik olmayan dönüştürülebilir formda depolanmasına olanak sağlamaktadır (Aremu vd. 2012a, Krishna Vrundha vd. 2021). *mT* farklı bitki türlerinde tanımlanan (Strnad 1997, Beyl 2011), kimyasal olarak aromatik halkası üzerinde meta pozisyonunda fazladan bir -OH grubu bulundurmasıyla BAP' dan ayrılan (Werbrouck 2021), doğal olarak oluşan aromatik bir sitokininidir (Strnad 1997, Beyl 2011). Meta formunda olan topolinler, birtakım fizyolojik bozukları tolere etmek, bitki büyüme ve gelişmesini artırmak gibi yeteneklerinden dolayı popüler olarak kullanılmaktadır (Aremu vd. 2012b). *Huernia hystrix* bitkisinde, besiyerine ilave edilen *mT*'nin BA uygulamasına göre daha yüksek miktarda sekonder metabolit üretimi sağladığı belirlenmiştir (Amoo vd. 2013).

Sitokinin türevlerinin kimyasal yapısında bulunan, benzil halkası üzerindeki fonksiyonel grupların konumu bu maddelerin biyolojik aktivitelerini büyük oranda etkilemektedir (Szüćová vd. 2009). Örneğin hidroksil grubunun meta pozisyonunda olması 6-(2-metoksibenzilamino) pürin, *orto*-metoksitopolin, 6-(3-metoksibenzilamino) pürin, *meta*-topolin tetrahidropiran-2-il, *meta* metoksitopolin ve bunların 9-b-D-ribofuranosil türevlerinin sentezlenmesine yol açmaktadır (Aremu vd. 2012c). *Metoksi*-topolinlerden bazıları özellikle *orto* ve *meta*-metoksitopolinler çok daha fazla antisenesens aktiviteye sahiptir (Szüćová vd. 2009).

Palavan- Ünsal vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, *mT*'nin buğday yapraklarında klorofil parçalanmasını önleyerek toplam klorofil kaybını azalttığı, proteinlerin parçalanmasını ve toplam nitrojen kaybını önlediği, yaşlanmayı geciktirdiği ve peroksidaz düzeyini artırdığı tespit edilmiştir.

Salatalık kotiledonlarına *mT*, zeatin, benziladenin ve kinetin uygulaması yapılan bir çalışmada, çimlenme sırasında çözünebilir protein miktarında artış olduğu ve *mT*'nin BAP, zeatin ve kinetine göre protein miktarının iki kat artırdığı tespit edilmiştir (Cağ vd. 2003). Holub vd. (1998) *trans*-zeatinin en yüksek antisenesens aktiviteye sahip olduğunu ve bunu *mT*'nin izlediğini belirtmiştir. BAP ve kinetin'in benzer aktiviteye sahip olduğu ancak her iki bileşiminde *trans*-zeatin ve *mT*'den daha az antisenesens aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir. Buna karşılık orto-topolin ve cis-zeatinin antisenesens aktiviteye sahip olmadığı veya çok düşük etkisi olduğunu rapor etmiştir (Hönig vd. 2018).

mT ve türevlerinin mikro çoğaltma endüstrisindeki kullanımı çeşitlik bitki türlerinde sürgün çoğalması, köklenmesi, fotosentetik enzim aktivitesi, sekonder metabolit üretimi ve antioksidan enzim aktivitesini uyarmada oldukça etkili olduğu için küresel çapta giderek artmaktadır.

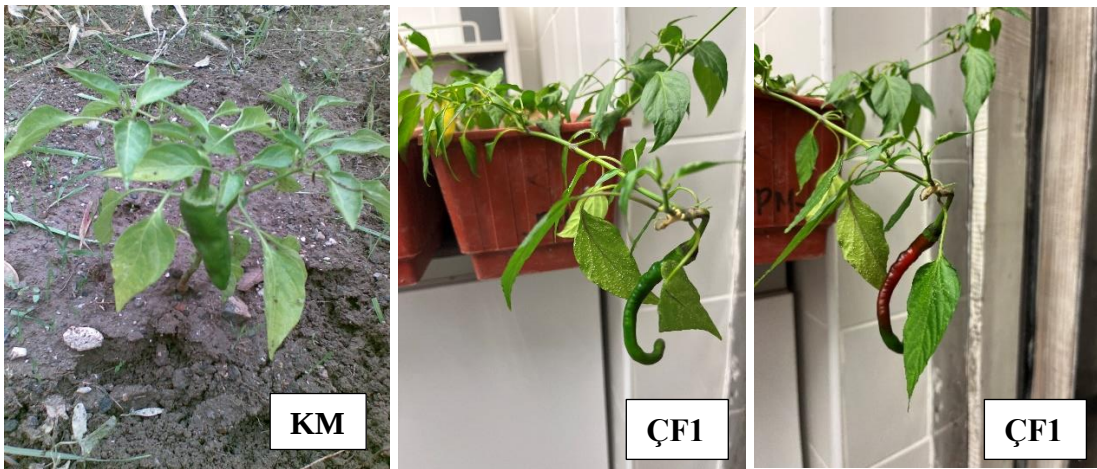
3. MATERİYAL ve YÖNTEM

Araştırma Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü – Bitki Fizyolojisi: çimlendirme kabini, bitki yetiştirme odası – iklim (Digitech) ve soğuk stresi uygulaması için soğuk oda (Digitech) koşullarında yetiştirilen materyallerden alınan numuneler ile gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon ve analiz işlemleri A.Ü. Biyoloji bölümü bitki fizyoloji araştırma laboratuvarlarında (Enstrüman Lab ve Ekstraksiyon Lab.), anatomik çalışmalar ise EM preparasyon ve araştırma mikroskop Lab.’da yürütülmüştür.

3.1 Materyal

3.1.1 Bitkisel materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak olan soğuğa duyarlı (Kahramanmaraş-1, KM-1) ve soğuğa dayanıklı (Çoban F1, ÇF1) biber çeşitleri kullanılmıştır (Anonim 2024). Kahramanmaraş biber çeşidi Doğu Akdeniz geçit kuşağı tarımsal araştırma istasyonu müdürlüğünden (KM-1) temin edilmiş, ÇF1 biber çeşidi ise Yüksel tohum tarım sanayi ve ticaret anonim şirketinden (Antalya) temin edilmiştir. ÇF1 biber çeşidi, kıl sivri biber, soğuğa toleransı yüksek, çok erkenci, verimli bir çeşittir. KM-1 biber çeşidi ise meyveleri konik yapılı acı biber çeşididir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 KM-1 ve ÇF1 biber çeşitleri

3.1.2 Bitkilerin yetiştirilmesi

Tohumlar % 0.75 sodyum hipoklorürde 1-2 dakika bekletildikten sonra steril su ile iyice yıkanarak yüzeysel sterilizasyonu yapılmıştır. Tohumlar 3 gün steril su içerisinde 25° C’de şişmeye bırakılmıştır. Tohumlar kum, perlit, gübre, toprak ve torf (1:1:2:2:3) içeren toprak kaplara aralarında boşluk olacak şekilde açılan deliklere her deliğe 3’er adet tohum olacak şekilde ekilmiştir.



Şekil 3.2 Çimlendirilen tohumlardan gelişen KM-1 ve ÇF1 biber fideleri

Günaşırı sulanarak çimlenmeye bırakılmış (Şekil 3.2) tohumlardan gelişen fideler 3-4 gerçek yapraklı (Şekil 3.3) evreye geldiklerinde içlerinde eşit büyüme gösterenler seçilmiş ve her yuvada bir fide olacak şekilde saksılarda seyreltme yapılmıştır (Şekil 3.3).



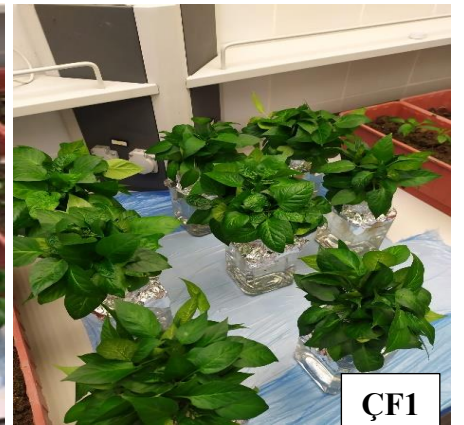
Şekil 3.3 3-4 yapraklı evreye gelen KM-1 ve ÇF1 fideleri

Sera şartlarında yetiştirilen ve iki aylık süre sonunda 6-7 yapraklı evreye erişen fideler (Şekil 3.4) hasat edildikten sonra kökleri 1-2 dakika %0,75’lik sodyum hipoklorürle dezenfekte edilip distile su ile yıkanmıştır.



Şekil 3.4 6-7 yapraklı evreye gelen KM-1 ve ÇF1 fideleri

Bitkiler ağız alüminyum folyo ile kapatılmış içlerinde 400 ml su kültürüne (tam Hoagland) çözeltisi (pH:6) bulunan 500 ml 'lik cam şişeler içine yerleştirilip, pamuk ile desteklendikten sonra, uygulama öncesi değişen ortam koşullarına uyum sağlaması için 3 gün $22\pm3^{\circ}\text{C}$, %60 nem, 14 saat ışık periyodunda bitki yetiştirme odasına bırakılmışlardır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Uygulama öncesi Hoagland çözeltisine alınan 6-7 yapraklı biber fideleri

Strese maruz bırakılmadan önce, şişeden pamukları alınarak çıkarılan biber fidelerine, fidelerin her yerine eşit miktarda püskürtme yapılmasına dikkat edilerek kontrol gruplarına % 0.1 tween-20 içeren distile su ve diğer gruplara % 0.1 tween-20 içeren 0.1, 0.25 ve 0.50 mM konsantrasyonlarında *mT* ile püskürme işlemi yapılmış ve bitki yetiştirme odasında büyümeye bırakılmıştır. Uygulamadan 3 gün sonra fideler 4° C ve 25° C (kontrol) sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Sıcaklık uygulamalarını takiben 0., 24., 48. ve 60. saatlerde yaprak örnekleri alınmış sıvı azottan geçirildikten sonra analize kadar -80° C 'de saklanmıştır. Anatomik çalışmalar için yaprak örnekleri % 70'lik alkolde korumaya alınmış ve analize kadar buzdolabında saklanmıştır.

3.2 Anatomik Parametreler

3.2.1 Yaprak ayasında ortalama yaprak kalınlığı (µm)

Biber yapraklarından enine kesit alabilmek amacı ile parafin yöntemi kullanılmıştır (Algan 1981). %70'lik alkol içerisinde çıkarılan bitki örnekleri fazla miktarda su içermektedir. Bu suyun bitki dokularından uzaklaştırılabilmesi için örnekler sırası ile %80, %96 ve %100'lük alkol serilerinden geçirilerek dehidrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra örnekler hem alkol hem de parafin ile karışabilir olma özelliği kazandırmak amacıyla örnekler değişen oranlarda ksilol ve alkol içeren serilerde (sırasıyla; 3alkol:1ksilol, 1alkol:1ksilol: 3 ksilol:1alkol ve saf ksilol) 1'er saat bekletilerek yarı şeffaf (parafinle karışabilir) hale getirilmiştir. Böylece örnekler parafinin dokulara nüfuz etmesine hazır hale gelmiştir. Son olarak saf ksilol içerisinde bekleyen örnekleri parafine doyurabilmek amacıyla örnekler 48 saat boyunca 25°C'de parafin eklenmiş, ardından 48 saat boyunca 35-40°C' ye ayarlanmış etüvde parafin eklemeye devam edilmiştir. Parafinle doymuş hale getirilen örnekler 60°C'ye ayarlanmış etüvde bekletilerek ksilol örneklerden uzaklaştırılmıştır. Tüm bu aşamalardan sonra parafine gömmeye hazır hale getirilen örnekler kesit yönüne dikkat edilerek kalıplara alınmış, trimlenerek tahta bloklara yapıştırılmış ve böylece bitki örnekleri kesit almaya hazır hale getirilmiştir. Leica SM2000R marka kızaklı mikrotom aracılığıyla bitki örneklerinden 10–12 µm kalınlığında enine kesitler alınmıştır. Alınan kesitler albümin gliserin ile lam üzerine yapıştırılmış ve parafinin erimesi için örnekler 60°C'ye ayarlanmış etüvde

bekletilmiştir. Kesitler parafinden tamamen arındırılabilmek amacıyla 48 saat boyunca ksilolde bekletilmiş, Safranin ve Fast green ikili boyama işleminden sonra alkol ve ksilol serilerinden geçirilerek, Kanada balzamu ile kapatılmış ve iki hafta kuruması beklendikten sonra Leica application suite (LAS) v3.4 programı kullanılarak görüntülenmiş ve yaprak kalınlığı ölçümü yapılmıştır.

3.2.2 Yaprak alt-üst yüzeyinde mm²'deki stoma (sayısı) yoğunluğu

Tez kapsamındaki tüm gruplarda [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)], mm²'deki stoma yoğunluğunu (sayısını) belirlemek amacıyla %70'lik etil alkol içerisinde bulunan biber yapraklarının alt ve üst yüzeyinden üç tekrarlı olacak şekilde yüzeysel kesit alınmıştır. Kesitler Leica application suite (LAS) v3.4 programı kullanılarak görüntülenmiş ve sayım işleri yapılmıştır.

3.2.3 Yaprak alt-üst yüzeyinde mm²'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu

Tez kapsamındaki tüm gruplarda [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)], mm²'deki epidermis hücre yoğunluğunu (sayısını) belirlemek amacıyla %70'lik etil alkol içerisinde bulunan örneklerin alt ve üst yüzeyinden üç tekrarlı olacak şekilde yüzeysel kesit alınmıştır. Kesitler Leica application suite (LAS) v3.4 programı kullanılarak görüntülenmiş ve sayım işleri yapılmıştır.

3.2.4 Yaprak alt-üst yüzeyinde stoma indeksi ve stoma indeks oranı

Tez kapsamındaki tüm gruplarda [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)], mm²'deki stoma yoğunluğu (sayısı), mm²'deki epidermis hücre yoğunluğu (sayısı), stoma indeksi ve stoma indeks oranlarını belirlemek amacıyla %70'lik etil alkol içerisinde bulunan biber yaprağının alt ve üst yüzeyinden üç tekrarlı olacak şekilde yüzeysel kesit alınmıştır. Kesitler Leica application suite (LAS) v3.4 programı kullanılarak görüntülenmiş ve sayım işleri yapılmıştır. Stoma indeksi ve stoma indeks oranları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

Stoma indeksi = $[\text{mm}^2 \text{ deki stoma sayısı} / \text{mm}^2 \text{ deki stoma sayısı} + \text{mm}^2 \text{ deki epidermis hücre sayısı}] \times 100$

Stoma indeks oranı = $[\text{üst stoma indeksi} / \text{alt stoma indeksi}]$

3.3 Yaş ve Kuru Ağırlık Analizleri

Yaş ve kuru ağırlık analizi Baltepe'ye vd. (1982) göre belirlenmiştir. Deney gruplarındaki bitkilerin yaprakları tüm uygulamaların sonunda 5 tekrarlı (n=5) olacak şekilde tartılarak yaş ağırlık (g^{-1} bitki) belirlenmiştir. Yaş ağırlığı belirlenen örnekler 80°C 'ye ayarlanmış etüvde 2 gün boyunca kurutulmuş ve kuruyan örneklerin ağırlıkları yeniden tartılarak kuru ağırlıkları (g^{-1} bitki) belirlenmiştir.

3.4 Yapraklarda İyon Sızıntısı Oranın Belirlenmesi

Tüm deney gruplarına ait yaprak dokularındaki iyon sızıntısı oranı Redmann'nin vd. (1986) metoduna göre analiz edilmiştir. Tüm gruplara ait 3 adet 5-6 yapraklı bitki örneğinin taze yapraklarından alınan (her yapraktan bir adet olmak üzere) aynı büyüklükte ($R=0.5$ cm) 5'şer adet yaprak diski üç tekrarlı (toplam 15 adet yaprak diski) olacak şekilde 10 ml distile su içeren falkon tüplere koyulmuştur. Falkon tüpleri 24 saat 100 rpm'de çalkalanmış ve tüpteki çözelti spektrofotometrede 280 nm'de ölçülmüştür (A_{280}). Daha sonra sudan çıkarılan yaprak diskleri 20 dk sıvı azotta bekletilmiş ve bu süre sonunda aynı sıvı içerisinde yaprak diskleri tekrar 24 saat 100 rpm'de çalkalanmış ve ardından tüplerdeki sıvının tekrar spektrofotometrede 280 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür (A'_{280}). İyon sızıntısı aşağıdaki formülden yararlanarak hesaplanmıştır.

İyon sızıntısı oranı = A_{280} / A'_{280}

3.5 Yapraklarda Nispi (Oransal Su İçeriği) ve Gerçek Su İçeriğinin Tayini

Yaprak dokularındaki oransal su içeriği ve gerçek su içeriği Farrant'a vd. (2000) göre belirlenmiştir. Tüm gruplara ait 3 adet 5-6 yapraklı bitki örneğinin taze yapraklarından alınan (her yapraktan üç adet olmak üzere) 15'şer adet aynı büyüklükte ($R=0.5$ cm)

yaprak diski üç tekrarlı olacak şekilde (toplam 45 adet) tartılarak (yaş ağırlık) 5 ml distile su içeren falkon tüplerine koyularak oda sıcaklığında 24 saat çalkalanmış ve turgor durumundaki bitkilerin tekrar ağırlıkları tartılmıştır (turgor ağırlığı). Bitki örnekleri 80 °C'ye ayarlanmış etüvde iki gün kurutulmuş ve kuruyan örneklerin ağırlıkları (kuru ağırlık) tartılarak belirlenmiştir. Yaprak dokularındaki oransal su içeriği ve gerçek su içeriği aşağıdaki formüller kullanılarak % olarak hesaplanmıştır.

Nispi su içeriği (%) = (yaş ağırlık – kuru ağırlık) / (turgor ağırlığı – kuru ağırlık) × 100

Gerçek su içeriği (%) = (yaş ağırlık – kuru ağırlık) / yaş ağırlık × 100

3.6 Yapraklardaki Pigment İçeriklerinin Belirlenmesi

3.6.1 Klorofil ve karotenoid içeriklerinin belirlenmesi

Fotosentetik pigmentler klorofil ve karotenoid tayini Porra vd. (1989) ve Lichenthaler'e vd. (1987) göre belirlenmiştir. 0,1 g taze yaprak örneği %80'lik aseton içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenizat 2500 rpm'de oda sıcaklığında 10 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatantın absorbansı spektrofotometrede 664, 647 ve 470 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar µg/ml olarak ifade edilmiştir.

Klorofil a: $[(12,25 \times A^{664}) - (2,55 \times A^{647})]$

Klorofil b: $[(20,31 \times A^{647}) - (4,91 \times A^{664})]$

Klorofil a+b: $[(17,76 \times A^{647}) + (7,34 \times A^{664})]$

Karotenoid (x+c): $[(1000 \times A^{470}) - (1,9 \times \text{klorofil a}) - (63,14 \times \text{klorofil b})] / 214$

3.6.2 Antosiyanin İçeriğinin Belirlenmesi

Antosiyanin tayini Mancinelli'ye (1975) göre belirlenmiştir. Homojenizatlar +4 °C'de 1 hafta karanlıkta bekletilmiş ve absorbansları 530 ve 637 nm dalga boylarında spektrofotometrede ölçülmüştür. Antosiyanin içeriği aşağıdaki formülden yararlanılarak

hesaplanmıştır ve A530 birimi olarak ifade edilmiştir.

$$A = (A_{530} - A_{657}/3)$$

3.6.3 Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi

Yapraklardaki flavonoid miktar tayini Zhishen vd. (1999) ve Zou'a vd. (2004) göre belirlenmiştir. Absorbans 510 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. Flavonoid içeriği quercetin'in farklı konsantrasyonları kullanılarak oluşturulan standart eğri kullanılarak hesaplanmış ve 0.1 g yaprak örneği için flavonoid miktarı ppm olarak verilmiştir.

3.7 DPPH (1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil) Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Ölçümü

Yapraklardaki DPPH radikal süpürücü kapasite Blois'e (1958) göre tespit edilmiştir. 0,1 g yaprak örneği metanol ile homojenize edildikten sonra süpernatant 0,1 mM DPPH ile reaksiyona sokulduktan sonra 517 nm'de spektrofotometre absorbans ölçümü yapılmıştır. DPPH radikalini süpürme aktivitesi reaksiyonu inhibe etme yüzdesi şeklinde ifade edildi.

$$\% \text{ DPPH} = \left(\frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \right) \times 100$$

A kontrol: Reaksiyonunun absorbansı (DPPH solüsyonunun absorbansı)

A örnek: Ekstraktların absorbansıdır.

3.8 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücün (FRAP) Belirlenmesi

İndirgeyici antioksidan kapasite Tundis'e vd. (2013) göre belirlenmiştir. 0.1 g yaprak örneği metanol ile homojenize edilmiş ve süpernatant fosfat tamponu ve %1 K₃Fe(CN)₆ ile inkübe edilmiştir. Karışıma % 10 TCA ilave edilmiş ve 3000 g'de 10 dk

santrifüjlenmiştir. Elde edilen süpernatant distile su ve % 0,1 FeCl₃ ile reaksiyona sokulup 30 dk inkübasyondan sonra spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Reaksiyon karışımının daha yüksek absorbans değeri, daha büyük bir indirgeme gücünün göstergesidir. Ekstraktların FRAP değerleri askorbik asitin (10-175 µg/mL) kalibrasyon eğrisi kullanılarak askorbik asit eşdeğeri (AAE) (µg AAE g⁻¹ TA) olarak ifade edilmiştir.

3.9 Yapraklardaki Malondialdehit (MDA) Miktarının Belirlenmesi

MDA içeriği Heath ve Packer'a (1968) göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. 0,1 g taze yaprak örneği %1' lik trikloroasetik asit (TCA) ile homojenize edilmiş ve elde edilen süpernatant %20 TCA ve %0.5 tiyobarbitürik asit (TBA) ile reaksiyona sokulduktan sonra karışım 95°C'deki su banyosunda inkübe edilmiştir. Karışımın spektrofotometrede 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. MDA içeriği (155 mM⁻¹ cm⁻¹) ekstinksiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{MDA}_{(\text{nmol/gr})} = \frac{\text{Ekstraksiyon (ml)} \times \text{süpernatant (ml)} \times \left(\frac{A_{600} - A_{532}}{155} \right) \times 10^3}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

3.10 Yapraklardaki Hidrojen Peroksit (H₂O₂) İçeriğinin Belirlenmesi

Tüm deney gruplarında bitkilerin yapraklarındaki H₂O₂ ekstraksiyonu Velikova'a vd. (2000) göre belirlenmiştir. 0,1 g yaprak örneği %1 TCA ile homojenize edildikten sonra ekstrakt 10 mM KH₂PO₄, 1M KI ile reaksiyona sokulmuş ve 390 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. H₂O₂ miktarı farklı H₂O₂ konsantrasyonları ile oluşturulan standart eğri kullanılarak hesaplandı.

3.11 Yapraklardaki Total Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi

Protein tayini Bradford'a (1976) göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. 0,1 g yaprak örneği 2-βmerkaptoetanol ve PMSF içeren 50 mM Tris-HCl (pH:6.8) tamponu ile homojenize edilmiştir (Kurkela vd. 1988). Süpernatantın spektrofotometrede 590 nm'de absorbansı ölçülmüştür. Protein miktarı bovin serum albüminin farklı konsantrasyonları kullanılarak oluşturulan standart eğri kullanılarak hesaplanmıştır.

3.12 Yapraklardaki Total Çözünür Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi

Yapraklardaki total fenolik ekstraksiyonu Gayosa'e vd. (2004) göre, total fenolik içeriği ise Singleton vd. (1965)'e göre Folin Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 0,1 g taze yaprak örneği %80'lik metanol ile homojenize edilmiştir. Süpernatanta 750 µl folin reaktifi ve Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek karışım oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Spektrofotometrede (CECIL 5000) 760 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Total fenolik içeriği gallik asit kullanılarak elde edilen standart grafik üzerinden hesaplanmış ve µg/ml⁻¹ TA olarak ifade edilmiştir.

3.13 Yapraklardaki Peroksidaz (POD: EC 1.11.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi

Peroksidaz aktivitesi Lin ve Kao'a (2001) göre belirlenmiştir. Yapraklardan alınan 0,2 g örnek 2 mM EDTA, %1 PVP ve 1 mM fenilsimetilsülfonil florür (PMSF) içeren 100 mmol/L KH₂PO₄ (pH:7) tamponunda homojenize edilmiştir (Zheng vd. 2005). Enzim ekstraktı, 20 mmol/L guaiacol, KH₂PO₄ (pH 7.0) içeren reaksiyon çözeltisi hazırlanmıştır. Reaksiyon H₂O₂'in eklenmesiyle başlatılmıştır. 470 nm'de absorbansdaki artış 1 dakika boyunca spektrofotometrede kaydedilmiştir. Peroksidaz aktivitesi tetraguaiacol'un ekstinksiyon katsayısı (26.6 mM⁻¹cm⁻¹) kullanılarak hesaplanmıştır. Peroksidaz aktivitesinin bir ünitesi oda sıcaklığında 1 dakikada 1µmol tetraguaiacol'un oluşumu için gerekli olan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır ve sonuçlar Ünite g⁻¹ TA olarak verilmiştir.

3.14 İstatiksel Analiz

Denemeler tesadüfî bloklar rastgele deneme deseninde üç tekrarlı olacak şekilde düzenlenmiştir. Kontrol ve diğer tüm uygulama gruplarındaki biber fidelerinin yapraklarından alınan örnekler de üç tekrarlı (n=3) olarak gerçekleştirilen analizler (Klorofil-a ve b, total klorofil , karotenoid, antosiyanin, flavonoid, DPPH (1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil), demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP), malondialdehit (MDA), total çözünür protein, hidrojen peroksit (H₂O₂), total fenolik, peroksidaz özellikleri bakımından), yine üç tekrarlı (n=3) olarak gerçekleştirilen anatomik analizler (yaprak kalınlığı, alt yüzey stoma sayısı, üst yüzey stoma sayısı, alt yüzey epidermis sayısı, üst yüzey epidermis sayısı, alt yüzey stoma indeksi, üst yüzey stoma indeksi, stoma indeks oranı) ve beş tekrarlı (n=5) (yaş ağırlık, kuru ağırlık) olarak gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen veri değerleri faktöriyel düzende varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Faktörlerden çeşit faktörünün KM-1 ve ÇF1 olmak üzere 2 seviyesi, metatopolin (mT) faktörünün 0, 0.1, 0.25, 0.5 olmak üzere 4 seviyesi, sıcaklık faktörünün 4°C ve 25°C olmak üzere 2 seviyesi , saat faktörünün ise 0, 24, 48 ve 60 olmak üzere 4 seviyesi bulunmaktadır. Yapılan varyans analizi sonucunda önemli olan grup ortalamaları **Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi** ile belirlenmiştir. Varyans analizleri **Minitab 17** İstatistik paket programı kullanılarak, Duncan testleri ise **Mstat istatistik** paket programı kullanılarak yapılmıştır.

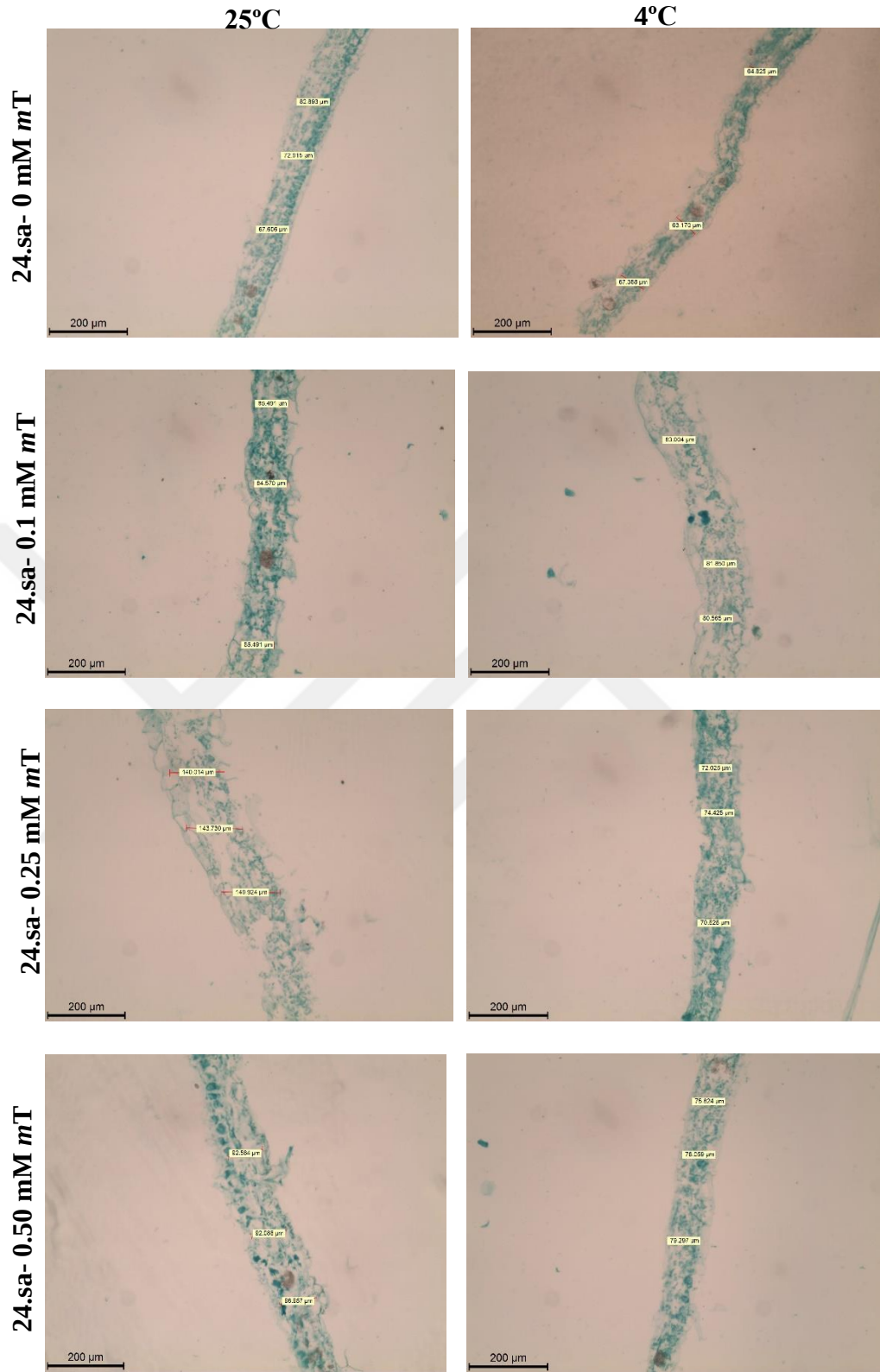
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Anatmik Çalışma Sonuçları

4.1.1 Yaprak ayasında ortalama yaprak kalınlığı (μm) sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama gruplarında [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C , 4°C)] **yaprak ayasında ortalama yaprak kalınlığı** karşılaştırıldığında çeşit x derece x mT konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-1). mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak ayasında ortalama yaprak kalınlığı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.1).

mT ' e maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 25°C ' ye göre 4°C gruplarında yaprak kalınlığında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak kalınlığı uygulamalarının yaprak kalınlığı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında yaprak kalınlığında azalma saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 4.1). 0.25 mM mT maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında yaprak kalınlıklarında yine azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM mT uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında yaprak kalınlıklarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).



Şekil 4.1 KM-1 biber çeşidinin yapraklarından alınan enine kesitler (Görüntüler ışık mikroskopunda 10X objektif kullanarak çekilmiştir)

Çizelge 4.1 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin ortalama yaprak kalınlıklarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Yaprak kalınlığı (μm) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	55,42 ± 0,2 Da2^d	73,79 ± 0,0 Ba2^d	65,83 ± 1,7 Cb2^c	84,81 ± 2,5 Ab2^c
	0.1		132,1 ± 0,6 Aa1^a	85,84 ± 2,2 Da1^c	113,2 ± 1,4 Ba1^b	96,04 ± 1,5 Ca1^b
	0.25		76,02 ± 1,6 Da2^c	144,5 ± 1,9 Aa1^a	117,3 ± 1,1 Ca1^a	134,4 ± 1,0 Ba1^a
	0.50		102,7 ± 0,5 Aa2^b	92,46 ± 0,9 Ba2^b	57,85 ± 0,9 Db2^d	85,86 ± 0,8 Ca2^c
	0	4°C	55,42 ± 0,2 Da2^d	65,74 ± 0,8 Cb2^d	111,6 ± 0,1 Ba1^b	126,1 ± 1,6 Aa2^a
	0.1		132,1 ± 0,6 Aa1^a	81,48 ± 0,5 Db2^a	85,98 ± 2,2 Cb2^d	91,60 ± 0,4 Ba2^b
	0.25		76,02 ± 1,6 Ba2^c	71,87 ± 0,8 Cb2^c	92,64 ± 1,9 Ab1^c	71,20 ± 0,5 Cb2^d
	0.50		102,7 ± 0,5 Ba2^b	77,49 ± 0,8 Db2^b	197,3 ± 1,6 Aa1^a	82,29 ± 0,8 Ca2^c
ÇF1	0	25°C	125,0 ± 1,3 Ca1^c	111,7 ± 0,3 Da1^c	141,4 ± 0,8 Ba1^b	152,1 ± 0,6 Ab1^a
	0.1		92,47 ± 0,9 Ca2^d	72,21 ± 0,9 Db2^d	112,4 ± 0,4 Ab1^c	102,9 ± 0,8 Bb1^c
	0.25		168,5 ± 0,5 Ba1^b	116,7 ± 0,0 Ba2^b	113,8 ± 0,5 Ba2^c	81,41 ± 1,1 Cb2^d
	0.50		185,2 ± 1,2 Ba1^a	185,9 ± 1,0 Ba1^a	243,3 ± 2,6 Aa1^a	113,4 ± 0,9 Ca1^b
	0	4°C	125,0 ± 1,3 Ba1^c	87,54 ± 0,8 Db1^d	113,7 ± 0,6 Ca1^c	173,9 ± 1,4 Aa1^a
	0.1		92,47 ± 0,9 Ca2^d	92,13 ± 0,9 Ca1^c	134,1 ± 1,2 Ba1^a	143,4 ± 0,6 Aa1^b
	0.25		168,5 ± 0,5 Ba1^b	102,7 ± 0,9 Cb1^b	53,46 ± 0,0 Db2^d	174,9 ± 1,3 Aa1^a
	0.50		185,2 ± 1,2 Aa1^a	117,9 ± 1,2 Cb1^a	122,7 ± 0,3 Bb2^b	113,1 ± 0,8 Da1^c

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

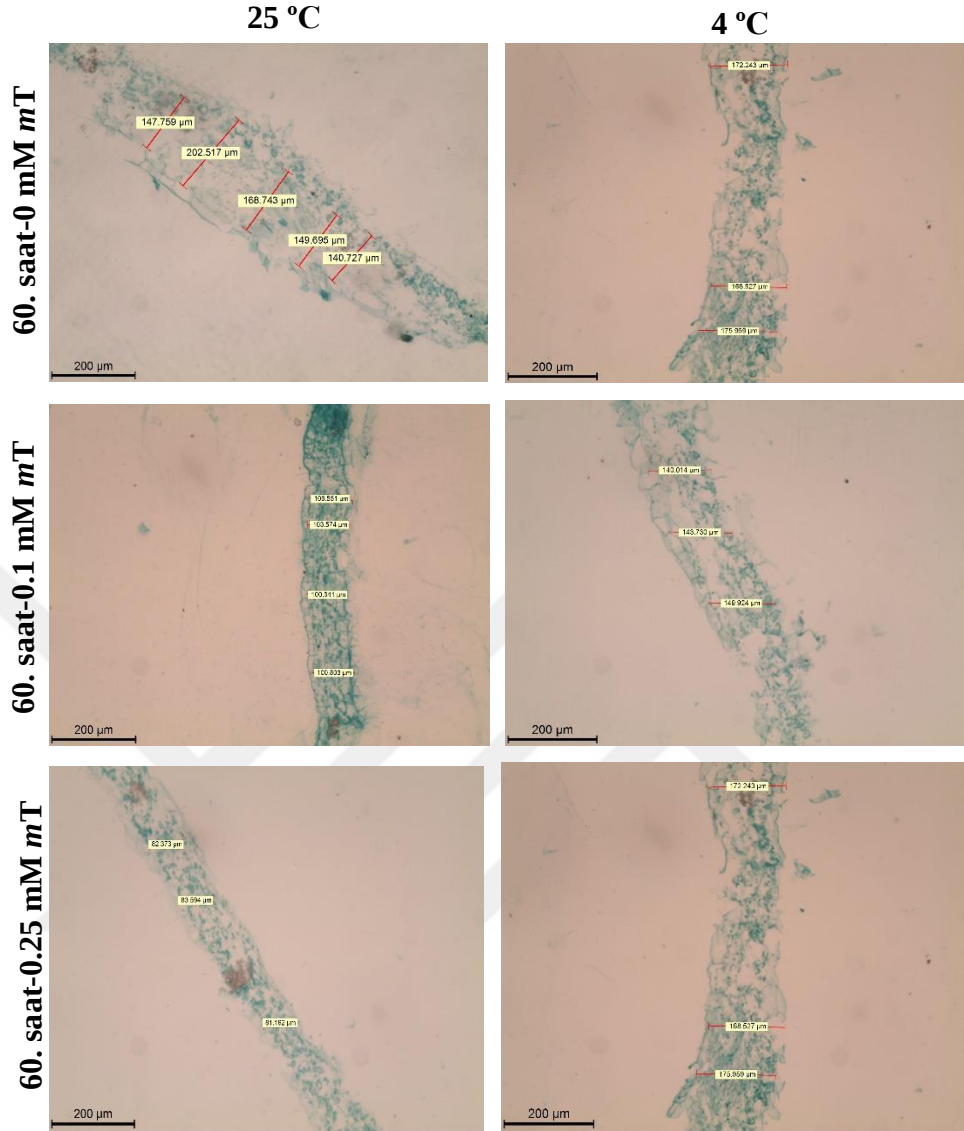
* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak kalınlığı uygulamalarının yaprak kalınlığı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0, 0.1 ve 0.25 mM mT maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4 °C gruplarında yaprak kalınlığında artış saptanmıştır (p<0.05) (Şekil 4.2). 0.1 mM mT maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında yaprak kalınlıklarında yine artış tespit edilmiştir (p<0.05). 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında yaprak kalınlıklarında azalış saptanmıştır (p<0.05).



Şekil 4.2 ÇF-1 biber çeşidinin yapraklarından alınan enine kesitler (Görüntüler ışık mikroskopunda 10X objektif kullanarak çekilmiştir)

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresine uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak kalınlığı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat fidelerinin yaprak kalınlığında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM mT uygulamasında ise soğuk stresi uygulamasında artışla birlikte yaprak kalınlığında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

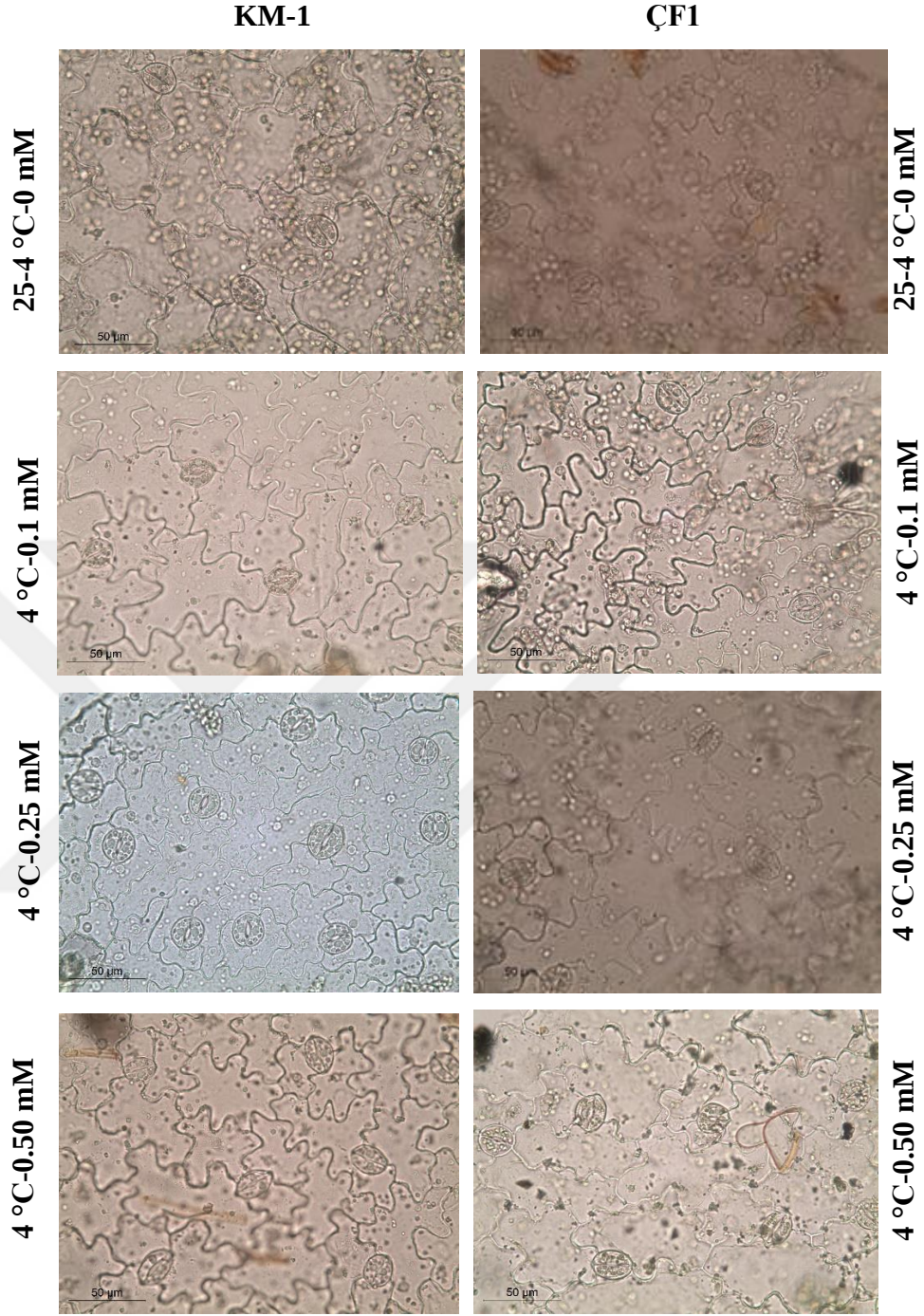
mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve stres uygulaması yapılmış olan biber mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. ve

60. saat gruplarında yaprak kalınlığı birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde yaprak kalınlığında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak kalınlığının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonrasında soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. saat gruplarında, yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde yaprak kalınlığının daha fazla olduğu, 48. saatte ise daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

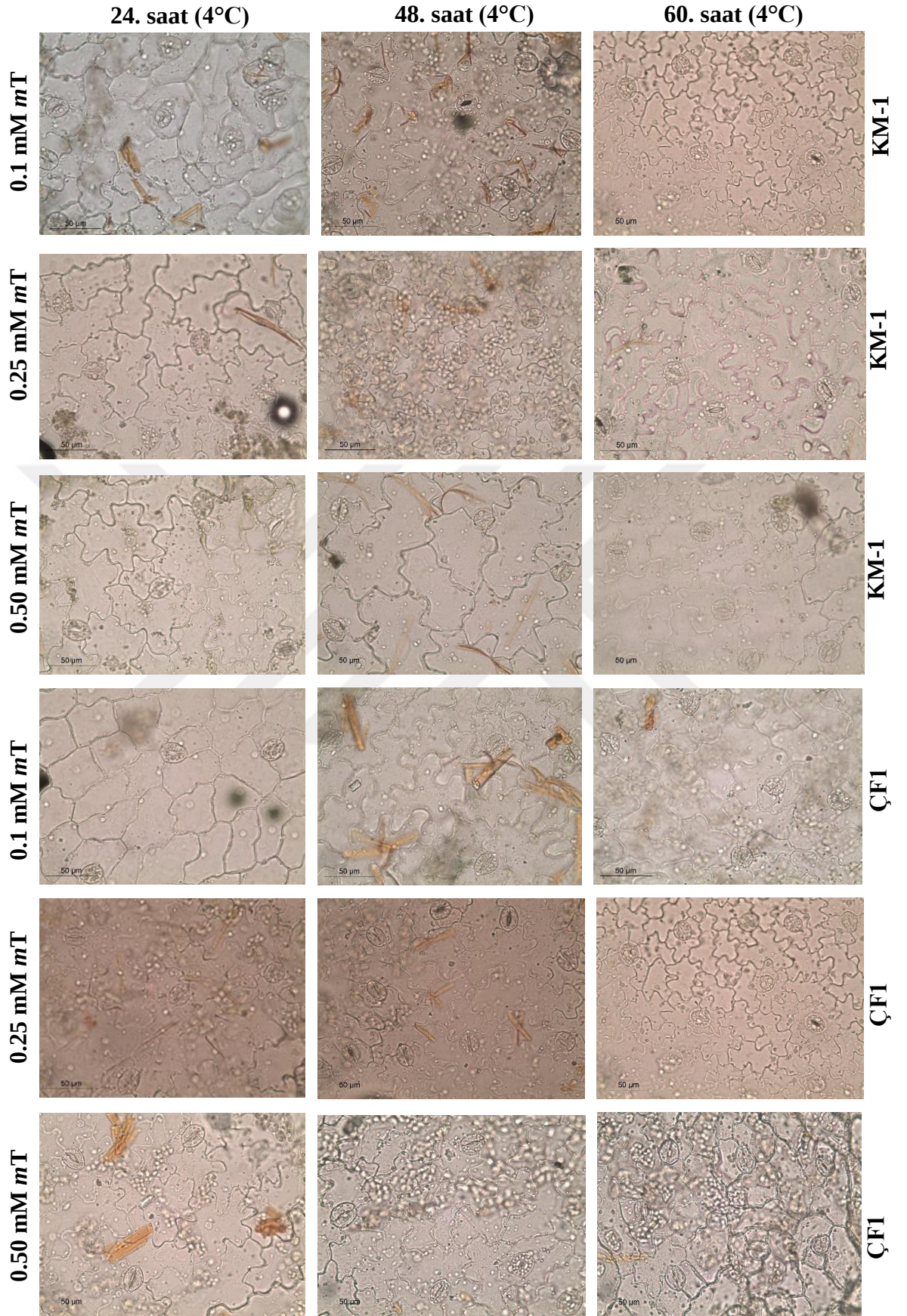
Ayrıca 0.1 mM *mT* e maruz bırakılmış ve soğuk stresine maruz bırakılmamış KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında ÇF1 çeşidinde yaprak kalınlığında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk uygulamasına maruz bırakılmamış KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında yaprak kalınlıkları birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde yaprak kalınlığının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.1.2 Yaprak alt yüzeyinde mm²'deki stoma (sayısı) yoğunluğu sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama gruplarında [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] **yaprak alt yüzeyinde mm²'deki stoma (sayısı) yoğunluğu** karşılaştırıldığında, ortalamalar arasında değişim olmadığı için istatistiksel analiz yapılamamıştır (Ek-2). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak alt yüzeyinde mm²'deki stoma yoğunluğu ölçüm sonuçları çizelge 4.2 ve şekil 4.3-4.4' de verilmiştir.



