

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAMAN İLİ YAZ AYLARI DÜŞÜK NEMLİ KARASAL İKLİM
KOŞULLARINDA PİNK LADY VE JEROMİNE ELMA ÇEŞİTLERİNDE M9
ANACI ÜZERİNDEKİ GENÇ AĞAÇLARIN MEYVELERİNDE TOPLAM
FENOLİK VE ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS

Alperen Cahid HOTAMIŞLI

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitkisel Üretim ve Teknolojileri**

HAZİRAN 2025

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAMAN İLİ YAZ AYLARI DÜŞÜK NEMLİ KARASAL İKLİM
KOŞULLARINDA PİNK LADY VE JEROMİNE ELMA ÇEŞİTLERİNDE M9
ANACI ÜZERİNDEKİ GENÇ AĞAÇLARIN MEYVELERİNDE TOPLAM
FENOLİK VE ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Alperen Cahid HOTAMIŞLI
(220845105)**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitkisel Üretim ve Teknolojileri**

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Said Efe DOST

HAZİRAN 2025

TEZ ONAYI

Alperen Cahid HOTAMIŞLI tarafından hazırlanan **Karaman İli Yaz Ayları Düşük Nemli Karasal İklim Koşullarında Pink Lady Ve Jeromine Elma Çeşitlerinde M9 Anacı Üzerindeki Genç Ağaçların Meyvelerinde Toplam Fenolik Ve Antioksidan Bileşiklerin Araştırılması** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitkisel Üretim ve Teknolojileri** Ana Bilim Dalı'nda (**YÜKSEK LİSANS TEZİ**) olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

(Dr. Öğr. Üyesi Said Efe DOST)

Jüri Üyeleri

İmza:

Dr. Öğr. Üyesi Said Efe DOST

Dr. Öğr. Üyesi Özge HORZUM

Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz SESLİ

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2025

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Murat MAYDA
Enstitü Müdürü



BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

(İmza)

(Alperen Cahid HOTAMIŞLI)



Aileme, gelecekteki eşim, çocuklarım ve akıl insanlığa,



ÖNSÖZ

Kendisi ile tanıştığım lisans öğrenimim boyunca beni elma ile ilgili çalışmaya teşvik eden, araştırma yapma istek ve arzusunu bize bütünüyle aktaran, kendisi ile çalışmaktan dolayı onur duyduğum ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini, bilgisini benden esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübesini bana aktaran, hayat vizyonu ile kendime örnek aldığım saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğrt. Üyesi Said Efe DOST'a bana ve kariyer hayatıma kattığı her şey için teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım sürecinde, süreç ile ilgili tecrübelerini benimle paylaşan, sorularıma kapı aralayan, Bilim Uzmanı Gamze AKSAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Varlıklarıyla huzur bulduğum, dualarını benden eksik etmeyen, maddi manevi hep yanımda olan, zorumu kolaylaştıran sevgili ailem; annem Özgül HOTAMIŞLI, babam Ziya HOTAMIŞLI ve kızkardeşlerime teşekkür ederim.

Bu araştırma Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 07-YL-24 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Haziran 2025

Alperen Cahid HOTAMIŞLI
(Ziraat Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
ABSTRACT.....	xxiii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3.MATERYAL VE METOT	19
3.1 Deneme Alanının Özellikleri.....	19
3.2 Bitkisel Materyal	23
3.3 Yöntem	25
3.3.1 Suda çözünabilir toplam kuru madde (ŞÇTKM) miktarının belirlenmesi.....	25
3.3.2 Titre edilebilir asitliğin (TA) belirlenmesi	26
3.3.3 Toplam fenolik bileşiklerin tayini	27
3.3.4 Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi.....	29
3.3.5 ABTS Radikal Çözeltilisinin PBS ile Seyreltilmesi:	30
3.3.6 Deneme planı ve verilerin analizi:	31
4.BULGULAR	33
4.1. Suda çözünabilir toplam kuru madde (ŞÇKM).....	33
4.2 Titre edilebilir asitlik (TA).....	34
4.3. Antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik bileşiklerin miktarı	35
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	41
KAYNAKLAR	51



KISALTMALAR

ABTS	: 2,2-azinobis-(3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit)
AA	: Ascorbic Acid (Askorbik Asit)
AAE	: Anaerobik Ağırlıklı Egzersiz
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AOA	: Antioksidan Aktivite
ddH₂O	: Çift Damıtılmış Su
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
eq	: equivalent (eşdeğer)
EPR	: Environmental Policy and Regulation (Çevre Politikası ve Düzenlemesi)
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
FW	: Fresh Weight (Taze Ağırlık)
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Power (Demir İndirgeme Antioksidan Gücü)
FTIR	: Fourier Transform Infrared Spectroscopy (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi)
GAE	: Gallic Acid Equivalent (Gallik Asit Eşdeğeri)
GOGAT	: Glutamate Synthase (Glutamat Sentezleyici)
GS	: Glutamate Synthase (Glutamat Sentezleyici)
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
K₂O₈S₂	: Potasyum persülfat
KCl	: Potasyum klorür
KH₂PO₄	: Potasyum dihidrojen fosfat
LED	: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
M.Ö.	: Milattan Önce
mRNA	: Messenger RNA (Haberci RNA)
Na₂CO₃	: Sodyum karbonat
Na₂HPO₄	: Disodyum hidrojen fosfat
NaCl	: Sodyum klorür

NaOH	: Sodyum hidroksit
NIR	: Near Infrared Reflectance (Yakın Kızılötesi Spektroskopi)
NPA	: N-1-naphthylphthalamic acid
NR	: Nitrat Redüktaz
OA	: Oksalik Asit
PBS	: Phosphate Buffered Saline
PIP	: 1-piperidinecarboxylic acid or Plasma Integral Proteini
POD	: Peroksidaz
PPO	: Polifenol Oksidaz
QE	: Quercetin Equivalent (Kuersetin Eşdeğeri)
RWC	: Relative Water Content (Görelı Su İçeriğı)
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
SÇKTM	: Suda Çözünür Kuru Toplam Madde
SSC	: Soluble Solid Content (Çözünür Katı Madde)
TA	: Titratable Acidity (Titre Edilebilir Asitlik)
TE	: Trolox Equivalent (Trolox Eşdeğeri)
TEA	: Trietanolamin
TEAC	: Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
TFM	: Toplam Flavonoid Miktarı
TPC	: Total Phenolic Content (Toplam Fenolik İçerik)
TSS	: Total Soluble Solids (Toplam Çözünür Katı Madde)
TS	: Toplam Şeker
UV-vis	: Ultraviolet–visible spectroscopy (Ultraviyole-görünür spektroskopisi)
vb.	: Ve benzeri
ws	: Wet Sample (Islak Numune)
ww	: Wet Weight (Yaş Ağırlık)
YA	: Yaprak Alanı

SEMBOLLER

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
cm²	: Santimetre kare
cm³	: Santimetre küp
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
g	: Gram
kg	: Kilogram
kg⁻¹	: Kilogram başına
K	: Potasyum
l	: Litre
m	: Metre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
µM	: Mikromolar
mmol.	: Milimol
M	: Molar
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
nm	: Nanometre
N	: Azot
P	: Fosfor
r²	: Determinasyon katsayısı
Zn	: Çinko



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Karaman ilinin 1975-2024 dönemine ait bazı iklim verileri.	20
Çizelge 4.1 : Karaman koşullarında M9 anacı üzerindeelma çeşitlerin 4. Ve 5. (2023-2024) yıllarında Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (ŞÇKM) değerleri.....	33
Çizelge 4.2 : Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerleri.....	34
Çizelge 4.3 : Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerin 4. Ve 5. (2023-2024) yıllarında Toplam Fenolik içeriği ve Toplam Antioksidan değerleri	38



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Deneme parselinin görüntüsü.....	19
Şekil 3.2 : Karaman ili 2024 yılı Meteoroloji yağış ve sıcaklık değerleri.....	21
Şekil 3.3 : Pink Lady elma çeşidi	24
Şekil 3.4 : Jeromine elma çeşitleri.....	24
Şekil 3.5 : Gallik asit standart eğrisi.....	29
Şekil 3.6 : Troloks standart eğrisi.....	31
Şekil 4.1 : Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerin 4. Ve 5.(2023-2024) yıllarında Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (ŞÇTKM) değerleri.....	34
Şekil 4.2 : Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerleri	35
Şekil 4.3: Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde Pink Lady çeşidinin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında toplam fenolik ve antioksidan değerleri.....	37
Şekil 4.4 : Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde Jeromine çeşidinin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında toplam fenolik ve antioksidan değerleri	37



ÖZET

Yüksek Lisans

Karaman İli Yaz Ayları Düşük Nemli Karasal İklim Koşullarında Pink Lady ve Jeromine Elma Çeşitlerinde M9 Anacı Üzerindeki Genç Ağaçların Meyvelerinde Toplam Fenolik ve Antioksidan Bileşiklerin Araştırılması

Alperen Cahid HOTAMIŞLI

**Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitkisel Üretim ve Teknolojileri
Ana Bilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Said Efe DOST

Haziran 2025, 58 sayfa

Bu çalışma yaz ayları kurak, sıcak geçen ve yağış miktarı düşük olan Karaman ili koşullarında Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Elmacılık Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde 2019 yılında kurulan elma Deneme Parselinde, M9 anacı üzerine aşılı (Pink Lady, Jeromine) çeşitlerin 2023-2024 yılları gelişme sezonun boyunca yürütülmüştür. Çalışmanın amacı kuraklık koşullarının meyvelerin fenolik ve antioksidan değerleri üzerine etkilerini belirlemektir. Araştırmada elde edilen verilerin sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Araştırmanın her iki yılında da su stresine maruz kalan ağaçlarda suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin kontrol ağaçlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek (SÇKM) değerleri 2023 ve 2024 yıllarında Pink Lady çeşidinde (%14,7) ve (%15,1) elde edilmiştir. Ayrıca her iki yılda da en yüksek (TA) değerleri Pimk Lady çeşidinde (%0,74) ve (%0,76) olarak kaydedilmiştir. Toplam fenolik, Meyve eti (93,3) ve (101,4) (mg GAE/100 g) ve ayrıca meyve eti + kabuk (176,2) ve (220,4) (mg GAE/100 g) ve antioksidan, meyve eti (45,6) ve (51,4) (μ M Trolox/100 g) ve ayrıca meyve eti + kabuk (132,3) ve (159,1) (μ M Trolox/100 g) değerleri incelendiğinde her iki yılda da en yüksek değerler Pink Lady çeşidinde elde edilmiştir. Sonuç olarak çeşitler her yıl kuraklık koşullarından daha fazla etkilenmiş ve ikinci yıldaki değerler denemenin ilk yılına göre daha yüksek çıkmıştır. Araştırma verilerine dayanarak meyvede fenolik ve antioksidan bileşiklerin birikmesiyle bitkinin su kaybını telafi etme çabasının bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Elma, Kuraklık, Toplam antioksidan, Toplam fenolik,