Şekil 4.3 KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yaprak alt yüzeyinden 0. saatte alınan yüzeysel kesitler (0.05 mm²) (Görüntüler ışık mikroskopunda 40X objektif kullanarak çekilmiştir)



Şekil 4.4 KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yaprak alt yüzeyinden alınan yüzeysel kesitler

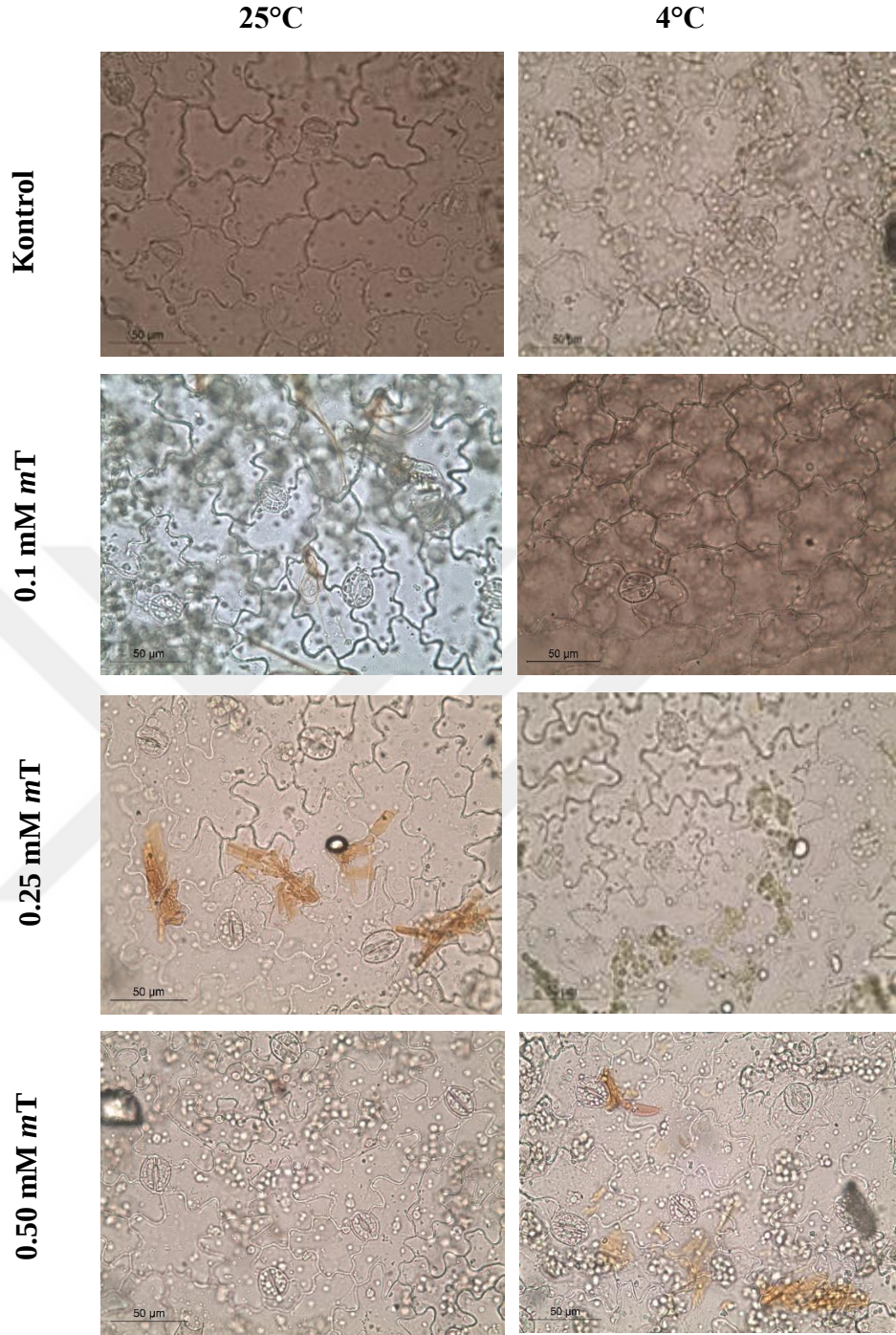
Çizelge 4.2 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının alt yüzeyindeki stoma yoğunluğundaki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Alt yüzey stoma yoğunluğu (adet mm ²) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	60,00 ± 0,00	80,00 ± 0,00	100,0 ± 0,00	120,0 ± 0,00
	0.1		80,00 ± 0,00	140,0 ± 0,00	140,0 ± 0,00	120,0 ± 0,00
	0.25		200,0 ± 0,00	100,0 ± 0,00	180,0 ± 0,01	180,0 ± 0,00
	0.50		140,0 ± 0,00	180,0 ± 0,00	160,0 ± 0,00	140,0 ± 0,00
	0	4°C	60,00 ± 0,00	180,0 ± 0,00	200,0 ± 0,00	120,0 ± 0,00
	0.1		80,00 ± 0,00	120,0 ± 0,00	140,0 ± 0,00	160,0 ± 0,00
	0.25		200,0 ± 0,00	120,0 ± 0,00	160,0 ± 0,00	120,0 ± 0,00
	0.50		140,0 ± 0,00	80,00 ± 0,00	80,00 ± 0,00	160,0 ± 0,00
ÇF1	0	25 °C	120,0 ± 0,00	80,00 ± 0,00	80,00 ± 0,00	100,0 ± 0,00
	0.1		60,00 ± 0,00	100,0 ± 0,00	80,00 ± 0,00	140,0 ± 0,00
	0.25		60,00 ± 0,00	140,0 ± 0,00	140,0 ± 0,00	100,0 ± 0,00
	0.50		120,0 ± 0,00	80,00 ± 0,00	200,0 ± 0,00	80,00 ± 0,00
	0	4°C	120,0 ± 0,00	100,0 ± 0,00	80,00 ± 0,00	120,0 ± 0,00
	0.1		60,00 ± 0,00	60,00 ± 0,00	60,00 ± 0,00	100,0, ± 0,00
	0.25		60,00 ± 0,00	80,00 ± 0,00	140,0 ± 0,00	160,0 ± 0,00
	0.50		120,0 ± 0,00	60,00 ± 0,00	100,0 ± 0,00	140,0 ± 0,00

4.1.3 Yaprak üst yüzeyinde mm²'deki stoma (sayısı) yoğunluğu sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama gruplarında [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] **yaprak üst yüzeyinde mm²'deki stoma (sayısı) yoğunluğu** karşılaştırıldığında çeşit x derece x mT konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05) (Ek-3). mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak üst yüzeyinde mm²'deki stoma yoğunluğu ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak çizelge 4.3 ve şekil 4.5-4.6' de verilmiştir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında 60. saat fidelerinin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). mT (0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak üst yüzeyinde stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). (Şekil 4.5)



Şekil 4.5 KM-1 biber çeşidinin yaprak üst yüzeyinden 60. saatte alınan yüzeysel kesitler (0.05 mm²) (Görüntüler ışık mikroskopunda 40X objektif kullanarak çekilmiştir)

0.50 mM mT ve sonrasında soğuk stresi (4°C) uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında 0., 24., 48. saat gruplarına göre 60. saat gruplarında stoma yoğunluğundaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$)

(Şekil 4.5).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında *mT* konsantrasyonundaki artışa paralel olarak stoma yoğunluğunda genel olarak azalma tespit edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.3 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının üst yüzeyindeki stoma yoğunluğundaki değişimler (n=3), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		Üst yüzey stoma yoğunluğu (adet mm ²) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	60,0 ± 0,00 Ca1^a	80,0 ± 0,00 Bb1^a	80,0 ± 0,00 Bb1^b	100 ± 0,00 Aa1^a
	0.1		60,0 ± 0,00 Ba1^a	20,0 ± 0,00 Cb2^d	80,0 ± 0,00 Aa1^b	60,0 ± 0,00 Ba1^c
	0.25		60,0 ± 0,00 Ba1^a	40,0 ± 0,00 Ca1^c	60,0 ± 0,00 Ba1^c	80,0 ± 0,00 Aa1^b
	0.50		60,0 ± 0,00 Ba1^a	60,0 ± 0,00 Ba1^b	100 ± 0,00 Aa1^a	100 ± 0,00 Aa1^a
	0	4°C	60,0 ± 0,00 Da1^a	140 ± 0,00 Ba1^a	160 ± 0,00 Aa1^a	80,0 ± 0,00 Cb1^b
	0.1		60,0 ± 0,00 Ba1^a	60,0 ± 0,00 Ba1^b	80,0 ± 0,00 Aa1^b	20,0 ± 0,00 Cb2^c
	0.25		60,0 ± 0,00 Ba1^a	40,0 ± 0,00 Ca2^c	60,0 ± 0,00 Ba1^c	80,0 ± 0,00 Aa1^b
	0.50		60,0 ± 0,00 Ba1^a	60,0 ± 0,00 Ba1^b	60,0 ± 0,00 Bb1^c	100 ± 0,00 Aa1^a
ÇF1	0	25 °C	60,0 ± 0,00 Ba1^a	80,0 ± 0,00 Aa1^a	60,0 ± 0,00 Ba2^a	40,0 ± 0,00 Cb2^b
	0.1		20,0 ± 0,00 Da2^c	53,3 ± 6,67 Ba1^b	40,0 ± 0,00 Cb2^b	60,0 ± 0,00 Aa1^a
	0.25		40,0 ± 0,00 Ba2^b	46,7 ± 0,00 Bb1^c	60,0 ± 0,00 Aa1^a	60,0 ± 0,00 Aa2^a
	0.50		40,0 ± 0,00 Aa2^b	20,0 ± 0,00 Bb2^d	40,0 ± 0,00 Ab2^b	20,0 ± 0,00 Bb2^c
	0	4°C	60,0 ± 0,00 Aa1^a	47,0 ± 0,00 Bb2^b	60,0 ± 0,00 Aa2^a	60,0 ± 0,00 Aa2^b
	0.1		20,0 ± 0,00 Ca2^c	20,0 ± 0,00 Cb2^d	53,3 ± 6,67 Ba2^b	60,0 ± 0,00 Aa1^b
	0.25		40,0 ± 0,00 Ba2^b	80,0 ± 0,00 Aa1^a	20,0 ± 0,00 Cb2^c	40,0 ± 0,00 Bb2^c
	0.50		40,0 ± 0,00 Ca2^b	40,0 ± 0,00 Ca2^c	60,0 ± 0,00 Ba1^a	80,0 ± 0,00 Aa2^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamanın standart hatası

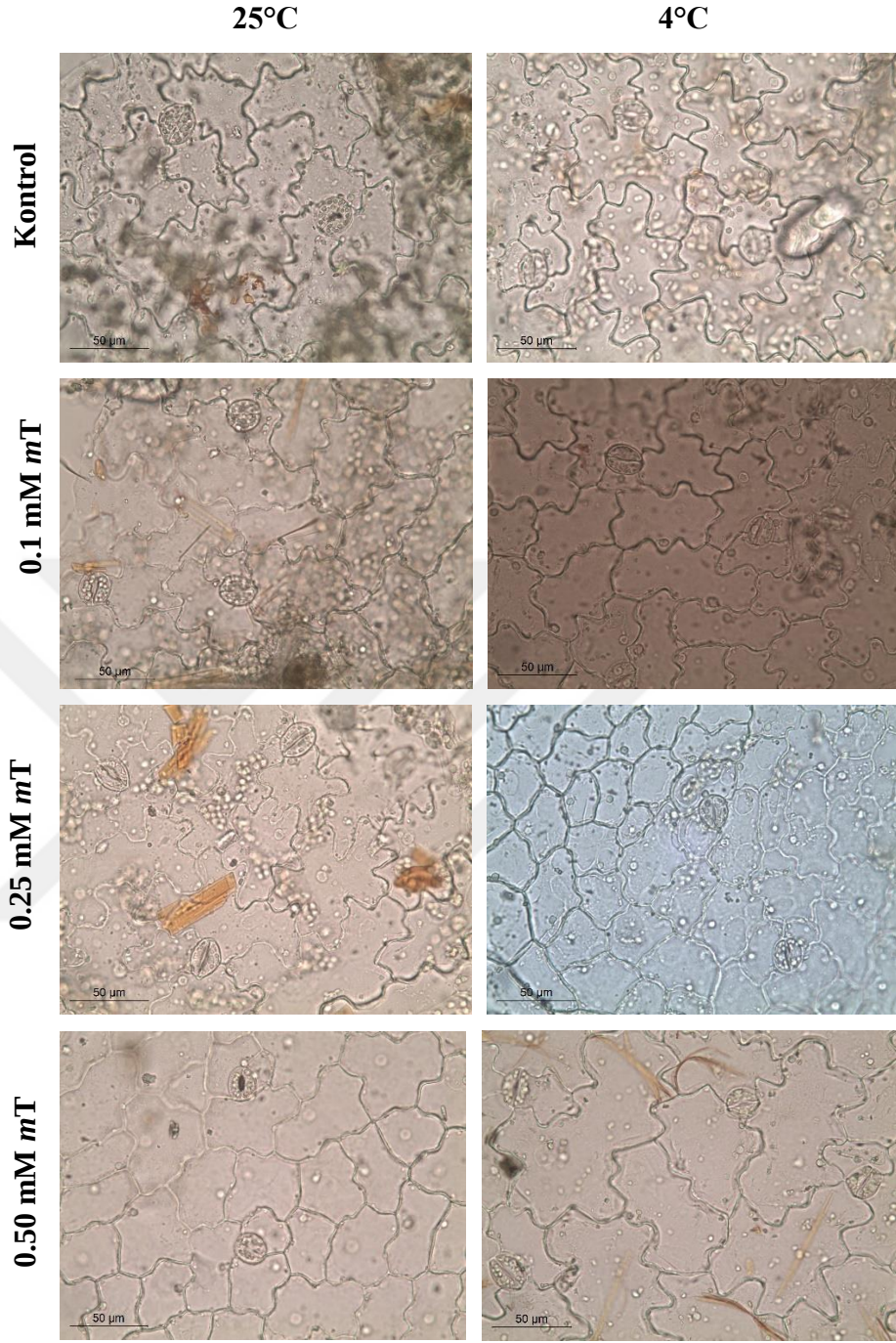
* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede saatler arası farkı göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte dereceler arası farkı göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte çeşitler arası farkı göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte *mT* konsantrasyonları arası farkı göstermektedir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0., 24. ve 48. saat gruplarına göre 60. saat yaprak örneklerinin stoma yoğunluğunda azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saatlerdeki yaprak üst yüzeyinde stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında en yüksek stoma yoğunluğu artışı 60. saat gruplarında belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.6)



Şekil 4.6 ÇF1 biber çeşidinin yaprak üst yüzeyinden 60. saatte alınan yüzeysel kesitler (0.05 mm²) (Görüntüler ışık mikroskopunda 40X objektif kullanarak çekilmiştir)

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluğunda azalma

saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saatlerdeki yaprak üst yüzeyinde stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında 60. saat gruplarının üst yüzey stoma yoğunluğunda artış tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.6)

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluklarında artış olduğu belirlenmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluklarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluklarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluklarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0, 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0 mM *mT* uygulaması ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış yaprak örneklerinin üst stoma yoğunluğunda azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0 mM *mT* uygulaması ile karşılaştırıldığında 0.50 mM *mT* uygulamasında stoma yoğunluğunda azalma tespit edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılmamış, 25°C ve 4°C uygulamalarına maruz bırakılmış KM-1 çeşidinde, 24. ve 48. saat örneklerinde 25°C 'ye göre 4°C gruplarındaki stoma yoğunluğunda artış, 60. saat örneklerinde ise azalma saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılmış (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki fidelerin yaprak örneklerinin üst stoma yoğunlukları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 0 ve 0.1 mM *mT* 'e maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerinde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 25°C gruplarına göre 4°C 'ye maruz bırakılan fidelerin 24. saat yaprak örneklerinin üst yüzeyinde stoma yoğunluğunda artış 60. saat gruplarında ise stoma yoğunluğunda azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılmamış ve 25°C ve 4°C uygulamasına maruz bırakılmış ÇF1 çeşidinde, 24. saat örneklerinde 25°C 'ye göre 4°C gruplarındaki stoma yoğunluğunda azalma, 60. saatte ise artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz

bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin üst stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında stoma yoğunluğunda azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki üst stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise aradaki 4°C gruplarında stoma yoğunluğunda artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* e maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saat gruplarında, 25°C göre 4°C gruplarında stoma yoğunluğunda artış saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 4.4). *mT* uygulaması yapılmamış 25°C ve 4°C 'de yetiştirilen her iki biber çeşidine ait fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunlukları karşılaştırıldığında, normal büyüme sıcaklığını takiben 48. ve 60. saatlerde KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidindeki stoma yoğunluğunun daha az olduğu, soğuk stresi uygulamasını takiben 24., 48., ve 60. saatlerde ise yine KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidindeki stoma yoğunluğunun daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunluğunun daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında yaprak üst yüzeyinde stoma yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde daha az üst yüzey stoma yoğunluğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidini göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.1.4 Yaprak alt yüzeyinde mm²'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin tüm gruplarda [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] **yaprak alt yüzeyinde mm²'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-4). *mT* ve soğuk stresi uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak alt yüzeyinde mm²'deki epidermis hücre yoğunluğu ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak çizelge 4.4' de verilmiştir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat fidelerinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat fidelerinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat yaprak örneklerindeki epidermis hücre yoğunluğunda önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0.50 mM *mT* ve sonrasında soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarına göre 24. ve 48. ve 60. saat gruplarında epidermis hücre yoğunluğu azalmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında yaprak alt yüzeyi epidermis hücre yoğunluğundaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Ayrıca 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılan KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 60. saat gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.4 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarının alt yüzeyinde epidermis hücre yoğunluğundaki değişimler ($n=3$), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulama		Alt epidermis hücre yoğunluğu (adet mm ²) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	540 ± 0,00 Ca2 ^d	480 ± 0,00 Db2 ^d	600 ± 0,00 Ab1 ^c	560 ± 0,00 Bb2 ^d
	0.1		560 ± 0,00 Da1 ^c	920 ± 0,00 Aa1 ^a	710 ± 5,77 Bb1 ^b	660 ± 0,00 Cb1 ^c
	0.25		1040 ± 0,00 Aa1 ^a	600 ± 0,00 Da2 ^c	920 ± 0,00 Ba1 ^a	860 ± 0,00 Ca1 ^a
	0.50		660 ± 0,00 Da1 ^b	840 ± 0,00 Ba1 ^b	927 ± 17,6 Aa1 ^a	727 ± 29,1 Ca1 ^b
	0	4°C	540 ± 0,00 Ca2 ^d	820 ± 0,00 Aa1 ^a	820 ± 0,00 Aa1 ^a	800 ± 0,00 Ba1 ^a
	0.1		560 ± 0,00 Da1 ^c	647 ± 29,1 Cb1 ^b	740 ± 0,00 Ba1 ^b	780 ± 0,00 Aa1 ^b
	0.25		1040 ± 0,00 Aa1 ^a	613 ± 13,3 Da1 ^c	820 ± 0,00 Bb1 ^a	720 ± 0,00 Cb1 ^c
	0.50		660 ± 0,00 Aa1 ^b	400 ± 0,00 Db1 ^d	440 ± 0,00 Cb2 ^c	640 ± 0,00 Bb2 ^d
ÇF1	0	25°C	620 ± 0,00 Aa1 ^a	520 ± 0,00 Db1 ^c	560 ± 0,00 Ca2 ^c	600 ± 0,00 Bb1 ^c
	0.1		400 ± 0,00 Ca2 ^c	553 ± 6,67 Ba2 ^b	560 ± 0,00 Ba2 ^c	660 ± 0,00 Aa1 ^b
	0.25		600 ± 0,00 Da2 ^b	660 ± 0,00 Ca1 ^a	740 ± 0,00 Ab2 ^b	680 ± 0,00 Ba2 ^a
	0.50		600 ± 0,00 Ba2 ^b	467 ± 6,67 Da2 ^d	940 ± 0,00 Aa1 ^a	560 ± 0,00 Cb2 ^d
	0	4°C	620 ± 0,00 Ca1 ^a	640 ± 0,00 Ba2 ^a	513 ± 6,67 Db2 ^c	680 ± 0,00 Aa2 ^b
	0.1		400 ± 0,00 Da2 ^c	440 ± 0,00 Bb2 ^c	420 ± 0,00 Cb2 ^d	600 ± 0,00 Ab2 ^d
	0.25		600 ± 0,00 Ca1 ^b	500 ± 0,00 Db2 ^b	800 ± 0,00 Aa1 ^a	640 ± 0,00 Bb2 ^c
	0.50		600 ± 0,00 Ca2 ^b	400 ± 0,00 Db1 ^d	647 ± 13,3 Bb1 ^b	700 ± 0,00 Aa1 ^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat fidelerinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyinde epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyinde epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat yaprak

örneklerindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.50) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat fidelerinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyinde epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat yaprak örneklerindeki epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu

belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında ise 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında *mT* konsantrasyonundaki artışa paralel olarak epidermis hücre yoğunluğunda artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında ise 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 0. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda yine azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* e maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 25°C göre 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin alt epidermis hücre yoğunlukları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre

yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 ve 0.25 mM) ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda yine azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24., ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki

epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). mT (0.1 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.25 mM mT ve stres uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM mT ve stres uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.25 mM mT ve stres uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.1.5 Yaprak üst yüzeyinde mm^2 'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin tüm gruplarda [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları ($25^{\circ}C$, $4^{\circ}C$)] **yaprak üst yüzeyinde mm^2 'deki epidermis hücre (sayısı) yoğunluğu** karşılaştırıldığında çeşit x derece x mT konsantrasyon x saat dördümlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-5). mT ve soğuk stresi uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak üst yüzeyinde mm^2 'deki epidermis hücre yoğunluğu ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak çizelge 4.5' de verilmiştir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış ($25^{\circ}C$) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, mT konsantrasyonundaki artışa paralel olarak epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). mT (0.1 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış ($25^{\circ}C$) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi

uygulaması yapılmamış KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 24. saat gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, *mT* konsantrasyonundaki artışa paralel olarak epidermis hücre yoğunluğunda azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi epidermis hücre yoğunluğundaki azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.5 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının üst yüzeyinde epidermis hücre yoğunluğundaki değişimler ($n=3$), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulama		Üst epidermis hücre yoğunluğu (adet mm^2) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	$640 \pm 0,00$ Aa1 ^b	$420 \pm 0,00$ Db1 ^d	$480 \pm 0,00$ Cb1 ^c	$613 \pm 6,67$ Bb1 ^b
	0.1		$567 \pm 29,1$ Da1 ^c	$640 \pm 0,00$ Cb1 ^c	$760 \pm 11,5$ Aa1 ^a	$733 \pm 6,67$ Bb1 ^a
	0.25		$960 \pm 0,00$ Aa1 ^a	$780 \pm 0,00$ Ba2 ^b	$753 \pm 6,67$ Ca2 ^a	$600 \pm 0,00$ Da2 ^b
	0.50		$620 \pm 0,00$ Ba1 ^b	$1020 \pm 0,00$ Aa1 ^a	$507 \pm 6,67$ Db2 ^b	$593 \pm 6,67$ Ca2 ^b
	0	4°C	$640 \pm 0,00$ Ca1 ^b	$600 \pm 0,00$ Da1 ^b	$940 \pm 0,00$ Aa1 ^a	$880 \pm 0,00$ Ba1 ^a
	0.1		$567 \pm 29,1$ Da1 ^c	$1053 \pm 26,7$ Ca1 ^a	$640 \pm 23,1$ Ab1 ^c	$800 \pm 0,00$ Ba1 ^b
	0.25		$960 \pm 0,00$ Aa1 ^a	$613 \pm 6,67$ Db1 ^b	$760 \pm 0,00$ Ba2 ^b	$660 \pm 0,00$ Ca1 ^c
	0.50		$620 \pm 0,00$ Aa1 ^b	$573 \pm 6,67$ Bb2 ^c	$633 \pm 13,3$ Aa2 ^c	$527 \pm 6,67$ Cb2 ^d
ÇF-1	0	25°C	$440 \pm 0,00$ Ba2 ^b	$440 \pm 0,00$ Bb1 ^c	$440 \pm 0,00$ Bb2 ^d	$520 \pm 0,00$ Aa2 ^b
	0.1		$433 \pm 6,67$ Ca2 ^b	$427 \pm 24,0$ Ca2 ^c	$653 \pm 6,67$ Aa2 ^c	$500 \pm 11,5$ Bb2 ^b
	0.25		$400 \pm 0,00$ Da2 ^c	$820 \pm 0,00$ Ba1 ^a	$1360 \pm 0,00$ Aa1 ^a	$660 \pm 0,00$ Ca1 ^a
	0.50		$600 \pm 0,00$ Da1 ^a	$760 \pm 6,67$ Ba2 ^b	$927 \pm 6,67$ Ab1 ^b	$640 \pm 0,00$ Cb1 ^a
	0	4°C	$440 \pm 0,00$ Ca2 ^b	$540 \pm 0,00$ Ba2 ^c	$640 \pm 0,00$ Aa2 ^c	$530 \pm 5,77$ Ba2 ^b
	0.1		$433 \pm 6,67$ Ba2 ^b	$440 \pm 0,00$ Ba2 ^d	$400 \pm 0,00$ Cb2 ^d	$540 \pm 0,00$ Aa2 ^b
	0.25		$400 \pm 0,00$ Da2 ^c	$600 \pm 0,00$ Bb1 ^b	$1300 \pm 0,00$ Ab1 ^a	$440 \pm 0,00$ Cb2 ^c
	0.50		$600 \pm 0,00$ Da1 ^a	$680 \pm 0,00$ Cb1 ^a	$1120 \pm 13,3$ Aa1 ^b	$1040 \pm 0,00$ Ba1 ^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir

mT (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz

bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi epidermis hücre yoğunluğundaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

0., 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 48. saat gruplarında epidermis hücre yoğunluğundaki artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF-1 çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri

ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF-1 çeşidinin 0. 24. ve 60. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24., ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında üst epidermis hücre yoğunluğunda azalış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin üst yüzey epidermis hücre yoğunlukları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. *mT* maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst

epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında üst epidermis hücre yoğunluğunda azalış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında epidermis hücre yoğunluğunda yine azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.1 ve 0.25 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24. 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT ve stres uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarında üst epidermis hücre yoğunlukları birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (25°C)

biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (25°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücre yoğunluğunun daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.1.6 Yaprak alt yüzeyinde stoma indeksi sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve diğer tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C , 4°C)] **yaprak alt yüzeyinde stoma indeksi** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-6). *mT* ve soğuk stresi uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak alt yüzeyinde stoma indeksi ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.6).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 60. saat fidelerinin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyinde stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulamasının 60. saat yaprak örneklerindeki alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.6 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının alt yüzeyinde stoma indeksindeki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Alt yüzey stoma indeksi (%) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0.saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	10,00 ± 0,00 Ca2^d	14,28 ± 0,00 Bb1^b	14,28 ± 0,00 Bb1^c	17,65 ± 0,00 Aa1^a
	0.1		12,50 ± 0,00 Da2^c	13,21 ± 0,00 Cb2^c	16,47 ± 0,12 Aa1^a	15,38 ± 0,00 Bb2^c
	0.25		16,13 ± 0,00 Ba1^b	14,28 ± 0,00 Cb2^b	16,36 ± 0,00 Ba1^a	17,31 ± 0,00 Aa1^a
	0.50		17,50 ± 0,00 Aa1^a	17,60 ± 0,00 Aa1^a	14,73 ± 0,24 Cb2^b	16,19 ± 0,54 Bb1^b
	0	4°C	10,00 ± 0,00 Da2^d	18,00 ± 0,00 Ba1^a	19,61 ± 0,00 Aa1^a	13,04 ± 0,00 Cb2^d
	0.1		12,50 ± 0,00 Ca2^c	15,70 ± 0,59 Ba1^c	15,91 ± 0,00 Bb1^c	17,02 ± 0,00 Aa1^b
	0.25		16,13 ± 0,00 Aa1^b	16,38 ± 0,29 Aa1^b	16,33 ± 0,00 Aa1^b	14,28 ± 0,00 Bb2^c
	0.50		17,50 ± 0,00 Ba1^a	16,63 ± 0,00 Cb1^b	15,38 ± 0,00 Aa1^d	20,00 ± 0,00 Aa1^a
ÇF1	0	25°C	16,22 ± 0,00 Aa1^b	13,33 ± 0,00 Ca2^d	12,50 ± 0,00 Db2^c	14,28 ± 0,00 Bb2^b
	0.1		13,06 ± 0,33 Ca1^c	15,31 ± 0,16 Ba1^b	12,50 ± 0,00 Da2^c	17,50 ± 0,00 Aa1^a
	0.25		9,09 ± 0,00 Da2^d	17,50 ± 0,00 Aa1^a	15,91 ± 0,00 Ba1^b	12,82 ± 0,00 Cb2^c
	0.50		16,67 ± 0,00 Ba2^a	14,63 ± 0,18 Ca2^c	17,54 ± 0,00 Aa1^a	12,50 ± 0,00 Db2^c
	0	4°C	16,22 ± 0,00 Aa1^b	13,51 ± 0,00 Ca2^a	13,48 ± 0,15 Ca2^b	15,00 ± 0,00 Ba1^c
	0.1		13,06 ± 0,33 Ba1^c	12,00 ± 0,00 Db2^c	12,50 ± 0,00 Ca2^c	14,28 ± 0,00 Ab2^d
	0.25		9,09 ± 0,00 Da2^d	13,79 ± 0,00 Cb2^a	14,89 ± 0,00 Bb2^a	20,00 ± 0,00 Aa1^a
	0.50		16,67 ± 0,00 Aa2^a	13,04 ± 0,00 Bb2^b	13,40 ± 0,24 Bb2^b	16,66 ± 0,00 Aa2^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat fidelerinin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). mT (0.1 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyinde stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). mT (0.25 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak alt yüzeyinde stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat yaprak örneklerindeki alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0.1 ve 0.25 mM mT

uygulamasının 60. saat yaprak örneklerindeki alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. ve 48. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında alt yüzey stoma indeksinde artış saptanmıştır

($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki alt yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında alt yüzey stoma indeksinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki alt yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında alt yüzey stoma indeksinde azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin alt yüzey stoma indeksleri arasında istatistiki fark önemli değildir. 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki alt yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında alt yüzey stoma indeksinde azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki alt yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında alt yüzey stoma indeksinde azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki alt yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında alt yüzey stoma indeksinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyi stoma indeksinin daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyinin stoma indeksinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0, 24., ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak alt yüzeyindeki stoma indeksinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına (4°C) maruz bırakılmış biber

çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin alt yüzey stoma indeksinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına (4°C) maruz bırakılmış biber çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin alt yüzey stoma indeksinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0., 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin alt yüzey stoma indeksinin daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin alt yüzey stoma indeksinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.1.7 Yaprak üst yüzeyinde stoma indeksi sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve diğer tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C , 4°C)] **yaprak üst yüzeyinde stoma indeksi** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dördümlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-7). *mT* ve soğuk stresi uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen yaprak üst yüzeyinde stoma indeksi ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.7).

mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indeksindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.7 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının üst yüzeyinde stoma indeksindeki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Üst yüzey stoma indeksi (%) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	8,57 ± 0,00 Ca2^b	16,00 ± 0,00 Ab1^a	14,28 ± 0,00 Ba1^b	13,88 ± 0,00 Ba1^a
	0.1		9,61 ± 0,44 Aa1^a	3,03 ± 0,00 Cb2^c	9,53 ± 0,13 Ab1^c	7,56 ± 0,06 Ba2^c
	0.25		5,88 ± 0,00 Ca2^c	4,88 ± 0,00 Db1^b	7,38 ± 0,06 Ba1^d	11,76 ± 0,00 Aa1^b
	0.50		8,82 ± 0,00 Ca1^{ab}	5,55 ± 0,00 Db1^b	16,49 ± 0,18 Aa1^a	14,43 ± 0,14 Bb1^a
	0	4°C	8,57 ± 0,00 Ca2^b	18,92 ± 0,00 Aa1^a	14,54 ± 0,00 Ba1^a	8,33 ± 0,00 Cb2^c
	0.1		9,61 ± 0,44 Ba1^a	4,27 ± 0,70 Ca1^d	11,13 ± 0,35 Aa1^b	2,43 ± 0,00 Db2^d
	0.25		5,88 ± 0,00 Ca2^c	6,12 ± 0,06 Ca1^c	7,32 ± 0,00 Ba2^d	10,81 ± 0,00 Ab1^b
	0.50		8,82 ± 0,00 Ca1^{ab}	9,48 ± 0,10 Ba1^b	8,66 ± 0,16 Bb1^c	16,44 ± 0,22 Aa1^a
ÇF1	0	25°C	12,00 ± 0,00 Ba1^a	15,38 ± 0,00 Aa1^a	12,01 ± 0,28 Ba2^a	7,14 ± 0,00 Cb2^c
	0.1		4,41 ± 0,06 Ca2^d	11,21 ± 1,67 Aa1^b	5,77 ± 0,06 Bb2^b	10,72 ± 0,22 Aa1^a
	0.25		9,09 ± 0,00 Aa1^b	4,65 ± 0,00 Ba1^c	4,22 ± 0,00 Bb2^c	8,33 ± 0,00 Ab2^b
	0.50		6,25 ± 0,00 Aa2^c	2,56 ± 0,00 Cb2^d	4,14 ± 0,03 Ba2^c	3,03 ± 0,00 Cb2^d
	0	4°C	12,00 ± 0,00 Aa1^a	7,93 ± 1,03 Cb2^a	8,57 ± 0,10 Cb2^b	10,17 ± 0,09 Ba1^b
	0.1		4,41 ± 0,06 Ca2^d	4,35 ± 0,00 Cb1^c	11,73 ± 1,31 Aa1^a	10,00 ± 0,00 Ba1^b
	0.25		9,09 ± 0,00 Ba1^b	4,22 ± 0,00 Ca2^c	8,33 ± 0,00 Ba1^b	11,76 ± 0,00 Aa1^a
	0.50		6,25 ± 0,00 ABa2^c	5,55 ± 0,00 BCa2^b	5,08 ± 0,00 Ca2^c	7,14 ± 0,00 Aa2^c

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında stoma indeksinde artış tespit edilmiştir (p<0.05). 0.50 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 60. saat gruplarında stoma indeksinde artış belirlenmiştir (p<0.05). mT (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indeksindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). mT (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indekslerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmayan (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indeksindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indeksinde artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indekslerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında yaprak üst yüzeyi stoma indekslerindeki artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma indeksinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma indeksinde artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma indeksinde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. ve 48 saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst

yüzey stoma indeksinde azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma indeksinde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin üst yüzey stoma indeksinde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeksinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.1 ve 0.25 mM) KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeksinde azalma belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında stoma indeksinde artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0 ve 0.1 mM) ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeksinde azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 ve 0.25 mM) ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeksinde artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki üst yüzey stoma indeksleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında üst yüzey stoma indeksinde artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat

gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmamış ve stres uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* uygulaması yapılmamış ve stres uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0 ve 0.50 mM) uygulaması ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) uygulaması ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin yaprak üst yüzeyindeki stoma indeksinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

4.1.8 Stoma indeks oranı sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve diğer tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] **stoma indeks oranı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-8). *mT* ve soğuk stresi uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen stoma indeks oranı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.8).

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin stoma indeks oranları birbirleriyle karşılaştırıldığında, 24. saatte stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında stoma indeks oranlarındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulamasına ve soğuk stresine maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında stoma indeks oranındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında ise, 48. saat yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin stoma indeks oranları birbirleriyle karşılaştırıldığında, 48. ve 60. saatlerde stoma indeks oranında azalış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin stoma indeks oranları birbirleriyle karşılaştırıldığında, 60. saatte stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.8 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının stoma indeks oranındaki değişimler (n=3),(p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Stoma indeks oranı [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	0,86 ± 0,00 Ca1^a	1,12 ± 0,00 Aa1^a	1,00 ± 0,00 Ba1^b	0,79 ± 0,00 Ca1^b
	0.1		0,77 ± 0,04 Aa1^b	0,23 ± 0,00 Da2^c	0,58 ± 0,10 Bb1^c	0,49 ± 0,00 Ca2^d
	0.25		0,36 ± 0,00 Ca2^d	0,34 ± 0,00 Ca1^b	0,45 ± 0,00 Ba1^d	0,68 ± 0,00 Aa1^c
	0.50		0,50 ± 0,00 Ca1^a	0,31 ± 0,00 Db1^b	1,12 ± 0,10 Aa1^a	0,89 ± 0,13 Ba1^a
	0	4°C	0,86 ± 0,00 Ba1^a	1,05 ± 0,00 Aa1^a	0,74 ± 0,00 Cb1^a	0,64 ± 0,00 Db1^b
	0.1		0,77 ± 0,04 Aa1^b	0,27 ± 0,04 Ba2^d	0,70 ± 0,23 Aa2^a	0,14 ± 0,00 Bb2^c
	0.25		0,36 ± 0,00 Ca2^d	0,37 ± 0,00 Ca2^c	0,45 ± 0,00 Ba1^c	0,76 ± 0,00 Aa1^a
	0.50		0,50 ± 0,00 Ba1^a	0,56 ± 0,01 Ba1^b	0,56 ± 0,01 Bb1^b	0,80 ± 0,20 Ab1^a
ÇF1	0	25°C	0,74 ± 0,00 Ca2^b	1,15 ± 0,00 Aa1^a	0,96 ± 0,02 Ba1^a	0,50 ± 0,00 Db2^b
	0.1		0,34 ± 0,01 Da2^c	0,76 ± 0,13 Aa1^b	0,46 ± 0,00 Cb2^b	0,61 ± 0,01 Bb1^a
	0.25		1,00 ± 0,00 Aa1^a	0,26 ± 0,00 Cb2^c	0,26 ± 0,00 Ca2^c	0,65 ± 0,00 Ba1^a
	0.50		0,37 ± 0,00 Aa2^c	0,17 ± 0,00 Bb2^d	0,24 ± 0,00 Bb2^c	0,24 ± 0,00 Bb2^c
	0	4°C	0,74 ± 0,00 Aa2^b	0,59 ± 0,07 Cb2^b	0,63 ± 0,10 BCb2^b	0,68 ± 0,00 ABa1^a
	0.1		0,34 ± 0,01 Ca2^c	0,36 ± 0,00 Cb1^c	0,94 ± 0,10 Aa1^a	0,70 ± 0,00 Ba1^a
	0.25		1,00 ± 0,00 Aa1^a	0,85 ± 0,00 Ba1^a	0,10 ± 0,00 Cb2^d	0,42 ± 0,00 Db2^b
	0.50		0,37 ± 0,00 Aa2^c	0,43 ± 0,00 Aa2^c	0,37 ± 0,00 Aa2^c	0,43 ± 0,00 Aa2^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0 ve 0.1 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin stoma indeks oranları birbirleriyle karşılaştırıldığında, 24. saatte stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). mT (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında stoma indeks oranlarındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış saptanmıştır (p<0.05).

mT (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin stoma indeks oranları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. mT (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında stoma indeks oranlarındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış saptanmıştır (p<0.05).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0.25 mM *mT* uygulamasında stoma indeks oranında azalış tespit edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0.1 mM *mT* uygulamasında stoma indeks oranında azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin stoma indeks oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.25 mM) uygulaması yapılmış KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. *mT* uygulaması yapılmamış KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeks oranında azalış belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) uygulaması yapılmış KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeks

oranında azalış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmamış ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeks oranında azalış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) uygulaması yapılmış ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeks oranında azalış belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) uygulaması yapılan ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında stoma indeks oranında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ÇF1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki stoma indeks oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında stoma indeks oranında yine artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde stoma indeks oranının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulaması yapılmayan olan (25°C) biber çeşitlerinin 0. ve 48.saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulaması yapılmayan olan (25°C) biber çeşitlerinin 24. ve 60.saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha

fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 48.saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranında daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 60.saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 24.saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin stoma indeks oranının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.2 Yaş ve Kuru Ağırlık Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarının yapraklarında **ortalama yaş ve kuru ağırlığındaki değişimler** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörütlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-9, Ek-10). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen ortalama yaş ve kuru ağırlığı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.9-4.10).