ABSTRACT

MsThesis

Investigation of Total Phenolic and Antioxidant Compounds in Fruits of Young Apple Trees on M9 Rootstock in Pink Lady and Jeromine in Low Humidity Terrestrial Climate Conditions in Summer Months in Karaman Province

Alperen Cahid HOTAMIŞLI

**Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Production and Technologies**

Supervisor: Dr. Said Efe DOST

June 2025, 58 pages

This study was conducted during the 2023–2024 growing seasons in the Apple Experimental Plot, established in 2019, under the Elmacılık Research and Application Center of Karamanoğlu Mehmetbey University, located in Karaman Province. The area is characterized by hot and dry summers with low precipitation. The research involved apple cultivars ‘Pink Lady’ and ‘Jeromine’ grafted onto M9 rootstock. The study aimed to determine the effects of drought conditions on the phenolic and antioxidant contents of the fruits. The data obtained were found to be statistically significant. In both years of the study, trees exposed to water stress showed higher soluble solid content (SSC) and titratable acidity (TA) values compared to control trees. The highest SSC values were recorded in the ‘Pink Lady’ cultivar in 2023 and 2024, with 14.7% and 15.1%, respectively. Similarly, the highest TA values in both years were also observed in ‘Pink Lady’, at 0.74% and 0.76%, respectively. When total phenolic content was evaluated, the highest values in the fruit flesh were 93.3 and 101.4 mg GAE/100 g, and in the fruit flesh + peel were 176.2 and 220.4 mg GAE/100 g for 2023 and 2024, respectively. For total antioxidant capacity, the values in the fruit flesh were 45.6 and 51.4 µM Trolox/100 g, and in the fruit flesh + peel were 132.3 and 159.1 µM Trolox/100 g, again with the highest values obtained from the ‘Pink Lady’ cultivar in both years. As a result, the cultivars were more affected by drought conditions each year, with the values in the second year being higher than those in the first. Based on the data, it is suggested that the accumulation of phenolic and antioxidant compounds in the fruit may be a physiological response of the plant to compensate for water loss.

Keywords: Apple, Drought, Total antioxidant, Total phenolic



1. GİRİŞ

Kültür elmaları (*Malus x domestica* Borkh.), türler arası bir hibrit kompleksi sonucu elde edilmiştir. Dünyada üzerinde Antarktika hariç tüm kıtalarda yetişebilen elma, ılıman iklim kuşağında geniş bir coğrafyada yetiştirilmektedir. Bu türün meyveleri taze, kurutulmuş ya da konserve olarak doğrudan tüketilebildiği gibi meyve suyu, reçel, marmelat ya da alkollü içeceklere de işlenebilmektedir. Dünyanın farklı bölgelerinde kültür elmalarının dışında diğer bazı *Malus* türlerinin meyvelerinden de taze ya da işlenmiş olarak ve tıbbi amaçlarla, bitkilerinden ise anaç olarak yararlanılabilmektedir. Birçok *Malus* türü ve türler arası hibrit, aynı zamanda süs bitkisi olarak da kullanılabilmektedir (Luby, 2003; Dousti, 2016). Bu nedenle elma, dünyada üretimi yapılan en önemli meyve türlerinden birisidir. FAO'nun 2023 yılı verilerine göre, elma (*Malus domestica* Borkh.) yıllık 97,34 milyon tonluk üretim miktarı ile dünya genelinde en fazla üretilen meyveler arasında yer almaktadır. Küresel ölçekte elma üretiminin yaklaşık yarısı 49,6 milyon ton ile Çin tarafından gerçekleştirilmektedir. Çin'i sırasıyla 5,15 milyon ton ile Amerika Birleşik Devletleri, 4,6 milyon ton ile Türkiye ve 3,9 milyon ton ile Polonya takip etmektedir. Bu veriler, elmanın hem ekonomik hem de tarımsal açıdan küresel önemini açıkça ortaya koymaktadır (FAO, 2023).

Canlılar doğada sürekli dış çevre koşullarıyla temas halindedirler. Çevrelerindeki koşullarda meydana gelen herhangi bir değişiklik ve bu yeni oluşan koşullara uyum sağlayamamaları nedeniyle strese maruz kalabilmektedir. Çevre koşulları bitkinin normal büyümesini ve gelişimini olumsuz yönde etkileyecek ölçüde değiştiğinde, bitkide meydana gelen olaylara stres denilmektedir. Başka bir deyişle, bitki üzerinde olumsuz etkileri olan dış etkenler olarak tanımlanmaktadır. Çoğu durumda stres, bitkinin canlılığı, verimliliği, hücre gelişimi ve asimilasyon yeteneği ile ilgili bir kavramdır (Büyük ve ark, 2012). Meyve yetiştiriciliğinde ticari sürdürülebilirliğin sağlanmasında en önemli faktörlerden birisi sudur. Son günlerde Türkiye gibi kuraklık tehdidi altındaki ülkelerde su stresine ilişkin çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır. Bitkilerin kuraklık stresine verdiği tepkiler değişmektedir. Buna dayanarak çeşitler ile

kuraklık stresi arasındaki ilişkilerin de incelenmesi gerekmektedir (Küçükyumuk, 2020). Kuraklığın meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo ekonomik olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır (Wilhite ve Glantz, 1985). Kuraklık ilk olarak meteorolojik kuraklık olarak başlar, tarımsal ve hidrolojik kuraklık olarak boyutları gelişir, sosyo ekonomik kuraklık olarak ülke ve bölgeyi kendi etkisi altına almaktadır. Meteorolojik kuraklık yağış miktarına bağlıdır ve uzun bir süre yağışın normal değerlerinin altına kalması olarak tanımlanmaktadır. Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak ifade edilen tarımsal kuraklık, hiçbir zaman yağış azlığı olarak tanımlanmamaktadır. Bir bölgede yağış az bile olsa, bitki kök bölgesi içerisindeki toprakta bitkinin gelişmesini sürdürebilecek kadar su varsa tarımsal kuraklıktan söz edilemez. Hidrolojik kuraklık nehir, göl ve yeraltı su kaynaklarında azalan su miktarı olarak tanımlanabilir (Dracup ve ark., 1980; Sırdaş, 2002).

Her geçen gün azalan tarım arazilerinin yanı sıra iklim değişikliği gibi nedenlerle üretim miktarını ve verimi olumsuz etkilemektedir. Son dönemlerde küresel iklim etkileri nedeniyle her geçen gün daha fazla hissedilen kuraklık, topraktaki suyun bitkinin ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmaması olarak tanımlanmaktadır (Örs ve Ekinci, 2015; Faizi ve Öztürk, 2022). Bitkilerde büyüme ve verimi etkileyen en önemli abiyotik faktör olan kuraklık, morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler tepkiler ortaya çıkarır ve bitkiler bu olumsuz çevre koşullarına uyum sağlamak için farklı tolerans mekanizmaları sergilemektedir (Nader, 2019; Faizi ve Öztürk, 2022). Kuraklığa karşı morfolojik tepkiler yumuşak çekirdekli meyve türlerinde farklılık göstermektedir. Kuraklıkta ağacın sürgün gelişimi, yaprak genişlemesi ve sürgün uzaması yavaşlatır veya tamamen durur. Kurak koşullarda kök bölgesinde oluşan etki, yaprak ve sürgün gelişimindeki reaksiyonlardan daha azalmaktadır. Bitki kökleri kuru koşullarda nemli topraklara kıyasla daha derinlere inmekte ve böylece derin toprak katmanlarından su alarak büyümelerini sürdürmektedir. Elma türlerinde stres koşullarında normal koşullara göre kök morfolojisinde değişimler meydana gelmektedir. Kuraklık stresinin bitkilerde gövde çapı ve yaprak alanını, bitki boyunu ve taze kök ağırlığını azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca kuraklıkla birlikte sürgün uzunluğu, sürgün çapı, bitki toplam yaş ve kuru ağırlığının azaldığı belirlenmiştir (Gür, 2018; Qi ve ark., 2019; Song ve ark., 2020; Faizi ve Öztürk, 2022). Kısa süreli su kısıtlamalarında bile bitki büyümesi ve gelişimi yavaşlayabilmekte veya bazen

durabilmektedir. Su stresine verilen tepki, zamanın ve şiddetin bir fonksiyonudur. Bitkilerin su kısıtlamalarına verdiği tepkileri ölçerken her iki faktör de dikkate alınmalıdır. Ayrıca şiddetli stres olayları sırasında ksilem kavitasyonu bozulabilmekte ve sulama yeniden başladıktan sonra bile kuraklığın iyileşmesi gecikebilmektedir (Reid ve Kalcsits, 2020). Yumuşak çekirdekli meyve türlerinde kuraklığa karşı biyokimyasal tepkilerin, bitkilerin su kaybı sırasında antioksidan enzimlerin aktivitesini artırarak ve reaktif oksijen türlerini temizleyerek kuraklık stresine başa çıkma yeteneğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Noctor ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019). Toplam fenolik madde, çözünür şeker, prolin, antioksidan enzim aktiviteleri, Fe, Mg ve Mn değerlerinin yumuşak çekirdekli meyve türlerinin kuraklık stresine arttığı belirtilmektedir. N, Cu, B, Zn, P, Ca ve K değerleri ise azalmaktadır. Kuraklık koşullarında ayrıca nispi su içeriği ve klorofil indeksinin azaldığı, ancak elektrolit sızmasının arttığı da bildirilmiştir (Gür, 2018; Bolat ve ark., 2014).

Meyvelerdeki fenolik maddelerin dağılımına ilişkin araştırmaların başlangıcı yaklaşık 40 yıl öncesine dayanmaktadır. Bitkide fotosentez sonucu oluşan karbonun yaklaşık %2'si fenolik bileşiklere dönüştürülmektedir. Bu dönüşümün aromatik amino asit metabolizması sırasında meydana geldiği ve bu nedenle fenolik maddelerin ikincil bitki metabolitleri olarak kabul edildiği varsayılmaktadır. Gıdalardaki fenolik bileşikler iki gruba ayrılır: fenolik asitler (fenolik karboksilik asitler) ve flavonoidler (flavan türevleri). Fenolik asitler hidroksisinnamik asitler, hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinnamik türevleri gibi gruplara ayrılır; flavonoidler ise antosiyanidinler, kateşinler, lökoantosiyanidinler, flavonoller, flavonlar, flavanonlar, prosiyanidinler ve dihidrokalkonlar gibi gruplara ayrılmaktadır. Meyve ve sebzelerdeki hidroksisinnamik asit miktarı düşük ve genellikle serbest formda bulunmaktadır. Öte yandan, meyve ve sebzelerdeki hidroksisinnamik asitler çoğunlukla diğer bileşiklerle ester formundadır. Bunlardan, kafeik asidin quinik asitle oluşturduğu esterler özellikle önemlidir (Karadeniz ve Ekşi, 2001). Elma dokularında enerjinin yüzde doksani, basit karbonhidratlardan oluşmaktadır, esas olarak fruktozun dominant formda olduğu şekerlerdir. Elma fruktoz ve sukroz içeriği diğer meyvelerden daha düşüktür. Elmanın lif içeriği yaklaşık 3 g / 100 g yaş ağırlık (FW) olarak ve esas çözünür liflerden (pektin) oluşur (Ferretti ve ark., 2014). Elma çok sayıda fenolik bileşenlere ve ayrıca toplam antioksidan kapasitesine sahiptir. Bu fenolik bileşiklerin dağılımı farklı dokularda ve çeşit farklılığından meydana gelmektedir (Khanizadeh ve ark., 2008). Her çeşit kendine özgü kimyasal özellikleri taşımaktadır. Fenolik bileşiklerin ortaya çıkması

lezzet ve sađlđđın teşvik edici özellikleri yanı sıra meyvelerin iç kalite parametrelerini belirleyen doğal olarak ortaya çıkan sekonder metabolitlerdir (Lattanzio, 2003). Biyoaktif bileşikler olarak fenolikler, bitki savunma mekanizmasında ve bitkinin antioksidan ifadesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bir bitki dokusunun fenolik kompozisyonunun, mantar enfeksiyonlarına ve zararlılara karşı duyarlılık/tolerans seviyesini belirleyebileceği bilinmektedir (Usenik ve ark., 2004). Bitkilerin mantar ve bakteriyel hastalıklara dayanıklılığının bitki bünyesinde fenolik bileşiklerin mevcut olduğu, yada bitki tarafından üretim hızı ve yeteneğine bağlı olduğunu söylemişlerdir. Elma kara lekeye dayanaklı çeşitlerin fenolikler, klorojenik, kafeik ve ferulik asitler daha hızlı bitki bünyesinde biriktiren çeşitler olduğunu belirlemişlerdir (Usenik ve ark., 2004). Fenolik bileşikler bakımından daha yoğun olan elmalar daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptirler. Elmada ortaya çıkan fenolik bileşikler birkaç gruba ayrılabilir. (A) Hidroksibenzoik Asitler: P-hidroksibenzoik asit, Protokansik asit, Gallik asit, Siringik asit, Gentisik asit, (B) Hidroksisinnamik Asitler ve bunların türevleri: P-kumarik Asit, Kafeik Asit, Ferulik Asit, Klorojenik Asit, (C) Flavonoller: Kuersetin glikosile formlarda, (D) Dihidrokalakonlar: Phloridzin ve türevleri, (E) Antosiyanidler: Siyanidinler ve Glikozitleri, (F) Monomerik Flavanoller: Epikateşin, Kateşin, (G) Oligomerik Flavanoller: Prosiyanidinler (Chai ve ark., 2012).

Bu  alışma Karaman İli yaz ayları düşük nemli karasal iklim koşullarında Pink Lady ve Jeromine elma  eşitlerinde M9 anacı üzerindeki genç ağaçların meyvelerinde toplam fenolik ve antioksidan bileşiklerin araştırılması amacı ile yapılmıştır. Araştırmada yer alan tüm çeşitler belirli bir süre kuraklığa maruz bırakılmış ve daha sonra meyvelerde meydana gelen tepkilerin belirlenmesi amacı ile meyveler hasat edildikten sonra Toplam Fenolik ve Antioksidan Bileşiklerin yanı sıra Suda   z n r Toplam Kuru Madde (S TKM) ve Titre Edilebilir Asitlik (TA) içeriği değerleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Anadolu, elma genetik kaynakları bakımından çok büyük zenginlik göstermektedir (Çetiner, 1981). Elmanın M.Ö. 6500 yıllarına ait en eski arkeolojik kalıntıları da Anadolu'da bulunmuştur (Luby, 2003). Bu durum elmanın Anadolu'da hüküm sürmüş medeniyetler tarafından çok eski çağlardan bu yana tanındığını ve yetiştirildiğini göstermektedir. Anadolu'da elma çeşitleri konusunda ilk bilimsel çalışma Ülkümen (1938) tarafından Malatya'nın elma çeşitleri üzerinde yapılmıştır. Bu tarihten sonra Anadolu'da yerel elma çeşitleri ve genotipleri üzerinde çok sayıda araştırma ve seleksiyon çalışması yürütülmüştür. Dünya'da da farklı ülkelerde elma genetik kaynakları üzerinde bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Pereira-Lorenzo ve ark. 2007, Danyar ve ark. 2007, Volk ve ark. 2008, Mratinic ve Aksic, 2012).

Ignatov ve Bodishevskaya (2011), elma genetik kaynaklarının A.B.D. (4000 örnek), Almanya (1200 örnek), Rusya (3800 örnek), İsveç (1000 örnek), Yeni Zelanda (650 örnek), Polonya (700 örnek), Letonya (351 örnek) gibi birçok ülkede toplanarak korunduğunu bildirmektedir. Tan (2010), Türkiye'de elma genetik kaynaklarındaki örnek sayısını 724 olarak bildirmektedir.

Gryazev ve ark. (1980) çalışmalarında elma ve armut anaçlarının su stresine tepkisini belirlemek amacıyla, Temmuz sonu ve Ağustos başında elma ve armut anaçlarının su stresine ve yüksek sıcaklığa (maksimum 45°C) maruz bırakmışlardır. Her iki uygulamanın sonuçları birleştirilmiştir. Anaçları dayanıklı, kısmen dayanıklı ve dayanıklı olmayan olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Çalışma sonucunda en dayanıklı elma anaçları M10, C1 ve M9 olarak belirlenmiştir.

Kaynas ve ark. (1995) Bitkilerin sınırlı su kaynakları ve kuraklığa dayanıklılık kabiliyetlerini, fizyolojik ve morfolojik değişimlerini ve dayanıklılık sürelerini belirlemek amacıyla 1994 yılında M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılanan Amasya ve Granny Smith çeşitlerinde kuraklık çalışması yapılmıştır. Tüm çeşitler ve anaçların kuraklık toleransları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Amasya çeşidi için M9 ve MM106 anaçlarının kuraklık dayanıklılıkları arasında farklılık bulunmamıştır. Deneme sonuçlarına göre MM106 daha hassas bir anaç olarak belirlenmiştir. Granny Smith çeşidinde su stresine toleranslı anaç M9 belirlenmiştir onu MM106 anacı ikinci sırada dayanıklı olarak tespit edilmiştir.

Karadeniz ve ark. (2005) Çalışmada farklı meyve ve sebze suları (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) ve sebzelerin (patates, soğan, taze soğan, kırmızı turp ve kırmızı lahana) antioksidan aktivitelerinin yanı sıra toplam fenolik ve flavonoid içeriklerine bakılmıştır. Meyveler arasında en yüksek antioksidan aktiviteye sahip meyve nar (%62,7), bunu ayva (%60,4), üzüm (%26,6), elma (%25,7) ve armut (%13,7) izlemiştir. Sebzelerin antioksidan aktivitesi %40,8 (kırmızı lahana) ile %12,5 (soğan) arasında değişmektedir. Meyvelerdeki toplam fenolik ve flavonoid içerikleri sırasıyla 326 ile 4306 mg kateşin kg⁻¹ ve 282 ile 2115 mg kateşin kg⁻¹ arasında değişmektedir. Sebzelerdeki kateşin değerleri sırasıyla 536 ile 2166 mg kg⁻¹ ve 153 ile 842 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Meyvelerde ($r^2 = 0,9307$, $P < 0,01$) ve sebzelerde ($r^2 = 0,9361$ $P < 0,05$) antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde içeriği arasında yüksek ve anlamlı bir korelasyon olduğu tesbir edilmiştir. Ancak flavonoid içeriği sebzelerde antioksidan aktivite ile anlamlı bir ilişki göstermezken meyvelerde anlamlı bir ilişki göstermiştir ($r^2 = 0,8316$, $P < 0,01$). Meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitesine en fazla katkı sağlayan faktörün toplam fenolik içerik olduğu görülmüştür.

McGhie ve ark. (2005) Çalışma, Yeni Zelanda'da ticari olarak yetiştirilen ve her biri üç farklı coğrafi bölgeden olan 10 farklı elma çeşidindeki polifenolik konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak polifenolik konsantrasyonunun elma çeşitleri arasında değiştiğini, Pacific Queen'in Cox's Orange'da bulunan polifenolik miktarının 2,7 katını içerdiğini göstermiştir. Farklı bölgelerdeki bazı çeşitler polifenolik konsantrasyonlarda önemli farklılıklar gösterirken, diğerlerinde çok fazla fark bulunmamıştır. Elma kabuğu ve etindeki polifenolik konsantrasyonları değerlendirilmiş ve tüm çeşitler için polifenoliklerin ortalama %46'sının kabukta olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kabukta flavonollerin (kuersetin türevleri) tamamı bulunmuştur. Elma polifenollerinden en yüksek alımı sağlamak için, Pacific Queen gibi polifenolik konsantrasyonu yüksek olan çeşitlerin meyvelerinin kabuğu ile tüketilmesi tavsiye edilmektedir.

Marks ve ark. (2007) Bu çalışmada, 19 ekşi İngiliz şarap elması çeşidi ve 1 tatlı şarap elması çeşidi olmak üzere 20 elma çeşidindeki fenolikler yüksek performanslı sıvı kromatografisi/tandem kütle spektrometrisi ile analiz edilmiştir. Ekşi şarap elması çeşitlerinin tatlı elma çeşitlerine göre fenolik içerik bakımından daha zengin olduğu belirlenmiştir. Bu maddeler meyve kabuğunda, meyve etinden olduğundan daha fazla bulunmaktadır. Fenolik konsantrasyonlar meyve etinde 230 ile 4920 mg kg⁻¹ taze

ağırlık arasında ve kabukta 546 ile 6306 mg kg⁻¹ taze ağırlık arasında değişmektedir. Beş farklı fenolik bileşikten on beş bileşik gruplar, flavan-3-oller, flavonoller, antosiyaninler, hidroksisinamatlar ve dihidrokalkonlar tespit edilmiştir. Meyve etindeki başlıca bileşenler 5-O-kafeoilkinik asit, prosiyanidin B2 ve (-)-epikateşin iken, kabukta (-)-epikateşin ve kuersetin glikozitleri bulunmuştur.