4.2.1 Yaş ağırlık

mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitleri yapraklarının ortalama yaş ağırlığı ölçüm sonuçları çizelge 4.9' de verilmiştir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama yaş ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarına göre, 24., 48. ve 60. saatlerde ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında ortalama yaş ağırlığındaki değişimler

birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0., 24. ve 48. saat gruplarına göre 60. saat yaprak örneklerinin yaş ağırlık miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresine maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında ortalama yaş ağırlığındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında ise, 0. ve 24. saat gruplarına göre yine 60. saat yaprak örneklerinin yaş ağırlık miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.9 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının ortalama yaş ağırlığındaki değişimler (n=5), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		Yaş ağırlık (mg bitki ⁻¹) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	207 ± 10,0 Ba2^c	254 ± 15,4 Aa2^b	262 ± 7,82 Aa2^a	269 ± 8,39 Aa2^a
	0.1		340 ± 13,5 Aa2^{ab}	312 ± 23,5 ABa1^a	278 ± 15,6 Ba2^a	231 ± 24,6 Ca2^{ab}
	0.25		368 ± 6,07 Aa1^a	276 ± 19,1 Ba2^b	182 ± 10,0 Ca2^b	202 ± 15,5 Ca2^b
	0.50		320 ± 13,5 Aa2^b	202 ± 15,0 Ba2^c	153 ± 4,50 Ca2^b	100 ± 4,69 Da2^c
	0	4°C	207 ± 10,0 Aa2^c	184 ± 1,16 Ab2^a	99 ± 5,45 Bb2^b	76 ± 2,82 Bb2^b
	0.1		340 ± 13,5 Aa2^{ab}	169 ± 14,1 Bb2^a	164 ± 5,71 Bb2^a	130 ± 9,55 Cb2^a
	0.25		368 ± 6,07 Aa1^a	154 ± 8,09 Bb2^{ab}	177 ± 9,78 Ba2^a	109 ± 6,98 Cb2^{ab}
	0.50		320 ± 13,5 Aa2^b	123 ± 5,75 Bb2^b	57 ± 4,42 Cb2^c	38 ± 3,71 Cb2^c
ÇF1	0	25°C	381 ± 8,09 Ba1^b	437 ± 4,53 Aa1^b	418 ± 13,9 ABa1^b	387 ± 23,0 Ba1^a
	0.1		371 ± 9,31 Ba1^b	325 ± 8,76 Cb1^d	412 ± 5,94 Aa1^b	348 ± 24,9 BCa1^b
	0.25		307 ± 6,79 Ba2^c	399 ± 8,87 Aa1^c	373 ± 9,29 Aa1^c	289 ± 18,1 Ba1^c
	0.50		489 ± 5,49 Ca1^a	602 ± 25,6 Aa1^a	520 ± 19,6 Ba1^a	387 ± 8,54 Da1^a
	0	4°C	381 ± 8,09 Aa1^b	283 ± 14,4 Bb1^c	242 ± 13,3 Cb1^a	142 ± 20,9 Db1^b
	0.1		371 ± 9,31 Aa1^b	399 ± 19,1 Aa1^a	267 ± 18,6 Bb1^a	193 ± 4,68 Cb1^a
	0.25		307 ± 6,79 Ba2^c	343 ± 12,1 Ab1^b	266 ± 9,73 Cb1^a	198 ± 3,29 Db1^a
	0.50		489 ± 5,49 Aa1^a	305 ± 11,0 Bb1^c	190 ± 11,7 Cb1^b	123 ± 3,04 Db1^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0.1 ve 0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında ortalama yaş ağırlığındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0., 24. ve 48. saat gruplarına göre 60. saat yaprak örneklerinin yaş ağırlık miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulamasına ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında ortalama yaş ağırlığındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında ise, 0. ve 24. saat gruplarına göre yine 60. saat yaprak örneklerinin yaş ağırlık miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz

bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0 mM *mT* uygulaması ile karşılaştırıldığında, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasında yaş ağırlık miktarında azalış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama yaş ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 24. saatte yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama yaş ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 48. saatte yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama yaş ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 0. saatte ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama yaş ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 24. saatte ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 24. saat grubunda, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat grubunda, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat grubunda 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin ortalama yaş ağırlık miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0 mM *mT* uygulaması ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulamasında ortalama yaş ağırlık miktarında artış tespit edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin ortalama yaş ağırlık miktarında azalış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının ortalama yaş ağırlık miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.25 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının ortalama yaş ağırlık miktarında azalış saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının ortalama yaş ağırlık miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulamasının ortalama yaş ağırlık miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının ortalama yaş ağırlık miktarında azalış saptanmıştır ($p<0.05$).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki ortalama yaş ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında ortalama yaş ağırlık miktarında azalma saptanmıştır

($p<0.05$). Ayrıca 0., 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki ortalama yaş ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında ortalama yaş ağırlık miktarında yine azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki ortalama yaş ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında ortalama yaş ağırlık miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki ortalama yaş ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında yaş ağırlık miktarında yine azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki ortalama yaş ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında ortalama yaş ağırlık miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama yaş ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama yaş ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama yaş ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama yaş ağırlık miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca *mT* (0, 0.1 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama yaş ağırlık miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.2.2 Kuru ağırlık

mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitleri yapraklarının ortalama kuru ağırlığı ölçüm sonuçları çizelge 4.9’ de verilmiştir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama kuru ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarına göre, 48. ve 60. saatlerde ortalama kuru ağırlık miktarında azalış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında ortalama kuru ağırlığındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında yaprak örneklerinin ortalama kuru ağırlık miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin ortalama kuru ağırlığındaki değişimler karşılaştırıldığında, 60. saatte ortalama kuru ağırlık miktarında azalış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında ortalama kuru ağırlığındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında yaprak örneklerinin ortalama kuru ağırlık miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulamasının kuru ağırlık miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.10 KM-1 ve ÇF1 fideleri yapraklarının ortalama kuru ağırlığındaki değişimler (n=5), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Kuru ağırlık (mg bitki ⁻¹) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	22,0 ± 0,7 Aa2^b	24,0 ± 1,0 Aa2^a	16,2 ± 1,0 Bb2^b	14,2 ± 0,2 Ba2^b
	0.1		32,6 ± 2,3 Aa1^a	28,4 ± 2,1 Ba1^a	23,4 ± 1,5 Ba2^a	22,6 ± 3,0 Ba2^a
	0.25		37,4 ± 0,9 Aa1^a	24,4 ± 1,1 Ba2^a	16,2 ± 1,3 Ca2^b	17,2 ± 2,5 Ca2^b
	0.50		31,6 ± 1,0 Aa2^a	25,2 ± 0,8 Ba2^a	12,2 ± 1,7 Ca2^b	12,4 ± 1,6 Ca2^b
	0	4°C	22,0 ± 0,7 Aa2^b	20,8 ± 1,7 Aa2^a	21,6 ± 2,7 Aa2^a	19,0 ± 1,1 Ba2^b
	0.1		32,6 ± 2,3 Aa1^a	24,8 ± 2,1 Ba2^a	19,0 ± 1,7 Cb2^b	24,2 ± 1,8 Ba1^a
	0.25		37,4 ± 0,9 Aa1^a	17,2 ± 2,3 Bb2^b	12,2 ± 1,5 Ba2^b	19,0 ± 1,6 Ba2^b
	0.50		31,6 ± 1,0 Aa2^a	17,4 ± 1,2 Bb2^b	16,4 ± 0,7 Ba2^b	11,2 ± 1,2 Ba2^b
ÇF1	0	25°C	36,4 ± 0,8 Aa1^b	39,2 ± 1,0 Aa1^b	36,6 ± 0,9 Aa1^b	35,6 ± 1,9 Aa1^a
	0.1		33,2 ± 1,9 Aa1^b	26,6 ± 1,0 Bb1^c	37,4 ± 0,9 Aa1^b	35,6 ± 1,9 Aa1^a
	0.25		28,6 ± 1,2 Ba2^c	39,8 ± 3,8 Ab1^b	34,8 ± 1,1 Aa1^b	25,0 ± 1,4 Bb1^b
	0.50		44,2 ± 1,0 Ba1^a	52,8 ± 3,9 Aa1^a	51,2 ± 2,0 Aa1^a	36,2 ± 0,6 Ca1^a
	0	4°C	36,4 ± 0,8 Aa1^b	32,6 ± 0,8 Aa1^b	34,8 ± 3,3 Aa1^a	28,6 ± 3,8 Ba1^b
	0.1		33,2 ± 1,9 Ba1^b	46,4 ± 2,7 Aa1^a	37,0 ± 1,8 Ba1^a	26,2 ± 1,6 Cb1^b
	0.25		28,6 ± 1,2 Ca2^c	42,4 ± 2,0 Aa1^a	37,0 ± 1,8 Ba1^a	32,2 ± 0,7 Ba1^a
	0.50		44,2 ± 1,0 Aa1^a	38,6 ± 1,0 Bb1^b	29,4 ± 2,1 Cb1^b	21,2 ± 1,3 Cb1^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM mT uygulamasının ortalama kuru ağırlık miktarında artış belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM mT uygulamasının kuru ağırlık miktarında artış olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM mT uygulamasının ortalama kuru ağırlık miktarında artış tespit edilmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1 ve 0.25 mM mT uygulamaları arasındaki istatistikî fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM mT uygulamasının ortalama kuru ağırlık miktarında azalış olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının ortalama kuru ağırlık miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulamasının ortalama kuru ağırlık miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının ortalama kuru ağırlık miktarında azalış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0 ve 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış olan KM-1 çeşidinin 24. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin ortalama kuru ağırlık miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. Ayrıca 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış olan KM-1 çeşidinin 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin ortalama kuru ağırlık miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında kuru ağırlık miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25°C gruplarındaki kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında kuru ağırlık miktarında yine azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0 mM) uygulamasına maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında kuru ağırlık miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin ortalama kuru ağırlık miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. Ayrıca 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin ortalama kuru ağırlık miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C

gruplarındaki kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında kuru ağırlık miktarında azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25°C gruplarındaki kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında kuru ağırlık miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında kuru ağırlık miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama kuru ağırlık miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama kuru ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresine maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama kuru ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama kuru ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama kuru ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca *mT* (0 ve 0.50 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin ortalama kuru ağırlık miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresine maruz bırakılmış KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. saat gruplarında ortalama kuru ağırlık miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, ÇF1 çeşidine göre KM-1 çeşidinde kuru ağırlık miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.3 Yapraklarda İyon Sızıntısı Oranın Belirlenmesi

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarının yapraklarında **iyon sızıntısı oranındaki değişimler** karşılaştırıldığında çeşit x mT konsantrasyon x saat üçlü interaksyonu ve derece x saat ikili interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-11). mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen iyon sızıntısı oranı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.11).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında iyon sızıntısı oranındaki değişimler arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT (0 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin iyon sızıntısı oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında iyon sızıntısı oranında azalış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). mT (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin iyon sızıntısı oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında iyon sızıntısı oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında iyon sızıntısı oranındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.11 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarının iyon sızıntısı oranındaki değişimler (n=3) , (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		İyon sızıntısı oranı [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	0,47 ± 0,03 Aa1^a	0,38 ± 0,02 Ab1^a	0,43 ± 0,03 Ab1^a	0,46 ± 0,01 Ab1^a
	0.1		0,49 ± 0,10 Aa1^a	0,40 ± 0,02 Ab1^a	0,44 ± 0,01 Ab1^a	0,46 ± 0,00 Aa1^a
	0.25		0,53 ± 0,11 Aa1^a	0,41 ± 0,01 Bb1^a	0,42 ± 0,03 ABb1^a	0,44 ± 0,02 ABb^a
	0.50		0,44 ± 0,04 Aa1^a	0,42 ± 0,03 Ab1^a	0,46 ± 0,01 Aa1^a	0,42 ± 0,00 Ab1^a
	0	4°C	0,47 ± 0,03 Ca1^a	0,67 ± 0,04 Ba1^a	0,79 ± 0,00 Aa1^a	0,88 ± 0,00 Aa1^a
	0.1		0,49 ± 0,10 Ca1^a	0,64 ± 0,05 ABa1^a	0,69 ± 0,03 Aa1^{ab}	0,54 ± 0,04 BCa2^c
	0.25		0,53 ± 0,11 Ba1^a	0,60 ± 0,02 Ba1^a	0,60 ± 0,03 Ba2^{bc}	0,75 ± 0,14 Aa1^b
	0.50		0,44 ± 0,04 Ca1^a	0,59 ± 0,03 Ba1^a	0,55 ± 0,03 BCa1^c	0,71 ± 0,07 Aa2^b
ÇF1	0	25°C	0,53 ± 0,00 Aa1^a	0,48 ± 0,02 Ab1^a	0,43 ± 0,02 Ab1^b	0,44 ± 0,05 Ab1^a
	0.1		0,43 ± 0,00 Ba1^{ab}	0,46 ± 0,02 ABb1^a	0,55 ± 0,04 Aa1^a	0,41 ± 0,01 Bb1^a
	0.25		0,39 ± 0,01 Aa2^b	0,43 ± 0,03 Ab1^a	0,43 ± 0,01 Ab1^b	0,44 ± 0,02 Ab1^a
	0.50		0,45 ± 0,00 Aa1^{ab}	0,48 ± 0,02 Ab1^a	0,40 ± 0,01 Ab1^b	0,44 ± 0,02 Ab1^a
	0	4°C	0,53 ± 0,00 Ca1^a	0,68 ± 0,02 Ba1^a	0,75 ± 0,00 Aa1^a	0,82 ± 0,03 Aa1^{ab}
	0.1		0,43 ± 0,00 Ca1^{ab}	0,61 ± 0,02 Ba1^a	0,67 ± 0,05 ABa1^{ab}	0,75 ± 0,01 Aa1^b
	0.25		0,39 ± 0,01 Ba2^b	0,68 ± 0,01 Aa1^a	0,74 ± 0,06 Aa1^a	0,74 ± 0,05 Aa1^b
	0.50		0,45 ± 0,00 Ca1^{ab}	0,64 ± 0,05 Ba1^a	0,57 ± 0,04 BCa1^b	0,88 ± 0,03 Aa1^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında iyon sızıntısı oranı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM mT uygulamasının iyon sızıntısı oranında azalış tespit edilmiştir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM mT uygulamasının iyon sızıntısı oranında azalış tespit edilmiştir (p<0.05).

Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM mT uygulamasının iyon sızıntısı oranında artış olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT

uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulamasının iyon sızıntısı oranında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulamasının iyon sızıntısı oranında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulamasının iyon sızıntısı oranında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki iyon sızıntısı oranı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında iyon sızıntısı oranında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.1 ve 0.25 mM) uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki iyon sızıntısı oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında iyon sızıntısı oranında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki iyon sızıntısı oranı birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında iyon sızıntısı oranında yine artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki iyon sızıntısı oranı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında iyon sızıntısı oranında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki iyon sızıntısı oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında iyon sızıntısı oranında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış

(25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. saat gruplarında iyon sızıntısı oranları arasında istatistiki fark önemli bulunmamıştır. *mT* (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında iyon sızıntısı oranları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. saat gruplarında iyon sızıntısı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. saat gruplarında iyon sızıntısı oranları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. saat gruplarında iyon sızıntısı oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında, aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca 0 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 60. saat gruplarında iyon sızıntısı oranları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. *mT* (0.25 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin iyon sızıntısı oranının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin iyon sızıntısı oranının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin iyon sızıntısı oranının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.4 Yapraklarda Nispi (Oransal) Su İçeriği ve Gerçek Su İçeriği Tayini Sonuçları

4.4.1 Nispi (oransal) su içeriği

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **nispi su içeriği** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dördümlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-12). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen nispi su içeriği ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında

harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.12).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarında nispi su içeriğindeki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat saatte nispi su içeriğinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında nispi su içeriği arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

mT (0, 0.1 ve 0.50) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarında nispi su içeriğindeki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte nispi su içeriğinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında nispi su içeriğindeki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saatte nispi su içeriğinde azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında nispi su içeriğinde aradaki istatistiki fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulamasının nispi su içeriğinde artış tespit edilmiştir.

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında nispi su içeriğinde aradaki istatistiki fark önemsizdir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4 °C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulamasının nispi su içeriğinde azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulamasının nispi su içeriğinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.12 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarındaki nispi su içeriğindeki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Nispi su içeriği % [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	82,37 $\pm$ 2,3 Ba1^a	81,51 $\pm$ 1,6 Ba1^a	92,82 $\pm$ 3,0 Aa1^a	82,65 $\pm$ 2,0 Ba1^a
	0.1		77,82 $\pm$ 1,0 Ba2^a	82,32 $\pm$ 1,2 ABa1^a	81,19 $\pm$ 1,2 ABa1^b	84,63 $\pm$ 1,2 Aa1^a
	0.25		81,34 $\pm$ 1,1 Aa1^a	80,06 $\pm$ 2,6 Aa1^a	81,65 $\pm$ 0,7 Aa1^b	84,28 $\pm$ 3,1 Aa1^a
	0.50		78,56 $\pm$ 1,9 Aa1^a	81,10 $\pm$ 0,7 Aa1^a	80,33 $\pm$ 0,4 Aa1^b	79,56 $\pm$ 0,0 Aa1^a
	0	4°C	82,37 $\pm$ 2,3 Aa1^a	61,36 $\pm$ 0,9 BCb1^a	63,23 $\pm$ 1,3 Bb1^b	55,40 $\pm$ 2,4 Cb1^b
	0.1		77,82 $\pm$ 1,0 Aa2^a	55,03 $\pm$ 2,2 Db1^b	63,65 $\pm$ 2,2 Cb1^b	70,72 $\pm$ 1,8 Bb1^a
	0.25		81,34 $\pm$ 1,1 Aa1^a	64,56 $\pm$ 2,8 Bb1^a	75,46 $\pm$ 0,9 Ab1^a	69,05 $\pm$ 0,7 Bb2^a
	0.50		78,56 $\pm$ 1,9 Aa1^a	61,56 $\pm$ 2,6 Bb1^a	64,16 $\pm$ 0,3 Bb1^b	58,80 $\pm$ 2,1 Bb1^b
ÇF1	0	25°C	83,49 $\pm$ 1,9 Aa1^a	81,47 $\pm$ 1,4 Aa1^a	82,45 $\pm$ 1,5 Aa2^a	86,68 $\pm$ 1,9 Aa1^a
	0.1		85,27 $\pm$ 4,5 Aa1^a	79,39 $\pm$ 1,6 ABa1^a	82,84 $\pm$ 0,0 ABa1^a	78,30 $\pm$ 0,0 Ba2^b
	0.25		86,10 $\pm$ 2,2 Aa1^a	71,48 $\pm$ 1,2 Ba2^b	80,54 $\pm$ 2,1 Aa1^a	84,64 $\pm$ 0,4 Aa1^{ab}
	0.50		81,48 $\pm$ 4,3 Aa1^a	80,94 $\pm$ 2,3 Aa1^a	80,52 $\pm$ 3,7 Aa1^a	81,22 $\pm$ 5,4 Aa1^{ab}
	0	4°C	83,49 $\pm$ 1,9 Ba1^a	65,50 $\pm$ 0,3 Ab1^a	69,03 $\pm$ 1,6 Cb1^a	61,88 $\pm$ 0,0 Db1^c
	0.1		85,27 $\pm$ 4,5 Aa1^a	55,21 $\pm$ 0,1 Db1^b	62,21 $\pm$ 1,4 Cb1^b	69,92 $\pm$ 1,5 Bb1^b
	0.25		86,10 $\pm$ 2,2 Aa1^a	51,26 $\pm$ 1,5 Cb2^b	60,80 $\pm$ 0,7 Bb2^b	85,54 $\pm$ 0,8 Aa1^a
	0.50		81,48 $\pm$ 4,3 Aa1^a	61,56 $\pm$ 2,6 Ab1^a	65,35 $\pm$ 3,1 Bb1^{ab}	55,32 $\pm$ 6,1 Cb1^d

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin nispi su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki nispi su içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında nispi su içeriğinde azalış tespit edilmiştir (p<0.05).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki nispi su içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında nispi su içeriğinde azalış tespit edilmiştir (p<0.05). Ayrıca 0, 0.1 ve 0.50 mM mT maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki nispi su içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, nispi su içeriğinde azalış tespit edilmiştir (p<0.05).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış

(25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. saat gruplarında nispi su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. saat gruplarında nispi su içeriği arasındaki istatistiki fark önemsizdir. *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 60. saat gruplarında nispi su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin nispi su içeriğinin daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin nispi su içeriğinin daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin nispi su içeriğinin daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde nispi su içeriğinin daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. saat gruplarında nispi su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. *mT* (0.1 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin nispi su içeriğinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin nispi su içeriğinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin nispi su içeriğinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.4.2 Gerçek su içeriği

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarının yapraklarında **gerçek su içeriği** karşılaştırıldığında derece x *mT* konsantrasyon x saat üçlü etkisi istatistiksel

olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-13). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen gerçek su içeriği ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.13).

mT (0, 0.1 ve 0.25 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT (0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* (0 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriğindeki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında yaprak örneklerinin gerçek su içeriğinde azalış tespit edilmiştir. 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriğindeki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında yaprak örneklerinin gerçek su içeriğinde azalış tespit edilmiştir.

mT (0 ve 0.25 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır.

mT (0.1 ve 0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriği arasındaki istatistiki fark önemsizdir. *mT* (0 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında gerçek su içeriğindeki değişimler birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarındaki yaprak örneklerinin gerçek su içeriğinde azalış tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13 KM-1 ve Ç-F1 fidelerinin yapraklarındaki gerçek su içeriğindeki değişimler (n=3) , (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Gerçek su içeriği % [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	92,36 ± 1,4 Aa1^a	92,89 ± 0,2 Aa1^a	91,46 ± 1,3 Aa1^a	92,73 ± 0,3 Aa1^a
	0.1		91,91 ± 1,1 Aa1^a	93,46 ± 0,7 Aa1^a	93,62 ± 0,9 Aa1^a	94,01 ± 0,2 Aa1^a
	0.25		90,43 ± 0,4 Aa2^a	93,09 ± 0,9 Aa1^a	92,56 ± 0,4 Aa1^a	92,80 ± 0,6 Aa1^a
	0.50		91,69 ± 0,9 ABa1^a	91,28 ± 0,6 Ba1^a	92,41 ± 1,1 ABa1^a	94,24 ± 0,4 Aa1^a
	0	4°C	92,36 ± 1,4 Aa1^a	92,68 ± 0,5 Aa1^a	88,25 ± 1,3 Bb1^a	81,45 ± 0,6 Cb1^c
	0.1		91,91 ± 1,1 Aa1^a	92,39 ± 0,4 Aa1^a	88,48 ± 1,4 Bb2^a	91,90 ± 1,3 Aa1^a
	0.25		90,43 ± 0,4 Aa2^a	89,37 ± 0,9 Ab2^b	89,24 ± 1,4 Ab2^a	91,58 ± 0,5 Aa1^a
	0.50		91,69 ± 0,9 Aa1^a	90,99 ± 0,9 ABa1^{ab}	89,24 ± 1,4 ABb2^a	88,38 ± 0,7 Bb2^b
ÇF1	0	25°C	91,71 ± 0,2 Aa1^{ab}	93,43 ± 0,7 Aa1^{ab}	91,28 ± 0,7 Aa1^a	93,11 ± 1,4 Aa1^a
	0.1		92,89 ± 1,4 ABa1^{ab}	90,80 ± 0,4 Ba2^a	92,53 ± 0,9 ABa1^a	94,65 ± 0,6 Aa1^a
	0.25		93,29 ± 0,9 Aa1^a	91,39 ± 1,1 Aa1^{ab}	92,92 ± 0,9 Aa1^a	93,39 ± 0,8 Aa1^a
	0.50		90,42 ± 0,2 Ba1^b	93,57 ± 0,5 Aa1^a	90,80 ± 1,7 Ba1^a	92,30 ± 0,5 ABa1^a
	0	4°C	91,71 ± 0,2 Aa1^{ab}	92,76 ± 0,7 Aa1^a	86,63 ± 0,9 Bb1^c	83,40 ± 1,3 Cb1^c
	0.1		92,89 ± 1,4 Aa1^{ab}	90,38 ± 1,0 Aa1^a	90,45 ± 1,0 Aa1^{ab}	91,37 ± 0,1 Aa2^a
	0.25		93,29 ± 0,9 Aa1^a	92,20 ± 0,1 Aa1^a	92,52 ± 0,8 Aa1^a	91,44 ± 0,9 Aa1^a
	0.50		90,42 ± 0,2 ABa1^b	92,20 ± 0,1 Aa1^a	88,65 ± 0,8 Ba1^{bc}	88,75 ± 1,5 Bb1^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

0, 0.1 mM ve 0.50 mT maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarında gerçek su içeriği arasındaki istatistiki fark önemsizdir. mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki gerçek su içerikleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında gerçek su içeriğinde azalış olduğu saptanmıştır (p<0.05). mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki gerçek su içerikleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0.1 ve 0.25 mM mT uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizken, 0 ve 0.50 mM mT uygulamalarının 4°C gruplarında gerçek su içeriğinde azalış olduğu saptanmıştır (p<0.05).

0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarında gerçek su içeriği arasındaki istatistiki fark önemli değildir. mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki gerçek su içerikleri birbirleri

ile karşılaştırıldığında, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizken, 0 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının 4°C gruplarında gerçek su içeriğinde azalış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. saat gruplarında nispi su içeriği arasında istatistiki fark önemli bulunmamıştır. *mT* (0, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. saat gruplarında gerçek su içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. ve 60 saat gruplarında nispi su içerikleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında gerçek su içerikleri arasında istatistiki fark önemli bulunmamıştır. *mT* (0.1 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin gerçek su içeriğinin daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin gerçek su içeriğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* ve soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin gerçek su içeriğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin gerçek su içeriğinin daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin gerçek su içeriğinin daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.5 Yapraklardaki Pigment İçerikleri Sonuçları

4.5.1 Klorofil-a sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **klorofil-a miktarı** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-14). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen klorofil-a miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.14).

mT (0.25 ve 0.50) uygulamasına maruz bırakılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte klorofil-a miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0 mM) uygulamasına maruz bırakılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında klorofil-a miktarında azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-a miktarları karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında klorofil-a miktarında artış olduğu belirlenmiştir. *mT* (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-a miktarları karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında klorofil-a miktarında artış olduğu belirlenmiştir. *mT* (0.1) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-a miktarları arasında istatistiki fark önemli değildir.

Çizelge 4.14 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki klorofil a miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Klorofil-a ($\mu\text{g g}^{-1}$)TA [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	1516 $\pm$ 19,2 Ba1^c	1806 $\pm$ 17,7 Aa1^b	1879 $\pm$ 12,8 Aa1^a	1863 $\pm$ 16,4 Aa1^a
	0.1		1645 $\pm$ 22,8 ABa1^c	1695 $\pm$ 8,9 Aa1^b	1583 $\pm$ 36,7 ABa1^b	1512 $\pm$ 15,7 Bb1^c
	0.25		2338 $\pm$ 54,9 Aa1^a	2148 $\pm$ 27,9 Ba1^a	1635 $\pm$ 28,3 Cb1^b	1630 $\pm$ 30,7 Cb1^{bc}
	0.50		2033 $\pm$ 8,3 Aa1^b	1673 $\pm$ 27,5 Ca1^b	1838 $\pm$ 43,2 Ba1^a	1728 $\pm$ 47,9 BCa1^b
	0	4°C	1516 $\pm$ 19,2 Ba1^c	1708 $\pm$ 7,3 Aa1^a	1496 $\pm$ 13,3 Bb1^c	1493 $\pm$ 7,75 Bb1^c
	0.1		1645 $\pm$ 22,8 Aa1^c	1669 $\pm$ 2,7 Aa1^a	1666 $\pm$ 9,9 Aa1^{ab}	1708 $\pm$ 14,0 Aa1^b
	0.25		2338 $\pm$ 54,9 Aa1^a	1701 $\pm$ 8,6 Cb1^a	1784 $\pm$ 8,3 Ca1^a	1963 $\pm$ 18,1 Ba1^a
	0.50		2033 $\pm$ 8,3 Aa1^b	1355 $\pm$ 0,1 Db2^b	1585 $\pm$ 40,4 Cb1^{bc}	1750 $\pm$ 9,4 Ba1^b
ÇF1	0	25°C	1535 $\pm$ 26,5 Aa1^a	1607 $\pm$ 24,0 Aa2^a	1481 $\pm$ 15,1 Aa2^a	1584 $\pm$ 1,7 Aa2^a
	0.1		1299 $\pm$ 48,6 Ca2^c	1713 $\pm$ 38,4 Aa1^a	1529 $\pm$ 30,1 Bb1^a	1537 $\pm$ 36,0 Ba1^a
	0.25		1371 $\pm$ 2,5 Ba2^{bc}	1438 $\pm$ 7,7 Bb2^b	1619 $\pm$ 29,8 Aa1^a	1383 $\pm$ 29,5 Bb2^b
	0.50		1497 $\pm$ 22,0 Aa2^{ab}	1266 $\pm$ 32,4 BCb2^c	1298 $\pm$ 14,4 Bb2^b	1144 $\pm$ 9,9 Cb2^c
	0	4°C	1535 $\pm$ 26,5 Aa1^a	1478 $\pm$ 35,3 ABa2^b	1375 $\pm$ 18,0 Ba1^b	1526 $\pm$ 8,7 Aa1^a
	0.1		1299 $\pm$ 48,6 Ca2^c	1437 $\pm$ 16,7 Bb2^b	1683 $\pm$ 10,3 Aa1^a	1614 $\pm$ 12,4 Aa1^{ab}
	0.25		1371 $\pm$ 2,5 Ba2^{bc}	1670 $\pm$ 12,9 Aa1^a	1436 $\pm$ 12,4 Bb2^b	1683 $\pm$ 2,3 Aa2^a
	0.50		1497 $\pm$ 22,0 Ba2^{ab}	1691 $\pm$ 1,9 Aa1^a	1693 $\pm$ 0,5 Aa1^a	1694 $\pm$ 2,5 Aa1^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında klorofil-a miktarındaki değişimler birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM mT uygulamasının klorofil-a miktarında artış belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM mT uygulamasının klorofil-a miktarında artış tespit edilmiştir (p<0.05).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında klorofil-a miktarındaki değişimler birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM mT uygulamasının klorofil-a miktarında artış belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM mT uygulamasının klorofil-a miktarında azalış tespit edilmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve

0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulamasının klorofil-a miktarında azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında klorofil-a miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin klorofil- a miktarları arasında istatistiki fark önemsizdir. 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında klorofil-a miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamalarına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında klorofil-a miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin klorofil-a miktarları arasında istatistiki fark önemsizdir. 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında klorofil-a miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-a miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında klorofil-a miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-a miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde klorofil-a miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1

çeşidinin klorofil-a miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında klorofil-a miktarları arasında istatistiki fark önemsizdir.

mT (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat grubunda, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-a miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-a miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-a miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında klorofil-a miktarları arasında istatistiki fark önemli değildir.

4.5.2 Klorofil-b sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C , 4°C)] gruplarında **klorofil-b miktarı** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-15). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen klorofil-b miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.15).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat uygulamasına göre, 24., 48., ve 60. saatlerde klorofil-b miktarında azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT*

uygulamas1 yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktar1 birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60.saat örneklerinde klorofil-b miktarında artış olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.15 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki klorofil b miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Klorofil-b (µg g ⁻¹) TA [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	1269 ± 6,6 Aa2^a	1022 ± 4,8 Ba2^a	797 ± 5,9 Cb2^c	607 ± 10,8 Db2^c
	0.1		825 ± 12,6 Ba2^b	963 ± 37,0 Aa2^a	925 ± 33,3 Aa1^b	994 ± 7,1 Ab2^b
	0.25		726 ± 13,0 Ca2^c	763 ± 4,6 Ca1^b	1527 ± 41,5 Ba1^a	1771 ± 6,6 Aa1^a
	0.50		717 ± 1,4 Aa1^c	608 ± 22,2 Ba1^c	648 ± 25,9 ABa1^d	658 ± 20,0 ABa1^c
	0	4°C	1269 ± 6,6 Aa2^a	1074 ± 2,8 Aa2^a	1018 ± 9,7 Aa2^a	1064 ± 29,7 Aa2^b
	0.1		825 ± 12,6 Ca2^b	973 ± 12,2 Ba2^b	1000 ± 24,8 Ba2^a	1533 ± 4,1 Aa1^a
	0.25		726 ± 13,0 Aa2^c	501 ± 45,7 Cb2^c	509 ± 46,4 Cb2^b	652 ± 43,5 Bb2^c
	0.50		717 ± 1,4 Aa1^c	387 ± 36,2 Cb2^d	552 ± 18,7 Bb2^b	573 ± 16,1 Bb2^d
ÇF1	0	25°C	1838 ± 50,7 Ba1^a	1842 ± 6,75 Ba1^a	1916 ± 32,0 Aa1^a	1837 ± 13,5 Ba1^a
	0.1		1893 ± 46,0 Aa1^a	1102 ± 26,8 Cb1^b	743 ± 22,7 Bb2^c	1266 ± 26,2 Da1^b
	0.25		1074 ± 26,6 Aa1^b	698 ± 11,9 Cb1^c	986 ± 41,7 Ba2^b	768 ± 20,5 Cb2^c
	0.50		775 ± 21,3 Aa1^c	567 ± 26,5 Bb1^d	571 ± 31,6 Bb2^d	490 ± 31,3 Cb2^d
	0	4°C	1838 ± 50,7 Aa1^a	1551 ± 27,8 Cb1^b	1512 ± 7,2 Cb1^a	1764 ± 12,3 Ba1^a
	0.1		1893 ± 46,0 Aa1^a	1335 ± 40,2 Ba1^c	1405 ± 35,9 Ba1^b	1232 ± 5,8 Ca2^c
	0.25		1074 ± 26,6 Ca1^b	1851 ± 26,0 Aa1^a	948 ± 4,12 Da1^c	1605 ± 18,3 Ba1^b
	0.50		775 ± 21,3 Ca1^c	928 ± 15,5 Aa1^d	855 ± 3,9 Ba1^d	972 ± 20,3 Aa1^d

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin yapraklarındaki klorofil-b miktar1 arasında istatistiki fark önemli değildir. mT (0.1mM) ve soğuk stresi uygulaması (4°C) yapılan KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktar1 birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). 0.25 ve 0.50 mM mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat örneklerinin yapraklarındaki klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat örneklerinde klorofil- b miktarında artış olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). 0.50 mM mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48., ve 60., saat

örneklerinin yapraklarındaki klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat örneklerinde klorofil- b miktarında azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saatte klorofil-b miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 ve 0.50 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0 ve 0.1 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. ve 48. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat yaprak örneklerindeki klorofil-b miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil-b miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin

yaprak örneklerinin klorofil- b miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil-b miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil- b miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil- b miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil- b miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil- b miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin klorofil- b miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil- b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında klorofil-b miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, aradaki 4°C gruplarında klorofil-b miktarlarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin klorofil-b miktarları arasında istatistiki fark önemsizdir. 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil- b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında klorofil-b miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.5 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında klorofil-b miktarlarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki klorofil-b miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında klorofil-b miktarında yine artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin klorofil-b miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT (0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-b miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-b miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0 ve 0.1 mM) uygulamasına yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-b miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4 °C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-b miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin klorofil-b miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin

klorofil-b miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.5.3 Total klorofil sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **total klorofil miktarı** karşılaştırıldığında çeşit x derece x mT konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-16). mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen total klorofil miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.16).

mT (0.1 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saatte total klorofil miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 0.50 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte total klorofil miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saatte total klorofil miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.16 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki total klorofil içeriğindeki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Total klorofil ($\mu\text{g g}^{-1}$) TA [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	2750 $\pm$ 54,4 Aa1^b	2430 $\pm$ 22,5 Bb1^c	2677 $\pm$ 7,09 Aa1^b	2470 $\pm$ 7,35 Ba1^b
	0.1		2483 $\pm$ 23,2 Ba1^c	2668 $\pm$ 39,3 Aa1^b	2487 $\pm$ 18,4 Ba1^c	2469 $\pm$ 10,6 Bb1^b
	0.25		3059 $\pm$ 46,0 Ca1^a	2911 $\pm$ 29,2 Ca1^a	4797 $\pm$ 155 Ba1^a	5152 $\pm$ 38,5 Aa1^a
	0.50		2749 $\pm$ 9,66 Aa1^b	2281 $\pm$ 41,5 Ca1^c	2552 $\pm$ 42,5 Ba1^{bc}	2386 $\pm$ 27,9 BCa2^b
	0	4°C	2750 $\pm$ 54,4 Aa1^b	2794 $\pm$ 8,23 Aa1^a	2055 $\pm$ 55,4 Bb1^a	1967 $\pm$ 113 Bb1^d
	0.1		2483 $\pm$ 23,2 Ba1^c	2647 $\pm$ 20,0 Ba1^a	2661 $\pm$ 33,5 Ba2^b	3237 $\pm$ 26,9 Aa1^a
	0.25		3059 $\pm$ 46,0 Aa1^a	2159 $\pm$ 70,8 Cb2^b	2259 $\pm$ 63,9 Cb1^c	2515 $\pm$ 144 Bb2^b
	0.50		2749 $\pm$ 9,66 Aa1^b	1741 $\pm$ 36,2 Db2^c	2070 $\pm$ 79,4 Cb2^d	2323 $\pm$ 22,6 Ba2^c
ÇF1	0	25°C	1686 $\pm$ 12,1 Aa2^b	1724 $\pm$ 9,24 Aa2^b	1682 $\pm$ 20,5 Aa2^b	1710 $\pm$ 5,89 Aa2^c
	0.1		1674 $\pm$ 4,21 Aa2^b	1852 $\pm$ 81,7 Aa2^b	1794 $\pm$ 31,3 Ab2^b	1401 $\pm$ 7,73 Bb2^d
	0.25		2432 $\pm$ 36,1 Ba2^a	2135 $\pm$ 15,0 Cb2^a	2739 $\pm$ 70,7 Aa2^a	2265 $\pm$ 112 BCb2^b
	0.50		2339 $\pm$ 21,7 Ba2^a	1699 $\pm$ 63,2 Cb2^b	1738 $\pm$ 8,20 Cb2^b	2668 $\pm$ 122 Aa1^a
	0	4°C	1686 $\pm$ 12,1 ABa2^b	1516 $\pm$ 1,86 BCb2^c	1421 $\pm$ 5,70 Cb2^d	1729 $\pm$ 45,5 Aa2^d
	0.1		1674 $\pm$ 4,21 Ca2^b	1369 $\pm$ 36,9 Db2^c	3089 $\pm$ 25,9 Aa1^a	2846 $\pm$ 6,66 Ba2^b
	0.25		2432 $\pm$ 36,1 Ca2^a	3562 $\pm$ 113 Aa1^a	2217 $\pm$ 37,2 Db1^c	3288 $\pm$ 16,0 Ba1^a
	0.50		2339 $\pm$ 21,7 Ba2^a	2619 $\pm$ 13,6 Aa1^b	2548 $\pm$ 3,40 Aa1^b	2666 $\pm$ 19,8 Aa1^c

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saatte total klorofil miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). 0.25 mM mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte total klorofil miktarında artış olduğu saptanmıştır (p<0.05). 0.50 mM mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte total klorofil miktarında artış olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). 0.50 mM mT ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saatte total klorofil miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

mT (0.1 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25 °C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saatte total klorofil miktarındaki azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saatte total klorofil miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saatte total klorofil miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saatte total klorofil miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saatte total klorofil miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte total klorofil miktarında azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının total klorofil miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1

çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının total klorofil miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının total klorofil miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının total klorofil miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının total klorofil miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total klorofil miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde,

25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total klorofil miktarında azalış belirlenmiştir. 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total klorofil miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

0 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 0. ve 60 saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total klorofil miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. (0 mM) ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total klorofil miktarında azalış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.1 mM) ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total klorofil miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.25 mM) ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total klorofil miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin total klorofil miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total klorofil miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 0. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki total klorofil miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total klorofil miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0., 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulanmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C)

biber çeşitlerinin 60. saat grubunda, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış ($4^{\circ}C$) olan biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM mT ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 48. saat grubunda, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM mT ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM mT ve sonrasında soğuk stresi uygulamasına ($4^{\circ}C$) maruz bırakılmış biber çeşitlerinin 24. 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM mT ve sonrasında soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış ($4^{\circ}C$) biber çeşitlerinin 24. ve 60. saat grubunda, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total klorofil miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.5.4 Karotenoid sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları ($25^{\circ}C$, $4^{\circ}C$)] gruplarında **karotenoid miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x mT konsantrasyon x saat dördü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-17). mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen karotenoid miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.18).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış ($25^{\circ}C$) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin

karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saatte karotenoid miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0.1 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatlerde karotenoid miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stres uygulamasına maruz bırakılmamış ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatlerde karotenoid miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin karotenoid miktarları birbirleri arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının karotenoid miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin karoten miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.17 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki karotenoid içeriğindeki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Karotenoid ($\mu\text{g g}^{-1}$) TA [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	2142 $\pm$ 31,7 Aa2^b	2239 $\pm$ 176 Aa1^{ab}	2396 $\pm$ 186 Aa1^b	2435 $\pm$ 210 Aa1^a
	0.1		2202 $\pm$ 82,3 Aa1^b	2137 $\pm$ 198 Aa1^b	1973 $\pm$ 137 Aa1^b	1899 $\pm$ 17,8 Ab1^a
	0.25		3090 $\pm$ 429 Ba1^a	2746 $\pm$ 127 Ba1^a	4239 $\pm$ 169 Aa1^a	2130 $\pm$ 99,0 Ca1^a
	0.50		2365 $\pm$ 241 Aa1^b	2216 $\pm$ 223 Aa1^{ab}	2355 $\pm$ 69,8 Aa1^b	2139 $\pm$ 191 Aa1^a
	0	4°C	2142 $\pm$ 31,7 Aa2^b	2500 $\pm$ 48,8 Aa1^a	1123 $\pm$ 22,6 Bb1^b	1075 $\pm$ 64,0 Bb1^b
	0.1		2202 $\pm$ 82,3 Aa1^b	2316 $\pm$ 27,3 Aa1^{ab}	2132 $\pm$ 132 Aa1^a	2559 $\pm$ 99,8 Aa1^a
	0.25		3090 $\pm$ 429 Aa1^a	2028 $\pm$ 174 Bb2^{ab}	2073 $\pm$ 100 Bb1^a	2355 $\pm$ 321 Ba1^a
	0.50		2365 $\pm$ 241 Aa1^b	1838 $\pm$ 52,2 Aa1^b	1837 $\pm$ 177 Aa1^a	2327 $\pm$ 99,8 Aa1^a
ÇF1	0	25°C	2751 $\pm$ 31,7 Aa1^a	1710 $\pm$ 245 Ba1^a	1379 $\pm$ 176 Ba2^b	1619 $\pm$ 477 Ba2^a
	0.1		1130 $\pm$ 384 ABa2^b	986 $\pm$ 365 ABa2^b	773 $\pm$ 82,3 Bb2^c	1542 $\pm$ 406 Ab1^a
	0.25		1880 $\pm$ 191 Aa2^a	1703 $\pm$ 113 Ab2^a	2273 $\pm$ 90,1 Aa2^a	1951 $\pm$ 125 Ab1^a
	0.50		2018 $\pm$ 108 Aa1^{ab}	1535 $\pm$ 92,8 Ab2^{ab}	1592 $\pm$ 84,6 Aa2^b	1544 $\pm$ 107 Ab2^a
	0	4°C	2751 $\pm$ 355 Aa1^a	1403 $\pm$ 96,7 Ba2^b	1509 $\pm$ 4,10 Ba1^c	1407 $\pm$ 386 Ba1^b
	0.1		1130 $\pm$ 384 Ba2^b	863 $\pm$ 240 Ba2^b	2520 $\pm$ 47,3 Aa1^a	2562 $\pm$ 22,8 Aa1^a
	0.25		1880 $\pm$ 191 Ba2^a	2686 $\pm$ 25,1 Aa1^a	2147 $\pm$ 164 ABa1^{ab}	2609 $\pm$ 30,5 Aa1^a
	0.50		2018 $\pm$ 108 Aa1^{ab}	2255 $\pm$ 21,0 Aa1^a	1697 $\pm$ 235 Aa1^{bc}	2179 $\pm$ 90,5 Aa1^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

Soğuk stresi uygulamasına (4°C) maruz bırakılan KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamalarının karotenoid miktarları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin karoten miktarında artış belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulaması (4°C) yapılmış KM-1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamalarının karotenoid miktarları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin karoten miktarında artış belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına (4°C) maruz bırakılan KM-1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamalarının karotenoid miktarları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin karoten miktarında azalma belirlenmiştir (p<0.05).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 48.

saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin karoten miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin karoten miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0 ve 24. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin karotenoid miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 0. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. Ayrıca *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise aradaki 4°C gruplarında karotenoid miktarlarında azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında karotenoid miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ÇF1 çeşidinin 0. ve 24. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ÇF1 çeşidinin 0. ve 48. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin karotenoid miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise

aradaki 4 °C gruplarında karotenoid miktarlarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki karotenoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise aradaki 4°C gruplarında karotenoid miktarlarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0., 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin karotenoid miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin karotenoid miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca *mT* (0.1 ve 0.25 mM) ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin karotenoid miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarında, karotenoid miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, karotenoid miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0 ve 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin karotenoid miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin karotenoid miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.5.5 Antosiyanin sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **antosiyanin miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dördümlü interaksyonu

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-18). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen antosiyanin miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.18).