Markowski ve ark. (2007) ‘Champion’, ‘Jonagold’, ‘Idared’ ve ‘Topaz’ elma çeşitlerinin meyvelerinde ortalama toplam fenolik bileşiklerin miktarını 821 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar meyvelerde dominant fenolik grubun flavonoller (417 mg/kg) olduğunu, bunu fenolik asitlerin (230 mg/kg) izlediğini bildirmişlerdir. Çalışmada antioksidan aktivitesi ise ortalama 1,70 mg/g olarak kaydedilmiştir. Çeşitler arasında ‘Jonagold’, meyvelerindeki 1,82 mg/g antioksidan aktivitesi ile dikkat çekici bulunmuştur.

Özgen ve Tokbaş (2007) ‘Amasya’ ve ‘Fuji’ elma çeşitlerinde meyve kabuğu ve meyve etinin antioksan kapasilerini ışıklandırma ve gölge koşullarda FRAP (demir indirgeme antioksidan gücü) ve TEAC (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite) yöntemlerine göre belirlemişlerdir. Çalışmada, ‘Amasya’ elmasının, ‘Fuji’ elmasına göre TEAC yöntemi ile %14, FRAP yöntemi ile %24 oranında daha fazla antioksidan kapasitesine sahip olduğu, meyve kabuğunun antioksidan kapasitesinin meyve etine göre en az 3 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Işıklanma koşulları altında ‘Amasya’ elmasının antioksidan kapasitesi TEAC yöntemine göre kabukta 19,8 µmol TE (Troloks eşdeğeri/g) yaş ağırlık, meyve etinde 5,0 Troloks eşdeğeri/g yaş ağırlık düzeyinde bulunmuştur.

Drogoudi ve ark. (2008) Çalışmada yedi elma çeşidinin (‘Fuji’, ‘Golden Delicious’, ‘Granny Smith’, ‘Jonagored’, ‘Mutsu’, ‘Starkrimson’ standart ve Fyriki yerel elma çeşidi) meyve eti ve kabuk dokularında antioksidan aktivitesini ve toplam fenolik kapsamını araştırmışlardır. Meyve kabuğunda en yüksek antioksidan aktivitesi (35,4±0,9 mg/g kuru ağırlık) ve toplam fenolik kapsamı (19,9±0,6 mg/g kuru ağırlık) ‘Starkrimson’ çeşidinde, en düşük değerler (13,8±0,5 ve 8,4±0,5 mg/g kuru ağırlık) ‘Golden Delicious’ ve ‘Granny Smith’ çeşitlerinde belirlenmiştir. Meyve etinde en yüksek antioksidan (11,9±0,7 mg/g kuru ağırlık) ve toplam fenolik kapsamı (9,8±0,5 mg/g kuru ağırlık) Fyriki, en düşük (sırasıyla 3,7±0,1 ve 3,5±0,4 mg/g kuru ağırlık) ‘Fuji’, ‘Golden Delicious’ ve ‘Granny Smith’ çeşitlerinde tespit edilmiştir. Araştırmacılar, meyve eti kesildiğinde hızla kahverengileşen Fyriki yerel elma çeşidinin

bu özelliğini yüksek fenolik kapsamına bağlamışlardır. Çalışmada, meyve eti ile karşılaştırıldığında kabuk dokusunun toplam antioksan aktivitesi 1,5-9,2 kat, toplam fenolik kapsamı 1,2-3,3 kat daha yüksek bulunmuştur. Daha koyu, daha kırmızı renkli kabuk dokusunun ve daha açık renkli, daha düşük kuru madde kapsamına sahip meyve eti dokusunun beslenmede daha etkili olduğu, ‘Starkrimson’ ve yerel Fyriki elma çeşidinin değerli antioksidan kaynakları olduğu bildirilmiştir.

Javadi ve ark. (2008) Su stresinin dokuz Asya ve bir Avrupa armut genotipi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kuraklığın prolin, çözünür şeker ve klorofil a* ve b* üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm materyaller 20 L’lik saksılara dikilmişlerdir. Tüm genotipler üç farklı sulama rejimine tabi tutulmuşlardır. Prolin birikimi su stresi uygulamalarında arttı ve RWC kuraklık stresi uygulamalarında azalmıştır. Toplam çözünür şeker (TSS) kuraklık stresi koşulları altında yapraklarda birikmiştir. TSS'nin stres döneminin başlangıcında, sonundan daha fazla yapraklarda biriktiği belirlenmiştir. Ayrıca kuraklık stresi koşullarında klorofil a*, b* ve toplam klorofil azaldığı belirlenmiştir.

Oszmian’ski ve ark. (2008) Araştırmada İdared ve Champion elma çeşitlerinin meyve pürelerinin polifenolik bileşenleri HPLC ile belirlenmiştir; klorojenik asit bol miktarda bulunan asit (mikrodalgada ısıtılan İdared’de 20,0 mg/100 g); daha yüksek konsantrasyonlarda belirlenen diğer polifenoller arasında (-)-epikateşin, prosiyanidin B1 ve B2 yer aldığı; quercetin ve siyanidin glikozitleri daha düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Champion çeşidinin meyve püreleri, İdared çeşidine göre daha yüksek toplam fenolik (142 mg/100 g) ve prosiyanidin B2 konsantrasyonlarına (17,3 mg/100 g) sahip olduğunu ve polimerik prosiyanidinler, tüm polifenollerin %41’ini temsil ettiğini belirlemişlerdir. Spektrofotometrik yöntemler ve EPR spektroskopisi ile belirlenen numunelerin antioksidan kapasiteleri, polifenol konsantrasyonu ile iyi bir korelasyon göstermiştir. Antioksidan özellikler EPR ile UV-vis ölçümlerinden daha iyi temsil edilmektedir. Her iki yöntem de şeffaf (berrak) numuneler gerektirirken, yoğun ve bulanık elma pürelerinin radikal temizleme aktivitesinin değerlendirilmesi için EPR tercih edilen yöntem olabilmektedir. Sonuçlarımız elma pürelerinin varsayılan yüksek antioksidan değerini desteklemekte ve ana bileşenler açısından kapasitelerini açıklamaktadır. Elma püreleri, özellikle klorojenik asit ve prosiyanidinler olmak üzere zengin bir doğal antioksidan kaynağı olarak belirlenmiştir.

Kevers ve ark. (2011) Çalışmada ondört elma çeşidinde, kabuğu ile birlikte meyvelerde Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiş toplam fenolik kapsamlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini, en düşük değerin 166 ± 13 mg GAE (gallik asit eşdeğeri) /100 g yaş ağırlık ile ‘Santana’ elma çeşidinde, en yüksek değerin 447 ± 24 mg GAE/100 g yaş ağırlık ile ‘Boskoop’ çeşidinde elde edildiğini belirtmişlerdir. ORAC yöntemine göre antioksidan aktivitesi ise elma çeşitlerinde 1101 ± 105 μ mol TE/100 g yaş ağırlık (‘Santana’) ile 4917 ± 249 μ mol TE/100 g (‘Delbard Estival’) arasında saptanmıştır. ‘Gala’ elma çeşidinin fenolik kapsamı ve antioksidan aktivitesi ise sırasıyla 225 ± 10 mg GAE/100 g yaş ağırlık ve 3275 ± 249 μ mol TE/100 g olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar her iki parametrenin de kabuğu soyulmuş meyvelerde %25’den daha fazla düşüş gösterdiğini, bu nedenle meyvelerin kabuklarıyla yenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Bakhshi ve Ghorbani (2012) Çalışmada, İran’ın kuzey bölgesinde yabani olarak yetişen kırmızı etli bir elma genotipinin kabuğu, meyve eti ve çekirdeklerinden elde edilen (+)-kateşin, kuersetin 3-galaktozid, floridzin, klorojenik asit, siyanürlü 3-galaktozid (antosiyenin) fenolik bileşik içerikleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi ile detaylı olarak araştırılmıştır. Meyvelerde meyve eti, kabuk ve çekirdekler arasında fenolik bileşimde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Klorojenik asit meyve etinde baskın fenolik bileşiktir (0,62 mg/g FW). Tohum en yüksek floridzin içeriğine (2,84 mg/g FW) sahipken, meyve etinde en yüksek kateşin içeriğini (0,53 mg/g FW) kaydedilmiştir. Kabuktaki kuersetin 3-galaktozid içeriği (0,46 mg/g FW) diğer kısımlardan daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlara göre, tohumlar (0,52 mg/g FW) en yüksek siyanidin 3-galaktozid içeriğine sahipken, kabuk ve meyve eti arasında önemli bir fark belirlenmemiştir (sırasıyla 0,33 ve 0,17 mg/g FW). Işığın yanı sıra, antosiyenin sentezlenebilmekte diğer faktörler de rol almaktadır. Meyve etinde biriken antosiyenin yapraklarında sentezlenebilir ve daha sonra meyveye aktarılabilir. Ancak bunun için gelecekte daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Kırmızı etli elma meyveleri antosiyenin biyosentezinde rol oynayan faktörleri incelemek için iyi bir materyal sağlamaktadır ayrıca insan diyeti için değerli antioksidanların iyi bir kaynağı sayılmaktadır.

Javdani ve ark. (2013) Çalışmalarında selekte edilmiş dokuz İran elma genotipinde fenolik bileşiklerin kapsamı ve antioksidan kapasitesi üzerinde yaptıkları çalışmada toplam fenolik içeriğinin çeşitlere göre 275-425 mg/100 g yaş ağırlık, antioksidan aktivitesinin %12-50 arasında değiştiğini, Soltanie Shabestar, Heidarzade ve Hajie

Karaj çeşitlerinin en yüksek toplam fenol içeriğine sahip çeşitler olduğunu belirtmişlerdir.

Abacı ve Sevindik (2014) çalışmalarında Ardahan Bölgesi'nde Posof ve Çıldır yörelerinde yetiştirilen 26 elma çeşidinde fenolik madde içeriğinin meyve kabuğunda 226.9 ± 0.12 mg/100 g (Limon Elması) ile 578.9 ± 0.90 mg/100 g (İçi Kırmızı Uruset) ve meyve etinde 46.9 ± 0.09 mg/100 g (Kanevoz) ile 112.2 ± 0.09 mg/100 g (İçi Kırmızı Uruset) arasında; antioksidan aktivitesinin meyve kabuğunda $\%30.5 \pm 0.01$ (Limon Elması) ile $\%73.4 \pm 0.67$ (İçi Kırmızı Uruset) ve meyve etinde $\%21.7 \pm 0.94$ (Limon Elması) ile $\%57.8 \pm 0.61$ (İçi Kırmızı Uruset) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, İçi Kırmızı Uruset yerel elma çeşidinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi yönünden zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Mditshwa ve ark. (2015) Çalışmalarında optimal hasat tarihinde 'Granny Smith' elma çeşidinin kabuklarında toplam antioksidan kapasitesini 100.82 ± 1.48 $\mu\text{mol TE mg}^{-1}$ kuru ağırlık, toplam fenolikleri 25.34 ± 1.28 mg GAE g^{-1} kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Wang ve ark. (2015) Çalışmada kırmızı meyve etine sahip elma çeşitleri olarak Çin'in Sincan Uygur Özerk Bölgesi'nden Xiahongrou, No.1 Hongxun, Hongrouguo çeşitleri ile A.B.D.'den Robert Crab çeşidinde meyve eti ve kabuk dokularındaki toplam fenoliklerin kapsamını ve antioksidan aktivitelerini, beyaz meyve etine sahip çeşitler ('Gale Gala' ve 'Golden Delicious') ile karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmada meyve eti örneklerinde toplam fenoliklerin kapsamı ve antioksidan aktivitesi kırmızı etli elma çeşitlerinde, beyaz etlilere göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Kırmızı etli çeşitler arasında Roberts Crap'da bu parametreler diğer elma çeşitlerinden daha yüksek olmuştur. Meyve kabuğu analizlerinde kırmızı etli Xiahongrou, No.1 Hongxun, Hongrouguo ve Robert Crab çeşitlerinde toplam fenoliklerin Folin-Ciocalteu yöntemine göre kapsamı sırasıyla 2062.3, 2476.2, 2814.5 ve 4727.8 GAE mg/kg yaş ağırlık ve beyaz etli 'Gale Gala' ve 'Golden Delicious' çeşitlerinde sırasıyla 1641.8 ve 2899.4 GAE mg/kg yaş ağırlık olarak kaydedilmiştir. Meyve eti analizlerinde ise toplam fenoliklerin kapsamı Xiahongrou, No.1 Hongxun, Hongrouguo ve Robert Crab çeşitlerinde sırasıyla 342.9, 510.8, 938.9 ve 1056.0 GAE mg/kg yaş ağırlık; 'Gale Gala' ve 'Golden Delicious' çeşitlerinde sırasıyla 160.3 ve 285.4 GAE mg/kg yaş ağırlık olarak ölçülmüştür. TEAC yöntemine göre çeşitlerin antioksidan aktiviteleri kabuk dokusunda Xiahongrou, No.1 Hongxun, Hongrouguo

ve Robert Crab çeşitlerinde sırasıyla 35.2, 51.9, 45.0, 72.1 TE $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, ‘Gale Gala’ ve ‘Golden Delicious’ çeşitlerinde sırasıyla 29.9 ve 45.2 TE $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık; meyve etinde Xiahongrou, No.1 Hongxun, Hongrouguo ve Robert Crab çeşitlerinde sırasıyla 7.4, 10.9, 19.2, 22.4 TE $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık; ‘Gale Gala’ ve ‘Golden Delicious’ çeşitlerinde sırasıyla 3.6 ve 6.6 TE $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir.

Coşkun ve Aşkın (2016) Çalışma, 5 yerel ve 2 yabancı orijinli elma çeşidinin bazı biyokimyasal ve pomolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada yer alan fenolik maddelerin kafeik asit 2.89 mg/kg ile 8.18 mg/kg arasında; klorogenik asit 29.15 mg/kg ile 194.45 mg/kg arasında; epikateşin 24.51 mg/kg ile 107.37 mg/kg arasında; benzoik asit ise 6.71 mg/kg ile 25.16 mg/kg arasında değişen değerler kaydedilmiştir. Organik asitlerden malik asit 1882.70 mg/kg ile 7106.05 mg/kg arasında; okzalik asit 4.70 mg/kg ile 7.95 mg/kg arasında; sitrik asit 24.10 mg/kg ile 55.55 mg/kg arasında; tartarik asit ise 84.00 mg/kg ile 382.55 mg/kg arasında tespit edilmiştir. Makro ve mikro element analizi sonuçlarına göre, en fazla potasyum içeriği Uzun Yumra çeşidinde ve en fazla demir içeriği ise Gelin Elması çeşidinde bulunmuştur. Pomolojik özellikler bakımından ise ortalama boy 53.93 mm ile 65.82 mm arasında; ortalama en 64.86 mm ile 76.56 mm arasında; meyve ağırlığı 96.99 g ile 184.25 g arasında belirlenmiştir. Suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇTKM) oranı %11.27 ile %14.23 arasında; sertlik oranı ise 14.29 libre ile 19.41 libre arasında değiştiği belirlenmiştir.

İçli (2017) Çalışmada Kastamonu iline özgü elma ekşilerinin toplam fenolik bileşik, toplam flavonoid madde ve toplam antioksidan kapasite tayini yapılmıştır. Elma ekşilerinin ortalama toplam fenolik bileşik içeriği, ortalama toplam antioksidan kapasite değeri ve ortalama toplam flavonoid madde içeriği sırasıyla kuru ağırlığın gramı başına 3,34mg gallik asit eşdeğeri, 11,62mg askorbik asit eşdeğeri ve 4,46 mg kuersetin eşdeğeri olarak bulunmuştur. Çalışmada tespit edilen en yüksek toplam fenolik bileşik içeriği 4,80mg gallik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık, en düşük toplam fenolik bileşik içeriği 1,43mg gallik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. En yüksek toplam antioksidan kapasite değeri ve en düşük toplam antioksidan kapasite değeri kuru maddede 14,57 mg askorbik asit eşdeğeri/g ve 8,06 mg askorbik asit eşdeğeri/g olarak belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid madde içeriği ve en

düşük toplam flavonoid madde içeriği kuru maddede 6,26 mg kuersetin eşdeğeri/g ve 2,89 mg kuersetin eşdeğeri/g olarak tespit edilmiştir.

Bahukhandı ve ark. (2018) Araştırmada Hindistan Himalaya bölgesinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerine yönelik sistematik bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada Hindistan'ın Uttarakhand (batı Himalaya) bölgesinin farklı bölgelerinde yetiştirilen 'Benoni', 'Fanny' ve 'Rymer' adlı üç yerel elma çeşidinin polifenolik ve antioksidan aktiviteleri değerlendirilmesine dayanmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre fenolik (0,94–7,00 mg GAE·g⁻¹ FW), flavonoid (1,02–9,86 mg QE·g⁻¹ FW), flavonol (0,77–6,92 mg CE·g⁻¹ FW), tanen (15,49–37,99 mg TAE·g⁻¹ FW) ve antioksidan aktivitenin (ABTS, 3,10–67,36; DPPH, 4,99–14,06; FRAP, 4,70–39,21 mmol AAE·kg⁻¹ FW) çeşitler arasında önemli ölçüde değiştiğini ve maksimum içeriğin Mukhwa lokasyonundaki Rymer meyvelerinde kaydedildiğini ortaya koymuşlardır.

Liang ve ark. (2018) Çalışmalarında Melatoninin besin alımındaki potansiyel rollerini incelemek için, orta derecede kuraklık koşulları altında melatoninin uzun süreli ekzojen uygulamasının 'Naganofuji' elması (*Malus Domestica* Borkh.) üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Stres altındaki bitkilerde büyüme, makro ve mikro besin elementlerin alımı genel olarak azaltmaktadır. Bununla birlikte, eksojen melatonin uygulaması bu büyüme düşüşünü önemli ölçüde hafifletmiş ve bitkilerin alım akışını korumalarına izin verdiği bildirilmiştir. Melatonin ilavesi aynı zamanda kuraklığın fotosentez, stoma açıklığı, klorofil seviyeleri ve nisbi su içeriği üzerindeki engelleyici etkilerini de önemli ölçüde hafifletmiş ve nisbi elektrolit sızıntısını ve hidrojen peroksit patlamasını kontrol ettiği sonucuna varılmıştır. Sabit izotop araştırması ayrıca ekzojen melatoninin kuraklık koşullarında $\delta^{15}\text{N}$ alımı, kullanımı ve birikiminde önemli artışlarla ilişkili olduğunu doğrulamıştır. Stres, azot metabolizmasında rol oynayan enzimlerin (NR, NiR, GS ve GOGAT) aktivitesini önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak melatonin uygulaması bu yanıtı önemli ölçüde tersine çevirmiştir. Eksojen melatonin uygulaması aynı zamanda endojen melatonin konsantrasyonunu önemli ölçüde artışına neden olmaktadır. Melatoninin besin alımındaki rolünün anlaşılması, bu bileşiğin tarımsal amaçlarla kullanılması için yeni olanaklar sunmakta ve bitki toleransını ve gelecekteki kuraklık stresine adaptasyonu geliştirmek için değerli bir temel sağlamaktadır.

Bian ve ark. (2019) Çalışmalarında stoma açıklığı bitkinin kuraklık toleransı üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile Yeşil, Kırmızı veya Mavi ışığın bitki

büyümesi ve gelişimi üzerindeki bazı etkilerini tersine çevirdiği ve belirli genlerin ifadesini tetikleyerek bitkinin biyotik veya abiyotik strese karşı savunmasını artırabildiği belirlemişlerdir. Işığın bitki üzerindeki etkiyi belirlemek amacı ile domates (*Solanum lycopersicum* L.) fideleri kısa süreli kuraklık stresine tabi tutulmuş ve eş zamanlı olarak kontrollü bir büyüme odasında yeşil ışıkla veya kırmızı ve mavi ışık yayan diyotlara (LED'ler) maruz bırakılmıştır. Yeşil ışığın eklenmesinin stoma iletkenliğinde (g m) önemli azalmalara neden olduğunu, bunun da içsel ve anlık su kullanım verimliliğini artırdığını, eş zamanlı olarak mezofil iletkenliğini (g m) geliştirdiğini ve kısa süreli kuraklık stresi altında nispeten yüksek fotosentez kapasitesini koruduğunu belirlemişlerdir.