mT (0.25 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde antosiyanin miktarı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde antosiyanin miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat yaprak örneklerindeki antosiyanin miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48., ve 60. saat örneklerinin antosiyanin miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0. saat örneklerinde antosiyanin miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.25) ve soğuk uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat örnekleri antosiyanin miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 0. saat örneklerinde antosiyanin miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde antosiyanin miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat yaprak örneklerindeki antosiyanin miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde antosiyanin miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat yaprak örneklerindeki antosiyanin miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48., ve 60. saat örneklerinin antosiyanin miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0. saat örneklerinde antosiyanin miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT (0 ve 0.25) ve soğuk uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat örnekleri antosiyanin miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 60. saat örneklerinde antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM ve soğuk uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat örnekleri antosiyanin miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 48. saat örneklerinde antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM ve soğuk uygulaması yapılmış olan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat örnekleri antosiyanin miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 48. saat örneklerinde antosiyanin miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.18 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarında bulunan antosiyanin miktarındaki değişimler ($n=3$), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		Antosiyanin (A530) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	0,249 $\pm$ 0,0 ABa1 ^a	0,213 $\pm$ 0,0 Bb1 ^b	0,264 $\pm$ 0,0 Ab2 ^a	0,284 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a
	0.1		0,247 $\pm$ 0,0 ABa1 ^a	0,251 $\pm$ 0,0 ABa1 ^a	0,289 $\pm$ 0,0 Ab1 ^a	0,223 $\pm$ 0,0 Bb1 ^b
	0.25		0,238 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,271 $\pm$ 0,0 Ab1 ^a	0,262 $\pm$ 0,0 Ab1 ^a	0,277 $\pm$ 0,0 Ab1 ^a
	0.50		0,213 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,131 $\pm$ 0,0 Cb1 ^c	0,123 $\pm$ 0,0 Cb1 ^b	0,175 $\pm$ 0,0 Bb1 ^c
	0	4°C	0,249 $\pm$ 0,0 Ba1 ^a	0,289 $\pm$ 0,0 Aa1 ^b	0,324 $\pm$ 0,0 Aa1 ^b	0,294 $\pm$ 0,0 Aa1 ^b
	0.1		0,247 $\pm$ 0,0 Da1 ^a	0,281 $\pm$ 0,0 Ca1 ^b	0,517 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,376 $\pm$ 0,0 Ba1 ^a
	0.25		0,238 $\pm$ 0,0 Ba1 ^a	0,355 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,358 $\pm$ 0,0 Aa1 ^b	0,346 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a
	0.50		0,213 $\pm$ 0,0 ABa1 ^a	0,217 $\pm$ 0,0 ABa2 ^c	0,174 $\pm$ 0,0 Ba1 ^c	0,233 $\pm$ 0,0 Aa1 ^c
ÇF1	0	25°C	0,173 $\pm$ 0,0 Ca2 ^b	0,174 $\pm$ 0,0 Cb2 ^c	0,332 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,246 $\pm$ 0,0 Bb2 ^a
	0.1		0,234 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,223 $\pm$ 0,0 Ab1 ^b	0,177 $\pm$ 0,0 Bb2 ^c	0,218 $\pm$ 0,0 Ab1 ^{ab}
	0.25		0,238 $\pm$ 0,0 Ba1 ^a	0,308 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,212 $\pm$ 0,2 Ba2 ^b	0,200 $\pm$ 0,0 Bb2 ^{bc}
	0.50		0,220 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,172 $\pm$ 0,0 Bb1 ^c	0,156 $\pm$ 0,0 Ba1 ^c	0,167 $\pm$ 0,0 Bb1 ^c
	0	4°C	0,173 $\pm$ 0,0 Ca2 ^b	0,228 $\pm$ 0,0 Ba2 ^c	0,257 $\pm$ 0,0 Bb2 ^b	0,309 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a
	0.1		0,234 $\pm$ 0,0 Ca1 ^a	0,309 $\pm$ 0,0 Ba1 ^a	0,341 $\pm$ 0,0 Aa2 ^a	0,291 $\pm$ 0,0 Ba2 ^a
	0.25		0,238 $\pm$ 0,0 Ba1 ^a	0,212 $\pm$ 0,0 Bb2 ^c	0,226 $\pm$ 0,0 Ba2 ^b	0,280 $\pm$ 0,0 Aa2 ^a
	0.50		0,220 $\pm$ 0,0 Aa1 ^a	0,267 $\pm$ 0,0 Aa1 ^b	0,161 $\pm$ 0,0 Ba1 ^c	0,234 $\pm$ 0,0 Aa1 ^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının antosiyanin miktarı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 24. 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları

birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının antosiyanin miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının antosiyanin miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamalarının antosiyanin miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin antosiyanin miktarında azalma belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 48. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin antosiyanin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında, antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin antosiyanin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin antosiyanin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, antosiyanin miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin antosiyanin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte, 25 °C ve 4 °C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin antosiyanin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin de 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin antosiyanin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, antosiyanin miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0. 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde antosiyanin miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde antosiyanin miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde antosiyanin miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1, 0.25 ve 0.50 *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) biber çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında

antosiyenin miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

0 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin antosiyenin miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) olan biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin antosiyenin miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında antosiyenin miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde antosiyenin miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

4.5.6 Flavonoid sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **flavonoid miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-19). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen flavonoid miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.19).

mT (0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında flavonoid miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.19 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarında bulunan flavonoid miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		Flavonoid (ppm) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	145,0 ± 1,5 Aa2^d	134,0 ± 2,9 Cb2^d	139,0 ± 1,7 Bb1^d	131,3 ± 3,8 Cb2^d
	0.1		214,0 ± 2,0 Aa1^b	201,3 ± 1,2 Bb1^b	173,0 ± 4,0 Cb2^c	214,6 ± 4,7 Ab2^b
	0.25		234,6 ± 3,7 Da1^a	258,0 ± 3,1 Bb1^a	269,0 ± 3,0 Aa1^a	245,0 ± 1,5 Ca1^a
	0.50		172,3 ± 4,4 Ba2^c	151,6 ± 4,1 Db2^c	227,0 ± 4,0 Aa2^b	158,0 ± 5,2 Cb2^c
	0	4°C	145,0 ± 1,5 Da2^d	208,6 ± 3,5 Ca1^d	323,0 ± 2,3 Aa1^a	222,0 ± 4,5 Ba2^c
	0.1		214,0 ± 2,0 Da1^b	280,6 ± 2,9 Ba1^b	229,0 ± 1,7 Ca2^c	300,3 ± 2,7 Aa2^a
	0.25		234,6 ± 3,7 Ca1^a	294,6 ± 4,8 Aa1^a	233,0 ± 3,5 Cb2^b	241,6 ± 3,0 Ba1^b
	0.50		172,3 ± 4,4 Ca2^c	213,0 ± 4,4 Ba2^c	210,3 ± 3,0 Bb2^d	300,6 ± 2,4 Aa1^a
ÇF1	0	25°C	195,0 ± 2,9 Aa1^b	160,3 ± 2,7 Bb1^c	145,0 ± 2,7 Cb1^d	155,3 ± 2,9 Bb1^d
	0.1		196,0 ± 2,3 Ba2^b	164,6 ± 1,2 Db2^b	188,6 ± 5,5 Cb1^c	246,0 ± 5,0 Ab1^a
	0.25		197,0 ± 4,0 Ba2^b	169,3 ± 1,4 Db2^a	218,6 ± 3,3 Ab2^b	180,0 ± 2,5 Cb2^c
	0.50		202,3 ± 4,2 Ba1^a	171,6 ± 4,9 Db1^a	244,0 ± 5,5 Ab1^a	196,6 ± 3,3 Cb1^b
	0	4°C	195,0 ± 2,9 Da1^b	210,6 ± 3,5 Ca1^b	289,0 ± 2,0 Aa2^a	264,3 ± 5,0 Ba1^c
	0.1		196,0 ± 2,3 Da2^b	211,6 ± 4,4 Ca2^b	246,3 ± 3,3 Ba1^c	338,0 ± 4,4 Aa1^a
	0.25		197,0 ± 4,0 Ca2^b	213,3 ± 4,3 Ba2^b	248,3 ± 3,9 Aa1^c	199,0 ± 4,5 Ca2^d
	0.50		202,3 ± 4,1 Da1^a	224,3 ± 5,4 Ca1^a	270,6 ± 1,7 Ba1^b	281,3 ± 8,0 Aa2^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

0 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında flavonoid miktarındaki artış belirlenmiştir (p<0.05). 0.1 ve 0.50 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında flavonoid miktarındaki artış saptanmıştır (p<0.05). mT (0.25 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında flavonoid miktarında artış tespit edilmiştir (p<0.05).

0 mM mT uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında flavonoid miktarındaki artış belirlenmiştir

($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında flavonoid miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında flavonoid miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında flavonoid miktarında azalma saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında flavonoid miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca). 0.1 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 60. saat gruplarında flavonoid miktarında yine artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25 °C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi

uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarında azalma olduğu saptanmıştır. ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarındaki artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 60. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin flavonoid miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 24 saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, flavonoid miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0 ve 0.1 mM) KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde, 25°C ve 4°C gruplarındaki yaprak örneklerinin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, flavonoid miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C gruplarındaki yaprak örneklerinin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, flavonoid miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki flavonoid miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 24., 48., ve 60. saatlerde, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin flavonoid miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında, flavonoid miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresine maruz bırakılan (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarını daha fazla olduğu

belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin flavonoid miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

4.6 DPPH (1,1-Difenil 2-Pikril Hidrazil) Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Ölçümü Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **% inhibisyon DPPH serbest radikal süpürücü aktivite miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-20). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.20).

mT (0 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarındaki azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT (0.1, 0.25 ve 0.50) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.20 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktive miktarındaki değişimler ($n=3$), ($p < 0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		% İnhibisyon DPPH Süpürücü Radikal Aktivite [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	85,3 $\pm$ 0,9 Aa1^a	79,0 $\pm$ 1,3 Ba1^b	49,8 $\pm$ 1,4 Cb2^b	44,8 $\pm$ 2,2 Db2^d
	0.1		53,8 $\pm$ 1,4 Ca2^b	71,1 $\pm$ 1,9 Aa1^c	51,0 $\pm$ 1,5 Cb2^b	60,5 $\pm$ 1,4 Bb1^c
	0.25		84,9 $\pm$ 0,6 Aa1^a	86,8 $\pm$ 0,9 Aa1^a	83,6 $\pm$ 0,8 Aa1^a	85,8 $\pm$ 2,0 Aa1^a
	0.50		81,8 $\pm$ 0,9 Aa1^a	68,9 $\pm$ 1,0 Cb2^c	80,8 $\pm$ 1,0 Aa1^a	75,4 $\pm$ 3,2 Bb1^b
	0	4°C	85,3 $\pm$ 0,9 Aa1^a	56,2 $\pm$ 2,0 Cb2^c	56,8 $\pm$ 1,8 Ca2^c	75,4 $\pm$ 2,5 Ba2^c
	0.1		53,8 $\pm$ 1,4 Ca2^b	58,8 $\pm$ 2,2 Bb2^c	86,0 $\pm$ 1,0 Aa1^a	82,6 $\pm$ 1,5 Aa1^b
	0.25		84,9 $\pm$ 0,6 ABa1^a	80,1 $\pm$ 0,5 Bb1^b	82,3 $\pm$ 0,9 ABa1^a	86,4 $\pm$ 0,5 Aa1^{ab}
	0.50		81,8 $\pm$ 0,9 Ba1^a	87,2 $\pm$ 1,1 Aa1^a	65,5 $\pm$ 1,4 Cb2^b	87,7 $\pm$ 0,2 Aa1^a
ÇF1	0	25°C	64,0 $\pm$ 1,8 Aa2^c	66,2 $\pm$ 1,6 Ab2^b	65,2 $\pm$ 0,6 Ab1^c	66,7 $\pm$ 2,6 Ab1^c
	0.1		79,6 $\pm$ 0,9 Aa1^b	62,3 $\pm$ 0,8 Bb2^b	80,7 $\pm$ 2,7 Ab1^a	59,6 $\pm$ 7,1 Bb1^d
	0.25		82,1 $\pm$ 1,0 Aa1^{ab}	67,2 $\pm$ 1,7 Cb2^b	74,9 $\pm$ 1,8 Ba2^b	72,7 $\pm$ 2,3 Bb2^b
	0.50		85,9 $\pm$ 0,8 Aa1^a	87,8 $\pm$ 0,0 Aa1^a	74,0 $\pm$ 1,7 Cb2^b	80,3 $\pm$ 3,9 Bb1^a
	0	4°C	64,0 $\pm$ 1,8 Ba2^c	82,4 $\pm$ 1,4 Aa1^a	84,1 $\pm$ 0,2 Aa1^a	81,6 $\pm$ 0,3 Aa1^b
	0.1		79,6 $\pm$ 0,9 Ca1^b	80,0 $\pm$ 1,8 BCa1^a	85,7 $\pm$ 0,2 Aa1^a	84,7 $\pm$ 0,3 ABa1^{ab}
	0.25		82,2 $\pm$ 1,0 Ba1^{ab}	80,9 $\pm$ 0,9 Ba1^a	70,8 $\pm$ 2,3 Ca2^b	87,8 $\pm$ 0,6 Aa1^a
	0.50		85,9 $\pm$ 0,8 Aa1^a	84,5 $\pm$ 0,8 Aa1^a	84,6 $\pm$ 1,0 Aa1^a	87,6 $\pm$ 3,4 Aa1^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarlarında artış olduğu belirlenmiştir. 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C)

ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 0

ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında yine artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0 ve 0.1 mM) ÇF1 çeşidinin 24., 48. ve 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4 °C gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki yaprak örneklerinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarında yine artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0.1 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 60. saat gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve

soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresine maruz bırakılan (4°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 60. saat gruplarında % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. ve 24. saat gruplarında, % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0. ve 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* ve soğuk stresine maruz bırakılan (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin % inhibisyon DPPH süpürücü radikal aktivite miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

4.7 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dördümlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-21). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen FRAP miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.21).

mT (0.25 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde FRAP miktarı

birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat yaprak örneklerindeki FRAP miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde FRAP miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki FRAP miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.21 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki FRAP miktarındaki değişimler (n=3), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		FRAP ($\mu\text{g AAE g}^{-1}\text{ TA}$) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	686,8 $\pm$ 41,8 Aa2^b	659,6 $\pm$ 59,8 Aa2^a	419,7 $\pm$ 41,3 Cb2^c	538,9 $\pm$ 7,95 Bb2^c
	0.1		703,1 $\pm$ 9,82 Ba2^b	713,7 $\pm$ 38,9 Bb1^a	682,5 $\pm$ 14,6 Bb2^b	941,6 $\pm$ 4,14 Aa1^a
	0.25		787,4 $\pm$ 14,0 Ba2^a	723,8 $\pm$ 18,8 Cb2^a	863,1 $\pm$ 12,0 Ab2^a	868,9 $\pm$ 25,3 Ab2^b
	0.50		718,5 $\pm$ 18,6 Ba2^b	714,8 $\pm$ 8,72 Ba2^a	870,0 $\pm$ 22,7 Ab1^a	838,8 $\pm$ 15,5 Aa2^b
	0	4°C	686,8 $\pm$ 41,8 Ca2^b	504,9 $\pm$ 27,1 Db2^d	765,6 $\pm$ 12,4 Ba2^c	848,3 $\pm$ 8,33 Aa2^b
	0.1		703,1 $\pm$ 9,82 Ba2^b	941,6 $\pm$ 31,3 Aa1^b	964,3 $\pm$ 44,3 Aa1^b	994,5 $\pm$ 19,9 Aa2^a
	0.25		787,4 $\pm$ 14,0 Ca2^a	1263 $\pm$ 10,4 Aa1^a	1060 $\pm$ 25,4 Ba1^a	1001 $\pm$ 9,18 Ba2^a
	0.50		718,5 $\pm$ 18,6 Ca2^b	712,7 $\pm$ 10,2 Ca2^c	935,7 $\pm$ 11,0 Aa2^b	845,7 $\pm$ 11,0 Ba2^b
ÇF1	0	25°C	783,7 $\pm$ 11,5 Ca1^c	889,1 $\pm$ 21,1 Ba1^a	822,6 $\pm$ 13,5 Cb1^{bc}	1027 $\pm$ 15,2 Aa1^a
	0.1		860,7 $\pm$ 9,97 Aa1^b	698,4 $\pm$ 10,1 Bb1^b	873,7 $\pm$ 13,3 Aa1^b	743,4 $\pm$ 12,2 Bb2^c
	0.25		1052 $\pm$ 9,42 Aa1^a	909,2 $\pm$ 19,9 Ba1^a	1075 $\pm$ 14,1 Aa1^a	942,6 $\pm$ 14,1 Bb1^b
	0.50		1032 $\pm$ 25,0 Aa1^a	852,3 $\pm$ 19,8 Bb1^a	769,9 $\pm$ 10,3 Cb2^c	1021 $\pm$ 17,8 Aa1^a
	0	4°C	783,7 $\pm$ 11,5 Ca1^c	739,2 $\pm$ 16,6 Cb1^c	1059 $\pm$ 41,1 Aa1^b	921,9 $\pm$ 22,5 Bb1^c
	0.1		860,7 $\pm$ 9,97 Ca1^b	999,8 $\pm$ 49,4 Ba1^a	729,0 $\pm$ 21,2 Db2^c	1187 $\pm$ 1,59 Aa1^b
	0.25		1052 $\pm$ 9,39 Ba1^a	945,8 $\pm$ 28,8 Ca2^{ab}	1110 $\pm$ 24,9 Ba1^{ab}	1287 $\pm$ 20,7 Aa1^a
	0.50		1032 $\pm$ 25,0 Ba1^a	916,0 $\pm$ 6,59 Ca1^b	1158 $\pm$ 17,9 Aa1^a	961,1 $\pm$ 15,5 Cb1^c

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin FRAP miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında FRAP miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin FRAP miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında FRAP miktarında artış olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0.,

24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde FRAP miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki FRAP miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0.1 ve 0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde FRAP miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki FRAP miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP miktarı arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yapraklarında FRAP miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yapraklarında FRAP miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yapraklarında FRAP miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yapraklarında FRAP miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına

maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile FRAP miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 0 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yapraklarında FRAP miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki FRAP miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında FRAP miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki FRAP miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında FRAP miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki FRAP miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında FRAP miktarında yine artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki FRAP miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında FRAP miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4 °C ve 25 °C gruplarındaki FRAP miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4 °C gruplarında FRAP miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki FRAP miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında FRAP miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılmamış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin FRAP miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin FRAP miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0., 24.,

48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin FRAP miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında ise KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin FRAP miktarının yine daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. 24. 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin FRAP miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde FRAP miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin FRAP miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.8 Yapraklardaki Malondialdehit (MDA) Miktarı Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **malondialdehit miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-22). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen MDA miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.22).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde MDA miktarı arasındaki istatistiksel fark önemsizdir. 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat yaprak örneklerindeki MDA miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında MDA miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında MDA miktarında azalma olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.22 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki MDA miktarındaki değişimler (n=3) ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		MDA (nmol g ⁻¹ TA) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	11,5 ± 1,9 Aa2 ^d	18,0 ± 1,9 Ab2 ^c	16,6 ± 3,1 Ab2 ^c	10,7 ± 0,0 Ab2 ^c
	0.1		28,8 ± 1,6 Ca2 ^c	37,5 ± 2,7 BCb1 ^b	53,2 ± 2,7 Ab1 ^a	47,9 ± 0,9 ABb2 ^a
	0.25		103,9 ± 3,5 Aa1 ^a	72,4 ± 2,6 Ba2 ^a	57,8 ± 2,9 Cb2 ^a	54,0 ± 0,9 Cb2 ^a
	0.50		77,9 ± 0,9 Aa2 ^b	41,8 ± 2,3 Bb2 ^b	33,5 ± 0,6 Ba2 ^b	32,2 ± 1,1 Bb2 ^b
	0	4°C	11,5 ± 1,9 Ca2 ^d	55,7 ± 2,9 Ba1 ^b	93,6 ± 2,4 Aa1 ^a	91,8 ± 2,9 Aa1 ^a
	0.1		28,8 ± 1,7 Da2 ^c	54,7 ± 1,3 Ca1 ^b	84,6 ± 1,3 Ba1 ^a	103,3 ± 1,3 Aa1 ^a
	0.25		103,9 ± 3,5 Aa1 ^a	84,9 ± 1,9 Ba1 ^a	68,3 ± 1,4 Ca1 ^b	68,3 ± 0,3 Ca1 ^b
	0.50		77,9 ± 0,9 Aa2 ^b	72,0 ± 1,5 ABA1 ^a	44,0 ± 0,9 Ca2 ^c	61,6 ± 0,7 Ba2 ^b
ÇF1	0	25°C	47,4 ± 0,3 Aa1 ^b	53,8 ± 0,5 Aa1 ^b	52,2 ± 1,0 Ab1 ^c	45,7 ± 1,6 Ab1 ^c
	0.1		45,8 ± 0,5 Ba1 ^b	44,8 ± 2,3 BCa1 ^b	31,4 ± 1,8 Cb2 ^d	61,3 ± 0,4 Aa1 ^b
	0.25		95,6 ± 2,4 Ba1 ^a	113,1 ± 1,1 Aa1 ^a	101,0 ± 1,5 Ba1 ^a	93,2 ± 1,5 Ba1 ^a
	0.50		96,5 ± 0,9 Aa1 ^a	56,4 ± 1,3 Cb1 ^b	76,0 ± 2,7 Ba1 ^b	67,0 ± 0,7 BCa1 ^b
	0	4°C	47,4 ± 0,4 Ba1 ^b	37,1 ± 1,3 Bb2 ^b	81,6 ± 2,5 Aa1 ^a	86,8 ± 2,5 Aa1 ^a
	0.1		45,8 ± 0,5 Ba1 ^b	30,8 ± 0,2 Cb2 ^b	53,0 ± 2,3 ABA2 ^b	63,8 ± 2,6 Aa2 ^b
	0.25		95,6 ± 2,4 Aa1 ^a	87,1 ± 2,5 Ab1 ^a	65,5 ± 0,3 Bb1 ^b	59,1 ± 3,4 Bb1 ^b
	0.50		95,5 ± 0,9 Aa1 ^a	75,4 ± 2,4 BCa1 ^a	62,3 ± 0,5 Cb1 ^b	78,2 ± 1,8 Ba1 ^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde MDA miktarı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerindeki MDA miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresine maruz bırakılmamış

(25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat yaprak örneklerindeki MDA miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0.50 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında MDA miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin MDA miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin MDA miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 0. saat grubunda, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin MDA miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin MDA miktarında azalış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin MDA miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. 24. ve 60. saat gruplarında, 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında ise 0.50 mM

mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin MDA miktarında yine artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

0 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki MDA miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25 °C gruplarındaki MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında azalış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında azalış saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25 °C gruplarındaki MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında yine azalış saptanmıştır ($p<0.05$).

0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4 °C gruplarında MDA miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1

çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında MDA miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki MDA miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin MDA miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin MDA miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0 ve 0.1, 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin MDA miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0 ve 0.1 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) olan KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. saat gruplarında MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde MDA miktarında azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. saat grubunda MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde MDA miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4 °C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde MDA miktarında azalış belirlenmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılmış olan (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında MDA miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinde MDA miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0., 24. 48. ve 60. saat gruplarında, MDA miktarları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır. 0 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. ve 60. saat gruplarında MDA miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. Ayrıca 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi

uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. saat grubunda MDA miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

4.9 Yapraklardaki Hidrojen Peroksit (H₂O₂) İçeriği Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **hidrojen peroksit sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-23). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen H₂O₂ içeriği ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.23).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin H₂O₂ miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin H₂O₂ miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin H₂O₂ miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.23 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki H₂O₂ miktarındaki değişimler (n=3), (p<0.05)

Çeşit	Uygulamalar		H ₂ O ₂ (μmol g ⁻¹ TA) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	1,24 ± 0,03 Aa2^b	1,13 ± 0,00 Aa2^b	1,15 ± 0,03 Ab2^b	1,23 ± 0,02 Ab2^b
	0.1		1,03 ± 0,01 Ca2^c	1,11 ± 0,00 BCa2^b	1,23 ± 0,00 Ba2^b	1,87 ± 0,02 Aa1^a
	0.25		1,37 ± 0,12 Ba2^b	1,94 ± 0,05 Aa1^a	1,75 ± 0,08 Aa1^a	1,88 ± 0,01 Aa2^a
	0.50		1,69 ± 0,04 Aa1^a	1,77 ± 0,05 Aa1^a	1,72 ± 0,05 Aa1^a	1,81 ± 0,16 Ab2^a
	0	4°C	1,24 ± 0,03 Ba2^b	1,21 ± 0,09 Ba2^c	1,53 ± 0,05 Aa2^b	1,60 ± 0,16 Aa2^b
	0.1		1,03 ± 0,01 Ca2^c	1,21 ± 0,01 BCa2^c	1,27 ± 0,02 Ba2^c	1,54 ± 0,02 Ab2^b
	0.25		1,37 ± 0,12 Ca2^b	1,45 ± 0,04 BCb2^b	1,90 ± 0,02 Aa2^a	1,63 ± 0,01 Bb2^b
	0.50		1,69 ± 0,04 Ba1^a	1,76 ± 0,02 Ba2^a	1,86 ± 0,02 Ba2^a	2,08 ± 0,01 Aa1^a
ÇF1	0	25°C	1,44 ± 0,03 Ba1^c	1,74 ± 0,04 Aa1^a	1,80 ± 0,00 Ab1^a	1,83 ± 0,13 Ab1^{bc}
	0.1		1,69 ± 0,06 Aa1^b	1,69 ± 0,05 Ab1^a	1,79 ± 0,15 Ab1^a	1,73 ± 0,03 Ab1^c
	0.25		1,96 ± 0,00 Ba1^a	1,80 ± 0,01 Ba1^a	1,89 ± 0,06 Bb1^a	2,24 ± 0,00 Aa1^a
	0.50		1,50 ± 0,02 Ba1^c	1,49 ± 0,01 Bb2^b	1,48 ± 0,16 Bb2^b	2,02 ± 0,02 Aa1^b
	0	4°C	1,44 ± 0,03 Ba1^c	1,87 ± 0,06 Aa1^b	2,07 ± 0,01 Aa1^b	1,99 ± 0,09 Aa1^a
	0.1		1,69 ± 0,06 Ca1^b	2,06 ± 0,06 Ba1^{ab}	2,26 ± 0,03 Aa1^{ab}	1,97 ± 0,07 Ba1^a
	0.25		1,96 ± 0,00 Aa1^a	1,98 ± 0,04 Aa1^{ab}	2,16 ± 0,08 Aa1^b	2,02 ± 0,30 Ab1^a
	0.50		1,50 ± 0,02 Ca1^c	2,12 ± 0,04 Ba1^a	2,43 ± 0,02 Aa1^a	1,95 ± 0,02 Ba1^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin H₂O₂ miktarında artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin H₂O₂ miktarında artış olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

mT (0 ve 0.50 mM) uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin H₂O₂ miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. mT (0.1 mM) uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1

biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saatlerinde H₂O₂ miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat yaprak örneklerinde H₂O₂ miktarında artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. ve 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki H₂O₂ miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. *mT* uygulamasına maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde 25°C ve 4°C uygulamalarındaki H₂O₂ miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H₂O₂ miktarında artış saptanmıştır (p<0.05). *mT* uygulamasına maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 0. ve 24 saatlerde 25°C ve 4°C uygulamalarındaki H₂O₂ miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki H₂O₂ miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H₂O₂ miktarında azalış saptanmıştır (p<0.05). 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki H₂O₂ miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H₂O₂ miktarında azalış saptanmıştır (p<0.05). 0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25°C gruplarındaki H₂O₂ miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki H₂O₂ miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H₂O₂ miktarında artış tespit edilmiştir (p<0.05).

mT uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 48. ve 60 saatlerde 25°C ve 4°C uygulamalarındaki hidrojen peroksit miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. *mT* uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 0. ve 24. saatlerde 25°C ve 4°C uygulamalarındaki hidrojen peroksit miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki H₂O₂ miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte 25°C ve 4°C uygulamalarındaki H₂O₂ miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H₂O₂ miktarında artış tespit edilmiştir (p<0.05). 0.50 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. ve 48. saatlerde 25°C ve 4°C

uygulamalarındaki H_2O_2 miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 25°C gruplarında H_2O_2 miktarında azalış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25 °C gruplarındaki H_2O_2 miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H_2O_2 miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki H_2O_2 miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında H_2O_2 miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin H_2O_2 miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24., ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin H_2O_2 miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin H_2O_2 miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulaması ve soğuk stresi uygulamasına bırakılmış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin H_2O_2 miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* uygulaması ve soğuk stresi uygulamasına bırakılmamış olan (25°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında H_2O_2 miktarları arasındaki istatistiki fark önemli değildir.

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin H_2O_2 miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (4°C) biber çeşitlerinin 0. ve 60.saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin H_2O_2 miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında hidrojen peroksit miktarları arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır.

4.10 Yapraklardaki Total Çözünür Protein Miktarı Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [mT (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **total çözünür protein miktarı sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x mT konsantrasyon x saat dördümlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-24). mT ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen total çözünür protein miktarı ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.24).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarında, 0, ve 0.25 mM mT uygulamalarının total çözünür protein miktarı arasındaki istatistiki fark önemli değildir. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0.1 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözünür protein miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamalarının 0., 24., 48. ve 60. saatlerde total çözünür protein miktarında artışa neden olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında total çözünür protein miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

Çizelge 4.24 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki total çözünür protein miktarındaki değişimler (n=3), (p<0,05)

Çeşit	Uygulamalar		Total çözünür protein (mg g ⁻¹ TA) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	mT (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	6,1 ± 0,06 Aa2^c	6,0 ± 0,06 Aa2^c	6,0 ± 0,3 Ab2^c	6,2 ± 0,07 Aa2^c
	0.1		5,6 ± 0,12 Ca2^d	6,2 ± 0,11 Bb2^c	5,9 ± 0,06 BCb2^c	7,9 ± 0,17 Ab1^b
	0.25		8,7 ± 0,16 Aa1^a	8,6 ± 0,03 Aa1^a	8,9 ± 0,18 Ab1^a	8,6 ± 0,12 Aa1^a
	0.50		7,4 ± 0,21 Ba2^b	8,0 ± 0,11 Aa1^b	8,0 ± 0,13 Aa1^b	8,2 ± 0,10 Aa1^b
	0	4°C	6,1 ± 0,06 Ca2^c	5,9 ± 0,28 Ca2^d	6,9 ± 0,03 Aa2^d	6,5 ± 0,07 Ba2^c
	0.1		5,6 ± 0,12 Ba2^d	8,9 ± 0,07 Aa1^a	8,8 ± 0,31 Aa1^b	8,7 ± 0,21 Aa1^{ab}
	0.25		8,7 ± 0,17 BCa1^a	8,4 ± 0,10 Ca1^b	9,7 ± 0,12 Aa1^a	8,8 ± 0,10 Ba1^a
	0.50		7,4 ± 0,21 Ba2^b	7,7 ± 0,14 Ba2^c	8,2 ± 0,20 Aa1^c	8,4 ± 0,23 Aa1^b
ÇF1	0	25°C	7,1 ± 0,07 Aa1^b	7,1 ± 0,17 Aa1^b	7,0 ± 0,07 Ab1^b	7,0 ± 0,23 Ab1^c
	0.1		8,1 ± 0,06 Aa1^a	7,4 ± 0,47 Cb1^{ab}	7,7 ± 0,03 BCb1^a	8,0 ± 0,17 ABb1^a
	0.25		8,2 ± 0,31 Aa2^a	7,7 ± 0,17 Bb2^a	7,7 ± 0,10 Bb2^a	7,3 ± 0,10 Cb2^{bc}
	0.50		8,3 ± 0,21 Aa1^a	7,5 ± 0,12 Bb2^a	7,4 ± 0,23 Ba2^{ab}	7,5 ± 0,00 Bb2^b
	0	4°C	7,1 ± 0,07 Ba1^b	7,0 ± 0,10 Ba1^b	7,7 ± 0,15 Ba1^c	8,3 ± 0,17 Aa1^a
	0.1		8,1 ± 0,06 Aa1^a	8,1 ± 0,07 Aa2^a	8,3 ± 0,11 Aa2^b	8,4 ± 0,03 Aa1^a
	0.25		8,2 ± 0,31 Ca2^a	8,2 ± 0,33 Ca1^a	9,0 ± 0,23 Aa2^a	8,6 ± 0,40 Ba1^a
	0.50		8,3 ± 0,21 Aa1^a	8,2 ± 0,31 Aa1^a	7,5 ± 0,33 Ba2^c	8,3 ± 0,40 Aa1^a

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, mT konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulaması yapılmış fidelerin total çözünür protein miktarında artış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM mT uygulamaları arasındaki istatistiki fark önemli değildir. 0,1 mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında total çözünür protein miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. 0.1 ve 0.25 mM mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında total çözünür protein miktarında artış olduğu saptanmıştır (p<0.05).

0, 0.25 ve 0.50 mM mT maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözünür protein miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0, 0.1 ve 0.25 mM mT maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48.

saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözüner protein miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total çözüner protein içeriğinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki total çözüner protein miktarları arasındaki istatistiki fark önemsizdir.

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözüner protein miktarı birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total çözüner protein miktarında artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0, 0.1, ve 0,25 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözüner protein miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında total çözüner protein miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözüner protein miktarları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında total çözüner protein miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 24., 48., ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözüner protein miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.25 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) biber çeşitlerinin 0. saat grubunda, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözüner protein miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0. ve 0.1 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış olan (25°C) biber çeşitlerinin 0., 24., ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözüner protein miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) biber çeşitlerinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözüner protein miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış olan (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 60. saat gruplarının total çözüner protein arasındaki istatistiki fark

önemli bulunmamıştır. 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür protein miktarının daha az olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0, 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulaması ve soğuk stresi uygulamasına bırakılmış olan (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür protein miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.11 Yapraklardaki Total Çözünür Fenolik İçeriği Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **total çözünür fenolik içeriği sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-25). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen total çözünür fenolik içeriği ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.25).

0.1 mM *mT* uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 24. saatlerde total çözünür fenolik miktarının arttığı saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve soğuk stresi uygulaması yapılan (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 24. saatte total çözünür fenolik miktarında azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 0. saatte total çözünür fenolik miktarının azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24.,

48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 24. saatlerde total fenolik miktarının arttığı saptanmıştır ($p<0.05$). 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığı

Çizelge 4.25 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarının total çözünür fenolik miktarındaki değişimler ($n=3$), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		Total çözünür fenolik ($\mu\text{g Gallik asit ml}^{-1}$ TA) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	125,1 $\pm$ 9,0 Aa2^b	120,0 $\pm$ 5,9 Aa2^c	100,3 $\pm$ 4,7 Bb2^c	96,4 $\pm$ 1,24 Bb2^d
	0.1		107,9 $\pm$ 7,4 Ca2^c	143,0 $\pm$ 6,6 Ab1^b	126,0 $\pm$ 7,0 Bb2^b	123,4 $\pm$ 16,2 Bb2^c
	0.25		123,3 $\pm$ 8,4 Ba2^b	189,9 $\pm$ 0,5 Aa2^a	182,7 $\pm$ 0,8 Ab1^a	191,6 $\pm$ 3,0 Ab2^a
	0.50		176,7 $\pm$ 1,1 Aa2^a	178,6 $\pm$ 1,7 Ab1^a	126,8 $\pm$ 2,1 Bb2^b	165,4 $\pm$ 0,6 Ab2^b
	0	4°C	125,1 $\pm$ 9,0 Ba2^b	106,5 $\pm$ 4,5 Cb2^d	193,5 $\pm$ 9,7 Aa2^c	199,4 $\pm$ 10,0 Aa2^d
	0.1		107,9 $\pm$ 7,4 Da2^c	165,6 $\pm$ 1,4 Ca2^c	215,0 $\pm$ 4,8 Ba2^b	312,7 $\pm$ 4,0 Aa1^a
	0.25		123,3 $\pm$ 8,4 Ca2^b	192,8 $\pm$ 3,7 Ba1^b	244,4 $\pm$ 6,9 Aa1^a	250,6 $\pm$ 2,1 Aa1^b
	0.50		176,7 $\pm$ 1,0 Ba2^a	214,3 $\pm$ 5,6 Aa1^a	179,8 $\pm$ 2,4 Ba1^d	220,6 $\pm$ 15,7 Aa1^c
ÇF1	0	25°C	148,1 $\pm$ 5,0 Ba1^c	182,2 $\pm$ 6,0 Aa1^b	132,9 $\pm$ 1,5 Cb1^d	136,3 $\pm$ 4,7 BCb1^c
	0.1		183,9 $\pm$ 6,7 Aa1^b	147,4 $\pm$ 5,6 Bb1^c	179,5 $\pm$ 9,3 Ab1^b	144,8 $\pm$ 5,7 Bb1^c
	0.25		223,4 $\pm$ 3,9 Aa1^a	203,2 $\pm$ 3,4 Ba1^a	166,4 $\pm$ 3,8 Ca2^c	230,9 $\pm$ 4,9 Ab1^a
	0.50		190,4 $\pm$ 2,7 ABa1^b	181,3 $\pm$ 8,9 Bb1^b	195,8 $\pm$ 4,2 Aa1^a	181,6 $\pm$ 2,17 Bb1^b
	0	4°C	148,1 $\pm$ 5,0 Ca1^c	161,8 $\pm$ 7,6 Bb1^c	252,5 $\pm$ 8,3 Aa1^a	249,0 $\pm$ 10,9 Aa1^a
	0.1		183,9 $\pm$ 6,7 Ba1^b	186,5 $\pm$ 6,0 Ba1^b	248,9 $\pm$ 9,8 Aa1^a	257,5 $\pm$ 5,7 Aa2^a
	0.25		223,4 $\pm$ 3,9 Ba1^a	189,7 $\pm$ 3,9 Cb1^b	127,2 $\pm$ 1,3 Db2^c	253,1 $\pm$ 5,9 Aa1^a
	0.50		190,4 $\pm$ 2,7 Ba1^b	213,4 $\pm$ 1,1 Aa1^a	162,8 $\pm$ 3,8 Cb2^b	201,8 $\pm$ 5,6 ABa2^b

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir.

mT (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulaması yapılan (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 24. saatte total çözünür fenolik miktarında artış belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24., 48., ve 60. saat gruplarındaki total çözünür fenolik miktarı birbiri ile karşılaştırıldığında, 60. saatte total çözünür fenolik miktarının arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 0. saat

gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 0. ve 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 0., 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 çeşidinin 48. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin total çözüner fenolik miktarında artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 24. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin

yaprak örneklerinin total çözünür fenolik miktarında artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki total çözünür fenolik içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözünür fenolik içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total çözünür fenolik içeriğinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözünür fenolik içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında total çözünür fenolik içeriğinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 0. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki total çözünür fenolik içerikleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözünür fenolik içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total çözünür fenolik içeriğinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki total çözünür fenolik içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında total fenolik içeriğinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.50 mM *mT* maruz bırakılan ÇF1 çeşidinin 24. saatte alınan yaprak örneklerinde 4 °C ve 25 °C gruplarındaki total çözünür fenolik içeriği birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 4°C gruplarında total çözünür fenolik içeriğinde artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

mT (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) uygulamasına maruz bırakılmış ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) olan biber çeşitlerinin 0. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür fenolik miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0., 0.1 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılan ve stres uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür fenolik miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür fenolik miktarının daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0 ve 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24. ve 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür fenolik miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılan (4°C) KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinin 48. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin total çözünür fenolik miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

4.12 Yapraklardaki Peroksidaz (POD: EC 1.11.1.7) Aktivitesi Sonuçları

KM-1 ve ÇF1 fidelerinin kontrol ve tüm uygulama [*mT* (0, 0.1, 0.25, 0.50 mM) + sıcaklık uygulamaları (25°C, 4°C)] gruplarında **peroksidaz (POD: EC 1.11.1.7) aktivitesi sonuçları** karşılaştırıldığında çeşit x derece x *mT* konsantrasyon x saat dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek-26). *mT* ve soğuk uygulamaları sonrası KM-1 ve ÇF1 biber çeşitlerinin yapraklarında yapılan analizler sonucunda belirlenen peroksidaz aktivitesi ölçüm sonuçları ve yapılan istatistiksel analizin karşılaştırma sonuçları gerekli alt grup ortalamalarının yanında harfli gösterim olarak verilmiştir (Çizelge 4.26).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarındaki peroksidaz aktivitesinde artış belirlenmiştir. 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat yaprak örneklerindeki peroksidaz aktivitesinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.25 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulaması yapılmamış (25°C) KM-1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 24. saat yaprak örneklerindeki peroksidaz aktivitesinde yine artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT (0.1 mM) ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1

çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında peroksidaz aktivitesinde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.50 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) KM-1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 24. saat gruplarında peroksidaz aktivitesinde artış olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.26 KM-1 ve ÇF1 fidelerinin yapraklarındaki peroksidaz miktarındaki değişimler (n=3), ($p<0.05$)

Çeşit	Uygulamalar		Peroksidaz Aktivitesi (U gr ⁻¹ TA) [$\bar{X} \pm S_x$]			
	<i>mT</i> (mM)	Sıcaklık	0. saat	24. saat	48. saat	60. saat
KM-1	0	25°C	31,44 ± 1,4 Aa1 ^a	25,42 ± 1,5 Ba2 ^c	16,15 ± 1,4 Cb2 ^c	23,62 ± 1,6 Bb2 ^b
	0.1		27,33 ± 2,2 Ca2 ^b	31,83 ± 0,7 Ba1 ^b	36,95 ± 1,0 Aa1 ^a	20,76 ± 1,5 Db2 ^b
	0.25		31,68 ± 1,3 Ca2 ^a	58,63 ± 1,6 Aa1 ^a	32,10 ± 1,5 BCa2 ^b	35,66 ± 1,8 Ba2 ^a
	0.50		27,53 ± 0,4 ABa2 ^b	29,13 ± 0,7 Aa2 ^{bc}	29,09 ± 1,7 Aa2 ^b	23,78 ± 0,2 Ba2 ^b
	0	4°C	31,44 ± 1,4 Aa1 ^a	24,19 ± 1,9 Ba2 ^b	26,08 ± 0,9 Ba2 ^b	31,79 ± 0,6 Aa2 ^a
	0.1		27,33 ± 2,2 Ba2 ^b	23,85 ± 0,6 Bb2 ^b	18,81 ± 0,2 Cb2 ^c	33,95 ± 1,2 Aa2 ^a
	0.25		31,68 ± 1,3 Aa2 ^a	25,73 ± 2,1 Bb1 ^b	30,19 ± 1,6 Aa2 ^a	30,08 ± 1,5 Ab2 ^a
	0.50		27,53 ± 0,4 Ba2 ^b	31,87 ± 0,8 Aa1 ^a	27,76 ± 2,0 Ba2 ^{ab}	25,88 ± 0,9 Ba2 ^b
ÇF1	0	25°C	27,41 ± 1,5 Ca2 ^d	34,25 ± 1,4 Ba1 ^b	36,25 ± 0,7 Bb1 ^b	42,47 ± 1,7 Aa1 ^b
	0.1		63,72 ± 1,1 Aa1 ^a	24,19 ± 0,8 Cb2 ^c	34,33 ± 1,9 Bb1 ^b	25,14 ± 0,3 Cb1 ^d
	0.25		53,34 ± 1,2 Aa1 ^b	51,90 ± 1,9 Aa2 ^a	40,94 ± 1,8 Cb1 ^a	46,46 ± 1,6 Bb1 ^a
	0.50		41,51 ± 1,2 Ba1 ^c	54,38 ± 1,4 Aa1 ^a	43,56 ± 0,9 Bb1 ^a	34,61 ± 1,6 Cb1 ^c
	0	4°C	27,41 ± 1,5 Ca2 ^d	30,26 ± 2,2 Cb1 ^c	48,80 ± 1,1 Aa1 ^a	43,06 ± 0,9 Ba1 ^c
	0.1		63,72 ± 1,0 Aa1 ^a	41,76 ± 1,4 Ca1 ^a	41,25 ± 1,3 Ca1 ^b	49,33 ± 1,6 Ba1 ^b
	0.25		53,34 ± 1,2 Ba1 ^b	21,21 ± 0,7 Cb2 ^d	52,16 ± 0,9 Ba1 ^a	76,17 ± 3,8 Aa1 ^a
	0.50		41,51 ± 1,2 Ba1 ^c	35,58 ± 1,3 Cb1 ^b	50,73 ± 0,8 Aa1 ^a	40,12 ± 0,9 Ba1 ^c

* $\bar{X}$: ortalama, S_x : ortalamaların standart hatası

* Büyük harfler: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı derecede, saatler arası farkları göstermektedir.

* Küçük harf: Aynı çeşit, aynı uygulama, aynı saatte, dereceler arası farkları göstermektedir.

* Sayı: Aynı uygulama, aynı derece, aynı saatte, çeşitler arası farkları göstermektedir.