Mertoğlu ve Evrenosoğlu (2019) Çalışmalarında 2017 ve 2018 yıllarında bazı elma ve armut çeşitlerini fitokimyasal karakterizasyonu amacıyla yapılmıştır. Araştırmada yer alan meyve türlerin titre edilebilir asit (TEA), Vitamin C, toplam fenol ve antioksidan aktivite (AOA), özelliklerinin elma türünde, suda çözünabilir toplam kuru madde (SÇTKM) ve pH değerlerinin ise armut türünde daha yüksek olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Elma çeşitlerinde; TEA, Vitamin C, toplam fenol, AOA, SÇTKM ve pH değerlerinin sırası ile %1.35 - %0.34, 5.63 – 2.41 mg/100 mL, 494.8 – 158.68 mg/L, %78.23 – %55.94, %12.93 – %10.65, 3.73 – 3.00 aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. Armut çeşitlerinde ise bu değerler; %0.5 – 0.13, 5.77 – 1.52 mg/100 mL, 334.76 – 103.49 mg/L, %78.43 – %11.93, %15.78 – %11.78, 4.87 – 3.47 sınırlarında değişim göstermiştir. Her iki türde de asitlik artışına paralel olarak toplam fenol miktarının, vitamin C ve antioksidan aktivitenin arttığı belirlendi. Ayrıca korelasyon analizleri sonucunda toplam fenol ve vitamin C miktarındaki artışın antioksidan aktiviteyi arttırdığı tespit edilmiştir. İncelenen özellikler açısından 'Jersey Mac' elma çeşidinin diğer elma çeşitlerinden çok daha üstün olduğu vurgulanırken, genel olarak erkenci çeşitlerin fitokimyasallar açısından daha iyi olduğu söylenmektedir. Armut çeşitleri arasında 'Limon', 'Santa Maria', 'Konferans' ve 'Moonglow' çeşitleri ön plana çıkmıştır. Elde edilen verilerin ıslah programlarında hem tüketici tercihlerine hem de ebeveyn seçimine yön verebileceği belirtilmiştir.

Paudel ve ark. (2019) Su stresine ve kuraklığa daha dayanıklı genotipler oluşturmak için meyve ağacı türlerinin yabani akrabalarını kullanarak önemli mahsulleri daha kuru, daha sıcak bir gelecek için hazırlama potansiyelini vurgulamışlardır. Anavatani İsrail ve Doğu Akdeniz'e özgü olan Rosaceae familyasına ait yabani meyve ağaçlarının

eko-fizyolojisi üzerine daha geniş bir çalışma yapmayı hedeflemişler ve bu amaca ulaşmak için türlerin (*Pyrus communis* ve *Pyrus pyrifolia* ve yabani *Pyrus syriaca*) kuraklığa tolerans mekanizmalarını bir yıl boyunca incelemişlerdir. Sonuç olarak, yabani ve kültüre alınmış türler arasında su ilişkileri, hidrolik özellikler, yaprak gazı değişimi, PIP mRNA transkripsiyonu ve yapısal olmayan karbonhidrat konsantrasyonları açısından önemli farklılıklar olduğu ve bu da kuraklığa tolerans için farklı stratejilerin uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Dost ve ark. (2020) Çalışmada, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (Türkiye) kıyı şeridinde bulunan yerel elma çeşitleri ve 5 standart çeşidin meyve eti ve meyve eti + kabuk dokusundaki antioksidan aktivite ve toplam fenolikler belirlemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmada yer alan çeşitlerin antioksidan aktiviteler ($\mu\text{mol Trolox eşdeğeri (TE)}$ antioksidan g taze ağırlık (fw) $^{-1}$) meyve eti ve meyve eti + kabuk dokusunda belirlenmiştir. Ayrıca çeşitlerde, toplam fenolikler (Galik asit eşdeğeri (GAE) kg fw $^{-1}$) meyve etinde ve meyve eti + kabuk dokusunda belirlenmiştir. Mevcut bulgular yerel çeşitlerin genellikle standart çeşitlere göre 3-4 kat daha fazla antioksidan aktiviteye ve toplam fenoliklere sahip olduğunu ortaya konulmuştur. Meyve eti + kabuk dokusu genellikle meyve etinden daha fazla antioksidan aktiviteye ve toplam fenoliklere sahip olduğu ancak bazı yerel elma çeşitlerinde meyve etindeki her iki parametrenin de meyve eti + kabuk dokusundan daha yüksek değerlere sahip olduğunu vurgulanmıştır.

Özel ve ark. (2020) Çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki elma genetik kaynaklarının antioksidan kapasitesinin araştırılmasını amaçlamıştır. Yapılan analizde toplam flavonoid miktarının 113.56-136.06 mg $^{-1}$ kg, FRAP (The Ferric Reducing Ability Of Plasma = Fe $^{3+}$ Reducing Power) miktarının 136.04-802.44 μmol^{-1} g ve DPPH (2,2-Diphenyl) miktarının ise 136.04-802.44 μmol^{-1} g olduğu tespit edilmiştir. -1-pikrihidrazil) % inhibisyon 57 genotip arasında 10.59 - 91.01 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda elma genotipleri arasında farklılıklar olmasına rağmen tiplerin çoğunlukla yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Srednicka-Tober ve ark. (2020) Çalışmanın amacı, Polonya'da konvansiyonel ve sertifikalı organik bahçelerde yetiştirilen üç elma çeşidinin (Champion, Gala ve Idared) meyvelerindeki fenolik asitler, flavonoidler ve C vitamini gibi seçilmiş sağlık geliştirici antioksidanların konsantrasyonlarını analiz etmek ve karşılaştırmaktır. Tüm analizler yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak

gerçekleştirildi. Çalışmada test edilen organik elmalar, geleneksel olarak yetiştirilenlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek fenolik asit (ort. >%31) ve flavonol (ort. >%66) konsantrasyonlarıyla karakterize edilmiştir. Belirlenen farklar üç çeşit ve iki mevsim boyunca tutarlı bulunmuştur. En büyük üretim sistemi etkisi Idared çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşit ve üretim mevsiminin meyve fenolik konsantrasyonu üzerindeki etkileri belirlenmiş ve iki faktör arasında güçlü etkileşimlerin olduğu sonucuna varılmıştır. C vitamini içeriği meyvelerdeki yıllık farklılıklar meyve yetiştirme koşullarındaki yıllık farklılıklara büyük ölçüde bağlı olmuştur.

Boini ve ark. (2021) Çalışmalarında iyi sulanan (ww) ve su stresi (ws) koşulları altındaki elma bahçelerinde ışık azaltmanın suyun sürdürülebilirliği üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Çalışmada üç yıl su ilişkileri, bitki gaz alışverişleri, meyve gelişimi, verim belirleyicileri ve meyve kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada gölgelemede %28 gölgeleme etkisine sahip Siyah (B) ve %50 gölgeleme etkisine sahip Kırmızı (R) ve Beyaz (W) olmak üzere iki farklı renk ağ kullanılmıştır. Her gölgeleme için iki farklı su rejimi (ww ve ws) uygulanmıştır. Bütün gölgeleme çeşitleri bitki su rejiminin iyi olmasında etki etmiştir. Gölgeleme sonucunda su tüketimi azalmış, su stresi bitkileri daha az etkilemiş, meyve kalitesi ve kuru maddede artış olmuştur. Bu nedenle elma bahçelerinin gölgelendirilmesini, su tasarrufu açısından sürdürülebilir ve güvenli bir bahçe tekniği olarak değerlendirebilirler.

Yıldırım ve ark. (2021) Çalışmalarında Isparta ili Eğirdir ilçesinden farklı bölgelerden alınan beş farklı elma çeşidinin meyve eti, çekirdek evinin etrafı ve elma kabuğunda antioksidan kapasiteleri ABTS, DPPH ve TPC yöntemleri kullanılarak belirtmişlerdir. Deneme sonuçlarına göre antioksidan düzeylerinin çeşide, numunenin alındığı bölgeye ve yöntemle göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. En yüksek ve en düşük antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 'Granny Smith' çeşidinde ve 'Pink Lady' çeşidinde belirlenmiştir. Elma meyve eti, elma kabuğu ve çekirdek çevresindeki antioksidan miktarları sırasıyla %29,93, %21,95, %27,22 olarak belirlemiştir. Çalışmada TPC yöntemi ile yapılan analizde antioksidan miktarının ABTS ve DPPH yöntemlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Mutlu ve Gür (2023) Çalışma 2022 yılında Yalova İlinde Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde bakımı ve hasadı gerçekleştirilen, tesadüf çöğürü Akçagöl 77 yeni elma çeşidine ait meyvelerin laboratuvar ortamında pomolojik analizleri yapılmıştır. Yeni bir çeşit olan Akçagöl 77 elma meyvelerinin pomolojik

analizleri neticesinde ortalama değerlerinden; meyve ağırlığı 166,15 g, meyve eni 72,84 mm, meyve boyu 63,23 mm olarak belirlenmiştir. Akçagöl 77 yeni elma çeşidinin ortalama olarak meyve eti sertliği 4,24 kg/cm², pH 4,09, SÇTKM %12,93 çekirdek ağırlığı 0,49 g olarak bulunmuştur.

Suran ve Pravcova (2023) Doğu Bohemya'da (Çek Cumhuriyeti) 2014 yılında kurulan M9 anacı üzerine aşıllı 14 elma çeşidinin sınırlı sulama ve su stresi koşullarında büyüme ve verim kriterlerini araştırmışlardır. Çalışmada su stresinin ağaç gelişimini engellediğı ancak birçok çeşitte verim ve meyve kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

Uğurlu ve Bakkalbaşı (2023) Çalışmada, elma kabuğundan fenolik bileşiklerin ultrases destekli ekstraksiyon (15, 30 ve 45 dakika) ve konvansiyonel ekstraksiyon (15, 30, 45, 60, 75 ve 90 dakika) yöntemleri ile ekstrakte edilmesi amacı ile yapılmıştır. Elma kabuğu ekstraktlarının antioksidan kapasitesi (DPPH), toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde ve bireysel fenolik içeriğı belirlenmiştir. İki farklı ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen elma kabuk ekstraktlarında klorojenik asit, rutin, kateşin, epikateşin, prosiyanidin B1, prosiyanidin B2 ve prosiyanidin C1 seviyeleri tespit edilmiştir. Konvansiyonel yöntemde 90 dakikalık ekstraksiyon sonunda toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite sırasıyla 1848.50 ± 0.40 mg GAE/kg, 571.01 ± 2.88 mgKA/kg ve 9.70 ± 0.00 mmol Trolox eq./g olarak bulunurken 45 dakikalık ultrasonik destekli ekstraksiyon toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite sırasıyla 2021.83 ± 65.69 mg GAE/kg, 532.66 ± 2.43 mgKA/kg ve 11.73 ± 0.08 mmol Trolox eq./g olarak kaydedilmiştir. Konvansiyonel yöntemle karşılaştırıldığında, ultrasonik destekli ekstraksiyon uygulamasının elma kabuklarından fenolik madde ekstraksiyonunun süresini önemli ölçüde azalttığı ve ekstraksiyon verimliliğini arttırdığı tespit etmişlerdir.

Baltacıoğlu ve ark. (2024) Çalışmada ısıl işleme alternatif olarak termosonikasyon (TS) yöntemi ile taze sıkılmış elma sularının farklı genlik (%60, 80, 100), sıcaklık (40, 50, 60 ve 70°C) ve sürelerde (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) pastörize edilmesi amacı ile araştırılmıştır. Yöntemin elma suyundaki polifenoloksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) ile fenolik bileşikler üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Fenolik bileşikler HPLC ve FTIR spektroskopisi kullanılarak belirlenmiştir. İnaktivasyon sonuçlarına bakıldığında elma suyunda %100 genlikte, 70°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda PPO enziminin %99'u inaktif olurken, aynı koşullarda POD

enziminin %94,5'i inaktif olduğu görölmüştür. %80 genlik, 60°C sıcaklık ve 15 dakika toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin en iyi korunduğu işlem parametreleri olarak belirlenmiştir. HPLC ile belirlenen fenolik bileşikler; kateşin, epikateşin, klorojenik asit, kafeik asit ve kaempferoldir. FTIR spektrumları incelendiğinde fenolik bileşiklerde önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. HPLC ve FTIR ile belirlenen fenolik bileşiklerin de benzer olduğu kaydedilmiştir. Yöntemin, Termosonikasyon elma sularının işlenmesinde enzimlerin inaktivasyonu ve biyoaktif bileşiklerin korunması konusunda ümit verici bir gelişme olacağı öngörülmüştür.

Yıldırım ve ark. (2024) Çalışmalarını, 2022 yılı vejetasyon döneminde Isparta ekolojik koşullarında gerçekleştirilmişler. Çalışmada hasat öncesi oksalik asit uygulamasının meyve kalitesi ve biyokimyasal içerikleri üzerine olumlu etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Deneme kapsamında Zerdali ve Myrobolan 29C anaçları üzerine aşılı 'Perfect Red' kayısı çeşidi ağaçlarına hasattan önce (3 Haziran-18 Haziran) iki kez 1 mM oksalik asit (OA) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Pomolojik ve biyokimyasal analizlerin yapılabilmesi için uygulamadan 25 gün sonra (13 Temmuz) meyveler hasat edilmiş ve gerekli analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, sertliği, değerleri açısından istatistiksel bir farklılık görülmezken, OA uygulaması sonrasında meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği nispeten yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Meyve genişliği, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasitesi açısından uygulama $\times$ anaç faktörünün önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulama sonrasında zerdali anacı üzerine aşılı ağaçlarda meyve eninde %9,5, Myrobolan 29C anacı üzerine aşılı ağaçlarda ise %14,5 oranında artış görölmüştür. Sonuç olarak, uygulanan ağaçlardaki meyvelerin toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite değerlerinde kontrole göre sırasıyla %40,1, %46,3 ve %41,6 oranında önemli bir artış olduğu bildirilmiştir. Kayısı ağaçlarına hasattan önce uygulanan OA, kayısı meyvelerinin antioksidan özelliklerini arttırmanın doğal bir yolu olabileceği düşünülmüştür.



3. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Elmacılık Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan ve 2019 yılında 1hektar alanda telli terbiye sistemi ile M9 anacı üzerine aşılı Jeromine ve Pink Lady elma parselinde 2023-2024 yılları arasında yürütülmüştür.

3.1 Deneme Alanın Özellikleri

Bahçe, Karaman ili, Üniversite Mahallesiindeki Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi deneme parselinde M9 anacı üzerine aşılanmış Granny Smith, Pink Lady, Jeromine, Golden Delicious ve Gala çeşitleri ile 1 x 4 m sıra üzeri ve sıra arası mesafesinde 20 sıra şeklinde kurulmuştur. Deneme 2019 yılının Kasım ayında yürütülmüştür. Parsel, telli terbiye ve damla sulama sistemlerine sahip olup genç ağaçlar ince iç sistemine göre terbiye edilmiştir (Şekil 3.1). Bahçede yaklaşık 2000 adet fidan bulunmaktadır.



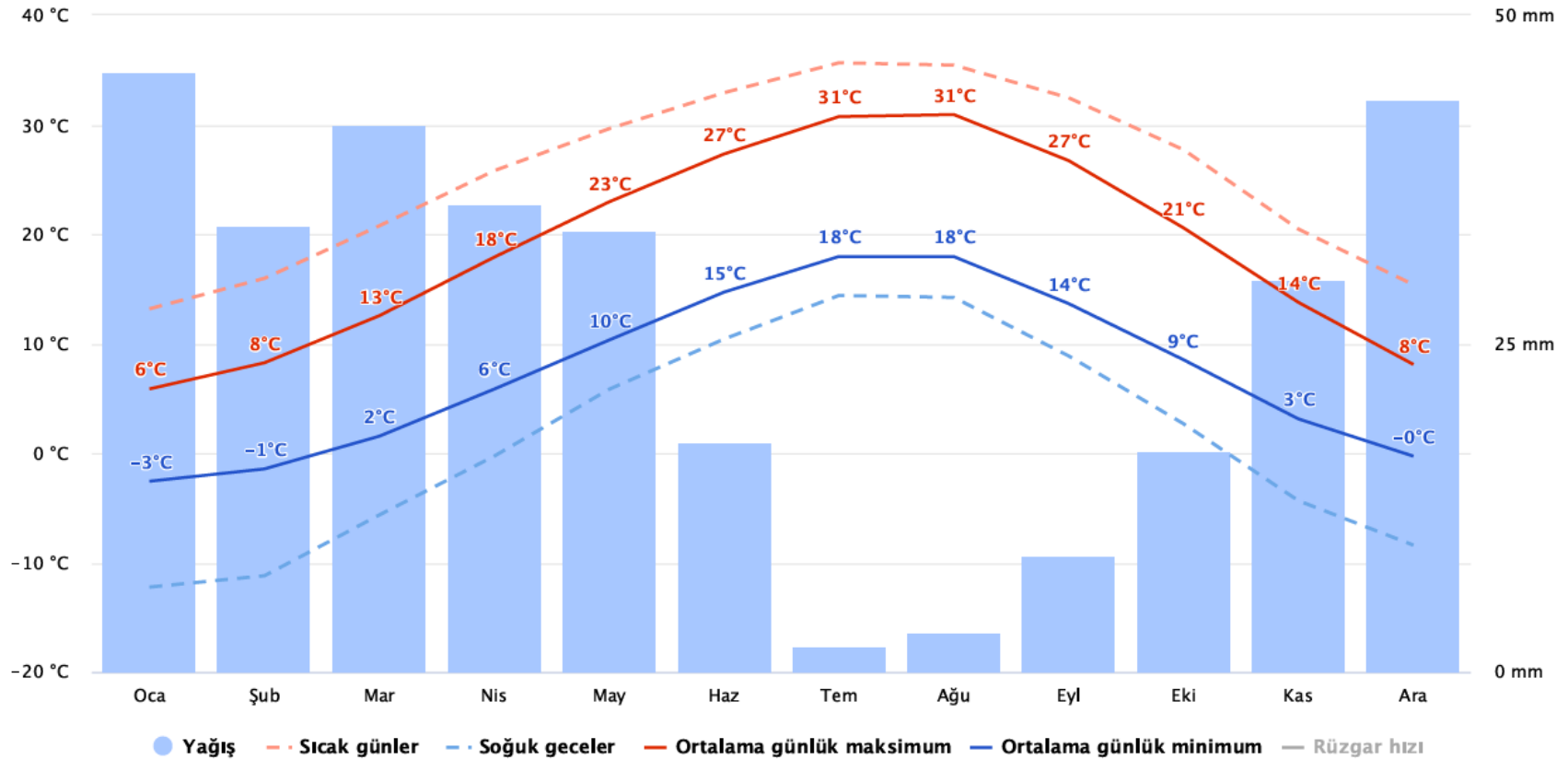
Şekil 3.1. Deneme parselinin görüntüsü

Çizelge 3.1 : Çizelge 3.1. Karaman ilinin 1975-2024 dönemine ait bazı iklim verileri (MGM, 2024)

KARAMAN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1951-2024)												
ORTALAMA SICAKLIK (°C)	0,7	2,0	6,4	11,7	16,2	20,3	23,4	23,1	18,9	13,1	7,1	2,8	12.1
ORTALAMA EN YÜKSEK SICAKLIK (°C)	5,6	7,4	12,5	18,3	23,3	27,8	31,1	31,1	27,2	20,8	13,7	7,8	18.9
ORTALAMA EN DÜŞÜK SICAKLIK (°C)	-3,6	-2,5	0,6	5,1	8,9	12,6	15,3	14,8	10,5	5,8	1,3	-1,5	5.6
ORTALAMA GÜNEŞLENME SÜRESİ (SAAT)	3,6	4,7	6,3	7,9	9,8	11,6	12,6	12,0	10,2	7,6	5,5	3,6	7.9
ORTALAMA YAĞIŞLI GÜN SAYISI	10,18	9,21	9,34	7,93	8,57	5,29	1,43	1,06	1,93	5,66	6,53	9,94	77.1
AYLIK TOPLAM YAĞIŞ MİKTARI ORTALAMASI (MM)	42,8	34,4	37,1	35,5	34,9	24,4	6,6	6,4	8,5	27,6	33,0	46,5	337.7
	Ölçüm Periyodu (1951-2024)												
YÜKSEK SICAKLIK (°C)	21,2	22,3	28,7	32,3	34,4	37,5	40,4	41,4	39,1	34,0	26,2	22,3	41.4
EN DÜŞÜK SICAKLIK (°C)	-26,8	-28,0	-20,2	-8,3	-3,1	3,1	6,4	3,6	-1,0	-8,5	-21,2	-26,1	-28.0

Karaman

37.18°N, 33.22°E (1037 m rakım).
Model: ERA5T.



Şekil 3.2. Karaman ili 2024 yılı Meteoroloji yağış ve sıcaklık değerleri

Karaman iline ait 1951–2024 dönemine yönelik uzun yıllar meteorolojik verileri incelendiğinde, bölgenin yarı kurak karasal iklim özellikleri sergilediği belirlenmiştir. Bu iklim tipi, geniş sıcaklık dalgalanmaları, yaz aylarında belirgin kuraklık ve düşük yıllık yağış miktarları ile karakterize edilmektedir.

Sıcaklık Özellikleri: İlin yıllık ortalama sıcaklığı 12,1 °C olup, aylık bazda incelendiğinde sıcaklık değerlerinin oldukça geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. En düşük ortalama sıcaklık Ocak ayında 0,7 °C, en yüksek ortalama sıcaklık ise Temmuz ayında 23,4 °C olarak tespit edilmiştir. Ortalama en yüksek sıcaklık temmuz ve ağustos aylarında 31,1 °C, ortalama en düşük sıcaklık ise ocak ayında -3,6 °C'ye kadar düşmektedir. Bölgeye ait ekstrem sıcaklık değerleri incelendiğinde, en yüksek sıcaklık 41,4 °C (Ağustos), en düşük sıcaklık ise -28,0 °C (Şubat) olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, yıllık sıcaklık amplitüdünün yaklaşık 69,4 °C gibi oldukça yüksek bir değere ulaştığını göstermekte ve bölgenin ciddi termal stres koşullarına açık olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum hem tarımsal üretim süreçleri hem de doğal ekosistem dinamikleri üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Şekil 3.1).