* Üst simge küçük harfler: Aynı çeşit, aynı derece, aynı saatte, *mT* konsantrasyonları arası farkları göstermektedir

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarındaki peroksidaz aktivitesinde artış belirlenmiştir. 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat yaprak örneklerindeki peroksidaz aktivitesinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi

uygulaması yapılmamış (25°C) ÇF1 biber fidelerinin 0., 24., 48. ve 60. saat yaprak örneklerinde peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 24. saat yaprak örneklerindeki peroksidaz aktivitesinde yine artış saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan ve arkasından soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 48. saat gruplarında peroksidaz aktivitesinde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* (0.1 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0. saat gruplarında peroksidaz aktivitesinde artış olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). *mT* (0.25 mM) ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, 60. saat gruplarında peroksidaz artış olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca 0.50 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılmış (4°C) ÇF1 çeşidinin 0., 24., 48. ve 60. saat gruplarındaki fidelerin peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında ise 48. saat gruplarında peroksidaz aktivitesinde yine artış olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 24. ve 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) KM-1 biber çeşidinin 24. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin

peroksidaz aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat grubunda, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbirleri ile karşılaştırıldığında, 0 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresine maruz bırakılmamış (25°C) KM-1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.1 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) ÇF1 biber çeşidinin 60. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında, 0.25 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

mT uygulaması yapılmayan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde, 4°C ve 25°C uygulamalarındaki fidelerin peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 25°C gruplarına göre 4°C 'ye maruz bırakılan fidelerin 48. ve 60. saat yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artışa neden olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 0.1 mM *mT* ve 4°C uygulamasına maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 60. saatte, 0.1 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresine maruz bırakılmayan (25°C) gruplar ile karşılaştırıldığında, peroksidaz aktivitesinde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) ÇF1 biber çeşidinin 24. ve 48. saat gruplarında, 0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları birbiri ile karşılaştırıldığında 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış fidelerin yaprak örneklerinin peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış ÇF1 çeşidinin 0. saat gruplarında, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulamaları

0 mM *mT* uygulaması ile karşılaştırıldığında peroksidaz aktivitesinde artış olduğu belirlenmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 24. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki peroksidaz aktivitesi arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.25 ve 0.50 mM) KM-1 çeşidinin 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarında peroksidaz aktivitesi arasındaki istatistiki fark önemli değildir. *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.50 mM) KM-1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarında peroksidaz aktivitesi arasındaki istatistiki fark önemsizdir. 0.1 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4 °C ve 25°C gruplarındaki peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında peroksidaz aktivitesinde azalış saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* maruz bırakılan KM-1 çeşidinin 24. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında peroksidaz aktivitelerinde azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca *mT* maruz bırakılmayan KM-1 çeşidinin 48. ve 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki peroksidaz aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında 4°C gruplarında peroksidaz aktivitelerinde ise artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 24. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında peroksidaz aktivitelerinde azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0, 0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 48. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında peroksidaz aktivitelerinde artış tespit edilmiştir. *mT* uygulamasına maruz bırakılan (0.1, 0.25 ve 0.50 mM) ÇF1 çeşidinin 60. saatte, 25°C ve 4°C uygulamalarındaki peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında peroksidaz aktivitelerinde artış belirlenmiştir. *mT* maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 48. saatte alınan yaprak örneklerinin 4°C ve 25°C gruplarındaki peroksidaz aktivitesi birbirleri ile karşılaştırıldığında, 4°C gruplarında peroksidaz aktivitesinde artış saptanmıştır ($p<0.05$). *mT* uygulamasına maruz bırakılmayan ÇF1 çeşidinin 60. saatlerde alınan yaprak örneklerinde 4°C ve 25°C gruplarındaki peroksidaz aktiviteleri arasındaki istatistiki fark önemli bulunmamıştır.

mT uygulaması yapılmamış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.25 ve 0.50 mM *mT* uygulaması yapılmış ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmamış (25°C) biber çeşitlerinin 0., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması yapılan ve soğuk stresi uygulaması yapılmayan (25°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

mT ve soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 24., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 0.1, 0.25 ve 0.50 mM *mT* ve sonra soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılmış (4°C) biber çeşitlerinin 0., 48. ve 60. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.1 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılan (4°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında peroksidaz aktivitesi birbiri ile karşılaştırıldığında, ÇF1 çeşidine göre KM-1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.25 mM *mT* ve soğuk stresi uygulaması yapılan (4°C) biber çeşitlerinin 24. saat gruplarında, KM-1 çeşidine göre ÇF1 çeşidinin peroksidaz aktivitesinin daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Stomalar, fotosentez ve terlemenin düzenlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Stoma yoğunluğu birim yaprak alanı başına düşen stoma sayısı iken; stoma indeksi hem stoma sayısının hem de epidermal hücrelerin boyutunun bir fonksiyonudur. Stoma yoğunluğu ve indeksi kuraklık, soğuk stresi, nem, hafif, ağır metaller ve CO₂ konsantrasyonu gibi çevresel faktörlerden etkilenebilen eko fizyolojik parametrelerdir (Vezza vd. 2018). Örneğin düşük CO₂'e maruz bırakılan yapraklarda stoma yoğunluğunda azalma olurken yüksek CO₂ 'de ise artış olduğu belirlenmiştir (Miyazawa vd. 2006, Zhao vd. 2015). Düşük sıcaklıklarda su emilimindeki azalma nedeni ile terlemenin sabit tutulmaya çalışmasının yapraklardaki stoma yoğunluğunu, dağılımını ve boyutunu etkilediği tespit edilmiştir (Petrucelli vd. 2022). Bertolino vd. (2022) ve Han vd. (2022) stoma hareketlerinin yanı sıra, stoma sayısı, boyutu ve dağılımının gaz alışverişini ve dolayısıyla bitki performansını önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Hajihashemi vd. (2018) *Stevia rebaudiana*'da soğuk stresi (5°C) uygulamasının fotosentez, karbonhidratlar ve morfolojik ve anatomik özelliklerin üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kontrol grubu (25°C) ile karşılaştırıldığında soğuk stresi uygulaması *Stevia rebaudiana*'da stoma sayısı, boyutu, yoğunluğu ve indeksini artırmış, epidermal hücre boyutundaki artış nedeni ile epidermal hücre yoğunluğunda ise azalmaya neden olmuştur. Hajihashemi vd. (2018) fotosentez ve su kullanım verimliliğindeki azalmanın sebebinin ise bu stoma indeksi ve yoğunluğundaki artışa bağlı olarak su kaybındaki artış ve yaprak su potansiyelindeki azalış olduğuna işaret etmişlerdir. Bu düşük yaprak su potansiyeli fotosentetik aktiviteyi sınırlamasına karşın bazı bitki türlerinde soğuk stresine karşı gösterilen bir yanıttır (Pardossi vd. 1992, Wilkinson vd. 2001). Soğuk stresi uygulamasına (5°C) maruz bırakılan *Vitis vinifera*' da yine stoma indeksinde artış olduğu bildirilmiştir (Pratt 1974, Swanepoel ve Villiers 1987). Nassuth vd. (2021) kontrol grubu (22°C) ile karşılaştırıldığında soğuk stresine (4°C) maruz bırakılan *Vitis vinifera*' da stoma yoğunluğu ve indeksinin önemli ölçüde arttığını bildirmiştir. Diğer taraftan, düşük sıcaklık stresine (5°C) maruz kalan ıspanak bitkisinin stoma sayısı ve epidermal hücre sayısında değişiklik olmadığı tespit edilmiştir (Boose ve Huner, 1990). Zhao vd. (2020) soğuk stresine maruz bırakılan pirinç fidelerinde, düşük sıcaklığın epidermis hücrelerinin gelişimi üzerinde bir etkiye neden olmazken stomaların ise 28°C'e göre daha küçük

olduğunu tespit etmişlerdir. Ruiz vd. (2006) daha düşük donma sıcaklıklarında (-6°C) ise *Olea europaea* L. 'da ise stoma, kloroplast bakımından yoğun olan palizat ve sünger parankiması hücrelerinde ve epidermal hücrelerde önemli derecede hasar olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca tylosis (ışınsal parankimatik hücrelerin trakelerin içine doğru büyümesi sonucu oluşan uzantıların trakeleri tıkaması sonucu ile su iletiminin azaltılması), hücre duvarlarında ise mantarlaşma ve ligninleşme olduğu belirlenmiştir. Rodriguez vd. (2015) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında soğuk stresine maruz bırakılan *Brassica oleracea* L.de stoma boyutunda küçülme ve stoma iletkenliğinde, yaprak su içeriğinde ve yaş ağırlıkta önemli oranda azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Soğuk stresi bitkilerde su alımını kısıtlamaktadır ve bu durumda bitki hücrelerinin içerdiği su miktarı düştükçe hücreler büzülmetedir. Bitki yapraklarının hücrelerinde meydana gelen büzülme birim başına düşen stoma ve epidermis sayısının artmasına neden olmaktadır (Stefanowska vd. 1999). Bu çalışmada soğuk stresi uygulaması KM-1 çeşidinin stomalarında anatomik değişikliklere neden olmuştur. Soğuk stresi uygulamasına maruz bırakılan KM-1 biber fidelerinin yapraklarında kontrole göre (25°C) stoma, stoma indeks oranı ve stoma indeksinde ve alt ve üst epidermal hücrelerin sayısında artış ÇF1 çeşidinden daha fazla olmuştur. Elde edilen verilerin Hajihashemi vd. (2018), Nassuth vd. (2021), Pratt (1974), Rodriguez vd. (2015), Swanepoel ve Villiers (1987)'in sonuçları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Stoma sayısındaki bu artış soğuk stresinin epidermal hücrelerin farklılaşması üzerindeki etkisi veya stomaların birbirine daha yakın olması sonucu stoma sıklığı ile ilişkili olabilir. Stoma boyutundaki küçülme gibi bir değişim olmadan stoma sayısındaki artışın sebebi stoma dağılımındaki farklılık nedeni ile stomaların birbirine daha yakın olması olarak açıklanmıştır (Lehmann ve Or 2015).

mT uygulaması KM-1 ve ÇF1 çeşitlerinde kontrol grubuna göre soğuk stresi uygulamasında, yaprağın alt ve üst yüzeyindeki stoma sayısında değişimlere neden olmuştur. Mevcut çalışmada, soğuk stresi öncesi 0.50 mM mT uygulaması yapılan her iki biber çeşidinde, uygulamayı takiben 60. saatte yaprak üst ve alt yüzeyindeki stoma sayısında artışa neden olmuş ve bu uygulamada her iki çeşitte nispi su içeriğinde önemli derecede de azalma olduğu belirlenmiştir. Stoma sayısındaki bu artış terlemede artışa neden olmuş olabilir. Diğer taraftan en düşük konsantrasyonda mT uygulaması olan 0.1 mM mT ise 24. ve 48. saatlerde her iki çeşitte de yaprak üst ve alt yüzeyindeki stoma

sayısında azalmaya neden olmuştur. Bu sonuç stoma sayısında değişimlerinde *mT* konsantrasyonun yanı sıra uygulama süresinin de etkili olduğuna işaret etmektedir. Farber vd. (2016) domateste sitokinin uygulamasının stoma yoğunluğunu ve dolayısıyla terlemeyi arttırdığını, düşük konsantrasyonlardaki sitokininin ise stoma yoğunluğunu azalttığını, büyümeyi baskıladığını, senesensi ise uyardığını bildirmişlerdir.

Düşük sıcaklıklar yaprak büyümesini ve yaprak anatomisini düzenleyebilmektedir. Soğuk stresine maruz bırakılan bitkilerin optimum koşullarda yetişen bitkilere kıyasla daha küçük yapraklar geliştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca soğuk koşullar altında bitki yapraklarının kontrol gruplarının yapraklarına göre genişliğinin azaldığı, yaprakların daha kalın hale geldiği ve mezofil kalınlığının arttığı rapor edilmiştir (Armstrong vd. 2007). Huner vd. (1981) soğuk stresine maruz bırakılmış (4°C) *Secale cereale* L.'de kontrole göre (25°C) hücre tabaka sayısında bir değişim olmamasına karşın mezofil hücrelerinin boyutundaki (sadece uzunluk) artışa bağlı olarak yaprak kalınlığında artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca epidermal hücrelerin hücre duvarlarının da daha kalın olduğu belirlenmiştir. Son on yılda yapılan çalışmalar düşük sıcaklık stresine karşı bazı bitki türlerinde yaprak kalınlığında ve kuru kütlede artış olduğunu da göstermiştir (Adams vd. 2013, Cohu vd. 2014, Stewart vd. 2016). Soğuk stresine duyarlı olan *Camellia oleifera* çeşidi soğuk stresine (6°C) maruz bırakıldığında kontrolüne göre üst epidermis, yaprak kalınlığı ve stoma yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir (Zeng vd. 2020). Cai ve Song (2001) mezofil dokusunun ve yaprak kalınlığındaki artışın düşük sıcaklıklara karşı geliştirilen bir adaptasyon olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada, KM-1 ve ÇF1 biber çeşidinde, soğuk stresi uygulamasında kontrole göre yaprak kalınlığında dolayısıyla mezofil dokusunun kalınlığında önemli artışlar gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, normal koşullar altında yetiştirilen soğuğa toleransı yüksek olan ÇF1 biber çeşidinin yaprak kalınlığının KM-1 çeşidinden daha fazla olduğu, soğuk stresi uygulamasını takiben ilk 24. saatte her iki çeşitte kontrole göre yaprak kalınlığında bir azalma, fakat KM-1 çeşidinde 48. ve 60. saatlerde, ÇF1 çeşidinde ise 60. saatte yaprak kalınlığında bir artış olmuştur. Diğer taraftan soğuk stresi uygulamasında her iki biber çeşidinde yaprak alt ve üst yüzeyinde kontrole göre genel olarak epidermis sayısında artış olduğu ve bu artışların KM-1 çeşidinde (üst epidermis için en yüksek 48. saat, alt epidermis için 24. ve 48. saat) ÇF1 çeşidinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. KM-1

biber çeşidinde soğuk stresine karşı yaprak kalınlığındaki bu artışın ÇF1 çeşidinden daha önce oluştuğu ve soğuk stresine karşı daha erken anatomik bir cevap verdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, her iki biber çeşidinde yaprak kalınlığındaki artışlar Huner vd. (1904), Cai ve Song (2001), Adams vd. (2013), Cohu vd. (2014) , Stewart vd. (2016) ve Zheng vd. (2020) sonuçları ile uyumlu olduğunu göstermektedir. KM-1 çeşidinin ÇF1 çeşidine göre yaprak kalınlığının artışı bakımından daha erken bir yanıt göstermiş olması, yaprak yapısının değiştirilmesinin strese karşı toleransın artırılmasında bir adaptasyon tepkisi olabileceğini göstermektedir.

Yaprak ile atmosfer arasında gaz değişiminin kolaylaştırılması için stomalara ayrılan epidermis oranının, epidermiste stomaların uygun aralıklarla yerleştirilmesinin ve yaprak yüzeyinde de yeterli sayıda stoma olması gerektiği rapor edilmiştir (Franks ve Farquhar, 2007, Parlange ve Waggoner, 1970). Stomalara ayrılan ortalama epidermal alan ise bekçi hücrelerin boyutu ve stoma yoğunluğu ile belirlenmektedir. Stomadaki maksimum iletkenliğin epidermiste stomalara ayrılan alan tarafından kısıtlandığı belirtilmiştir. Yapraktaki gaz değişimi ve maksimum stoma iletkenliği ilişkisi nedeniyle stoma yoğunluğu, sayısı ve epidermiste kapladıkları alan bitki performansı açısından kritik bir öneme sahiptir. Stomaların çok yakın aralıklı olması açılıp kapanma mekanizmasını engeller, ayrıca stoma hareketleri için daha fazla enerji harcanmasına neden olacağı için yapraktaki karbon dengesinin bozulmasına neden olabileceği bildirilmiştir (De Boer vd. 2016). Bu yüzden yaprak atmosfer arasındaki gaz değişiminin artırılması ve daha fazla epidermal alanın stomalara ayrılması bitkilerin değişen iklim koşullarına karşı adaptasyonunu ve toleransını artıracığı öne sürülmüştür (De Boer vd. 2016).

Yaprak alanı küçüldüğünde bitkiler yapılarında bulunan kloroplastların sayısını arttırabilmek için mezofil dokusunda bulunan palizat parankiması hücrelerinin yüzeyini arttırmaktadır. Bu durum soğuk stresine maruz kalan bitkilerde ışık enerjisinden daha fazla faydalanabilmek için palizat ve sünger parankimasının girinti- çıkıntı yaparak yüzeyini arttırması soğuk stresine karşı adaptasyon sağlamasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca bitkiler olumsuz çevre koşullarına karşı savunma stratejisi olarak yaprak epidermis tabakasının mezofil hücrelerinde flavonoid biriktirmekte ve bu durum yaprak kalınlığının artmasına neden olmaktadır (Agati vd. 2011, Basahi vd. 2014). Diğer taraftan soğuk stresi

hücre zarının akışkanlığını değiştirmekte, zarda büzülmelere neden olmaktadır. Bu durumda su kaybının engellemek için hücre içinde osmolitlerin miktarlarının artırılmasının da yaprak dokusunun kalınlığında artışa neden olduğu bildirilmiştir (Yadav 2010). Soğuğa dirençli ve duyarlı olan biber çeşitlerinde prolin ve fenolik bileşiklerin arttığı, fakat soğuğa dirençli biber çeşidindeki prolin ve fenolik artışının daha yüksek olduğu olduğu belirlenmiştir (Koç vd. 2010). Bu çalışmada, soğuk stresi altındaki her iki biber çeşidinde kontrole göre flavonoid ve fenolik miktarında artışların olması, ÇF1 biber çeşidinde kontrole göre flavonoid ve fenolik miktarlarının KM-1 çeşidinden daha fazla olması, fenolik ve flavonoidlerin de yaprak kalınlığının artmasına katkı sağlamış olabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca tüm bu sonuçlar KM-1 çeşidinin soğuk stresine karşı ÇF1 çeşidinden daha fazla anatomik bir değişim sergilediğini göstermektedir. Soğuk stresi öncesi yapılan *mT* uygulamaları sonucunda ölçülen KM-1 çeşidinin yaprak kalınlıklarının, kontrol (25°C) grubundaki KM-1 fidelerinin yaprak kalınlıklarına yakın değerlerde olması *mT* uygulamasının soğuk stresine karşı toleransın geliştirilmesinde etkili olduğuna işaret etmektedir.

Stoma sayısı ve indeksi, alt ve üst epidermis sayısı ve yaprak kalınlığındaki bu değişimler sadece biyokimyasal ve fizyolojik düzeyde değil aynı zamanda anatomik düzeyde de soğuk stresi uygulamasına karşı bir yanıt oluştuğuna işaret etmektedir. Bu nedenle, soğuk stresinin bitki anatomisi üzerindeki etkilerine dair yapılacak olan daha fazla çalışma bitkilerin soğuk stresi ile nasıl başa çıktığına dair bilgimizi geliştirecektir.

Sıcaklık, klorofil biyosentezini ve fotosentezi etkileyebilen başlıca çevresel faktörlerden biridir. Klorofil miktarı ise fotosentetik kapasiteyi değerlendirmek için kullanılan önemli bir parametredir (Kanneganti vd. 2008, Kim vd. 2009). Nagata vd. (2007) soğuk stresinin klorofil içeriğinde azalmaya neden olduğunu bildirmiş ve bunun sebebinin ise düşük sıcaklığın klorofil biyosentezinde görev yapan enzimlerin aktivitelerinin inhibe ettiğini belirtmişlerdir. Düşük sıcaklık stresine maruz kalan bitkilerde klorofil içeriklerindeki azalmaların δ -aminolevulinik asit sentezinin engellenmesi veya klorofilin parçalanmasından ve protoklorofilidin klorofillere dönüşümün (magnezyum şelataz ve protoklorofilid oksidoredüktaz gibi enzimlerin düşük aktivitesi) baskılanmasından kaynaklandığı öne sürülmüştür (Tewari ve Tripathy 1998, Zhao vd. 2020). Diğer taraftan,

klorofil miktarındaki azalma ışığın düşük düzeylerde emilimine yol açar, enerji dağılım seviyesini artırarak PSII veriminin dolayısıyla fotosentez veriminin azalmasına neden olur (Adams vd. 2006). Düşük sıcaklıkların fotosentezin foto inhibisyona olan duyarlılığını artırdığı ve düşük ışık yoğunluklarında bile foto inhibisyona neden olduğu rapor edilmiştir (Xu vd. 1999). Xu vd. (2022) soğuk stresinin PSII'nin yapısına katılan ve klorofili bağlayan proteinleri şifreleyen genlerin ekspresyonunu da azalttığını bildirmişlerdir. Han vd. (2017) soğuk stresine maruz bırakılan pirinç fidelerinde fotosentez, stoma iletkenliğini ve su kullanım verimliliğinde azalma, Zhao vd. (2020) yine soğuk stresi altındaki pirinç fidelerinde PSII ve PSI'in proteinlerinde önemli ölçüde azalma olduğunu ve ROS ve MDA miktarında ise artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Foto hasarın birincil hedefi PSII 'nin reaksiyon merkezinde bulunan D1 proteindir. PSI'e elektron sağlamak için suyun oksidasyonunda görev alan D1 proteininde meydana gelen hasar suyun oksidasyonunda azalmaya neden olur (Adams vd. 2013). Düşük sıcaklık stresi altında pirinç fidelerinde D1 protein miktarının yanı sıra PSII ve PSI 'in LHC anten proteinlerinin miktarında da azalmalar olduğu belirlenmiştir (Zhao vd. 2020). Tüm bunlar fotosentez verimliliğini ve ışık kullanımının azalmasına neden olur (Wu vd. 1997). Soğuğa dayanıklı bir bitki olan *Avena nuda* L.'ya soğuk stresi uygulamasının (1°C), uygulama süresindeki (1., 3., 5., 7. gün) artışa paralel olarak total klorofil miktarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Liu vd. 2013). Bu çalışmada, soğuk stresine maruz bırakılan biber çeşitlerinde klorofil a miktarının klorofil b miktarından fazla olması, biber fidelerinin klorofil a'nın b'ye göre miktarını artırarak fotosentez için ışık enerjisinin kullanımına öncelik vererek soğuk stresinin fotosentetik aktivite üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik bir cevap olabilir. Yüksek klorofil a/b oranı reaksiyon merkezinde, ışık toplayan komplekslere göre daha fazla pigment içeriğine sahip olduğu göstermektedir (Reed vd. 2012). Yakalanan ışık enerjisi fotokimyasal olarak kullanılmış olabilir. Diğer taraftan soğuk stresine yanıt olarak klorofil a içeriğinde önemli bir değişim olmazken, 24. ve 48. saatlerde klorofil b, total klorofil içeriği ve tüm saatlerde ise yaş ağırlık miktarında ÇF1 çeşidinde kontrolüne (25°C) göre azalma göstermiştir. KM-1 çeşidinde ise kontrole göre soğuk stresi uygulamasını takiben 48. ve 60. saatlerde klorofil a, total klorofil içeriğinde ve tüm saatlerde yaş ağırlık miktarında azalma, klorofil b miktarında ise artış tespit edilmiştir. Klorofil miktarındaki azalmaların sebebi PSII ve PSI' de yer alan proteinlerin yapısında meydana gelen hasarla veya klorofil biyosentezinde görev alan

enzimlerin düşük aktiviteleri ile bağlantılı olabilir.

Karotenoidler reaksiyon merkezlerini aşırı ışık ve oksijenin zararlı etkisinden koruyan, uyarılma enerjisini klorofile aktaran yardımcı pigmentlerdir (Young ve Frank, 1996). PSII'nin reaksiyon merkezinde β -karoten, ışık toplayan anten kompleksinde ise ksantofiller bulunmaktadır (Siefermann-Harms vd. 1978). Karotenoidler kloroplastlarda uyarılmış triplet klorofil ile reaksiyona girerek ksantofil yoluyla yüksek eksitasyon enerjisini dağıtarak, ana singlet oksijeni ile reaksiyona girerek de ana süpürücü ve fotokoruyucu olarak fotosistemleri hasardan korurlar (Fini vd. 2011). Yani, ROS ve lipid peroksidasyonun önleyerek hücre membran bütünlüğünü korur ve fotosentetik aparatın foto-oksidatif hasarlardan korunmasını sağlar. DNA, lipid ve protein gibi moleküllere zarar veren ROS'lerinin ortadan kaldırılmasında karotenoidlerin sentezinde artış olduğu bildirilmiştir (Shi vd. 2020). Düşük sıcaklıkta buğdayda karotenoid içeriğinde artış olduğu ve karotenoidlerin antioksidan olarak düşük sıcaklığa uyumda görev aldığı rapor edilmiştir (Keleş ve Öncel 2002). Diğer taraftan *Arabidopsis* bitkisinde stresin karotenoidlerin oksidasyonuna neden olduğu ve oluşan ürünlerin ise stres sinyalinde görev yaptığı ve bu şekilde hücrel savunmayı uyarak fotooksidatif hasardan koruduğu bildirilmiştir (Ramel vd. 2012). Haldimann (1998) soğuk stresi altındaki mısırdaki β -karoten içeriğinde önemli oranda azalma olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, KM-1 çeşidinde kontrolüne göre soğuk stresi uygulamasını takiben 48. ve 60. saatlerde total karotenoid (x+c) içeriğinde azalma olurken, soğuğa toleranslı ÇF1 çeşidinde 24. ve 60. saatlerde yine karotenoid içeriğinde bir azalma 48. saatte ise bir artış saptanmış olsa da bu değişimler istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. KM-1 çeşidinde total karotenoid içeriğindeki bu şiddetli azalma, aşırı uyarılma enerjisinin ısı olarak dağıtılamadığını ve fotosistemlerin fotooksidatif hasardan korunamadığını göstermektedir. Ayrıca, soğuk stresi sırasında klorofil ve karotenoid miktarındaki azalmaların photobleaching olarak isimlendirilen ışık ağarma olayı ile bağlantılı olabileceği bildirilmiştir (Partelli vd. 2011). Dong vd. (2022) soğuk stresi uygulamasını takiben 24. ve 48. saatte karotenoid ve klorofil a içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bu fotosentetik pigmentlerin içeriğindeki bu azalmaların sebebi olarak ise soğuk stresi süresince fotosentez proteinleri ve fotosentez ile ilgili genlerin aşağı doğru düzenlenmesi olduğu öne sürülmüştür.

Soğuk stresinin süresi arttıkça hem KM-1 biber çeşidinde hem de ÇF1 biber çeşidinde yaş ve kuru ağırlık da azalmaktadır. Nispi su içeriğinin %80'nin altına inmesi durumunda net fotosentezin yarı yarıya azaldığı Slatyer (1969) tarafından bildirilmiştir. Sonuç olarak nispi su içeriğinde meydana gelen %5 'lik bir indirgenmenin fotosentez üzerinde %40-%50 oranında bir azalmaya sebep olmaktadır. Mevcut çalışmada, biber bitkisinin yapraklarındaki nispi su içeriğinin soğuk stresinin uygulama süresinin artmasına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Nispi su içeriğindeki bu azalışın soğuk stres uygulamasının 60. saatinde KM-1 biber çeşidinde %34, ÇF1 biber çeşidinde ise % 26 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca soğuk stresi uygulamasını takiben 48. ve 60. saatlerde her iki biber çeşidinde gerçek su içeriğinde azalma tespit edilmiştir. Wilkinson vd. (2001) düşük sıcaklıkların yaprak su içeriğinde azalmaya neden olduğunu ileri sürmüştür. Soğuk stresi sırasında yapraklardaki su içeriğindeki azalmanın sebebi olarak kökten alınan su miktarının az olmasına karşın transpirasyonun yüksek olması gösterilmiştir (Aroca vd. 2001). Yapraklarda oransal ve nispi su içeriğindeki azalmanın sebebi düşük sıcaklığın köke suyun alınımını olumsuz etkilemesi sonucu çeşitlerin mevcut su potansiyellerini koruyamamış olması ve turgor kaybı kaynaklı olabilir. Düşük sıcaklıkların hücrelerde turgor kaybına neden olduğu için yaprak su potansiyellerinde azalmalara neden olduğu bildirilmiştir (Saadati vd. 2019). Soğuk stresine maruz kalmış biber fidelerin de hücre membranlarında meydana gelen hasardan (iyon sızıntısı) turgor ve hücre büyümesinin olumsuz etkilenebileceği ve bu durumun nispi su içeriğinde bir azalmaya neden olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada soğuk stresi uygulamasında kontrole göre her iki biber çeşidinde MDA ve iyon sızıntısındaki artışlar ve yaş ağırlık miktarında ve gerçek ve nispi su içeriğindeki ciddi azalmalar bu sonuçları doğrular niteliktedir. Biber fidelerine soğuk stresi uygulaması yapılan bir çalışmada soğuk stresinin yaprakların su içeriğini etkilediği ve strese maruz kalan bitkilerde nispi su içeriği değerlerinin düştüğü rapor edilmiştir (Korkmaz vd. 2016). Soğuk stres, (5°C) sonucu *Stevia* yapraklarındaki su kullanım verimliliğinin önemli ölçüde azaldığı, yaprak su durumundaki bu azalmanın ise CO₂ değişim kapasitesindeki azalma ile bağlantılı olabileceği ileri sürülmüştür (Hajihashemi vd. 2018). CO₂ konsantrasyonundaki bu azalma ise fotosentetik aparatın inhibisyonunu gösteren bir endeks olarak görülmektedir. Bitkilerde soğuk stresinin etkisiyle fotosentezin azalması organik ve inorganik madde miktarının azalmasına sebep olmakta ve bu durumda bitkinin kuru ağırlığının azalmasına sebep olmaktadır. Soya

fasulyesinde soğuk stresi altında farklı büyüme parametrelerinin incelendiği bir çalışmada soğuk stresinin hem yaş hem de kuru ağırlıkta azalmaya neden olduğunu tespit edilmiştir (Jenabiyan vd. 2015). Soğuk stresi uygulaması süresindeki artışa paralel olarak yaş ağırlık miktarında azalma olmakla birlikte, her iki biber çeşidinde en düşük yaş ve kuru ağırlık miktarı 60. saatte belirlenmiştir. Yapraklarda gerçek ve nispi su içeriği, fotosentetik pigmentler ve yaş ağırlık miktarındaki azalmalar soğuk stresi ve artan uygulama süresinin fotosentetik aktivitede azalmaya neden olduğuna işaret etmektedir.

ÇF1 çeşidinde soğuk stresi öncesi yapılan tüm *mT* uygulamaları genel olarak 24., 48. ve 60. saatlerde klorofil a ve total klorofil miktarında artışa neden olurken, normal büyüme sıcaklığında özellikle 0.50 mM *mT* uygulaması ise klorofil a 'da azalmaya neden olmuştur. Bu tepkinin klorofil a için KM-1 çeşidinde ise 48. ve 60. saatlerde tespit edilmiş olması ÇF1'in *mT*'e daha erken cevap verdiğine işaret etmektedir. Her iki çeşitte *mT* uygulamaları (özellikle 0.50 mM) hem soğuk stresi hem de normal büyüme sıcaklığında klorofil b miktarında genel olarak olumlu bir etki göstermemiştir. Buna karşın soğuk stresi öncesi yapılan *mT* uygulamaları sonucu klorofil a miktarındaki artışlar *mT* 'in klorofil a'nın sentezini düzenlediğine işaret etmektedir. Klorofil a miktarındaki artış, *mT* 'nin klorofil yıkımının engellenmesi ve klorofil biyosentezini ise uyarmış olması ile ilişkili olabilir. Ayrıca klorofil a'nın b'ye oranının artması soğuk stresinin fotosentez üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik bir cevap olabilir. Van Staden (1988) sitokininlerin klorofilin parçalanmasını geciktirdiğini, Cortleven ve Schmölling (2015) ve Brenner ve Schmölling (2012) klorofil biyosentezinde önemli bir role sahip olduğunu, strese maruz kalmış bitkilerde fotosentezle ilişkili genlerin ekspresyonlarını düzenlediğini ve bu şekilde bitkilerin fotosentetik aparatının koruduğunu bildirmişlerdir. Benzin amino pürin (BAP) uygulaması yapılan *Arabidopsis* yapraklarında, BAP'ın klorofil-protein kompleksini stabilizezisini sağlayarak PS II'nin korunmasına yardımcı olduğu öne sürülmüştür (Oh vd. 2014). *Sesamum indicum*'un *in vitro* rejenerasyonu üzerine yapılan çalışmada ise kültür ortamına eklenen *mT* 'nin klorofil miktarında artışa neden olduğu bildirilmiştir (Elayaraja vd. 2019). Soğuk stresi öncesi yapılan tüm *mT* uygulamaları ÇF1 çeşidinde kontrole göre genel olarak karotenoid içeriklerinde artışa neden olmuş, KM çeşidinde ise bu artışlar 48. ve 60. saatte belirlenmiştir. Optimum büyüme sıcaklığında, diğer uygulamalar 0.25 mM *mT* (48. saatte artış) uygulaması kadar önemli bir değişime

neden olmamıştır. Buğday ve Arabidopsis yapraklarına uygulanan sitokininlerin (BAP, 3OHBA and 3MeOBAP) stres grubuna göre karotenoid içeriğinde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Kučerová vd. 2020). Czerpak vd. (1990) sitokininlerin karotenoid ve klorofil oksidasyonunu ve bozulmasını yavaşlattığını rapor etmişlerdir. Karotenoid içeriğindeki artışlar ROS'ların uzaklaştırılarak lipid peroksidasyonun engellenmesinin göstergesi olabilir. Yang vd. (2019) soğuk stresine (5°C) maruz bırakılan biberde fotosentetik pigmentlerde (klorofil a ve b , total klorofil ve karotenoid, yaş-kuru ağırlık) miktarlarında ve fotosentetik verimde azalmaya neden olduğunu, 24-epibrassinolit uygulamasının ise soğuk stresinin vermiş olduğu bu zararı azalttığını fotosentetik pigmentleri ve fotosentetik kapasiteyi artırdığını bu şekilde bitki büyüme ve gelişimi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada normal büyüme sıcaklığında *mT* uygulamalarında her iki çeşitte nispi ve gerçek su içeriğinde genel olarak bir değişim gözlemlenmezken, soğuk stresi uygulamasına göre KM-1 biber çeşidinde 0.1 ve 0.25 mM *mT* konsantrasyonlarının (48. ve 60. saatler), ÇF1 biber çeşidinde yine 0.1 ve 0.25 mM *mT* konsantrasyonlarının 24., 48. ve 60. saatlerde yaş ağırlık miktarında, 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamalarının (60. saatte) her iki çeşitte nispi su ve tüm *mT* uygulamalarının (60. saatte) ise gerçek su içeriğinde artışa, genel olarak MDA miktarında da azalmaya neden olması bitkinin soğuk stresine uyumunu yansıtmaktadır. Islam vd. (2022) stres altındaki mısır, Chang vd. (2016) ise *Creeping Bentgrass* bitkisinde sitokinin uygulamasının nispi su içeriğinde artışa ve MDA miktarında ise azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada KM-1 çeşidinde kuru ağırlık miktarı üzerinde 0.1 mM *mT* ÇF1 çeşidinde ise 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması olumlu bir etki göstermiş, ÇF1 çeşidinin kuru ağırlık miktarının ise KM-1 çeşidinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. *In vitro* ortamda yapılan bir doku kültürü çalışmasında şekerotu bitkisi yetiştirmek için hazırlanan büyüme ortamına eklenen 15 µM *mT*'in yaş ve kuru ağırlıkta önemli bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Ptak vd. 2023). Chipilski vd. (2021) düşük sıcaklıklarda depolanan iki farklı kışlık buğday çeşidine uyguladıkları BAP ve kinetin'in kontrol gruplarına göre yaş ve kuru ağırlık miktarında artışa neden olduğunu, MDA ve ROS birikimindeki azalmayı ve bu büyüme parametrelerindeki artışları, sitokininlerin antioksidan etkisine ve sitokininlerin morfolojik ve fizyolojik parametreleri kontrol eden geni ve genlerin ekspresyonlarını etkilediğine bağlamışlardır.

Stres süresince artan ROS, hücre membranında lipid peroksidasyonuna ve hücre hasarına neden olmaktadır. Han vd. (2017) soğuk stresine maruz bırakılan pirinç fidelerinde fotosentez, stoma iletkenliğini ve su kullanım verimliliğinde azalma, Zhao vd. (2020) yine soğuk stresi altındaki pirinç fidelerinde PSII ve PSI'in proteinlerinde önemli ölçüde azalma olduğunu ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve MDA birikiminde ise artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Zhang vd. (2020) soğuk stresinin kloroplastın tilakoid zarlarında tahribata neden olduğunu, fotoinhibisyon sonucu da fotosentezin engellediğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, PSII ve PSI bitkilerde başlıca ROS kaynaklarıdır. Yapılan bu çalışmalar düşük sıcaklık stresi altındaki bitkilerde elektron taşıma verimliliğinin büyük ölçüde azaldığını, elektronların CO₂ yerine O₂'e aktarılarak ROS'ların oluşumuna, ROS'larında membran akışkanlığında azalmaya neden olarak oksidatif hasara yol açtığını göstermiştir (Chaves vd. 2009, Xie vd. 2009, Awasth vd. 2015). Düşük sıcaklıklarda, aşırı uyarılma enerjisinin ortama ısı olarak verilmesi ve ATP ve NADPH gibi elektron taşıyıcılarının düzeyindeki azalmalar fotosentezde karbon metabolizmasının inhibisyonuna neden olmaktadır (Ort 2002).

Soğuk stresi hücre zarı akışkanlığında azalmaya ve membran proteinlerinin üç boyutlu yapılarında konformasyonel değişimlere neden olarak hücre zarı sertliğine yol açmaktadır. Düşük sıcaklık stresi altında membran sertliğinin arttığı ve bunun da yüksek oranda elektrolit sızıntısına neden olduğu öne sürülmüştür (Yun vd. 2010). Artan elektrolit sızıntısının ise membran sertliğindeki artışa işaret ettiği bildirilmiştir. Soğuk stresine maruz bırakılan pirinç fidelerinin hücrelerinin soğuk stresi sinyalini membranda oluşan sertlik ve osmotik basıncıdaki değişiklikler ile algıladığı saptanmıştır. Afrousheh vd. (2021) düşük sıcaklık stresi altında iyon sızıntısı oranının arttığını bildirmişlerdir. *Coffea sp.*'de yapılan çalışmada soğuk stresi uygulamasının lipid peroksidasyonuna neden olarak MDA miktarında ve elektrolit sızıntısında önemli bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Campos vd. 2003). Soğuk stresine maruz kalan bitkilerde soğuk stresinin artan süresine paralel olarak iyon sızıntısı oranının da arttığı bildirilmiştir (Ruan vd. 2015). Soğuğa dayanıklı olan *Avena nuda* L.'ya soğuk stresi uygulamasının MDA ve elektrolit sızıntısı miktarını arttırdığı ve hücre zarının hasar derecesinin düşük sıcaklık stresinin sürekliliği ile ağırlaştığı, en yüksek hasarın ise 5. ve 7. günlerde olduğu belirlenmiştir (Liu vd. 2013). Goharrizi vd. (2021) ve Momeni vd. (2023)'in yaptığı

çalışmalar farklı bitki türlerinin abiyotik stres türlerine maruz kalması durumunda MDA ve H_2O_2 gibi oksidatif stres belirteçlerinin miktarının arttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, her iki biber çeşidinde kontrolüne ($25^{\circ}C$) göre soğuk stresi uygulamasında hem H_2O_2 hem de MDA içeriği ve membran bütünlüğünün durumu hakkında bilgi veren iyon sızıntısı oranında artış belirlenmiştir. Düşük sıcaklık mitokondrilerde elektron akışının inhibisyonuna neden olarak, kloroplastların tilakoid zarlarında da ışık reaksiyonlarını sınırlayarak ($NADP^+$ tedarikini kısıtlanır) $O_2^{\cdot-}$ oluşumuna neden olur (Elstner 1991). Yani, düşük sıcaklıkta, elektron taşıma zincirleri $O_2^{\cdot-}$ oluşturma eğilimindedir ve bu da H_2O_2 oluşturmak üzere bozulur. Her iki biber çeşidinde hem MDA hem de iyon sızıntısı oranındaki artışlar soğuk stresi uygulamasının hücre zarında ciddi oranda hasara neden olduğuna, hücre membranındaki akışkanlığın azaldığına ve iyon homeostazisinin bozulduğuna işaret etmektedir. Soğuk stresi uygulama süresindeki artışa paralel olarak MDA ve iyon sızıntısı oranındaki artış soğuk stresi uygulamasının süresindeki artışın hasarın derecesini artırdığını göstermiş ve Li vd. (2013) 'nin verileri ile uyumlu bulunmuştur. Düşük sıcaklık stresinin en çok etkilediği zar sistemlerinden biri de fotosentetik zar sistemleridir (Yang vd. 2010). Soğuk stresi süresindeki artışla birlikte MDA miktarındaki artışı yaş ağırlıktaki azalmanın takip etmesi muhtemelen fotosentetik verimdeki azalmaya bağlı olarak fotosentezdeki azalmaya da işaret etmektedir. Ayrıca, ÇF1 çeşidinde daha yüksek H_2O_2 miktarına karşın MDA içeriğinin KM-1 çeşidinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar lipid peroksidasyonun duyarlı genotiplerde daha yüksek olduğunu göstermiştir (Saadati vd. 2021).

Bitkiler, düşük sıcaklık dahil farklı streslere karşı hızla biriken ROS'u ortamdan uzaklaştırmak için başta antioksidanlar olmak üzere çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Zar akışkanlığında değişim-sertleşme, iyon sızıntısında artış, protein yapısı ve stabilitesinde bozulma ve antioksidan enzim aktivitelerinde azalmaya bağlı olarak fotoinhibisyon ve fotosentezde bozulma, hücre zarında hasar gibi tepkiler soğuk stresine karşı bitkiler tarafından oluşturulan ilk yanıtlar arasındadır (Siddiqui ve Cavicchioli, 2006, Ruelland vd. 2009). Sonrasında ise soğuğa karşı tolerans geliştirmek için çeşitli koruyucu bileşikler ve koruyucu proteinlerin sentezinde değişimler meydana gelir. Bu çalışmada, her iki biber çeşidinde uzun süreli soğuk stresi uygulamasında (48. ve 60. saatlerde) en yüksek H_2O_2 , total çözünür fenolik ve total protein, flavonoid, DPPH ve

FRAP miktarları ve peroksidaz aktivitesi belirlenmiştir. Ortega Garcia (2009) düşük sıcaklığa maruz bırakılan zeytin ağacında total fenolik miktarındaki şiddetli artışı fenilpropanoid sentez yolundaki PAL enzim aktivitesinin soğuk stresi tarafından uyarılmasına bağlamıştır. Biberin soğuk stresine maruz kalmasıyla tüm bu savunma bileşiklerindeki artışlar oksidatif hasar sonucunda meydana gelen ROS'ların zararlı etkisini azaltmaya yönelik olabilir. Bununla birlikte kontrole göre (25°C) soğuk stresi uygulamasını takiben 48. ve 60. saatlerde her iki biber çeşidinde MDA miktarındaki artışlar, artan iyon sızıntısı oranı artan bu savunma sisteminin membran hasarını engellemede yeterli olmadığını da işaret etmektedir.

Düşük sıcaklık sonucu meydana gelen H₂O₂'in antioksidan savunma sistemini uyaran bir sinyal gibi görev yaptığı öne sürülmüştür (Prasad vd. 1994). ROS 'lerinin mitojen aktive eden protein kinazlar (MAPK) vasıtası ile çeşitli transkripsiyon faktörlerini düzenlediği, antosiyanin ile ilgili genlerin transkripsiyonunu uyardığı ve bitkinin strese karşı toleransının artırılmasında görev yapan antosiyanin sentezini başlattığı bildirilmiştir (Naing ve Kim 2018). Güçlü bir H ve elektron donörü olan antosiyaninler ROS'ini ortamdaki uzaklaştıran, biyomoleküllerin okside olmasını engelleyen, lipid peroksidasyonunu önleyen ve oksidatif stresin etkilerini azaltabilen bileşenlerdir (Tena vd. 2020). Antosiyaninler gibi flavonoidler de ROS'lerinin temizlenmesinde görev alan sekonder bileşiklerdir (Cavauiolo vd. 2013). Li vd. (2015) soğuk stresine maruz bırakılan *Fagopyrum tataricum*, Ma vd. (2019) *Malus domestica*, Zhou vd. (2020) *Solanum melongena* L. bitkisinde antosiyanin sentezinde artış olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada, soğuk stresine maruz bırakılan kırmızı mangoda antosiyanin ve flavonoid içeriğinde artışın, yeşil mangoya göre soğuğa karşı daha yüksek bir tolerans oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Sudheeran vd. 2018). Bu çalışmada soğuk stresine maruz bırakılan her iki biber çeşidinde kontrolüne göre antosiyanin ve flavonoid sentezinde genel olarak bir artış tespit edilmiş olup Li vd. (2015), Ma vd. (2019) ve Zhou vd.(2020) ile sonuçlar uyumlu bulunmuştur. Antosiyanin miktarında kontrole göre soğuk stresi uygulamasını takiben 48. ve 60. saatlerde total klorofil içeriğindeki artışlar, antosiyaninlerin fotosentetik aparatları fotoinhibisyonundan koruma özelliği ile ilgili olabilir. Diğer taraftan soğuk stresi süresince MDA ve iyon sızıntısında artışlar bu pigmentlerin artışlarının membran hasarını engellemeye yeterli

olmadığını göstermektedir.

Strese maruz kalan bitkilerde sentezlenen fenolik bileşikler ROS'ların olumsuz etkilerine karşı antioksidan özellik göstererek ROS'ların ortamdaki uzaklaştırılmasında görev yapar, oksidatif enzimlerin aktivitelerini artırır, böylece protein denatürasyonu, lipid peroksidasyonu ve DNA hasarı engellenir (Kraner vd. 2002, Mittler 2002, Allahverdiev vd. 2008, Elavarthi ve Martin 2010). Bitkilerin vakuolünde depo edilen fenolik bileşikler bitkinin strese maruz kalması durumunda kloroplast ve mitokondri gibi organellerde miktarı artan ve difüzyon aracılığı ile vakuole taşınan H_2O_2 'in detoksifikasyonunda peroksidaz ile birlikte elektron vericisi olarak görev yapmaktadır (Takahama, 2004). Peroksidazlar ise bitkilerde H_2O_2 indirgenmesi, lignifikasyonun sağlanmasında görev yapmaktadır. Diğer taraftan, bitkilerde savunma bileşiği olarak görev yapan peroksidaz enzimi aktivitesinde meydana gelen artışların yapraklardaki total fenolik, flavonoid ve antosiyaninin sentezini teşvik ettiği de bildirilmiştir (Brown ve Kelly 2007). Bu çalışmada soğuk stresi uygulamasında ÇF1 biber çeşidindeki peroksidaz aktivitesinin KM-1'e kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dayanıklı bitki türleri, duyarlı olan bitki türlerine göre biyokimyasal adaptasyonları sayesinde stres ile daha iyi başa çıkabilmektedir (Paul ve Nair 2008). Soğuğa dayanıklı bitkilerdeki peroksidaz aktivitesinin soğuğa duyarlı olan bitkilerdeki enzim aktivitesinden daha yüksek olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar mevcuttur (Scebba vd. 1998, Atıcı ve Nalbantoğlu 1999, Scebba vd. 1999, Lee ve Lee 2000, Öztürk ve Demir 2002, Nayyar vd. 2005, Dai 2009, Fan vd. 2014).

Düşük sıcaklıklar bitkilerde savunma bileşiği olarak görev alan proteinlerin sentezine neden olabilir (Hughes vd. 1996). Yonca, buğday, biber, arpa ve çavdar gibi bazı bitki türlerinde soğuk stresinin etkisiyle çözünür protein miktarında artış olduğu rapor edilmiştir. (Bravo vd. 1999, Crosatti vd. 1999, Kolesnichenko vd. 2000, Koç vd. 2010). Bu tez çalışmasında uzun süreli soğuk stresin her iki biber çeşidinde protein miktarında artışa neden olduğu hem soğuk stresine maruz bırakılan hem de optimal koşullarda yetiştirilen ÇF1 biber genotipinin KM-1 biber genotipine göre daha yüksek protein miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bitkilerde spesifik proteinlerin (ısı şoku, antifiriz, soğuk şoku proteinleri gibi) sentezi, soğuk iklime uyum sırasında donma toleransını

arttırmada rol oynayan önemli bir mekanizmadır (Griffith vd. 1992, Antikainen vd. 1996, Sarhan vd. 1997). Ayrıca, bitkilerin proteinlerin miktarını artırarak membran bütünlüğü ve stabilizasyonun korunmasında aktif rol oynadığı bilinmektedir (Janská vd. 2010).

Hücre zarına ciddi şekilde hasar veren ve bir serbest radikal olan DPPH'ye karşı stres sırasında gelişen yüksek serbest radikal temizleme aktivitesi bitkilerde enzimatik olmayan antioksidan mekanizmayı (fenolik, flavonoid vb.) uyararak oksidatif strese karşı koruyucu özellik gösterir (Contreras vd. 2018). Ayrıca strese maruz kalan bitkilerde enzimatik olmayan bileşiklerin antioksidan görevi görerek hücrelerdeki enzimatik antioksidan sistemleri güçlendirdiği de bilinmektedir (Oh vd. 2014). Soğuk stresine maruz kalma süresi arttıkça (48. ve 60.saatler) KM-1 ve ÇF1 biber fidelerinin DPPH serbest radikalini temizleme aktivitesinde ve Fe^{+3} iyonu indirgeyici antioksidan güçte (FRAP) artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca soğuğa duyarlı çeşidin soğuğa dayanıklı olan çeşide kıyasla çok daha düşük indirgeyici güç ve radikal temizleme kapasitesi olduğu tespit edilmiştir. FRAP'taki artış ise soğuk stresi altındaki biber fidelerindeki flavonoid ve antosiyanin gibi indirgeyici özellikteki metabolitlerin üretimine işaret etmektedir.

Fitohormonların H_2O_2 ve Ca^{2+} gibi ikincil haberciler aracılığıyla soğuk stresi sinyalinin iletilmesinde ve soğuk stresine duyarlı olan genlerin transkripsiyonun düzenlediği ve antioksidanların miktar ve aktivitelerinin etkilediği bildirilmiştir (Theocharis vd. 2012, Deng vd. 2018). Neil vd. (2002) ve Petrov ve Breusegem (2012) sitokininlerin redoks reaksiyonlarında değişikliklere, hücre duvarındaki peroksidazlar ve NADPH-oksidadazların ise H_2O_2 düzeyinde artışa neden olduğunu açıklamıştır. Bu H_2O_2 miktarındaki artışın (özellikle apoplastik kökenli) ise bitki büyüme ve gelişmesi için önemli bir faktör olduğuna ve *mT* içeren ortamda yetiştirilen bitkilerde H_2O_2 miktarında artış olduğu belirlenmiştir. An vd. (2012) soğuk stresine maruz kalan bitkilerde sitokinin düzeyinde azalma olduğunu ve fitohormonların ROS'ların uzaklaştırılmasında görev aldığını öne sürmüşlerdir. ROS bir sinyal olarak görev yaptığı gibi diğer taraftan ROS dengesinin stres koşulları altında bozulması sonucu membranda lipid peroksidasyonuna ve hücre hasarı ve ölümüne neden olmaktadır (Pamplona vd. 2011). Farklı stres koşullarında sitokinin uygulamalarının (BAP, kinetin) antioksidan savunma sistemini uyardığı ve MDA miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Zavaleta Mancera vd.,

2007, Wu vd. 2012, Chakrabarti ve Mukherji 2003). López-Orenes vd. (2013) ise *C. Heterophyllus*'un geliştirildiği kültür ortamına BAP'ın eklenmesi sonucu oluşan stres nedeniyle antioksidan savuna sistemini uyardığını bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, soğuk stresine maruz bırakılan biberde 24-epibrassinolide uygulamasının MDA miktarını azalttığı, 24-epibrassinolide'in biberin soğuk stresine toleransının artırılmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Yang vd. 2019). Bu çalışmada, KM-1 çeşidinde 0.25 ve 0.50 mM *mT* konsantrasyonlarında, soğuk stresi uygulamasını takiben 48. ve 60. saatte, sadece soğuk stresi uygulamasına göre daha yüksek H_2O_2 içeriğine karşı daha düşük miktarda MDA ve iyon sızıntısının ve genel olarak da fenolik, DPPH ve FRAP gibi antioksidan bileşiklerin ve total çözünür protein içeriğinin yüksek olması, ve 0.50 mM *mT* için daha yüksek peroksidaz aktivitesi H_2O_2 birikiminin her zaman peroksidasyon süreciyle ilişkili olmadığına ve H_2O_2 'in bir sinyal olarak görev yapmış olabileceğine ve *mT*'nin antioksidan savunma sistemini uyararak hücre membran hasarını azalttığına biberin soğuk stresine karşı toleransının artırılmasında olumlu bir etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir. H_2O_2 'in yüksek stabilitesi ve daha uzun bir yarı ömre sahip olması, çevresel değişimlerine karşı H_2O_2 miktarındaki dalgalanmalar onun bir stres sinyal molekülü olarak kabul edilmesine neden olmuştur. Örneğin Okuda vd. (1991) *Triticum aestivum* L.'de yaptıkları çalışmada, soğuk stresine maruz (4°C) bıraktıkları buğdayda H_2O_2 miktarının 1 dakika içinde kontrol grubuna göre önemli oranda (3 kat) arttığını bildirmişlerdir. ÇF1 çeşidinde ise tüm *mT* konsantrasyonlarında, soğuk stresi uygulamasını takiben 0. ve 24. saatte, sadece soğuk stresi uygulamasına göre fenolik, FRAP miktarında, peroksidaz aktivitesinde ve total çözünür protein içeriğinin de artış göstermesi *mT*'nin artan H_2O_2 aracılığı ile antioksidan savunma sistemini uyardığına, fakat savunma sisteminin 0. ve 24. saatte MDA miktarındaki artış nedeni ile hücre membranını hasara karşı koruma da yeterli olmadığına işaret etmektedir. ÇF1 çeşidinde KM-1 çeşidine göre daha yüksek olan bu H_2O_2 seviyeleri soğuk stresi uygulamasını takiben erken saatlerinde membran lipid peroksidasyonuna ve hücre hasarına neden olmuştur. Soğuk stresi önce uygulanan tüm *mT* konsantrasyonlarında, sadece soğuk stresi uygulamasına göre 48. ve 60. saatte düşük MDA miktarı, ÇF1 çeşidinin KM-1 çeşidine göre daha yüksek H_2O_2 seviyelerine cevap verebildiğine işaret etmektedir. MDA soğuk stresi süresince doymamış yağ asitlerinin bozulması sonucu son ürün olarak ortaya çıkar ve biyomembranların yapısal bütünlüğünün bozulduğunu gösteren bir markıdır (Lin vd.

2006, Wang vd. 2013). Oksidatif hasarın göstergesi olan MDA'nın içeriğinin daha düşük düzeyde tutulması çeşitlerin soğuğa karşı toleranslarının artırılması ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Veriler *mT* uygulamasının membran yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinin bozulmasını engellediğini göstermektedir. Udayan vd. (2018) ve Bozsó ve Barna (2021)'in kinetin uygulamasının doymamış yağ asitlerinin miktarını arttığını bildirmişlerdir. Dolayısı biberde *mT* uygulamasında doymamış yağ asitlerinin miktarında ayrıca artış olup olmadığı araştırılmaya değer bir sorudur. Bununla birlikte ÇF1 çeşidinde fenolik bileşiklerin tüm *mT* konsantrasyonlarında, soğuk stresi uygulamasını takiben 48. saatte düşüş eğilimi gösterdiği (farklı metabolitlerin dönüşüm olabilir) ve DPPH ve yine fenoliklerin 60. saatte ise belirgin artışlar sergilemediği tespit edilmiştir. Diğer taraftan tüm *mT* konsantrasyonlarında KM-1 çeşidinde DPPH, FRAP, total fenolik bileşiklerin soğuk stresi uygulamasını takiben 24. saatten itibaren artış göstermeye başlaması muhtemelen 24. saatten sonra soğuğa karşı uyumun gelişmeye başladığını göstermektedir. Hönig vd. (2018) sitokininlerin antioksidan özellikteki olan fenoliklerin sentezini uyardığını bildirmiştir. KM-1 çeşidinde, tüm *mT* konsantrasyonları 48. saat hariç diğer saatlerde, ÇF1 çeşidinde ise 0.1 mM *mT* (60. saatte) ve 0.50 mM *mT* konsantrasyonları (48. saat hariç) flavonoid içeriğinde artışa neden olmuştur. Flavonoidlerdeki artışın sebebi fotoinhibisyon ve fotooksidasyona karşı gösterdikleri antioksidan özellik nedeni ile serbest radikallerin ortamdaki uzaklaştırılması ve lipid peroksidasyonu önlemeye yardımcı olması ile bağlantılı olabilir. *In vitro* doku kültürü çalışmalarında geliştirme ortamına ilave edilen sitokininlerin flavonoid içeriklerini önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Aremu vd. 2015, Grzegorzczuk-Karolak vd. 2015). Aremu vd. (2012b) bazı sekonder bileşiklerin aktivitelerinin bitki türüne ve genotipine göre değişiklik gösterebileceğini vurgulamıştır. KM-1 çeşidinde 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulaması hem soğuk stresi hem de kontrole göre antosiyaninde artışa neden olurken, her iki çeşitte tüm uygulamalara göre en yüksek antosiyanin içeriği en düşük konsantrasyondaki 0.1 mM *mT* 'de 48. saatte belirlenmiştir, yani daha düşük konsantrasyonlarda uygulanan *mT*'nin antosiyanin miktarının artışında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Zhu vd. (2024) sitokinin uygulamasının okaliptüs bitkisinde antosiyanin birikiminde önemli bir etkiye sahip olduğunu, antosiyanin sentezinin ise şekere bağımlı olduğu açıklamıştır. Sitokininlerin fenolik bileşikler üzerindeki etkisinin ise uygulanan konsantrasyona ve bitki türüne ve genotipine göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir

(Aremu vd. 2013, Moyo vd. 2014). Soğuk stresi öncesi yapılan *mT* uygulamaları antioksidan kapasiteyi artırarak biberin soğuk stresine karşı toleransının artırabileceğini göstermektedir. Ayrıca, soğuk stresi fotoinhibisyona neden olduğu için antosiyaninler bir güneş kremi (suncream) gibi görev yaparak aşırı ışık enerjisini absorbe eder ve bu enerjiye ortama ısı olarak vererek fotosentetik aparatı fotohasardan korurlar (Calzadilla vd. 2019). Bu çalışmada KM-1 çeşidinde soğuk stresi uygulamasına göre antosiyaninde artışın olduğu 0.1 ve 0.25 mM *mT* uygulamalarında genel olarak klorofil a içeriğinde de artışın olması antosiyaninlerin diğer savunma bileşikleri ile birlikte fotosentetik aparatı korumada etkili olabileceğine ve *mT*'nin stres sırasında sinyalizasyonda görev aldığını da işaret etmektedir.

Soğuk stresi öncesi yapılan tüm *mT* uygulamaları her iki çeşitte, sadece soğuk stresi uygulamasına göre total protein miktarında artışa neden olmuştur. Tepfer ve Fosket (1978) sitokininlerin protein sentezini düzenlemede rol oynadığını öne sürmüştür. Sitokininler hem yapısal hem de enzimatik protein sentezini uyarmaktadır. Palavan-Ünsal vd. (2002) ve Çağ ve Palavan-Ünsal (2003) *mT*'nin proteinlerin denatürasyon ve parçalanmasını engellediğini, protein miktarında ve peroksidaz aktivitesinde ise artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada, salatalık kotiledonlarına 0.02 ve 0.0002 µg/ml dışsal *mT*, kinetin, benziladenin ve zeatin uygulamaları yapıldığında en etkili sitokinin olan *mT*'nin kontrol kotiledonlarına kıyasla çözünebilir protein içeriğini %100 arttırdığı tespit edilmiştir (Çağ vd. 2003). Elde edilen verilerin Çağ vd. (2003), Çağ ve Palavan-Ünsal (2003) ve Palavan-Ünsal (2002)'in sonuçlarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Chen vd. (2013), Chen vd. (2016) ve Acidri vd. (2020) soğuk stresine maruz bırakılan *Coffea arabica*, *Solanum melongena* L., *Cucumis sativus* L. bitkilerinde sitokinin uygulamalarının (BAP, kinetin) total antioksidan kapasiteyi ve antioksidan enzim aktivitelerini artırdığını ve ROS düzeylerinde, lipid peroksidasyonunda ve oksidatif hasarda azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kuzey yarımküredeki tarım alanlarında şiddetli ve yaygın bir şekilde ortaya çıkan düşük sıcaklık bitki gelişimini, büyümesini olumsuz etkilemekte ve ürün veriminin azalmasına sebep olmaktadır. Artan dünya nüfusunun besin ihtiyacını karşılamak için verimin artırılması dolayısıyla da soğuk stresine dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önemlidir. Bu

tez çalışması soğuk stresine maruz bırakılan biber bitkisinde *mT*'nin anatomik ve fizyolojik parametreler üzerine etkisinin incelendiği literatürdeki ilk çalışmadır. Veriler *mT*'nin duyarlı ve toleranslı biber çeşitlerinde çeşitli anatomik ve fizyolojik mekanizmalar aracılığıyla soğuk stresine verilen yanıtı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Elde edilen verilerin soğuk stresine dayanıklı veya adaptasyonu yüksek biber çeşitlerinin geliştirilmesi için katkıda bulunacağı düşünülebilir. Tez çıktıları biberde soğuk stresine toleransının karmaşık ve çoklu düzenleyici yol ile kontrol edildiğine işaret etmektedir. *mT*'nin soğuk stresine karşı savunma sisteminin harekete geçirilmesinde ve biyomembran hasarını önlemede etkili olduğu, gelişen anatomik ve fizyolojik tepkilerin genotiplerde çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. Soğuk stresine karşı *mT* etkinliği konsantrasyona bağlı olarak değişmektedir, bu yüzden soğuk stresine karşı uyum sağlayabilecek çeşitlerin geliştirilmesinde uygun konsantrasyonların kullanılması büyük önem taşımaktadır. Günümüze kadar yapılan çalışmalar soğuk stresinin ilk olarak biyolojik membranların yapısal bütünlüğünde ve işlevselliğinde hasar yarattığına, bunun da büyüme ve gelişmeyi etkileyen başta fotosentez ve solunum olmak üzere birçok metabolik olayı olumsuz etkilediğine dikkat çekmiştir. Dolayısıyla soğuk stresine karşın toleransın artırılması hücre membranı, kloroplast ve mitokondri zarı, çekirdek zarı gibi çeşitli organel zarları biyolojik membranların lipid bileşimi ve metabolizması, doymamış yağ asitlerinin miktarı vb. ile yakından ilişkili olduğu için morfolojik, anatomik, fizyolojik ve moleküler düzeyde daha detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Düşük sıcaklık süresince biyomembran yapısının bütünlüğünü ve işlevselliğini kontrol eden genlerin *mT*'nin sinyalizasyonu ile ne yönde indüklendiğinin moleküler düzeyde çözülmesi de soğuk stresi toleransı konusundaki anlayışımıza katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

- Achard, P. Gusti, A. Cheminant, S. Alioua, M. Dhondt, S. Coppens, F. Beemster, G.T.S. and Genschik, P. 2009. Gibberellin signaling controls cell proliferation rate in *Arabidopsis*. *Current Biology*, 19(14), 1188-1193.
- Acidri, R. Sawai, Y. Sugimoto, Y. Handa, T. Sasagawa, D. Masunaga, T. Yamomato, S. and Nishihara, E. 2020. Exogenous kinetin promotes the nonenzymatic antioxidant system and photosynthetic activity of coffee (*Coffea arabica* L.) plants under cold stress conditions. *Plants*, 9(2), 281.
- Adams, III.W.W. Zarter, C.R. Mueh, K.E. Amiard, V.E. and Demmig-Adams, B. 2006. Energy dissipation and photoinhibition: a continuum of photoprotection. *Photoprotection, Photoinhibition, Gene Regulation, and Environment*, 49-64.
- Adams, W.W. Muller, O. Cohu, C.M. and Demmig-Adams, B. 2013. May photoinhibition be a consequence, rather than a cause, of limited plant productivity? *Photosynthesis Research*, 117, 31-44.
- Adhikari, L. Makaju, S.O. Lindstrom, O.M. and Missaoui, A.M. 2021. Mapping freezing tolerance QTL in alfalfa: based on indoor phenotyping. *BMC Plant Biology*, 21, 403.
- Afrousheh, M. Mohammadi, A.H. Hasheminasab, H. Taj Abadi Pour, A. Arab, H. and Dabestani, A. 2021. The effect of low temperatures on domestic and wild pistachio rootstocks and interspecific hybrids based on physio-biochemical Indices. *Journal of Nuts*, 12(2), 89-101.
- Agati, G. Cerovic, Z.G. Pinelli, P. and Tattini, M. 2011. Light-induced accumulation of ortho-dihydroxylated flavonoids as non-destructively monitored by chlorophyll fluorescence excitation techniques. *Environmental and Experimental Botany*, 73, 3-9.
- Ahmad, P. Ahanger, M.A. and Alyemeni, M.N. 2019. *Photosynthesis, productivity, and environmental stress*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Ahmed, M.A. Karipçin, M.Z. and Yaşar, F. 2020. Morphological changes of salicylic acid application on pepper (*Capsicum annuum* L.) seedling under cold condition. *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(4), 342-349.
- Airaki, M. Leterrier, M. Mateos, R.M. Valderrama, R. Chaki, M. Barroso, J.B. Del Rio, D.A. Palma, J.S. and Corpas, F. J. 2012. Metabolism of reactive oxygen species and reactive nitrogen species in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under low temperature stress. *Plant, Cell & Environment*, 35(2), 281-295.

- Akbay, C. Boz, I. Tiriyaki, G.Y. Candemir, S. ve Arpacı, B.B. 2012. Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde kırmızı biberin üretim yapısı ve kurutma yöntemleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 15(2), 1- 10.
- Alcázar, R. Bueno, M. and Tiburcio, A.F. 2020. Polyamines: Small amines with large effects on plant abiotic stress tolerance. Cells, 9(11), 2373.
- Allakhverdiev, S.I. Kreslavski, V.D. Klimov, V.V. Los, D.A. Carpentier, R. and Mohanty, P. 2008. Heat stress: an overview of molecular responses in photosynthesis. Photosynthesis Research, 98, 541-550.
- Akram, N.A. Shafiq, F. and Ashraf, M. 2017. Ascorbic acid-a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. Frontiers in Plant Science, 8, 238088.
- Akhtar, S.S. Mekureyaw, M.F. Pandey, C. and Roitsch, T. 2020. Role of cytokinins for interactions of plants with microbial pathogens and pest insects. Frontiers in Plant Science, 10, 1777.
- Algan, G. 1981. Bitkisel dokular için mikroteknik. Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, No:1, İstanbul.
- Al-Snafi, A.E. 2015. The pharmacological importance of Capsicum species (*Capsicum annuum* and *Capsicum frutescens*) grown in Iraq. Journal of Pharmaceutical Biology, 5(3), 124–142.
- Amoo, S.O. Finnie, J.F. and Van Staden, J. 2011. The role of *meta*-topolins in alleviating micropropagation problems. Plant Growth Regulation, 63, 197-206.
- Amoo, S.O. and Van Staden, J. 2013. Influence of plant growth regulators on shoot proliferation and secondary metabolite production in micropropagated *Huernia hystrix*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 112, 249-256.
- Amoo, S.O. Aremu, A.O. Moyo, M. Szücová, L. Doležal, K. and Van Staden, J. 2014. Physiological effects of a novel aromatic cytokinin analogue in micropropagated *Aloe arborescens* and *Harpagophytum procumbens*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 116, 17-26.
- Anonim. 2024. Web Sitesi: <https://www.yukseltohum.com/tr/urunler/biber-tohumu-105/sivri-biber-126/coban-fl>, Erişim Tarihi: 07.10.2024.
- Antikainen, M. Griffith, M. Zhang, J. Hon, W.C. Yang, D.S. and Pihakaski-Maunsbach, K. 1996. Immunolocalization of antifreeze proteins in winter rye leaves, crowns, and roots by tissue printing. Plant Physiology, 110(3), 845-857.
- Arbona, V. Manzi, M. Ollas, C. and Gomez-Cadenas, A. 2013. Metabolomics as a tool to investigate abiotic stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences, 14, 4885–4911.

- Aroca, R. Tognoni, F. Irigoyen, J.J. Sánchez-Díaz, M. and Pardossi, A. 2001. Different root low temperature response of two maize genotypes differing in chilling sensitivity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 39(12), 1067-1073.
- Aremu, A.O. Bairu, M.W. Doležal, K. Finnie, J.F. and Van Staden, J. 2012. Topolins: a panacea to plant tissue culture challenges?. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 108, 1–16.
- Aremu, A.O. Bairu, M.W. Szüčová, L. Doležal, K. Finnie, J.F. and Van Staden, J. 2012a. Assessment of the role of *meta*-topolins on *in vitro* produced phenolics and acclimatization competence of micropropagated ‘Williams’ banana. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34, 2265-2273.
- Aremu, A.O. Bairu, M.W. Szucova, L. Dolezal, K. Finnie, J.F. and Van Staden, J. 2012b. Shoot and root proliferation in ‘Williams’ banana: are the topolins better cytokinins?. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 111, 209–218.
- Aremu, A.O. Bairu, M.W. Szüčová, L. Doležal, K. Finnie, J.F. and Van Staden, J. 2012c. Assessment of the role of *meta*-topolins on *in vitro* produced phenolics and acclimatization competence of micropropagated ‘Williams’ banana. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34, 2265–2273.
- Aremu, A.O. Gruz, J. Šubrtová, M. Szüčová, L. Doležal, K. Bairu, M.W. Finnie, J.F. and van Staden, J. 2013. Antioxidant and phenolic acid profiles of tissue cultured and acclimatized merwillia plumbea plantlets in relation to the applied cytokinins. *Journal of Plant Physiology*, 170, 1303–1308.
- Aremu, A.O. Stirk, W.A. Masondo, N.A. Plačková, L. Novák, O. Pěňčík, A. Zatloukal, M. Nisler, J. Spíchal, L. Doležal, K. Finnie, J.F. Stadan, J.V. 2015. Dissecting the role of two cytokinin analogues (INCYDE and PI-55) on *in vitro* organogenesis, phytohormone accumulation, phytochemical content and antioxidant activity. *Plant Science*, 238, 81–94.
- Argueso, C.T. Ferreira, F.J, and Kieber, J.J. 2009. Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. *Plant Cell Environment*, 32, 1147–1160.
- Armstrong, A.F. Wardlaw, K.D. and Atkin, O.K. 2007. Assessing the relationship between respiratory acclimation to the cold and photosystem II redox poise in *Arabidopsis thaliana*. *Plant, Cell & Environment*, 30(12), 1513-1522.
- Ashraf, M. and Foolad, M. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany* 59(2), 206–216.
- Atıcı, O. and Nalbantoğlu, B. 1999. Effect of Apoplastic Proteins on freezing Tolerance in Leaves, *Phytochemistry*, 50, 755-761

- Awasth, R. Bhandari, K. and Nayyar, H. 2015. Temperature stress and redox homeostasis in agricultural crops. *Frontiers in Environmental Science*, 3, 1–24.
- Aydin, S. Buyuk, I. and Aras, S. 2013. Relationships among lipid peroxidation, SOD enzyme activity, and SOD gene expression profile in *Lycopersicum esculentum* L. exposed to cold stress. *Genetics and Molecular Research*, 12(3).
- Bai, X. Peng, J. Yang, Y. and Xiong, B. 2022. The complete chloroplast genome sequence of *Machilus chuanchienensis* (Lauraceae): genome structure and phylogenetic analysis. *Genes*, 13(12), 2402.
- Bairu, M.W. Stirk, W.A. Dolezal, K. and Van Staden, J. 2007. Optimizing the micropropagation protocol for the endangered *Aloe polyphylla*: can *meta*-topolin and its derivatives serve as replacement for benzyladenine and zeatin?. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 90, 15-23.
- Bairu, M.W. Stirk, W.A. Doležal, K. and Van Staden, J. 2008. The role of topolins in micropropagation and somaclonal variation of banana cultivars ‘Williams’ and ‘Grand Naine’(Musa spp. AAA). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 95, 373-379.
- Bajguz, A. and Piotrowska-Niczyporuk, A. 2014. Interactive effect of brassinosteroids and cytokinins on growth, chlorophyll, monosaccharide and protein content in the green alga *Chlorella vulgaris* (*Trebouxia phyceae*). *Plant Physiology and Biochemistry* 80, 176–183.
- Bajguz, A. Chmur, M. and Gruszka, D. 2020. Comprehensive overview of the Brassinosteroid biosynthesis pathways: Substrates, products, inhibitors, and connections. *Frontier in Plant Science*, 11, 1034.
- Baktır, İ. 2010. Bitki Büyüme Düzenleyicileri Özellikleri ve Tarımda Kullanımları. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Baltepe, Ş. 1982. Bilaloğlu, R. ve Yürekli, A.K., Bitki Fizyolojisi I (Bitki Metabolizması) Laboratuvar Kılavuzu, E.Ü. Fen Fakültesi Yayınları, No: 29,44 s., İzmir.
- Banerjee, A. and Roychoudhury, A. 2018. Regulation of photosynthesis under salinity and drought stress. *Environment and Photosynthesis: a Future Prospect*, 134-144.
- Banerjee, A. and Roychoudhury, A. 2019. Cold stress and photosynthesis. *Photosynthesis, Productivity and Environmental Stress*, 27-37.
- Barboza, G.E. García, C.C. Bianchetti, L.B. Romero, M.V. and Scaldaferrro, M. 2022. Monograph of wild and cultivated chili peppers (*Capsicum* L., Solanaceae). *PhytoKeys*, 200,1.

- Barrero-Sicilia, C. Silvestre, S. Haslam, R.P. and Michaelson, L. V. 2017. Lipid remodelling: Unravelling the response to cold stress in *Arabidopsis* and its extremophile relative *Eutrema salsugineum*. *Plant Science*, 263, 194-200.
- Basahi, J.M. Ismail, I.M. and Hassan, I.A. 2014. Effects of enhanced UV-B radiation and drought stress on photosynthetic performance of lettuce (*Lactuca sativa* L. Romaine) plants. *Annual Research & Review in Biology*, 4 (11).
- Bauerfeind, M.A. Winkelmann, T. Franken, P. and Druege, U. 2015. Transcriptome, carbohydrate, and phytohormone analysis of *Petunia hybrida* reveals a complex disturbance of plant functional integrity under mild chilling stress. *Frontiers in Plant Science*, 6, 150225.
- Beck, E.H. Fettig, S. Knake, C. Hartig, K. and Bhattarai, T. 2007. Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress. *Journal of Biosciences*, 32, 501–510.
- Ben Rejeb, I. Pastor, V. and Mauch-Mani, B. 2014. Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: molecular mechanisms. *Plants*, 3(4), 458-475.
- Bertolino, L.T. Caine, R.S. Zoulas, N. Yin, X. Chater, C.C. Biswal, A. Quick W.P. and Gray, J. E. 2022. Stomatal development and gene expression in rice florets. *Plant and Cell Physiology*, 63(11), 1679-1694.
- Beyene, T. and David, P. 2007. Ensuring small scale producers in Ethiopia to achieve sustainable and fair access to honey markets. *International Development Enterprises (IDE) and Ethiopian Society for Appropriate Technology (ESAT)*, 30-39.
- Beyl, C.A. 2011. PGRs and their use in micropropagation. In: *Plant tissue culture, development, and biotechnology*, Trigiano, R.N. and Gray, D.J. (eds). CRC Press, Taylor & Francis Group, 33-56, UK.
- Bhalabhai, J.G. Rajhans, S. Pandya, H. and Mankad, A. 2021. A Comprehensive Review on *Capsicum* spp. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 8(4), 581-599.
- Bhatla, S.C. and Lal, M.A. 2023. *Plant physiology, development and metabolism*. Springer Nature, Almany.
- Bhattacharya, A. 2019. Effect of high temperature on protein metabolism, In: *Effect of high temperature on crop productivity and metabolism of macro molecules*. Elsevier, 217–310, San Diego.
- Bishop, G.J. and Koncz, C. 2002. Brassinosteroids and plant steroid hormone signaling. *The Plant Cell*, 14, 97-110.

- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bravo, L.A. Close, T.J. Corcuera, L.J. and Guy, C.L. 1999. Characterization of an 80-kDa dehydrin-like protein in barley responsive to cold acclimation. *Physiologia Plantarum*, 106(2), 177-183.
- Brenner, W.G. and Schmülling, T. 2012. Transcript profiling of cytokinin action in arabidopsis roots and shoots discovers largely similar but also organ-specific responses. *BMC Plant Biology*, 12, 112.
- Borghi, L. Liu, G.W. Emonet, A. Kretschmar, T. and Martinoia, E. 2016. The importance of strigolactone transport regulation for symbiotic signaling and shoot branching. *Planta*, 243(6), 1351-1360.
- Boese, S.R. and Huner, N.P. 1990. Effect of growth temperature and temperature shifts on spinach leaf morphology and photosynthesis. *Plant Physiology*, 94(4), 1830-1836.
- Bogaert, I. Van Cauter, S. Werbrouck, S.P.O. and Dolezal, K. 2004. New aromatic cytokinins can make the difference. V International symposium on 'in vitro culture and horticultural breeding'. September; Hungary.
- Bozsó, Z. and Barna, B. 2021. Diverse effect of two cytokinins, kinetin and benzyladenine, on plant development, biotic stress tolerance, and gene expression. *Life*, 11(12), 1404.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72, 248-254.
- Brown, J.E. and Kelly, M.F. 2007. Inhibition of lipid peroxidation by anthocyanins, anthocyanidins and their phenolic degradation products. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(1), 66-71.
- Brock, T.G. 1993. Combined effects of hormones and light during growth promotion in primary leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Canadian Journal of Botany*, 71, 501-505.
- Cag, S. and Palavan-Ünsal, N. 2003. The effect of *meta*-topolin on protein profile in radish cotyledons. *Journal of Cell Molecular Biology*, 2, 31-34.
- Cag, S. Palavan-Ünsal, N. and Büyüktunçer, D. 2003. Comparison of the effects of *meta*-topolin and other cytokinins on chlorophyll and protein contents and peroxidase activity in cucumber cotyledons. *Israel Journal of Plant Sciences*, 51(4), 261-265.

- Cai, Y.L. and Song Y.C. 2001. Adaptive ecology of Lianas in Tiantong Evergreen Broad-Leaved Forest, Zhejiang, China I. Leaf Anatomical Characters, Chinese Journal of Plant Ecology, 25(1), 90.
- Calzadilla, P.I. Vilas, J.M. Escaray, F.J. Unrein, F. Carrasco, P. and Ruiz, O.A. 2019. The increase of photosynthetic carbon assimilation as a mechanism of adaptation to low temperature in *Lotus japonicus*. Scientific Reports, 9(1), 863.
- Campos, P.S. Nia Quartin, V. Chicho Ramalho, J. and Nunes, M.A. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants. Journal of Plant Physiology, 160(3), 283-292.
- Cao, X. Yang, H. Shang, C Ma, S. Liu, L. and Cheng J. 2019. The roles of auxin biosynthesis *YUCCA* gene family in plants. International Journal of Molecular Sciences, 20, 1–19.
- Carocho, M. Ferreira, I.C. 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. Food and Chemical Toxicology, 51, 15–25.
- Carvalhais, L.C. Rincon-Florez, V.A. Brewer, P.B. Beveridge, C.A. Dennis, P.G. and Schenk, P.M. 2019. The ability of plants to produce strigolactones affects rhizosphere community composition of fungi but not bacteria. Rhizosphere, 9, 18-26.
- Cavauiolo, M. Cocetta, G. and Ferrante, A. 2013. The antioxidants changes in ornamental flowers during development and senescence. Antioxidants, 2(3), 132-155.
- Chakrabarti, N. and Mukherji, S. 2003. Alleviation of NaCl stress by pretreatment with phytohormones in *Vigna radiata*. Biologia Plantarum, 46, 589-594.
- Chandler, J.W. and Werr, W. 2015. Cytokinin–auxin crosstalk in cell type specification. Trends in Plant Science, 20(5), 291-300.
- Chang, Z. Liu, Y. Dong, H. Teng, K. Han, L. and Zhang, X. 2016. Effects of cytokinin and nitrogen on drought tolerance of creeping bentgrass. PLoS One, 11, e0154005.
- Chaves, M.M. Flexas, J. and Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany, 103(4), 551-560.
- Chen, Y. Li, D. Mao, D. Liu, X.U.E. Ji, C. Li, X. Zhao, X. Cheng, X. Chen, C. and Zhu, L. 2013. Overexpression of micro RNA 319 impacts leaf morphogenesis and leads to enhanced cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). Plant, Cell & Environment, 36(12), 2207-2218.

- Chen, J. Wu, X. Yao, X. Zhu, Z. Xu, S. and Zha, D. 2016. Exogenous 6-benzylaminopurine confers tolerance to low temperature by amelioration of oxidative damage in eggplant (*Solanum melongena* L.) seedlings. *Brazilian Journal of Botany*, 39, 409–416.
- Chen, D. Mubeen, B. Hasnain, A. Rizwan, M. Adrees, M. Naqvi, S.A.H., Iqbal, S. Kamran, M. El-Sabrout, A.M. Elansary, H.O. Mahmoud, E.A. Alaklabi, A. Sathish, M. and Din, G.M.U. 2022. Role of promising secondary metabolites to confer resistance against environmental stresses in crop plants: Current scenario and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 13, 881032.
- Chinnusamy, V. Zhu, J. and Zhu, J.K. 2007. Cold stress regulation of gene expression in plants. *Trends in Plant Science*, 12(10), 444-451.
- Chinnusamy, V. Zhu, J.K. and Sunkar, R. 2010. Gene regulation during cold stress acclimation in plants. *Methods in Molecular Biology*, 639, 39–55.
- Chipilski, R. Moskova, I. Pencheva, A. and Kocheva, K. 2021. Field priming with cytokinins enhances seed viability of wheat after low temperature storage. *Plant, Soil & Environment*, 67(2).
- Cohu, C.M. Muller, O. Adams, W.W. and Demmig-Adams, B. 2014. Leaf anatomical and photosynthetic acclimation to cool temperature and high light in two winter versus two summer annuals. *Physiologia Plantarum*, 152, 164–173.
- Contreras-Ortiz, N. Atchison, G.W. Hughes, C.E. and Madriñán, S. 2018. Convergent evolution of high elevation plant growth forms and geographically structured variation in *Andean Lupinus* (Fabaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 187(1), 118-136.
- Cortleven, A. and Schmölling, T. 2015. Regulation of chloroplast development and function by cytokinin. *Journal of Experimental Botany* 66, 4999–5013.
- Crosatti, C. Polverino de Laureto, P. Bassi, R. and Cattivelli, L. 1999. The interaction between cold and light controls the expression of the cold-regulated barley gene *cor14b* and the accumulation of the corresponding protein. *Plant Physiology*, 119(2), 671-680.
- Cvetković, T. Ranilović, J. and Jokić, S. 2022. Quality of pepper seed by-products: A review. *Foods*, 11(5), 748.
- Czapski, T.R. and Trun, N. 2014. Expression of csp gene in *E. coli* K-12 in defined rich and defined minimal media during normal growth and after cold-shock. *Gene*, 547, 91–97.
- Czerpak, R. 1990. Effect of auxins, cytokinins and their precursors chemical analogues on the growth and contents of *Chlorella Pyrenoidosa*. *Pub Sec Warsaw University Branch in Białystok* (in Polish)

- Dai, F. Huang, Y. Zhou, M. and Zhang, G. 2009, The influence of cold acclimation on antioxidative enzymes and antioxidants in sensitive and tolerant barley cultivars, *Biologia Plantarum*, 53(2), 257-262.
- Dar, N.A. Amin, I. Wani, W. Wani, S.A. Shikari, A.B. Wani, S.H. and Masoodi, K.Z. 2017. Absciscic acid: A key regulator of abiotic stress tolerance in plants. *Plant Gene*, 11, 106-111.
- De Boer, J. De Witt, A. and Aiking, H. 2016. Help the climate, change your diet: a cross-sectional study on how to involve consumers in a transition to a low-carbon society. *Appetite*, 98, 19-27.
- De Jong, F. and Munnik, T. 2021. Attracted to membranes: lipid-binding domains in plants. *Plant Physiology*, 185(3), 707-723.
- De Souza, L.M. Silva, M.M.A. Herculano, L. Ulisses, C. and Camara, T.R. 2019. *Meta-topolin*: an alternative for the prevention of oxidative stress in sugarcane micropropagation. *Hoehnea*, 46, e1072018.
- Delelegn, S. 2011. Evaluation of elite hot pepper varieties (*Capsicum* species) for growth, dry pod yield and quality under Jimma condition. Doctoral Dissertation, Jimma University, South West Ethiopia.
- Demmig-Adams, B. Gilmore, A.M. and Adams, W.W. 1996. In vivo functions of carotenoids in higher plants. *The FASEB Journal*, 10, 403–412.
- Demmig-Adams, B. and Adams, W.W. 2006. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. *New Phytologist*. 172, 11–21.
- Deng, X. Wang, J. Li, Y. Wu, S. Yang, S. Chao, J. Chen, Y. Zhang, S. Tian, W. 2018. Comparative transcriptome analysis reveals phytohormone signalings, heat shock module and ROS scavenger mediate the cold-tolerance of rubber tree. *Scientific Reports*, 8(1), 4931.
- Devi, V. Kaur, A. Sethi, M. and Avinash, G. 2023. Perspective Chapter: Effect of Low-Temperature Stress on Plant Performance and Adaptation to Temperature Change, In: *Plant Abiotic Stress Responses and Tolerance Mechanisms*. Hussain, S. Awan, T.H. Waraich, E.A. and Awan, M. (eds), IntechOpen, 130-229, London.
- Dilworth, L.L. Riley, C.K. and Stennett, D.K. 2024. Plant constituents: Carbohydrates, oils, resins, balsams, and plant hormones, In: *Pharmacognosy*, Badal, S. and Delgoda, R. (eds), Academic Press, 49-74, Amsterdam.
- Ding, Y. Shi, Y. and Yang, S. 2020. Molecular regulation of plant responses to environmental temperatures. *Molecular plant*, 13(4), 544-564.

- Doležal, K. Popa, I. Kryštof, V. Spichal, L. Fojtikova, M. Holub, J. Lenobel, R. Schmülling, T. and Strnad, M. 2006. Preparation and biological activity of 6-benzylaminopurine derivatives in plants and human cancer cells. *Bioorganic Medicinal Chemistry*, 14(3), 875-884.
- Dong, S. Jiang, Y. Bu, Y. Wang, S. Zhang, H. and Wang, R. 2022. Growth, photosynthetic pigment proteins responses and transcriptome analysis provide insights into survival strategies against short-term cold stress in the blue-green algae, *Arthrospira*. *Aquaculture Reports*, 27, 101403.
- Du, M. Spalding, E.P. and Gray, W.M. 2020. Rapid auxin-mediated cell expansion. *Annual Review of Plant Biology*, 71, 1–24.
- Duan, M. Feng, H.L. Wang, L.Y. Li, D. and Meng, Q.W. 2012. Overexpression of thylakoidal ascorbate peroxidase shows enhanced resistance to cold stress in tomato. *Journal of Plant Physiology*, 169, 867- 877.
- Elavarthi, S. and Martin, B. 2010. Spectrophotometric assays for antioxidant enzymes in plants. *Plant Stress Tolerance: Methods And Protocols*, 273-280.
- Elstner, E.F. 1991. Oxygen radicals—biochemical basis for their efficacy. *Klinische Wochenschrift*, 69, 949-956.
- Elayaraja, D. Subramanyam, K. Vasudevan, V. Sathish, S. Kasthuriangan, S. Ganapathi, A. Manickavasagam, M. 2019. *Meta*-Topolin (*mT*) enhances the *in vitro* regeneration frequency of *Sesamum indicum* (L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21, 101320.
- Ensminger, I. Busch, F. and Huner, N.P. 2006. Photostasis and cold acclimation: sensing low temperature through photosynthesis. *Physiologia Plantarum*, 126(1), 28-44.
- Fan, X.Y. Sun, Y. Cao, D.M. Bai, M.Y. Luo, X.M. Yang, H.J. Wei, C.Q. Zhu, S.W. Sun, Y. Chong, K. and Wang, Z.Y. 2012. BZS1, a B-box protein, promotes photomorphogenesis downstream of both brassinosteroid and light signaling pathways. *Molecular Plant*, 5, 591–600.
- Fan, J. Ren, J. Zhu, W. Amombo, E. Fu, J. and Chen, L. 2014, Antioxidant responses and gene expression in Bermudagrass under cold stress, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 139(6), 699-705.
- Fang, P. Yan, M. Chi, C. Wang, M. Zhou, Y. Zhou, J. Shi, K. Xia, X. Foyer, C.H. and Yu J. 2019. Brassinosteroids act as a positive regulator of photoprotection in response to chilling stress. *Plant Physiology*, 180(4), 2061–2076.
- Fang, J.C. Tsai, Y.C. Chou, W.L. Liu, H.Y. Chang, C.C. Wu, S.J. and Lu, C.A. 2021. A CCR4-associated factor 1, OsCAF1B, confers tolerance of low-temperature stress to rice seedlings. *Plant Molecular Biology*, 105, 177-192.

- Farber, M. Attia, Z. and Weiss, D. 2016. Cytokinin activity increases stomatal density and transpiration rate in tomato. *Journal of Experimental Botany*, erw398.
- Farrant, J.M. 2000. A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species. *Plant Ecology*, 151(1), 29-39.
- Feng, Y. Fu, X. Han, L. Xu, C. Liu, C. Bi, H. and Ai, X. 2021. Nitric oxide functions as a downstream signal for melatonin-induced cold tolerance in cucumber seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 12, 686545.
- Fini, A. Brunetti, C. Di Ferdinando, M. Ferrini, F. and Tattini, M. 2011. Stress-induced flavonoid biosynthesis and the antioxidant machinery of plants. *Plant Signaling and Behavior*, 6(5), 709-711.
- Fleet, C. and Williams, M. 2011. Gibberellins. *Teaching tools in plant biology: lecture notes*. Plant Cell. 110.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO). The Annual Production of Dry Chillies and Peppers Reports from United Nations. 2022. Web Sites: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim Tarihi: 15.02.2022.
- Foyer, C.H. and Noctor, G. 2005. Oxidant and antioxidant signalling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant, Cell & Environment*, 28(8), 1056-1071.
- Franks, P.J. and Farquhar, G.D. 2007. The Mechanical diversity of stomata and its significance in gas-exchange control. *Plant Physiology*, 143, 78–87.
- Fujii, Y. Tanaka, H. Konno, N. Ogasawara, Y. Hamashima, N. Tamura, S. Hasegawa, S. Hayasaki, Y. Okajima, K. and Kodama, Y. 2017. Phototropin perceives temperature based on the lifetime of its photoactivated state. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 9206–9211.
- Fujioka, S. and Sakurai, A. 1997. Brassinosteroids. *Natural Product Reports*, 14(1), 1-10.
- Gayosa, C. Pomar, F. Merino, F. and Bernal, M.A. 2004. “Oxidative metabolism and phenolic compounds in *Capsicum annuum* L. var. annuum infected by *Phytophthora capsici* Leon.”, *Scientia Horticulturae*, 102(1), 1-13.
- Gao, Y. Fangel, J.U. Willats, W.G. Vivier, M.A. and Moore, J.P. 2015. Dissecting the polysaccharide-rich grape cell wall changes during winemaking using combined high-throughput and fractionation methods. *Carbohydrate Polymers*, 133, 567-577.
- Gentile, A. Frattarelli, A. Nota, P. Condello, E. and Caboni, E. 2017. The aromatic cytokinin *meta*-topolin promotes in vitro propagation, shoot quality and micrografting in *Corylus colurna* L. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 128, 693–703.

- Génard, M. Bruchou, C. and Souty, M. 1991. Variabilité de la croissance et de la qualité chez la pêche (*Prunus persica* L Batsch) et liaison entre croissance et qualité. *Agronomie*, 11(10), 829-845.
- Goering, R. Larsen, S. Tan, J. Whelan, J. and Makarevitch, I. 2021. QTL mapping of seedling tolerance to exposure to low temperature in the maize IBM RIL population. *PLoS One* 16(7), e0254437.
- Goharrizi, K.J. Meru, G. Kermani, S.G. Heidarinezhad, A. and Salehi, F. 2021. Short-term cold stress affects physiological and biochemical traits of pistachio rootstocks. *South African Journal of Botany*, 141, 90-98.
- Goodsell, D.S. 2009. Molecule of the month: antifreeze proteins. *Worldwide Protein Data Bank*, New Jersey, USA.
- Graether, S.P. 2022. Proteins Involved in Plant Dehydration Protection: The Late Embryogenesis Abundant Family. *Biomolecules*, 12, 1380.
- Griffith, M. Ala, P. Yang, D.S. Hon, W.C. and Moffatt, B.A. 1992. Antifreeze protein produced endogenously in winter rye leaves. *Plant Physiology*, 100(2), 593-596.
- Griffith, M. and Yaish, M.W. 2004. Antifreeze proteins in overwintering plants: a tale of two activities. *Trends in Plant Science*, 9(8), 399–405.
- Grubben, G.J.H. and El Tahir, I.M. 2004. *Capsicum annuum* L., In: PROTA 2: Vegetables/Légumes, Grubben, G.J.H. and Denton, O.A. (eds.), PROTA, 154–163, Wageningen, The Netherlands.
- Grzegorzczak-Karolak, I. Kuźma, Ł. and Wysokińska, H. 2015. The effect of cytokinins on shoot proliferation, secondary metabolite production and antioxidant potential in shoot cultures of *Scutellaria alpina*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 122, 699–708.
- Grzegorzczak-Karolak, I. Hnatuszko-Konka, K. Zarzycka, M. and Kuźma, Ł. 2020. The stimulatory effect of purine-type cytokinins on proliferation and polyphenolic compound accumulation in shoot culture of *Salvia viridis*. *Biomolecules*, 10(2), 178.
- Gudeshar, P. 2023. Green chillies scientific name and fact. Web Sites: <https://www.scientificname.in/green-chillies-scientific-name-andfact/>. Erişim Tarihi:26.05.2024.
- Gupta, R. and Deswal, R. 2014. Antifreeze proteins enable plants to survive in freezing conditions. *Journal of Bioscience*, 39(5), 931–944.
- Güvenç, İ. 2020. Türkiye’de Biber Üretimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(2), 441-445.

- Hajihashemi, S. Noedoost, F. Geuns, J.M. Djalovic, I. and Siddique, K.H. 2018. Effect of cold stress on photosynthetic traits, carbohydrates, morphology, and anatomy in nine cultivars of *Stevia rebaudiana*. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1430.
- Haldimann, P. 1998. Low growth temperature-induced changes to pigment composition and photosynthesis in *Zea mays* genotypes differing in chilling sensitivity. *Plant, Cell & Environment*, 21(2), 200-208.
- Han, H. Gao, S. Li Dong, X.C. Feng, H.L. and Meng, Q.W. 2010. Overexpression of violaxanthin de-epoxidase gene alleviates photoinhibition of PSII and PSI in tomato during high light and chilling stress. *Journal of Plant Physiology*, 167: 176-183.
- Han, Q.H. Huang, B. Ding, C.B. Zhang, Z.W. Chen, Y.E. Hu, C. Zhou, L.J. Huang, Y. Liao, J.Q. Yuan, S. and Yuan, M. 2017. Effects of melatonin on anti-oxidative systems and photosystem II in cold-stressed rice Seedlings. *Frontier in Plant Science*, 8, 785.
- Han, M.L. Lv, Q.Y. Zhang, J. Wang, T. Zhang, C.X. Tan, R.J. Wang, Y.L. Zhong, L.Y. Gao, Y.Q. Chao, Z.F. Li, Q.Q. Chen, G.Y. Shi, Z. Lin, H.X. Chao, D.Y. 2022. Decreasing nitrogen assimilation under drought stress by suppressing DST-mediated activation of Nitrate Reductase 1.2 in rice. *Molecular Plant*, 15(1), 167-178.
- Hasanuzzaman, M. Bhuyan, M. Anee, T.I. Parvin, K. Nahar, K. Mahmud, J.A. and Fujita, M. 2019. Regulation of ascorbate-glutathione pathway in mitigating oxidative damage in plants under abiotic stress. *Antioxidants*, 8, 384.
- Hasanuzzaman, M. Bhuyan, M.B. Zulfikar, F. Raza, A. Mohsin, S.M. Mahmud, J.A. Fujita, M. and Fotopoulos, V. 2020. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants*, 9(8), 681.
- Hao, D. Jin, L. Wen, X. Yu, F. Xie, Q. and Guo, H. 2021. The RING E3 ligase SDIR1 destabilizes EBF1/EBF2 and modulates the ethylene response to ambient temperature fluctuations in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(6), e2024592118.
- Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast, I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125, 180-198.
- Hirose, N. Takei, K. Kuroha, T. Kamada-Nobusada, T. Hayashi, H. and Sakakibara, H. 2008. Regulation of cytokinin biosynthesis, compartmentalization and translocation. *Journal of Experimental Botany*, 59(1), 75-83.
- Hoermiller, I.I. Ruschhaupt, M. and Heyer, A.G. 2018. Mechanisms of frost resistance in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 248, 827-835.

- Holub, J. Hanuš, J. Hanke, D.E. and Strnad, M. 1998. Biological activity of cytokinins derived from *ortho*- and *meta*-hydroxybenzyladenine. *Plant Growth Regulation*, 26, 109-115.
- Hongtao, X. Tongtong, W. Dianfeng, Z. Lizhi, W. Yanjiang, F. Yu, L. Rui, L. Zhongjie, L. Ying, M. Wan, L. Lianmin, W. and Chunjie, Y. 2017. ABA pretreatment enhances the chilling tolerance of a chilling-sensitive rice cultivar. *Brazilian Journal of Botany*, 40, 853-860.
- Hönig, M. Plíhalová, L. Husíčková, A. Nisler, J. and Doležal, K. 2018. Role of cytokinins in senescence, antioxidant defence and photosynthesis. *International Journal of Molecular Sciences* 19(12), 1–23.
- Huang, Z. He, J. Xia, D. Zhong, X.J. Li, X. Sun, L.X. and Cai, S.Z. 2016. Evaluation of physiological responses and tolerance to low-temperature stress of four Iceland poppy (*Papaver nudicaule*) varieties. *Journal of Plant Interactions*, 11(1), 117-123.
- Hughes, M.A. and Dunn, M.A. 1996. The molecular biology of plant acclimation to low temperature. *Journal of Experimental Botany*, 47(3), 291-305.
- Huner, N.P.A. Palta, J.P. Li, P.H. and Carter, J.V. 1981. Anatomical changes in leaves of Puma rye in response to growth at cold-hardening temperatures. *Botanical Gazette*, 142(1), 55-62.
- Huyluoğlu, Z. Ünal, M. and Palavan-Ünsal, N. 2008. Cytological evidences of the role of Meta-topolin and Benzyladenin in barley root tips. *Advances in Molecular Biology*, (1), 31-37.
- Islam, M.R. Islam, M.S. Akter, N. Mohi-Ud-Din, M. and Mostofa, M.G. 2022. Foliar application of cytokinin modulates gas exchange features, water relation and biochemical responses to improve growth performance of maize under drought stress. *Phyton*, 91(3), 633.
- Janská, A. Maršík, P. Zelenková, S. and Ovesná, J. 2010. Cold stress and acclimation—what is important for metabolic adjustment?. *Plant Biology*, 12(3), 395-405.
- Jaworek, P. Tarkowski, P. Hluska, T. Kouril, S. Vrobel, O. Nisler J. and Kopečný, D. 2020. Characterization of five CHASE-containing histidine kinase receptors from *Populus canadensis* cv. Robusta sensing isoprenoid and aromatic cytokinins. *Planta*, 251, 1.
- Jenabiyan, M. Pirdashti, H. and Yaghoubian, Y. 2015. The response of soybean growth parameters to different light intensities under cold stress conditions. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 6(2), 99-106.
- Jia, J.S. Ge, N. Wang, Q.Y. Zhao, L.T. Chen, C. and Chen, J.W. 2023. Genome-wide identification and characterization of members of the *LEA* gene family in *Panax*

- notoginseng and their transcriptional responses to dehydration of recalcitrant seeds. *BMC Genomics*, 24, 126.
- Jiao, L. Zhang, R. Wan, G. Yang, W. Wan, X. Zhou, H. Shui, J. Yu, S.H. and Jiang, H. L. 2020. Nanocasting SiO₂ into metal–organic frameworks imparts dual protection to high-loading Fe single-atom electrocatalysts. *Nature communications*, 11(1), 2831.
- Jung, J.H. Domijan, M. Klose, C. Biswas, S. Ezer, D. Gao, M. Khattak, A.K. Box, M.S. Charoensawan, V. Cortijo, Kumar, M. Grant, A. Locke, J.C.W. Schafer, E. Jaeger, K.E. Wigge, O. and P.A. 2016. Phytochromes function as thermosensors in *Arabidopsis*. *Science*, 354, 886–889.
- Kamínek, M. Vaněk, T. Kalendová-Kulasová, A. and Pilar, J. 1987. The effect of two cytokinins on production of stem cuttings by stock plants of *Euphorbia pulcherrima* Willd. and *Gerbera jamesonii* Hook. *Scientia Horticulturae*, 33, 281-289.
- Kanneganti, V. and Gupta, A.K. 2008. Overexpression of OsSAP8, a member of stress associated protein (*SAP*) gene family of rice confers tolerance to salt, drought and cold stress in transgenic tobacco and rice. *Plant Molecular Biology*, 66, 445–462.
- Kapchina-Toteva, V.V. Van Telgen, H.J. and Yakimova, E. 2000. Role of phenylurea cytokinin CPPU in apical dominance release in *in vitro* cultured *Rosa hybrida* L. *Journal of Plant Growth Regulation*, 19, 232–237.
- Kaplan, F. Kopka, J. Haskell, D.W. Zhao, W. Schiller, K.C. Gatzke, N. Sung, D.Y. and Guy, C.L. 2004. Exploring the temperature-stress metabolome of *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 136(4), 4159-4168.
- Kapulnik, Y. and Koltai, H. 2014. Strigolactone involvement in root development, response to abiotic stress, and interactions with the biotic soil environment. *Plant Physiology*, 166(2), 560-569.
- Keleş, Y. and Öncel, I. 2002. Response of antioxidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedling. *Plant Science*, 163, 783-790.
- Keshishian, E.A. and Rashotte, A.M. 2015. Plant cytokinin signalling. *Essays in Biochemistry*, 58, 13-27.
- Khan, N.A. Mir, M.R. Nazar, R. and Singh, S. 2008. The application of ethephon (an ethylene releaser) increases growth, photosynthesis and nitrogen accumulation in mustard (*Brassica juncea* L.) under high nitrogen levels. *Plant Biology*, 10, 534–538.
- Kieber, J. and Schaller, G. 2014. Cytokinins. *Arabidopsis Book*, 12, e0168.

- Kim, S.J. Lee, S.C. Hong, S.K. An, K. An, G. and Kim, S.R. 2009. Ectopic expression of a cold responsive *OsAsr1* cDNA gives enhanced cold tolerance in transgenic rice plants. *Molecular Cells*, 27, 449–458.
- Kranner, I. Beckett, R.P. Wornik, S. Zorn, M. and Pfeifhofer, H.W. 2002. Revival of a resurrection plant correlates with its antioxidant status. *The Plant Journal*, 31(1), 13-24.
- Kraus, T.E Hofstra, G. and Fletcher, R.A. 1993. Regulation of senescence by benzylaminopurine and uniconazole in intact and excised soybean cotyledons. *Plant Physiology and Biochemistry*, 31, 827–834.
- Krishna, P. 2003. Plant responses to heat stress. *Topics in Current Genetics*, 4, 73–101.
- Krishna Vrundha, C.P. Aswathi, N.V. and Thomas, T.D. 2021. The role of *Meta*-topolin in plant morphogenesis *in vitro*. *Meta*-topolin: A Growth Regulator for Plant Biotechnology and Agriculture, 93-118.
- Koç, E. İşlek C. and Üstün A.S. 2010. Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. *Gazi University Journal of Science*, 23(1), 1-6.
- Kodama, Y. Tsuboi, H. Kagawa, T. and Wada, M. 2008. Low temperature-induced chloroplast relocation mediated by a blue light receptor, phototropin 2, in fern gametophytes. *Journal of Plant Research*, 121, 441–448.
- Kolesnichenko, A.V. Zykova, V.V. Voinikov, and V.K. 2000. A comparison of the immunochemical affinity of cytoplasmic, mitochondrial and nuclear proteins of winter rye (*Secale cereale* L.) to a 310 kD stress protein in control plants and during exposure to cold stress. *Journal of Thermal Biology*, 25, 203–209.
- Korkmaz, A. Korkmaz, Y. and Demirkıran, A.R. 2010. Enhancing chilling stress tolerance of pepper seedlings by exogenous application of 5-aminolevulinic acid. *Environmental and Experimental Botany*, 67, 495–501.
- Korkmaz, A. Demir, Ö. Kocaçınar, F. and Cuci, Y. 2016. Biber fidelerinde yapraktan yapılan melatonin uygulamalarıyla üşüme stresine karşı toleransın artırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3), 348-354.
- Kučerová, Z. Rác, M. Mikulík, J. Plíhal, O. Pospíšil, P. Bryksová, M. Sedlářová, M. Doležal, K. and Špundová, M. 2020. The anti-senescence activity of cytokinin arabinosides in wheat and *Arabidopsis* is negatively correlated with ethylene production. *International Journal of Molecular Science*, 21(21), 8109.
- Kudo, T. Kiba, T. and Sakakibara, H. 2010. Metabolism and long-distance translocation of cytokinins. *Journal of Integrative Plant Biology*, 52(1), 53-60.

- Kumar, R. Chaurasiya, P.C. Singh, R.N. and Singh, S. 2018. A review report: low temperature stress for crop production. *International Journal of Pure & Applied Bioscience* 6(2), 575–598.
- Kurkela, S. Franck, M. Heino, P. Long, V. and Palva, E.T. 1988. Cold induced gene expression in *Arabidopsis thaliana* L. *Plant Cell Reports*, 7, 498– 598.
- Laloi, C. Apel, K. and Danon, A. 2004. Reactive oxygen signalling: the latest news. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(3), 323-328.
- Lámer, G. 2020. Cells and building structures. Part I. Cells–point-like, line-like and surface-like bodies–building structures. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 11(2), 123-134.
- Laugier, E. Tarrago, L. Vieira Dos Santos, C. Eymery, F. Havaux, M. and Rey, P. 2010. *Arabidopsis thaliana* plastidial methionine sulfoxidereductases B, MSRBs, account for most leaf peptide MSR activity and are essential for growth under environmental constraints through a role in the preservation of photosystem antennae. *The Plant Journal*, 61, 271-282.
- Lee, D.H. and Lee, C.B. 2000. Chilling Stress Induced Changes of Antioxidant Enzymes in the Leaves of Cucumber: in Gel Enzyme Activity Assays. *Plant Science*, 159, 75-85.
- Lee, Y.P. Kim, S.H. Bang, J.W. Lee, H.S. Kwak, S.S. and Kwon, S.Y. 2007. Enhanced tolerance to oxidative stress in transgenic tobacco plants expressing three antioxidant enzymes in chloroplasts. *Plant Cell Reports*, 26, 591-598.
- Lee, J.H. Kwon, M.C. Jung, E.S. Lee, C.H. and Oh, M.M. 2019. Physiological and metabolomic responses of kale to combined chilling and UV-A treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(19), 4950.
- Lee, J. Han, S. Lee, H.Y. Jeong, B. Heo, T.Y. Hyun, T.K. Kim, K. Je, B.I. Lee, H. and Shim, D. 2019. Brassinosteroids facilitate xylem differentiation and wood formation in tomato. *Planta*, 249, 1391–1403.
- Lehmann, P. and Or, D. 2015. Effects of stomata clustering on leaf gas exchange. *New Phytologist*, 207(4), 1015-1025.
- Li, T.S.C. 2000. *Medicinal plants: Culture, utilisation and phytopharmacology*. CRC Press, 536, Boca Raton.
- Li, Y. Zhang, S. Jiang, W. and Liu, D. 2013. Cadmium accumulation, activities of antioxidant enzymes, and malondialdehyde (MDA) content in *Pistia stratiotes* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 1117-1123.

- Li, S.J. Bai, Y.C. Li, C.L. Yao, H.P. Chen, H. Zhao, H.X. and Wu, Q. 2015. Anthocyanins accumulate in tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) sprout in response to cold stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37, 1-8.
- Li, S. Yang, Y. Zhang, Q. Liu, N. Xu, Q. and Hu, L. 2018. Differential physiological and metabolic response to low temperature in two zoysiagrass genotypes native to high and low latitude. *PLoS ONE*, 13, e0198885.
- Lichthenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids-pigments of photosynthetic biomembranes, *Methods in Enzymology*, In: Packer, L. and Douce, R. (eds), Elsevier, 350-382, Amsterdam.
- Lin, C.C. and Kao, C.H. 2001. Cell wall peroxidase activity, hydrogen peroxide level and NaCl-inhibited root growth of rice seedlings. *Plant and Soil*, 230, 135-143.
- Lin, K.H. Pai, F.H. Hwang, S.Y. and Lo, H.F. 2006. Pre treating paclobutrazol enhanced chilling tolerance of sweet potato , *Plant Growth Regulation*, 49, 249-262.
- Lin, Q. Xie, Y. Guan, W. Duan, Y. Wang, Z. and Sun, C. 2019. Combined transcriptomic and proteomic analysis of cold stress induced sugar accumulation and heat shock proteins expression during postharvest potato tuber storage. *Food Chemistry*, 297, 124991.
- Lin, W.H. 2020. Designed Manipulation of the Brassinosteroid Signal to Enhance Crop Yield. *Frontier in Plant Science*, 11, 838293.
- Lim, S.D. Kim, S.H. Gilroy, S. Cushman, J.C. and Choi, W.G. 2019. Quantitative ROS bioreporters: A robust toolkit for studying biological roles of ROS in response to abiotic and biotic stresses. *Physiologia Plantarum*, 165(2), 356-368.
- Liu, Y. Chakrabortee, S. Li, R. Zheng, Y. and Tunnacliffe, A. 2011. Both plant and animal LEA proteins acts as kinetic stabilizers of polyglutamine-dependent protein aggregation. *FEBS Letters*, 585(4), 630–634.
- Liu, W. Wang, H. Chen, Y. Zhu, S. Chen, M. Lan, X. Chen, G. Liao, Z. 2017. Cold stress improves the production of artemisinin depending on the increase in endogenous jasmonate. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 64, 305–314.
- Liu, Y. Zhang, M. Meng, Z. Wang, B. and Chen, M. 2020. Research progress on the roles of cytokinin in plant response to stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(18), 6574.
- Ljung K. 2013. Auxin metabolism and homeostasis during plant development. *Development*, 140(5), 943– 50.
- Lopez-Orenes, A. Martinez-Moreno, J.M. Calderon, A.A. and Ferrer, M.A. 2013. Changes in phenolic metabolism in salicylic acid-treated shoots of *Cistus heterophyllus*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 113, 417-427.

- Lu, K. Sun, J. Li, Q. Li, X. and Jin, S. 2021. Effect of cold stress on growth, physiological characteristics, and calvin-cycle-related gene expression of grafted watermelon seedlings of different gourd rootstocks. *Horticulturae*, 7(10), 391.
- Lukatkin, A.S. Brazaityte, A. Bobinas, C. and Duchovskis, P. 2012. Chilling injury in chilling sensitive plants: a review. *Agriculture*, 99(2), 111–124.
- Ma, W. Kim, J.K. Jia, C. Yin, F. Kim, H.J. Akram, W. Hu, X. and Li, X. 2019. Comparative transcriptome and metabolic profiling analysis of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) under salinity stress. *Metabolites*, 9(10), 225.
- Manasa, S.L. Panigrahy, M. Panigrahi, K.C. and Rout, G.R. 2022. Overview of cold stress regulation in plants. *The Botanical Review*, 1-29.
- Mancinelli, A. Yang, C.P.H, Lindquist, P. Anderson, O. and Rabino, I. 1975. Photocontrol of Anthocyanin Synthesis Iii. The Action of Streptomycin on the Synthesis of Chlorophyll and Anthocyanin, *Plant Physiology*, 55(2), 251-257.
- Manokari, M. Mehta, S.R. Priyadharshini, S. Badhepuri, M.K. Dulam, S. Jayaprakash, K. Cokul Raj, M. Dey, A. Rajput, B.S. and Shekhawat, M.S. 2021. *Meta*-Topolin mediated improved micropropagation, foliar micro-morphological traits, biochemical profiling, and assessment of genetic fidelity in *Santalum album* L. *Industrial Crops and Products*, 171, 113931.
- Mashiguchi, K. Tanaka, K. Sakai, T. Sugawara, S. Kawaide, H. Natsume, M. Hanada, A. Yaeno, T. Shirasu, K. Yao, H. Mcsteen P. Zhao, Y. Hayashi, K.I. Kamiya, Y. and Kasahara, H. 2011. The main auxin biosynthesis pathway in Arabidopsis. *PNAS*, 108(45), 18512–17.
- Masood, A. Per, T.S. Asgher, M. Fatma, M. Khan, M.I.R. Rasheed, F. and Khan, N.A. 2016. Glycine betaine: role in shifting plants toward adaptation under extreme environments. *Osmolytes and plants acclimation to changing environment: emerging omics technologies*, 69-82.
- Marla, S.R. Shiva, S. Welti, R. Liu, S. Burke, J.J. and Morris, G.P. 2017. Comparative transcriptome and lipidome analyses reveal molecular chilling responses in chilling-tolerant sorghums. *Plant Genome*. 10, 13.
- Martínez-Ávalos, J.G. Venegas-Barrera, C.S. Martínez-Gallegos, R. Torres-Castillo, J.A. Santibanez, F.E.O. Mora-Olivo, A. Guerra-Perez, A. Arellano-Mendez, L.U. and Ocanas, F.G. 2018. A Review on the Geographical Distribution, Fruit Production and Concentration of Capsaicinoids in *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* in the Northeastern Region of Mexico. *Agriculture Science and Agronomy*.
- Mazars, C. Thuleau, P. Lamotte, O. and Bourque, S. 2010. Cross-talk between ROS and calcium in regulation of nuclear activities. *Molecular Plant*, 3(4), 706-718.

- Mercado, J. Reid, M.S. Valpuesta, V. and Quesada, M.A. 1997. Metabolic Changes and Susceptibility to Chilling Stress in *Capsicum annuum* Plants Grown at Suboptimal Temperature. *Functional Plant Biology*, 24, 759–767.
- Miao, W. Song, J. Huang, Y. Liu, R. Zou, G. Ou, L. and Liu, Z. 2021. Comparative Transcriptomics for pepper (*Capsicum annuum* L.) under Cold Stress and after Rewarming. *Applied Sciences*, 11(21), 10204.
- Miller, C.O. Skoog, F. Von Saltza, M.H. and Strong, F.M. 1955. Kinetin, a cell division factor from deoxyribonucleic acid. *Journal of the American Chemical Society*, 77, 1392–1392.
- Miller, G. Suzuki, N. Ciftci-Yilmaz, S. and Mittler, R. 2010. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, Cell & Environment*, 33(4), 453-467.
- Miquel, M. James Jr, D. Dooner, H. and Browse, J. 1993. Arabidopsis requires polyunsaturated lipids for low-temperature survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(13), 6208-6212.
- Mitchell, J. Mandava, N. Worley, J. Plimmer, J. and Smith, M. 1970. Brassins-A new family of plant hormones from rape pollen. *Nature*, 225, 1065–1066.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7(9), 405-410.
- Miyawaki, K. Matsumoto-Kitano, M. and Kakimoto, T. 2004. Expression of cytokinin biosynthetic isopentenyltransferase genes in Arabidopsis: tissue specificity and regulation by auxin, cytokinin, and nitrate. *The Plant Journal*, 37(1), 128-138.
- Miyazawa, S.I. Livingston, N.J. and Turpin, D.H. 2006. Stomatal development in new leaves is related to the stomatal conductance of mature leaves in poplar (*Populus trichocarpa* × *P. deltoides*). *Journal of Experimental Botany*, 57(2), 373-380.
- Mok, D.W. and Mok, M.C. 2001. Cytokinin metabolism and action. *Annual review of plant biology*, 52(1), 89-118.
- Momeni, M.M. Kalantar, M. and Dehghani-Zahedani, M. 2023. H₂O₂ seed priming improves tolerance to salinity stress in durum wheat. *Cereal Research Communications*, 51(2), 391-401.
- Morsünbül, T. Solmaz, S.K.A. Üstün, G.E. and Yonar, T. 2010. Bitki Gelişim Düzenleyici (BGD)'lerin Çevresel Etkileri ve Çözüm Önerileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, No:15, Bursa.
- Moyo, M. Amoo, S.O. Aremu, A.O. Gruz, J. Šubrtová, M. Doležal, K. and van Staden, J. 2014. Plant Regeneration and Biochemical Accumulation of Hydroxybenzoic

- and Hydroxycinnamic Acid Derivatives in *Hypoxis hemerocallidea* Organ and Callus Cultures. *Plant Science*, 227, 157–164.
- Murata, N. Takahashi, S. Nishiyama, Y. and Allakhverdiev, S.I. 2007. Photoinhibition of photosystem II under environmental stress. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1767(6), 414–421.
- Mutui, T.M. Mibus, H. and Serek, M. 2012. Effect of *meta*-topolin on leaf senescence and rooting in *Pelargonium* × hortorum cuttings. *Postharvest Biology and Technology*, 63, 107-110.
- Nagata, N. Tanaka, R. and Tanaka, A. 2007. The major route for chlorophyll synthesis includes [3,8-divinyl]-chlorophyllide a reduction in *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Cell Physiology*, 48, 1803–1808.
- Naing, A.H. and Kim, C.K. 2018. Roles of *R2R3-MYB* transcription factors in transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in horticultural plants. *Plant Molecular Biology*, 98, 1-18.
- Nassuth, A. Rahman, M.A. Nguyen, T. Ebadi, A. and Lee, C. 2021. Leaves of more cold hardy grapes have a higher density of small, sunken stomata. *Vitis*, 60(2).
- Nayyar, H. Bains, T.S. and Kumar, S. 2005. Chilling Stressed Chickpea: Effect of Cold Acclimation, Calcium and Absciscic Acid on Cryoprotective Solutes and Oxidative Damage, *Journal Environmental and Experimental Botany*, 54, 275-285.
- Neil, H.A.W. and Huxley, R.R. 2002. Efficacy and therapeutic potential of plant sterols. *Atherosclerosis Supplements*, 3(3), 11-15.
- Nemhauser, J.L. and Torii, K.U. 2016. Plant synthetic biology for molecular engineering of signalling and development. *Nature Plants*, 2(3), 1-7.
- Nishida, I. and Murata, N. 1996. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: the crucial contribution of membrane lipids, *Annual Reviews of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 47, 541–568.
- Nolan, T.M. Vukašinović, N. Liu, D. Russinova, E. and Yin, Y. 2020. Brassinosteroids: Multidimensional regulators of plant growth, development, and stress responses. *Plant Cell*, 32, 295–318.
- Nowakowska, K. and Pacholczak, A. 2020. Comparison of the effect of meta-Topolin and benzyladenine during *Daphne mezereum* L. micropropagation. *Agronomy*, 10(12), 1994.
- Oh, E. Zhu, J.Y. Bai, M.Y. Arenhart, R.A. Sun, Y. and Wang, Z.Y. 2014. Cell elongation is regulated through a central circuit of interacting transcription factors in the *Arabidopsis* hypocotyl. *eLife*, 3, e03031.

- Okuda, T. Matsuda, Y. Yamanaka, A. and Sagisaka, S. 1991. Abrupt increase in the level of hydrogen peroxide in leaves of winter wheat is caused by cold treatment. *Plant Physiology*, 97(3), 1265-1267.
- Ort, D.R. 2002. Chilling-induced limitations on photosynthesis in warm climate plants: contrasting mechanisms. *Environment Control in Biology*, 40(1), 7-18.
- Ortega-García, F. and Peragón, J. 2009. The response of phenylalanine ammonia-lyase, polyphenol oxidase and phenols to cold stress in the olive tree (*Olea europaea* L. cv. Picual). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(9), 1565-1573.
- Ozturk, L. and Demir, Y. 2002. *In Vivo* and *in Vitro* Protective Role of Proline, *Plant Growth Regulation*, 38, 259-264.
- Palavan-Unsal, N. Çağ, S. Çetin, and E. Büyüktunçer, D. 2002. Retardation of senescence by *meta*-topolin in wheat leaves. *Journal Cellular and Molecular Biology*, 1, 101-108.
- Palavan-Unsal, N. Çağ, S. and Çetin, E. 2004. The role of *meta*-topolin in senescence of wheat leaf segments. *Journal of Cellular and Molecular Biology*, 3, 23-31.
- Pamplona, R. 2011. Advanced lipoxidation end-products. *Chemico-Biological Interactions*, 192, 14–20.
- Pardossi, A. Vernieri, P. and Tognoni, F. 1992. Involvement of abscisic acid in regulating water status in *Phaseolus vulgaris* L. during chilling. *Plant Physiology*, 100(3), 1243-1250.
- Pareek, A. Khurana, A.K Sharma, A. and Kumar, R. 2017. An overview of signaling regulons during cold stress tolerance in plants. *Current Genomics*, 18(6), 498-511.
- Parlange J.Y, and Waggoner, P.E. 1970. Stomatal dimensions and resistance to diffusion. *Plant Physiology*, 46, 337–342.
- Partelli, F.L. Batista-Santos, P. Scotti-Campos, P. Pais, I.P. Quartin, V.L. Vieira, H.D. Ramalho, J.C. 2011. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. *Environmental Experimental Botany*, 74, 194-204.
- Paul, D. and Nair, S. 2008. Stress adaptations in a plant growth promoting rhizobacterium (PGPR) with increasing salinity in the coastal agricultural soils. *Journal of Basic Microbiology*, 48(5), 378-384.
- Pavlů, J. Novák, J. Koukalová, V. Luklová, M. Brzobohatý, B. and Černý, M. 2018. Cytokinin at the crossroads of abiotic stress signalling pathways. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(8), 2450.

- Pawar, S.S. Bharude, N.V. Sonone, S.S. Deshmukh, R.S. Raut, A.K. and Umkar, A.R. 2011. Chillies as food, spice and medicine: a perspective. *International Journal of Pharma Bio Science*, 1(3), 311-318.
- Pearce, R. 2001. Plant freezing and damage. *Annals of Botany*, 87(4), 417–424.
- Peel, M.C. Finlayson, B.L. and McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633-1644.
- Petrov, V.D. and Van Breusegem, F. 2012. Hydrogen peroxide-a central hub for information flow in plant cells. *AoB Plants*, pls014.
- Petrucelli, R. Bartolini, G. Ganino, T. Zelasco, S. Lombardo, L. Perri, E. Durante, M. and Bernardi, R. 2022. Cold stress, freezing adaptation, varietal susceptibility of *Olea europaea* L. A review. *Plants*, 11(10), 1367.
- Planas-Riverola, A. Gupta, A. Betegón-Putze, I. Bosch, N. Ibañez, M. and Caño-Delgado, A.I. 2019. Brassinosteroid signaling in plant development and adaptation to stress. *Development*, 146, dev151894.
- Plihalova, L. Vylčilová, H. Doležal, K. Zahajská, L. Zatloukal, M. and Strnad, M. 2016. Synthesis of aromatic cytokinins for plant biotechnology. *New Biotechnology*, 33(5), 614-624.
- Po, L.G. Siddiq, M. and Shahzad, T. 2018. Chili, peppers, and paprika. *Handbook of vegetables and vegetable processing*, 633-660.
- Pokorna, J. Schwarzerova, K. Zelenkova, S. Petrášek, J. Janotova, I. Čapková, V. and Opatrný, Z. 2004. Sites of actin filament initiation and reorganization in cold-treated tobacco cells. *Plant, Cell & Environment*, 27(5), 641-653.
- Porra, P.J. Thompson, W.A. and Kriedemann, P.E. 1989. “Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: Verification of the concentration of Chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy”, *Biochimica et Biophysica Acta*, 975, 384-394.
- Prasad, T.K. Anderson, M.D. Martin, B.A. and Stewart, C.R. 1994. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide. *Plant Cell*, 6, 65-74.
- Pratt, C. 1974. Vegetative anatomy of cultivated grapes--a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 25(3), 131-150.
- Qin, Y.M. Hu, C.Y. and Zhu, Y.X. 2008. The ascorbate peroxidase regulated by H₂O₂ and ethylene is involved in cotton fiber cell elongation by modulating ROS homeostasis. *Plant Signaling & Behavior*, 3(3), 194-196.

- Ramel, F. Birtic, S. Ginies, C. and Havaux, M. 2012. Carotenoid oxidation products are stress signals that mediate gene responses to singlet oxygen in plants. *Biological Sciences*, 109(14), 5535-5540.
- Rani, A. Rani, K. Tokas, J. Singh, A. Kumar, R. Punia, H. and Kumar, S. 2020. Nanomaterials for Agriculture Input Use Efficiency, In: *Resources Use Efficiency in Agriculture*, Kumar, S. Meena, R.S. and Jhariya M.N. (eds), Springer, 137-175, Singapore.
- Raza A. 2020. Eco-physiological and biochemical responses of rapeseed (*Brassica napus* L.) to abiotic stresses: consequences and mitigation strategies. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1–21.
- Raza, A. Charagh, S. Najafi-Kakavand, S. Abbas, S. Shoaib, Y. Anwar, S., Sharafi, S. and Lu, G. Siddique, K.H. 2023. Role of phytohormones in regulating cold stress tolerance: physiological and molecular approaches for developing cold-smart crop plants. *Plant Stress*, 100152.
- Razani, M. Kayat, F. Redwan, R.M. and Susanto, D. 2019. Effect of Somaclonal Variation in *Musa acuminata* cv. Berangan Through Micropropagation Using RAPD. *Biotechnology*, 18, 9-14.
- Redmann, R.E. Haraldson, J. and Gusta, L.V. 1986. Leakage of UV-absorbing substances as a measure of salt injury in leaf tissue of woody species. *Physiologia Plantarum*, 67(1), 87-91.
- Reed, S. Schnell, R. Moore, J.M. and Dunn, C. 2012. Chlorophyll a+ b content and chlorophyll fluorescence in avocado. *Journal of Agricultural Science*, 4(4), 29.
- Rejeb, B.I. Pastor, V. and Mauch-Mani, B. 2014. Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: molecular mechanisms. *Plants*, 3(4), 458-475.
- Rezgui, S. and Bettaieb, T. 2015. Early effects of chilling stress on the morphological and physiological statut of pretreated *Stevia rebaudiana* Bert. Seedlings *Journal of New Science Agricultural Biotechnology*, 14, 467-472.
- Rihan, H.Z. Al-Issawi, M. and Fuller, M.P. 2017. Advances in physiological and molecular aspects of plant cold tolerance. *Journal of Plant Interactions*, 12(1), 143-157.
- Robe, K. Izquierdo, E. Vignols, F. Rouached, H. and Dubos, C. 2021. The coumarins: secondary metabolites playing a primary role in plant nutrition and health. *Trends in Plant Science*, 26(3), 248-259.
- Rodriguez, L. Fiedler, L. Zou, M. Giannini, C. Monzer, A. Gelová, Z. Verstraeten, I. Hajny, J. Tan, S. Hoermayer, L. Li, L. Marques-Bueno, M.M. Molner, G. Xu, T. Kulich, I. Jaillais, Y. and Friml, J. 2022. Cell surface auxin signalling directly

- targets PIN-mediated auxin fluxes for adaptive plant development. *BioRxiv*, 2022-11.
- Roy, A. 2016. Bhut Jolokia (*Capsicum chinense* Jacq): A Review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(3), 882-889.
- Ptak, A. Szewczyk, A. Simlat, M. Błażejczak, A. and Warchoń, M. 2023. *Meta*-Topolin-induced mass shoot multiplication and biosynthesis of valuable secondary metabolites in *Stevia rebaudiana* Bertoni bioreactor culture. *Scientific Reports*, 13(1), 15520.
- Ruan, J. Li, M. Jin, H. Sun, L. Zhu, Y. Xu, M. and Dong, J. 2015. UV-B irradiation alleviates the deterioration of cold-stored mangoes by enhancing endogenous nitric oxide levels. *Food Chemistry*, 169, 417-423.
- Ruelland E, Vaultier MN, Zachowski A, Hurrey V. 2009. Cold signalling and cold acclimation in plants. *Advances in Botanical Research* 49, 35–150.
- Ruiz, N. Barranco, D. and Rapoport, H.F. 2006. Anatomical response of olive (*Olea europaea* L.) to freezing temperatures. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81, 783–790.
- Saadati, S. Baninasab, B. Mobli, M. and Gholami, M. 2019. Measurements of freezing tolerance and their relationship with some biochemical and physiological parameters in seven olive cultivars. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41, 1-11.
- Saadati, S. Baninasab, B. Mobli, M. and Gholami, M. 2021. Foliar application of potassium to improve the freezing tolerance of olive leaves by increasing some osmolyte compounds and antioxidant activity. *Scientia Horticulturae*, 276, 109765.
- Saito, M. Kondo, Y. and Fukuda, H. 2018. *BES1* and *BZRI* redundantly promote phloem and xylem differentiation. *Plant and Cell Physiology*, 59, 590–600.
- Sakakibara, H. 2006. Cytokinins: Activity, biosynthesis, and translocation. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 431–449.
- Saleh, B.K. Omer, A. and Teweldemedhin, B. 2018. Medicinal uses and health benefits of chili pepper (*Capsicum* spp.): A review. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(4), 325-328.
- Sanchez, J. Mangat, P.K. and Angeles-Shim, R.B. 2019. Weathering the cold: Modifying membrane and storage fatty acid composition of seeds to improve cold germination ability in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Agronomy*, 9(11), 684.

- Sarhan, F. Oullet, F. and Vazquez-Tello, A. 1997. The wheat *WCS120* gene family, A useful model to understand the molecular genetics of freezing tolerance in cereals. *Physiology Plantarum*, 101, 439–445.
- Savelieva, E.M. Oslovsky, V.E. Karlov, D.S. Kurochkin, N.N. Getman, I.A. Lomin, S.N. Sidorov, G.V. Mikhailov, S.N. Osolodkin, D.I. and Romanov, G.A. 2018. Cytokinin activity of N6-benzyladenine derivatives assayed by interaction with the receptors in planta, *in vitro*, and in silico. *Phytochemistry*, 149, 161-177.
- Scebba, F. Sebastiani, L. and Vitagliano, C. 1998. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation. *Physiologia Plantarum*, 104(4), 747-752.
- Scebba, F. Sebastiani, L. and Vitagliano, C. 1999. Protective enzymes against activated oxygen species in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings: Responses to cold acclimation, *Journal of Plant Physiology*, 155, 762-768.
- Sharma, P. Sharma, N. and Deswal, R. 2005. The molecular biology of the low-temperature response in plants. *Bioessays*, 27, 1048–1059.
- Sharma, P. Chouhan, R. Bakshi, P. Gandhi, S.G. Kaur, R. Sharma, A. and Bhardwaj, R. 2022. Amelioration of chromium-induced oxidative stress by combined treatment of selected plant-growth-promoting rhizobacteria and earthworms via modulating the expression of genes related to reactive oxygen species metabolism in *Brassica juncea*. *Frontiers in microbiology*, 13, 802512.
- Shekhawat, M.S. Priyadarshini, S. Jogam, P. Kumar, V. Manokari, M. 2021. *Metatoplin* and liquid medium enhanced *in vitro* regeneration in *Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 57, 296–306.
- Shi, T.Q. Wang, L.R. Zhang, Z.X. Sun, X.M. and Huang, H. 2020. Stresses as First-Line Tools for Enhancing Lipid and Carotenoid Production in Microalgae. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 610.
- Shi, W. Ma, Q. Yin, W. Liu, T. Song, Y. Chen, Y., Song, L. Sun, H. Hu, S. Liu, T. Jiang, R. Lv, D. Song, B. Wang, J. and Liu, X. 2022. The transcription factor *StTINY3* enhances cold-induced sweetening resistance by coordinating starch resynthesis and sucrose hydrolysis in potato. *Journal of Experimental Botany*, 73(14), 4968-4980.
- Shkryl, Y. Yugay, Y. Avramenko, T. Grigorchuk, V. Gorpenchenko, T. Grischenko, O. and Bulgakov, V. 2021. *CRISPR/Cas9*-mediated knockout of *HOS1* reveals its role in the regulation of secondary metabolism in *Arabidopsis thaliana*. *Plants*, 10(1), 104.

- Siddique, A. Kandpal, G. and Kumar, P. 2018. Proline accumulation and its defensive role under diverse stress condition in plants: An overview. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 12(3), 1655-1659.
- Siddiqui, K.S. and Cavicchioli, R. 2006. Cold-adapted enzymes. *Annual Review of Biochemistry*, 75(1), 403-433.
- Siefermann-Harms, D.J. and Joyard, R. 1978. Douce Light-induced changes of the carotenoid levels in chloroplast envelopes. *Plant Physiology*, 61(4), 530-533.
- Singh, A.P. and Savaldi-Goldstein, S. 2015. Growth control: Brassinosteroid activity gets context. *Journal of Experimental Botany*, 66, 1123–1132.
- Singh, B.K. Sutradhar, M. Singh, A.K. and Mandal, N. 2017. Cold stress in rice at early growth stage—An overview. *International Journal of Pure Applied Bioscience*. 5, 407-419.
- Singleton, V.L. Rossi, J.A. and Orthofer, R.M. 1965. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 152-178.
- Slatyer, R.O. 1969. Physiological significance of internal water relations to crop yield. *Physiological Aspects of Crop Yield*, 53-83.
- Song, X. Ren, S. and Liu, C. 2017. Peptide hormones. In: *Hormone Metabolism and Signalling in Plants*, Li, J. Li, C. and Smith, S.M. (eds), Academic Press, 361-395, United States of America.
- Sottosanti, K. 2023. *Capsicum annum*. The Editor of Encyclopedia Britannica. Web sitesi: <https://www.britannica.com/plant/pepper-plant-Capsicum-genus>. Erişim Tarihi: 06.02.2023.
- Stefanowska, M. Kuraś, M. Kubacka-Zebalska, M. and Kacperska, A. 1999. Low temperature affects pattern of leaf growth and structure of cell walls in winter oilseed rape (*Brassica napus* L., var. *oleifera* L.). *Annals of Botany*, 84(3), 313-319.
- Steiner, P. Buchner, O. Andosch, A. Wanner, G. Neuner, G. and Lütz-Meindl, U. 2020. Fusion of mitochondria to 3-D networks, autophagy and increased organelle contacts are important subcellular hallmarks during cold stress in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(22), 8753.
- Steponkus, P.L. 1993. A contrast of the cryostability of the plasma membrane of winter rye and spring oat-two species that widely differ in their freezing tolerance and plasma membrane lipid composition. *Advances in Low Temperature Biology*, 2, 211-312.

- Stewart, J.J. Demmig-Adams, B. Cohu, C.M. Wenzl, C.A. Muller, O. and Adams, W.W. 2016. Growth temperature impact on leaf form and function in *Arabidopsis thaliana* ecotypes from northern and southern Europe. *Plant, Cell & Environmental*, 39, 1549–1558.
- Strnad, M. Hanus, J. Vanek, T. Kaminek, M. Ballantine, J.A. Fussell, B. and Hanke, D.E. 1997. *Meta*-topolin, a highly active aromatic cytokinin from poplar leaves (*Populus canadensis* Moench., cv. Robusta). *Phytochemistry*, 45, 213–218.
- Stushnoff, C. Flower, D.B. and Brule-Babel, A. 1984. Breeding and selection for resistance to low-temperature, In: *Plant breeding—a contemporary*, Vose, P.B. (eds). Elsevier, 115–136, Amsterdam.
- Sun, S. Fang, J. Lin, M. Hu, C. Qi, X. Chen, J., Zhong, Y. Muhammed, A. Li, Z. and Li, Y. 2021. Comparative metabolomic and transcriptomic studies reveal key metabolism pathways contributing to freezing tolerance under cold stress in kiwifruit. *Frontiers in Plant Science*, 12, 628969.
- Swanepoel, J.J. and De Villiers, C.E. 1987. A numerical-taxonomic classification of *Vitis* spp and cultivars based on leaf characteristics. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 8(2), 31-35.
- Synková, H. Semorádová, S. Schnablová, R. Witters, E. Husak, M. and Valcke, R. 2006. Cytokinin-induced activity of antioxidant enzymes in transgenic Pssu-ipt tobacco during plant ontogeny. *Biologia Plantarum*, 50, 31-41.
- Szabados, L. and Saviouré, A. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in plant science*, 15(2), 89-97.
- Sudheeran, P.K. Feygenberg, O. Maurer, D. Alkan, N. 2018. Improved cold tolerance of mango fruit with enhanced anthocyanin and flavonoid contents. *Molecules*, 23(7), 1832.
- Szüčová, L. Spíchal, L. Doležal, K. Zatloukal, M. Greplová, J. Galuszka, P. Kryštof, V. Voller, J. Popa, I. Massino, F.J. Jorgensen, J.E. and Strnad, M. 2009. Synthesis, characterization and biological activity of ring-substituted 6-benzylamino-9-tetrahydropyran-2-yl and 9-tetrahydrofuran-2-ylpurine derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17, 1938–1947.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2010. *Plant physiology*, 5th edn. Sinauer Associates, Sunderland.
- Takahama, U. 2004. Oxidation of vacuolar and apoplastic phenolic substrates by peroxidase: physiological significance of the oxidation reactions. *Phytochemistry Reviews*, 3, 207-219.
- Tang, R.J. and Luan, S. 2017. Regulation of calcium and magnesium homeostasis in plants: from transporters to signaling network. *Current Opinion in Plant Biology*, 39, 97-105.

- Tarkowská, D. Doležal, K. Tarkowsky, P. Astot, C. Holub, J. Fuksova, K. Schmülling, T. Sandberg, G. Strnad, M. 2003. Identification of new aromatic cytokinins in *Arabidopsis thaliana* and *Populus × canadensis* leaves by LC- (+) ESI-MS and capillary liquid chromatography/frit-fast atom bombardment mass spectrometry. *Physiologia Plantarum*, 117, 579-590.
- Teh, C.Y. Shaharuddin, N.A. Ho, C.L. and Mahmood, M. 2016. Exogenous proline significantly affects the plant growth and nitrogen assimilation enzymes activities in rice (*Oryza sativa*) under salt stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38, 1-10.
- Testerink, C. and Munnik, T. 2011. Molecular, cellular, and physiological responses to phosphatidic acid formation in plants. *Journal of Experimental Botany*, 62(7), 2349-2361.
- Tena, N. Martín, J. and Asuero, A.G. 2020. State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants*, 9(5), 451.
- Tepfer, D.A. and Fosket, D.E. 1978. Hormone-mediated translational control of protein synthesis in cultured cells of *Glycine max*. *Developmental Biology*, 62, 486-497.
- Tewari, A.K. and Tripathy, B.C. 1998. Temperature-stress-induced impairment of chlorophyll biosynthetic reactions in cucumber and wheat. *Plant Physiology*, 117, 851-858.
- Theocharis, A. Clement, C. and Barka, E.A. 2012. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. *Planta*, 235(6), 1091-1105.
- Tundis, R. Menichini, F. Bonesi, M. Conforti, F. Statti, G. Menichini, F. and Loizzo, M. 2013. Antioxidant and hypoglycaemic activities and their relationship to phytochemicals in *Capsicum annuum* cultivars during fruit development. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 370-37.
- Udayan, A. Kathiresan, S. and Arumugam, M. 2018. Kinetin and Gibberellic acid (GA3) act synergistically to produce high value polyunsaturated fatty acids in *Nannochloropsis oceanica* CASA CC201. *Algal Research*, 32, 182-192.
- Van Buer, J. Cvetkovic, J. and Baier, M. 2016. Cold regulation of plastid ascorbate peroxidases serves as a priming hub controlling ROS signaling in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Plant Biology*, 16, 1-20.
- Velikova, V. Yordanov, I. and Edreva, A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151, 59-66.
- Venketesh, S. and Dayananda, C. 2008. Properties, potentials and prospects of antifreeze proteins. *Critical Review in Biotechnology*, 28(1), 57-82.

- Verbruggen, N. and Hermans, C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. *Amino acids*, 35, 753-759.
- Verhage, L. 2021. Alert! Alert! Stress-induced systemic signals unraveled. *Plant Journal*, 107(1), 5-6.
- Vezza, M.E. Llanes, A. Travaglia, C. Agostini, E. and Talano, M.A. 2018. Arsenic stress effects on root water absorption in soybean plants: Physiological and morphological aspects. *Plant Physiology and Biochemistry*, 123, 8-17.
- Vij, S. Tyagi, and A.K. 2007. Emerging trends in the functional genomics of the abiotic stress response in crop plants. *Plant Biotechnology Journal*, 5, 361–380.
- Vogler, F. Schmalzl, C. Enghart, M. Bircheneder, M. and Sprunck, S. 2014. Brassinosteroids promote Arabidopsis pollen germination and growth. *Plant Reproduction*, 27, 153–167.
- Volkenburgh, E.V. 1999. Leaf expansion – an integrating plant behaviour. *Plant, Cell Environ.* 22, 1463–1473.
- Van Staden, J. 1988. Cytokinins and senescence. *Senescence Aging Plants*, 281–328.
- Waadt, R. Seller, C.A. Hsu, P.K. Takahashi, Y. Munemasa, S. and Schroeder, J.I. 2022. Plant hormone regulation of abiotic stress responses. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 23(10), 680-694.
- Wang, M. Zheng, Q. Shen, Q. and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(4), 7370-7390.
- Wang, W. Hao, Q. Wang, W. Li, Q. Chen, F. Ni, W.Y. Fu, D. Wu, J. and Wang, W. 2019. The involvement of cytokinin and nitrogen metabolism in delayed flag leaf senescence in a wheat stay-green mutant, *tasg1*. *Plant Science*, 278, 70–79.
- Wang, B. Chai, H. Zhong, Y. Shen, Y. Yang, W. Chen, J. Xin, Y. and Shi, H. 2020. The DEAD-box RNA helicase *SHI2* functions in repression of salt-inducible genes and regulation of cold-inducible gene splicing. *Journal of Experimental Botany*, 71(4), 1598–1613.
- Wang, Q. Yu, F. and Xie, Q. 2020. Balancing growth and adaptation to stress: Crosstalk between brassinosteroid and abscisic acid signaling. *Plant, Cell & Environment*, 43, 2325–2335.
- Went, F. 1935. Auxin, the plant growth-hormone *Avena sativa*. *The Botanical Review*, 1, 162–182.
- Werbrouck, S.P.O. Strnad, M. Van Onckelen, H.A. and Debergh, P.J. 1996. *Meta*-topolin, an alternative to benzyladenine in tissue culture? *Physiologica Plantarum*, 98, 291-298.

- Werbrouck, S.P. 2021. *Meta*-topolin and related cytokinins as a solution to some in vitro problems. *Meta*-topolin: A Growth Regulator for Plant Biotechnology and Agriculture, 85-91.
- Wilkinson, S. Clephan, A.L. and Davies, W.J. 2001. Rapid low temperature-induced stomatal closure occurs in cold-tolerant *Commelina communis* leaves but not in cold-sensitive tobacco leaves, via a mechanism that involves apoplastic calcium but not abscisic acid. *Plant Physiology*, 126(4), 1566-1578.
- Wu, J. Lightner, J. Warwick, N. and Browse, J. 1997. Low-temperature damage and subsequent recovery of *fab1* mutant arabidopsis exposed to 2°C. *Plant Physiology*, 113(2), 347–356.
- Wu, Y. Zhang, D. Chu, J.Y. Boyle, P. Wang, Y. Brindle, I.D. Luca, V.D. and Després, C. 2012. The Arabidopsis NPR1 protein is a receptor for the plant defense hormone salicylic acid. *Cell Reports*, 1(6), 639-647.
- Wu, J. Nadeem, M. Galagedara, L. Thomas, R. and Cheema, M. 2022. Recent insights into cell responses to cold stress in plants: Signaling, defence, and potential functions of phosphatidic acid. *Environmental and Experimental Botany*, 203, 105068.
- Xie, X. Li, Y. Liu, Z.Q. Haruta, M. and Shen, W. 2009. Low-temperature oxidation of CO catalysed by Co₃O₄ nanorods. *Nature*, 458(7239), 746-749.
- Xu, C.C. Jeon, Y.A. and Lee, C.H. 1999. Relative contributions of photochemical and non-photochemical routes to excitation energy dissipation in rice and barley illuminated at a chilling temperature. *Physiologia Plantarum*, 107(4), 447-453.
- Xu, P.L. Guo, Y.K. Bai, J.G. Shang, L. and Wang, X.J. 2008. Effects of long-term chilling on ultrastructure and antioxidant activity in leaves of two cucumber cultivars under low light. *Physiologia Plantarum*, 132(4), 467-478.
- Xu, H.Y. and Yu, C. 2022. Transcriptomic analysis reveals crucial biological pathways associated with cold response in *Camellia weiningensis* in Guizhou Province, *The China Science Horticulture*, 295, 110883.
- Yadav, S.K. 2010. Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agronomy for sustainable development*, 30(3), 515-527.
- Yamada, K. and Osakabe, Y. 2018. Sugar compartmentation as an environmental stress adaptation strategy in plants, In: *Seminars in Cell & Developmental Biology*, Nickel, V. and Rabouille, C. (eds), Academic Press, 106-114, Hollanda.
- Yang, J. Kong, Q. and Xiang, C. 2009. Effects of low night temperature on pigments, Chl a fluorescence and energy allocation in two bitter melon (*Momordica charantia* L.) genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum*. 31, 285-293.

- Yang, J.S. Wang, R. Meng, J.J. Bi, Y.P. Xu, P.L. Guo, F. Wan, S.B. He, Q.W. and Li, X.G. 2010. Overexpression of *Arabidopsis CBF1* gene in transgenic tobacco alleviates photoinhibition of PSII and PSI during chilling stress under low irradiance. *Journal of Plant Physiology*, 167(7), 534-539.
- Yang, P. Wang, Y. Li, J. and Bian, Z. 2019. Effects of brassinosteroids on photosynthetic performance and nitrogen metabolism in pepper seedlings under chilling stress. *Agronomy*, 9, 839.
- You, J. and Chan, Z. 2015. ROS regulation during abiotic stress responses in crop plants. *Frontiers in plant science*, 6, 165102.
- Young, A.J. and Frank, H.A. 1996. Energy transfer reactions involving carotenoids: quenching of chlorophyll fluorescence. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 36(1), 3-15.
- Yun, K.Y. Park, M.R. Mohanty, B. Herath, V. Xu, F. Mauleon, R. Wijaya, E. Bajic, V.B. Bruskiewich, R. and de Los Reyes, B.G. 2010. Transcriptional regulatory network triggered by oxidative signals configures the early response mechanisms of japonica rice to chilling stress. *BMC Plant Biology*, 10, 1-29.
- Zadvornova, Y. Alekseichuk, G. Laman, N. Khripach, V. Grut, S. 2005. Effect of brassinosteroids on activation of the cell cycle during germination of *Brassica oleracea* L. seeds. *Doklady Natsional'noi Akademii Nauk Belarusi*, 49, 70-73.
- Zalabák, D. Pospíšilová, H. Šmehilová, M. Mrizova, K. Frebort, I. and Galuszka, P. 2013. Genetic engineering of cytokinin metabolism: prospective way to improve agricultural traits of crop plants. *Biotechnology Advances*, 31, 97-117.
- Zavaleta-Mancera, H.A. López-Delgado, H. Loza-Tavera, H. Mora-Herrera, M. Trevilla-García, C. Vargas-Suárez, M. and Ougham, H. 2007. Cytokinin promotes catalase and ascorbate peroxidase activities and preserves the chloroplast integrity during dark-senescence. *Journal of Plant Physiology*, 164(12), 1572-1582.
- Zeng, J. Deng, Q. Li, J. CHeng, J. Deng, X. and Jiang, D. 2020. Relationship between leaf anatomic structure and cold tolerance in six *Camellia oleifera* cultivars. *Non-Wood Forest Research*, 38, 117-124.
- Zheng, H.Z. Cui, C.L. Zhang, Y.T. Wang, D. Jing, Y. and Kim, Y.K. 2005. Active changes of lignification- related enzymes in pepper response to *Glomus intraradices* and/ or *Phytophthora capsici*. *Journal of Zhejiaiang University Science*, 6(8), 778-786.
- Zhang, H.F. Liu, S.Y. Ma, J.H. Wang, X.K. Haq, S.U. Meng, Y.C. Zhang, Y.M. and Chen, R.G. 2019. *CaDHN4*, a Salt and Cold Stress-Responsive Dehydrin Gene from Pepper Decreases Absciscic Acid Sensitivity in Arabidopsis. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 26.

- Zhang, F. Lu, K. Gu, Y. Zhang, L. Li, W. and Li, Z. 2020. Effects of low-temperature stress and brassinolide application on the photosynthesis and leaf structure of tung tree seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1767.
- Zhao, D.Y. Shen, L. Yu, M.M. Zheng, Y. and Sheng, J.P. 2009. Relationship between activities of antioxidant enzymes and cold tolerance of postharvest tomato fruits. *Food Science*, 14, 309-313.
- Zhao, W. Sun, Y. Kjelgren, R. and Liu, X. 2015. Response of stomatal density and bound gas exchange in leaves of maize to soil water deficit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37, 1704.
- Zhao, Y. Han, Q. Ding, C. Huang, Y. Liao, J. Chen, T. Feng, S. Zhou, L. Zhang, Z. Chen, Y. 2020. Effect of low temperature on chlorophyll biosynthesis and chloroplast biogenesis of rice seedlings during greening. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4), 1390.
- Zhao, X. Wei, Y. Zhang, J. Yang, L. Liu, X. Zhang, H. Shao, W. He, L. Li, Z. Zhang, Y. and Xu, J. 2021. Membrane lipids' metabolism and transcriptional regulation in maize roots under cold stress. *Frontier in Plant Science*, 12, 639132.
- Zhou, L. He, Y. Li, J. Liu, Y. and Chen, H. 2020. CBFs function in anthocyanin biosynthesis by interacting with MYB113 in eggplant (*Solanum melongena* L.), *Plant and Cell Physiology*, 61(2), 416-426.
- Zhishen, J. Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559.
- Zhu, J.K. 2016. Abiotic Stress Signaling and Responses in Plants. *Cell*, 167, 313–324.
- Zhu, L. Liao, Y. Lin, K. Wu, W. Duan, L. Wang, P. Xiao, X. Zhang, T. Chen, X. Wang, J. Ye K. Hu, H. Xu, Z.F. and Ni, J. 2024. Cytokinin promotes anthocyanin biosynthesis via regulating sugar accumulation and MYB113 expression in *Eucalyptus*. *Tree Physiology*, 44(1), tpad154.
- Zinta, G. Singh, R.K. and Kumar, R. 2022. Cold adaptation strategies in plants—An emerging role of epigenetics and antifreeze proteins to engineer cold resilient plants. *Frontiers in Genetics*, 13, 909007.
- Zou, Y. Lu, Y. and Wei, D. 2004. Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum* L. *in vitro*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16), 5032-5039.
- Zürcher, E. and Müller, B. 2016. Cytokinin synthesis, signaling, and function—advances and new insights. *International review of cell and molecular biology*, 324, 1-38.

EKLER

EK 1 Yaprak Ayasında Ortalama Yaprak Kalınlığı (OYK) Ölçümleri İstatistiksel Analizi

EK 2 Yaprak Alt Yüzeyinde Stoma Sayısı (AYS) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 3 Yaprak Üst Yüzeyinde Stoma Sayısı (ÜYS) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 4 Yaprak Alt Yüzeyinde Epidermis Sayısı (AES) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 5 Yaprak Üst Yüzeyinde Epidermis Sayısı (ÜES) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 6 Yaprak Alt Yüzeyinde Stoma İndeksi (ASİ) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 7 Yaprak Üst Yüzeyinde Stoma İndeksi (YSİ) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 8 Stoma İndeks Oranı (SİO) Ölçümleri İstatistik Analizi

EK 9 Yaş Ağırlık (YA) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 10 Kuru Ağırlık (KA) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 11 Yapraklarda İyon Sızıntısı Oranı (İSO) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 12 Nispi Su İçeriği (NSİ) İstatistik Analizi

EK 13 Gerçek Su İçeriği (GSİ) İstatistik Analizi

EK 14 Klorofil a (kl-a) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 15 Klorofil-b (kl-b) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 16 Total Klorofil (kl-a+b) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 17 Karotenoid (KAR) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 18 Antosiyanin (ACN) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 19 Flavonoid (FLA) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 20 DPPH Aktivitesi İstatistik Analizi

EK 21 FRAP Miktarı İstatistik Analizi

EK 22 MDA Sonuçları İstatistik Analizi

EK 23 H₂O₂ Ölçümü İstatistik Analizi

EK 24 Total Çözünür Protein (TÇP) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 25 Total Çözünür Fenolik (TF) Ölçümü İstatistik Analizi

EK 26 Peroksidaz Aktivitesi (PA) İstatistik Analizi

EK 1 Yaprak Ayasında Ortalama Yaprak Kalınlığı (OYK) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: OYK versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	30	15,1	4,11	0,019
çeşit	1	54876	54875,6	14952,67	0,000
derece	1	633	633,0	172,49	0,000
konsantrasyon	3	20328	6775,9	1846,31	0,000
saat	3	11271	3757,1	1023,76	0,000
çeşit*derece	1	665	664,7	181,11	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	22610	7536,5	2053,57	0,000
çeşit*saat	3	5912	1970,6	536,95	0,000
derece*konsantrasyon	3	4795	1598,2	435,49	0,000
derece*saat	3	9286	3095,5	843,47	0,000
konsantrasyon*saat	9	41884	4653,8	1268,07	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	28160	9386,6	2557,70	0,000
çeşit*derece*saat	3	25183	8394,3	2287,32	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	32223	3580,4	975,59	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	7497	833,0	226,99	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	29005	3222,7	878,14	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	462	3,7		
Total	191	294820			

EK 2 Yaprak Alt Yüzeyinde Stoma Sayısı (AYS) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: AYS versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0	0,0	*	*
çeşit	1	46875	46875,0	*	*
derece	1	675	675,0	*	*
konsantrasyon	3	30075	10025,0	*	*
saat	3	24375	8125,0	*	*
çeşit*derece	1	675	675,0	*	*
çeşit*konsantrasyon	3	8175	2725,0	*	*
çeşit*saat	3	1575	525,0	*	*
derece*konsantrasyon	3	21075	7025,0	*	*
derece*saat	3	5775	1925,0	*	*
konsantrasyon*saat	9	24675	2741,7	*	*
çeşit*derece*konsantrasyon	3	9375	3125,0	*	*
çeşit*derece*saat	3	5775	1925,0	*	*
çeşit*konsantrasyon*saat	9	80775	8975,0	*	*
derece*konsantrasyon*saat	9	35475	3941,7	*	*
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	24375	2708,3	*	*
Error	126	0	0,0		
Total	191	319725			

EK 3 Yaprak Alt Yüzeyinde Stoma Sayısı (ÜYS) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: ÜYS versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	4	2,1	0,33	0,720
çeşit	1	27552	27552,1	4362,17	0,000
derece	1	752	752,1	119,07	0,000
konsantrasyon	3	22190	7396,5	1171,05	0,000
saat	3	9506	3168,7	501,69	0,000
çeşit*derece	1	52	52,1	8,25	0,005
çeşit*konsantrasyon	3	5540	1846,5	292,35	0,000
çeşit*saat	3	2856	952,1	150,74	0,000
derece*konsantrasyon	3	2206	735,4	116,43	0,000
derece*saat	3	1090	363,2	57,50	0,000
konsantrasyon*saat	9	11302	1255,8	198,82	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	7106	2368,7	375,03	0,000
çeşit*derece*saat	3	5190	1729,9	273,88	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	15952	1772,5	280,62	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	8652	961,3	152,20	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	13952	1550,2	245,44	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	796	6,3		
Total	191	134698			

EK 4 Yaprak Alt Yüzeyinde Epidermis Sayısı (AES) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: AES versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	532	266	2,30	0,105
çeşit	1	649838	649838	5607,79	0,000
derece	1	55013	55013	474,74	0,000
konsantrasyon	3	553581	184527	1592,38	0,000
saat	3	324297	108099	932,84	0,000
çeşit*derece	1	88	88	0,76	0,385
çeşit*konsantrasyon	3	218856	72952	629,54	0,000
çeşit*saat	3	38772	12924	111,53	0,000
derece*konsantrasyon	3	461564	153855	1327,69	0,000
derece*saat	3	127447	42482	366,60	0,000
konsantrasyon*saat	9	663601	73733	636,28	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	204506	68169	588,26	0,000
çeşit*derece*saat	3	4922	1641	14,16	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	558476	62053	535,49	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	430517	47835	412,80	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	184826	20536	177,22	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	14601	116		
Total	191	4491437			

EK 5 Yaprak Üst Yüzeyinde Epidermis Sayısı (ÜES) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: ÜES versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	176	88	0,40	0,671
çeşit	1	185630	185630	842,64	0,000
derece	1	38251	38251	173,63	0,000
konsantrasyon	3	1099968	366656	1664,38	0,000
saat	3	883893	294631	1337,43	0,000
çeşit*derece	1	20213	20213	91,75	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	1101947	367316	1667,37	0,000
çeşit*saat	3	1029222	343074	1557,33	0,000
derece*konsantrasyon	3	314610	104870	476,04	0,000
derece*saat	3	85268	28423	129,02	0,000
konsantrasyon*saat	9	1097871	121986	553,74	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	287214	95738	434,59	0,000
çeşit*derece*saat	3	15756	5252	23,84	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	1694276	188253	854,55	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	756013	84001	381,31	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	247359	27484	124,76	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	27757	220		
Total	191	8885424			

EK 6 Yaprak Alt Yüzeyinde Stoma İndeksi (ASİ) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: ASİ versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0,27	0,1374	2,63	0,076
çeşit	1	72,61	72,6069	1388,76	0,000
derece	1	2,17	2,1696	41,50	0,000
konsantrasyon	3	88,84	29,6145	566,44	0,000
saat	3	95,17	31,7225	606,76	0,000
çeşit*derece	1	9,63	9,6257	184,11	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	18,35	6,1161	116,98	0,000
çeşit*saat	3	21,54	7,1795	137,32	0,000
derece*konsantrasyon	3	8,10	2,7000	51,64	0,000
derece*saat	3	6,61	2,2039	42,15	0,000
konsantrasyon*saat	9	119,72	13,3021	254,43	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	17,75	5,9167	113,17	0,000
çeşit*derece*saat	3	77,12	25,7072	491,70	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	343,15	38,1283	729,28	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	115,64	12,8484	245,75	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	105,31	11,7006	223,80	0,000 ** (P<0.05)
Error	126	6,59	0,0523		
Total	191	1108,56			

EK 7 Yaprak Üst Yüzeyinde Stoma İndeksi (YSİ) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: YSİ versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0,09	0,046	0,14	0,869
çeşit	1	203,69	203,693	620,23	0,000
derece	1	1,22	1,216	3,70	0,057
konsantrasyon	3	649,64	216,547	659,37	0,000
saat	3	139,78	46,592	141,87	0,000
çeşit*derece	1	2,67	2,670	8,13	0,005
çeşit*konsantrasyon	3	310,55	103,515	315,20	0,000
çeşit*saat	3	52,93	17,642	53,72	0,000
derece*konsantrasyon	3	29,94	9,981	30,39	0,000
derece*saat	3	4,04	1,345	4,10	0,008
konsantrasyon*saat	9	458,99	50,999	155,29	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	22,68	7,560	23,02	0,000
çeşit*derece*saat	3	190,04	63,348	192,89	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	445,98	49,554	150,89	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	216,75	24,084	73,33	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	114,74	12,748	38,82	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	41,38	0,328		
Total	191	2885,11			

EK 8 Stoma İndeks Oranı (SİO) Ölçümleri İstatistik Analizi

General Linear Model: SİO versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0,0003	0,00013	0,07	0,937
çeşit	1	0,2607	0,26071	133,17	0,000
derece	1	0,0260	0,02602	13,29	0,000
konsantrasyon	3	3,3379	1,11263	568,36	0,000
saat	3	0,1083	0,03611	18,44	0,000
çeşit*derece	1	0,0673	0,06731	34,38	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	1,4091	0,46970	239,93	0,000
çeşit*saat	3	0,4398	0,14661	74,89	0,000
derece*konsantrasyon	3	0,2626	0,08754	44,72	0,000
derece*saat	3	0,0562	0,01873	9,57	0,000
konsantrasyon*saat	9	2,3859	0,26510	135,42	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	0,1491	0,04971	25,39	0,000
çeşit*derece*saat	3	0,1879	0,06264	32,00	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	2,7609	0,30677	156,70	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	1,2922	0,14357	73,34	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	0,9926	0,11029	56,34	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	0,2467	0,00196		
Total	191	13,9836			

EK 9 Yaş Ağırlık (YA) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: YA versus blok; çeşit; derece; kon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
kon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	4	0,00301	0,00075	0,96	0,428
çeşit	1	1,49304	1,49304	1911,71	0,000
derece	1	0,84584	0,84584	1083,02	0,000
kon	3	0,03877	0,01292	16,55	0,000
saat	3	0,96060	0,32020	409,99	0,000
çeşit*derece	1	0,02858	0,02858	36,59	0,000
çeşit*kon	3	0,23405	0,07802	99,89	0,000
çeşit*saat	3	0,14443	0,04814	61,64	0,000
derece*kon	3	0,07659	0,02553	32,69	0,000
derece*saat	3	0,31098	0,10366	132,73	0,000
kon*saat	9	0,18025	0,02003	25,64	0,000
çeşit*derece*kon	3	0,11879	0,03960	50,70	0,000
çeşit*derece*saat	3	0,02537	0,00846	10,83	0,000
çeşit*kon*saat	9	0,13493	0,01499	19,20	0,000
derece*kon*saat	9	0,06181	0,00687	8,79	0,000
çeşit*derece*kon*saat	9	0,08727	0,00970	12,42	0,000 ** (p<0.05)
Error	252	0,19681	0,00078		
Total	319	4,94111			

EK 10 Kuru Ağırlık (KA) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: KA versus blok; çeşit; derece; kon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
kon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	4	0,000081	0,000020	1,30	0,270
çeşit	1	0,014797	0,014797	949,54	0,000
derece	1	0,000266	0,000266	17,10	0,000
kon	3	0,000395	0,000132	8,46	0,000
saat	3	0,004278	0,001426	91,52	0,000
çeşit*derece	1	0,000072	0,000072	4,63	0,032
çeşit*kon	3	0,001515	0,000505	32,41	0,000
çeşit*saat	3	0,002692	0,000897	57,59	0,000
derece*kon	3	0,000737	0,000246	15,76	0,000
derece*saat	3	0,000090	0,000030	1,94	0,124
kon*saat	9	0,001224	0,000136	8,72	0,000
çeşit*derece*kon	3	0,000973	0,000324	20,82	0,000
çeşit*derece*saat	3	0,000561	0,000187	11,99	0,000
çeşit*kon*saat	9	0,001510	0,000168	10,77	0,000
derece*kon*saat	9	0,000936	0,000104	6,67	0,000
çeşit*derece*kon*saat	9	0,000830	0,000092	5,92	0,000 ** (p<0.05)
Error	252	0,003927	0,000016		
Total	319	0,034886			

EK 11 Yapraklarda İyon Sızıntısı Oranı (İSO) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: İSO versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0,00667	0,00333	0,62	0,541
çeşit	1	0,00963	0,00963	1,78	0,184
derece	1	1,68001	1,68001	310,69	0,000
konsantrasyon	3	0,08508	0,02836	5,24	0,002
saat	3	0,43434	0,14478	26,77	0,000
çeşit*derece	1	0,00333	0,00333	0,62	0,434
çeşit*konsantrasyon	3	0,00954	0,00318	0,59	0,624
çeşit*saat	3	0,04038	0,01346	2,49	0,063
derece*konsantrasyon	3	0,06885	0,02295	4,24	0,007
derece*saat	3	0,64990	0,21663	40,06	0,000 ** (p<0.05)
konsantrasyon*saat	9	0,09587	0,01065	1,97	0,048
çeşit*derece*konsantrasyon	3	0,01807	0,00602	1,11	0,346
çeşit*derece*saat	3	0,02563	0,00854	1,58	0,198
çeşit*konsantrasyon*saat	9	0,11805	0,01312	2,43	0,014 ** (p<0.05)
derece*konsantrasyon*saat	9	0,08070	0,00897	1,66	0,106
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	0,06760	0,00751	1,39	0,200
Error	126	0,68133	0,00541		
Total	191	4,07499			

EK 12 Nispi Su İçeriği (NSİ) İstatistik Analizi

General Linear Model: NSI- versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat						
Method						
Factor coding (-1; 0; +1)						
Factor Information						
Factor	Type	Levels	Values			
blok	Fixed	3	1; 2; 3			
çeşit	Fixed	2	1; 2			
derece	Fixed	2	1; 2			
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4			
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4			
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
blok	2	124,3	62,13	4,27	0,016	
çeşit	1	6,2	6,17	0,42	0,516	
derece	1	8910,9	8910,89	611,96	0,000	
konsantrasyon	3	332,2	110,75	7,61	0,000	
saat	3	3824,0	1274,68	87,54	0,000	
çeşit*derece	1	23,2	23,19	1,59	0,209	
çeşit*konsantrasyon	3	56,4	18,80	1,29	0,280	
çeşit*saat	3	401,4	133,81	9,19	0,000	
derece*konsantrasyon	3	310,1	103,36	7,10	0,000	
derece*saat	3	3051,5	1017,18	69,86	0,000	
konsantrasyon*saat	9	1180,3	131,14	9,01	0,000	
çeşit*derece*konsantrasyon	3	83,8	27,94	1,92	0,130	
çeşit*derece*saat	3	45,9	15,29	1,05	0,373	
çeşit*konsantrasyon*saat	9	717,0	79,66	5,47	0,000	
derece*konsantrasyon*saat	9	698,1	77,57	5,33	0,000	
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	468,4	52,04	3,57	0,001	** (p<0.05)
Error	126	1834,7	14,56			
Total	191	22068,4				

EK 13 Gerçek Su İçeriği (GSI) İstatistik Analizi

General Linear Model: GSI versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	11,30	5,649	2,28	0,106
çeşit	1	1,48	1,475	0,60	0,442
derece	1	225,36	225,355	91,05	0,000
konsantrasyon	3	79,36	26,452	10,69	0,000
saat	3	64,80	21,600	8,73	0,000
çeşit*derece	1	5,21	5,211	2,11	0,149
çeşit*konsantrasyon	3	20,43	6,810	2,75	0,045
çeşit*saat	3	0,86	0,286	0,12	0,951
derece*konsantrasyon	3	43,50	14,499	5,86	0,001
derece*saat	3	177,13	59,043	23,85	0,000
konsantrasyon*saat	9	188,02	20,891	8,44	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	3,90	1,299	0,52	0,666
çeşit*derece*saat	3	3,92	1,307	0,53	0,664
çeşit*konsantrasyon*saat	9	54,81	6,090	2,46	0,013
derece*konsantrasyon*saat	9	107,89	11,988	4,84	0,000 ** (p<0.05)
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	27,05	3,005	1,21	0,292
Error	126	311,87	2,475		
Total	191	1326,86			

EK 14 Klorofil a (kl-a) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: kl-a versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	2683	1341	0,20	0,816
çeşit	1	2964229	2964229	449,67	0,000
derece	1	3540	3540	0,54	0,465
konsantrasyon	3	611729	203910	30,93	0,000
saat	3	80886	26962	4,09	0,008
çeşit*derece	1	291448	291448	44,21	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	782908	260969	39,59	0,000
çeşit*saat	3	700899	233633	35,44	0,000
derece*konsantrasyon	3	403817	134606	20,42	0,000
derece*saat	3	282474	94158	14,28	0,000
konsantrasyon*saat	9	1052520	116947	17,74	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	493010	164337	24,93	0,000
çeşit*derece*saat	3	124444	41481	6,29	0,001
çeşit*konsantrasyon*saat	9	1173238	130360	19,78	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	436245	48472	7,35	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	650598	72289	10,97	0,000
Error	126	830586	6592		
Total	191	10885254			

**p<0.05

EK 15 Klorofil-b (kl-b) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: kl-b versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat					
Method					
Factor coding (-1; 0; +1)					
Factor Information					
Factor	Type	Levels	Values		
blok	Fixed	3	1; 2; 3		
çeşit	Fixed	2	1; 2		
derece	Fixed	2	1; 2		
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4		
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4		
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	3599	1800	0,90	0,409
çeşit	1	5180892	5180892	2594,67	0,000
derece	1	139781	139781	70,00	0,000
konsantrasyon	3	15680787	5226929	2617,72	0,000
saat	3	1500763	500254	250,53	0,000
çeşit*derece	1	1000236	1000236	500,93	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	1443862	481287	241,04	0,000
çeşit*saat	3	322596	107532	53,85	0,000
derece*konsantrasyon	3	410868	136956	68,59	0,000
derece*saat	3	270243	90081	45,11	0,000
konsantrasyon*saat	9	2530734	281193	140,83	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	3421465	1140488	571,17	0,000
çeşit*derece*saat	3	366125	122042	61,12	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	4594070	510452	255,64	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	1655250	183917	92,11	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	2043688	227076	113,72	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	251590	1997		
Total	191	40816549			

EK 16 Total Klorofil (kl-a+b) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: kl-a+b versus blok; çеşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çеşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	12070	6035	0,52	0,593
çеşit	1	14311913	14311913	1243,76	0,000
derece	1	127419	127419	11,07	0,001
konsantrasyon	3	19595552	6531851	567,64	0,000
saat	3	2323505	774502	67,31	0,000
çеşit*derece	1	6807814	6807814	591,63	0,000
çеşit*konsantrasyon	3	4512456	1504152	130,72	0,000
çеşit*saat	3	868327	289442	25,15	0,000
derece*konsantrasyon	3	5067300	1689100	146,79	0,000
derece*saat	3	794559	264853	23,02	0,000
konsantrasyon*saat	9	4847445	538605	46,81	0,000
çеşit*derece*konsantrasyon	3	6245410	2081803	180,92	0,000
çеşit*derece*saat	3	3341329	1113776	96,79	0,000
çеşit*konsantrasyon*saat	9	5717516	635280	55,21	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	9932841	1103649	95,91	0,000
çеşit*derece*konsantrasyon*saat	9	5238947	582105	50,59	0,000
Error	126	1449875	11507		
Total	191	91194278			

EK 17 Karotenoid (KAR) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: KAR versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat					
Method					
Factor coding (-1; 0; +1)					
Factor Information					
Factor	Type	Levels	Values		
blok	Fixed	3	1; 2; 3		
çeşit	Fixed	2	1; 2		
derece	Fixed	2	1; 2		
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4		
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4		
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	926765	463382	3,86	0,024
çeşit	1	10080522	10080522	83,92	0,000
derece	1	11245	11245	0,09	0,760
konsantrasyon	3	10703853	3567951	29,70	0,000
saat	3	1687804	562601	4,68	0,004
çeşit*derece	1	4660468	4660468	38,80	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	2192703	730901	6,08	0,001
çeşit*saat	3	1240604	413535	3,44	0,019
derece*konsantrasyon	3	4255243	1418414	11,81	0,000
derece*saat	3	1385849	461950	3,85	0,011
konsantrasyon*saat	9	8143271	904808	7,53	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	732921	244307	2,03	0,112
çeşit*derece*saat	3	3098319	1032773	8,60	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	7816941	868549	7,23	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	7325825	813981	6,78	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	3046191	338466	2,82	0,005
Error	126	15135052	120119		
Total	191	82443575			

EK 18 Antosiyanin (ACN) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: ACN versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat					
Method					
Factor coding (-1; 0; +1)					
Factor Information					
Factor	Type	Levels	Values		
blok	Fixed	3	1; 2; 3		
çeşit	Fixed	2	1; 2		
derece	Fixed	2	1; 2		
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4		
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4		
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0,000253	0,000127	0,22	0,807
çeşit	1	0,046283	0,046283	78,74	0,000
derece	1	0,109682	0,109682	186,60	0,000
konsantrasyon	3	0,211752	0,070584	120,09	0,000
saat	3	0,036958	0,012319	20,96	0,000
çeşit*derece	1	0,010369	0,010369	17,64	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	0,036315	0,012105	20,59	0,000
çeşit*saat	3	0,012335	0,004112	7,00	0,000
derece*konsantrasyon	3	0,033717	0,011239	19,12	0,000
derece*saat	3	0,039165	0,013055	22,21	0,000
konsantrasyon*saat	9	0,117959	0,013107	22,30	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	0,005009	0,001670	2,84	0,041
çeşit*derece*saat	3	0,013206	0,004402	7,49	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	0,054775	0,006086	10,35	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	0,062419	0,006935	11,80	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	0,028769	0,003197	5,44	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	0,074060	0,000588		
Total	191	0,893026			

EK 19 Flavonoid (FLA) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: FLA versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	424	212	5,58	0,005
çeşit	1	184	184	4,84	0,030
derece	1	105656	105656	2780,70	0,000
konsantrasyon	3	38204	12735	335,15	0,000
saat	3	43194	14398	378,93	0,000
çeşit*derece	1	4	4	0,09	0,761
çeşit*konsantrasyon	3	40839	13613	358,27	0,000
çeşit*saat	3	10051	3350	88,17	0,000
derece*konsantrasyon	3	29076	9692	255,08	0,000
derece*saat	3	40998	13666	359,67	0,000
konsantrasyon*saat	9	47805	5312	139,79	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	2509	836	22,01	0,000
çeşit*derece*saat	3	1606	535	14,09	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	20026	2225	58,56	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	45667	5074	133,54	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	6310	701	18,45	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	4788	38		
Total	191	437340			

EK 20 DPPH Aktivitesi İstatistik Analizi

General Linear Model: DPPH versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	108,9	54,43	6,15	0,003
çeşit	1	690,0	689,97	77,96	0,000
derece	1	1959,7	1959,75	221,44	0,000
konsantrasyon	3	6003,5	2001,17	226,12	0,000
saat	3	369,4	123,14	13,91	0,000
çeşit*derece	1	227,5	227,53	25,71	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	2231,3	743,78	84,04	0,000
çeşit*saat	3	298,6	99,54	11,25	0,000
derece*konsantrasyon	3	655,4	218,45	24,68	0,000
derece*saat	3	1763,8	587,95	66,43	0,000
konsantrasyon*saat	9	1747,3	194,14	21,94	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	199,4	66,46	7,51	0,000
çeşit*derece*saat	3	643,6	214,53	24,24	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	4066,4	451,83	51,05	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	1303,6	144,84	16,37	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	3063,8	340,43	38,47	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	1115,1	8,85		
Total	191	26447			

EK 21 FRAP Miktarı İstatistik Analizi

General Linear Model: FRAP versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	19575	9787	7,16	0,001
çeşit	1	1005497	1005497	735,84	0,000
derece	1	539487	539487	394,81	0,000
konsantrasyon	3	1234976	411659	301,26	0,000
saat	3	403267	134422	98,37	0,000
çeşit*derece	1	17695	17695	12,95	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	256575	85525	62,59	0,000
çeşit*saat	3	88330	29443	21,55	0,000
derece*konsantrasyon	3	107665	35888	26,26	0,000
derece*saat	3	207410	69137	50,60	0,000
konsantrasyon*saat	9	182548	20283	14,84	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	91071	30357	22,22	0,000
çeşit*derece*saat	3	35839	11946	8,74	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	348927	38770	28,37	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	529965	58885	43,09	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	576943	64105	46,91	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	172174	1366		

EK 22 MDA Sonuçları İstatistik Analizi

General Linear Model: MDA nmol/gr versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj. SS	Adj. MS	F-Value	P-Value
blok	2	101	50,3	0,72	0,487
çeşit	1	6009	6008,7	86,46	0,000
derece	1	5101	5100,9	73,39	0,000
konsantrasyon	3	35411	11803,5	169,83	0,000
saat	3	977	325,6	4,69	0,004
çeşit*derece	1	6103	6103,5	87,82	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	6041	2013,8	28,98	0,000
çeşit*saat	3	416	138,6	1,99	0,118
derece*konsantrasyon	3	13090	4363,2	62,78	0,000
derece*saat	3	3547	1182,2	17,01	0,000
konsantrasyon*saat	9	30707	3411,9	49,09	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	820	273,3	3,93	0,010
çeşit*derece*saat	3	2084	694,5	9,99	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	6821	757,9	10,91	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	9570	1063,4	15,30	0,000**p<0.05
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	1250	138,9	2,00	0,045
Error	126	8757	69,5		
Total	191	136804			

EK 23 H₂O₂ Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: H2O2 versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	0,1277	0,06384	4,42	0,014
çeşit	1	5,9819	5,98194	413,70	0,000
derece	1	0,6924	0,69240	47,89	0,000
konsantrasyon	3	3,4648	1,15493	79,87	0,000
saat	3	3,3507	1,11689	77,24	0,000
çeşit*derece	1	0,4024	0,40242	27,83	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	2,1597	0,71991	49,79	0,000
çeşit*saat	3	0,2079	0,06928	4,79	0,003
derece*konsantrasyon	3	0,5293	0,17643	12,20	0,000
derece*saat	3	0,8511	0,28370	19,62	0,000
konsantrasyon*saat	9	0,0999	0,01110	0,77	0,647
çeşit*derece*konsantrasyon	3	0,2616	0,08718	6,03	0,001
çeşit*derece*saat	3	0,3862	0,12874	8,90	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	1,4092	0,15658	10,83	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	0,4582	0,05091	3,52	0,001
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	0,6526	0,07251	5,01	0,000
Error	126	1,8219	0,01446		
Total	191	22,8574			

**p<0.05

EK 24 Total Çözünür Protein (TÇP) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: TÇP versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	7,780	3,8901	91,56	0,000
çeşit	1	4,113	4,1126	96,80	0,000
derece	1	12,762	12,7617	300,38	0,000
konsantrasyon	3	72,840	24,2799	571,48	0,000
saat	3	6,680	2,2267	52,41	0,000
çeşit*derece	1	0,001	0,0013	0,03	0,861
çeşit*konsantrasyon	3	23,911	7,9703	187,60	0,000
çeşit*saat	3	7,568	2,5227	59,38	0,000
derece*konsantrasyon	3	4,568	1,5226	35,84	0,000
derece*saat	3	5,456	1,8185	42,80	0,000
konsantrasyon*saat	9	10,667	1,1852	27,90	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	5,661	1,8871	44,42	0,000
çeşit*derece*saat	3	1,963	0,6542	15,40	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	9,129	1,0144	23,88	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	5,973	0,6636	15,62	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	2,862	0,3180	7,49	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	5,353	0,0425		
Total	191	187,286			

EK 25 Total Çözünür Fenolik (TF) Ölçümü İstatistik Analizi

General Linear Model: TF versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	6030	3014,9	49,03	0,000
çeşit	1	28031	28030,9	455,88	0,000
derece	1	64482	64482,0	1048,69	0,000
konsantrasyon	3	41484	13827,8	224,89	0,000
saat	3	42078	14026,1	228,11	0,000
çeşit*derece	1	5089	5089,4	82,77	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	8065	2688,2	43,72	0,000
çeşit*saat	3	13951	4650,4	75,63	0,000
derece*konsantrasyon	3	22415	7471,6	121,51	0,000
derece*saat	3	54215	18071,8	293,91	0,000
konsantrasyon*saat	9	30509	3389,9	55,13	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	3642	1213,8	19,74	0,000
çeşit*derece*saat	3	4630	1543,3	25,10	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	46061	5117,8	83,23	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	32079	3564,3	57,97	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	7490	832,2	13,53	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	7747	61,5		
Total	191	417997			

EK 26 Peroksidaz Aktivitesi (PA) İstatistik Analizi

General Linear Model: PA versus blok; çeşit; derece; konsantrasyon; saat

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
blok	Fixed	3	1; 2; 3
çeşit	Fixed	2	1; 2
derece	Fixed	2	1; 2
konsantrasyon	Fixed	4	1; 2; 3; 4
saat	Fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
blok	2	35,3	17,63	3,25	0,042
çeşit	1	9058,0	9057,96	1668,39	0,000
derece	1	44,6	44,64	8,22	0,005
konsantrasyon	3	2908,4	969,47	178,57	0,000
saat	3	434,7	144,89	26,69	0,000
çeşit*derece	1	403,2	403,22	74,27	0,000
çeşit*konsantrasyon	3	229,9	76,63	14,11	0,000
çeşit*saat	3	1122,3	374,09	68,90	0,000
derece*konsantrasyon	3	469,1	156,38	28,80	0,000
derece*saat	3	2288,8	762,94	140,53	0,000
konsantrasyon*saat	9	2504,6	278,29	51,26	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon	3	779,4	259,79	47,85	0,000
çeşit*derece*saat	3	388,5	129,51	23,86	0,000
çeşit*konsantrasyon*saat	9	3758,3	417,59	76,92	0,000
derece*konsantrasyon*saat	9	2666,1	296,24	54,56	0,000
çeşit*derece*konsantrasyon*saat	9	1015,1	112,79	20,78	0,000 ** (p<0.05)
Error	126	684,1	5,43		
Total	191	28790,4			