Yağış Rejimi ve Yağışlı Günler: Karaman ili, yıllık ortalama 337,7 mm yağış almaktadır. Bu değer, Türkiye genelinde yıllık ortalama yağış miktarı olan yaklaşık 574 mm'nin oldukça altındadır. Yağışlar mevsimsel olarak dengesiz dağılmakta olup, en yüksek yağış miktarı Aralık ayında (46,5 mm) gerçekleşmektedir. İlkbahar aylarında da görece yüksek yağış değerleri gözlenirken, yaz aylarında yağış miktarı dramatik bir şekilde düşmektedir. Özellikle Temmuz (6,6 mm) ve Ağustos (6,4 mm) ayları, ciddi kuraklık potansiyeli taşıyan dönemlerdir. Yağışlı gün sayıları da bu trendi desteklemekte olup, kış ve ilkbahar aylarında aylık ortalama 8–10 gün, yaz aylarında ise yalnızca 1–2 gün seviyesindedir. Bu veriler, Karaman'ın yaz döneminde kuraklık riskinin son derece yüksek olduğunu göstermektedir. Bu koşullar altında su temelli tarımsal üretim faaliyetlerinde etkin sulama planlaması ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi kritik öneme sahiptir.

Güneşlenme Süresi ve Enerji Dengesi: Karaman'da yıllık ortalama günlük güneşlenme süresi 7,9 saat olarak hesaplanmıştır. Bu süre, yaz aylarında Haziran (11,6 saat), Temmuz (12,6 saat) ve Ağustos (12,0 saat) olmak üzere maksimum değerlere ulaşmaktadır. Yüksek düzeyde güneşlenme süresi, bitkisel üretim açısından fotosentetik aktiviteyi artıran önemli bir faktördür. Ancak, aynı zamanda toprak yüzey sıcaklığını ve buharlaşma potansiyelini artırarak toprak neminin hızla kaybedilmesine

neden olmaktadır. Özellikle yaz aylarında düşük yağış ve düşük bağıl nemle birlikte değerlendirildiğinde, bu durum tarımsal üretim açısından su stresini artıran temel iklimsel unsurlardan biri haline gelmektedir.

İklimsel Sonuç ve Tarımsal Yansımalar: Karaman ili, düşük yağış rejimi, geniş sıcaklık farkları, yaz aylarında uzun süreli kuraklık ve yüksek düzeyde güneşlenme süresi ile tipik bir yarı kurak karasal iklim zonunda yer almaktadır. Bu iklimsel yapı, özellikle tarım sektörü açısından önemli riskleri beraberinde getirmektedir. Bitkisel üretimde don zararları, yazlık ürünlerde su stres, toprağın nem yetersizliği ve buharlaşma kaynaklı verim düşüşleri bölge tarımını sınırlayan başlıca faktörlerdir. Söz konusu iklimsel koşulların etkilerini azaltmak adına iklim-adaptif tarımsal planlamalar, kuraklığa dayanıklı çeşit seçimi, toprak-su yönetim stratejileri ve iklim değişikliği senaryolarına duyarlı üretim modelleri geliştirilmelidir.

3.2 Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak M9 anacı üzerine aşılı Pink Lady ve Jeromine elma çeşitleri (*Malus x domestica* Borkh.) kullanılmıştır.

Pink Lady: Avustralya orjinli, yarı dik ve güçlü ağaçlara sahip, oldukça verimli bir çeşittir. Bodur ve yarı bodur anaçlar üzerinde iyi gelişim göstermektedir. Meyveleri orta irilikte ve uzun silindirik bir şekle sahiptir. Meyve kabuğu açık sarı zemin üzerine pembe renktedir (Şekil 3.2). Hasat sonrası meyveleri birkaç ay sonra tüketildiğinde mükemmel aromaya ulaşmaktadırlar. Meyve eti; sert, nakliye ve soğuk hava deposunda muhafazaya çok uygun bir çeşittir. Soğuk hava deposu koşullarında özelliklerini kaybetmeden yaklaşık 7-8 ay muhafaza edilebilmektedir. Golden Delicious'tan 35-40 gün sonra hasat edilmektedir. Tozlayıcıları; Gala Gurubu, Granny Smith, Starkrimson Delicious, Red Delicious ve Fuji çeşitleridir.



Şekil 3.3. Pink Lady elma çeşidi

Jeromine: ABD orjinli; Ağaç özellikleri kuvvetli ve yayvan gelişim göstermektedir. Bodur ve yarı bodur anaçlar üzerinde yarı spur ağaç özellikleri göstermektedir. Ağaçları oldukça verimli bir çeşittir. Meyveleri çok koyu kırmızıdır, meyve eti beyaz ve yumuşak dokuludur. Diğer kırmızı çeşitlere göre daha lezzetli yapıya sahiptir (Şekil 3.3). Tozlayıcıları: Golden Delicious, Granny Smith, Gala, Fuji çeşitleridir. Hasat Zamanı; 05-18 Eylül tarihlerinde yapılmaktadır.



Şekil 3.4. Jeromine elma çeşitleri

3.3 Yöntem

Stres uygulaması ve örnekleme:

Çalışmada, her elma çeşidinden üç tekerrür oluşturulacak şekilde ağaçlar rastgele seçilmiş ve deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. Kuraklık stresinin etkilerini belirlemek amacıyla bahçede seçilen ağaçlara iki farklı su rejimi uygulanmıştır. Kontrol grubundaki ağaçlara her 5 günde bir 5 litre su verilerek düzenli sulama yapılmış, stres grubundaki uygulama ağaçlarına ise 15 günde bir 5 litre su verilerek su kısıtlaması uygulanmıştır. Temmuz ve ağustos aylarında hava sıcaklıklarının oldukça yüksek seyretmesi nedeniyle (Çizelge 3.1 ve Şekil 3.2), bu tarihten sonra ağaçların geri dönülemez fizyolojik zarar görmelerini önlemek amacıyla hasat dönemine kadar tüm ağaçlara normal sulama rejimi uygulanmaya devam edilmiştir.

Hasat işlemleri, çeşitlerin fizyolojik olgunluk dönemlerine göre gerçekleştirilmiş olup, 'Jeromine' çeşidinde hasat Ekim ayında, 'Pink Lady' çeşidinde ise Kasım ayında yapılmıştır. Her iki çeşitte de, her ağaçtan 10 adet homojen ve sağlıklı meyve rastgele seçilerek meyve suyu analizleri için örnekleme yapılmıştır. Hasat edilen meyveler steril koşullarda, meyve dokusunun bozulmasına neden olmayacak şekilde mekanik meyve suyu sıkacağı kullanılarak işlenmiş, elde edilen meyve suları filtre kağıdından süzülerek berraklaştırılmıştır. Süzülen meyve suyu örneklerinde, kalite parametreleri kapsamında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) dijital refraktometre ile °Brix cinsinden, titredilebilir asitlik (TA) ise sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile titrasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar % malik asit cinsinden ifade edilmiştir. Ayrıca, ilerleyen biyokimyasal analizlerde kullanılmak üzere her tekerrürden iki adet meyve örneği alınarak -20 °C'de derin dondurucuda muhafaza altına alınmıştır. Bu örnekler, daha sonra gerçekleştirilecek analizlerde toplam fenolik madde içeriği ile toplam antioksidan kapasite tayinlerinde kullanılmak üzere saklanmıştır. Böylelikle farklı sulama rejimlerinin elma meyvesinin hem fizikokimyasal hem de biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerinin çok yönlü olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.3.1 Suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇTKM) miktarının belirlenmesi:

Meyveler katı meyve sıkacağına sıkılmış ve elde edilen meyve suyu filtre kağıdından süzülmüştür. Süzölmüş meyve suyundan alınan örneklerde SÇTKM el refraktometresi kullanılarak % olarak belirlenmiştir (Dousti 2010).

3.3.2 Titre edilebilir asitliğin (TA) belirlenmesi:

Süzülmüş meyve suyunda otomatik titratör cihazı (Metler Toledo DL50 Graphix) kullanılarak ölçülmüştür. İki paralel olacak şekilde cihazın özel kabı içerisinde 5 mL meyve suyu örneği 50 mL su ile karıştırılmış ve titrasyon için cihazın prob bölgesine bağlanmıştır. Cihaza titrasyon işlemi için 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) solusyonu yerleştirilmiştir. Karışımın pH'sı 8.1 oluncaya kadar cihaz otomatik olarak 0.1 N NaOH kullanmış ve harcadığı NaOH miktarına göre titre edilebilir asitlik değerini % ve ayrıca mg/g olarak hesaplamıştır. Ekrandan okunan bu değerlerden çalışmada % değeri esas alınmış ve Malik Asit cinsinden TA değeri olarak kullanılmıştır (Dousti 2010).

Meyve örneklerinin toplam fenolik ve toplam antioksidan için hazırlanması

Çalışmada kullanılacak fenolik bileşik ve antioksidan kapasite analizleri için gerekli olan örnek hazırlama işlemleri, örneklerin biyokimyasal bütünlüğünü koruyacak şekilde dikkatli ve kontrollü biçimde gerçekleştirilmiştir. Önceden -20 °C'de derin dondurucuda saklanmakta olan meyve örnekleri, analiz öncesinde kontrollü bir biçimde çözündürülmek amacıyla laboratuvar ortamında oda sıcaklığına (yaklaşık +21 °C) çıkarılmış ve örnek alma işlemi mümkün olana kadar bekletilmiştir. Çözündürme işlemi sırasında örneklerin doğrudan güneş ışığına maruz kalmamasına ve ortam sıcaklığının ani değişiklik göstermemesine özen gösterilmiştir.

Çözünmüş meyve örneklerinden, her bir tekerrür için ayrı ayrı olacak şekilde hem “meyve kabuğu + meyve eti” birleşimini hem de yalnızca “meyve eti” kısmını içerecek biçimde 25g numuneler alınmıştır. Tartım işlemleri hassas terazi ($\pm 0,001$ g hassasiyetli) ile yapılmış ve alınan numuneler steril 50 mL hacmindeki santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Her tüpe, çözelti olarak kullanılmak üzere önceden hazırlanmış olan %80 (v/v) aseton çözeltisinden 20 mL ilave edilmiştir. Aseton çözeltisi, fenolik bileşiklerin ve antioksidanların yüksek verimle ekstrakte edilebilmesi amacıyla distile su ile seyreltme yoluyla hazırlanmış olup, çalışma boyunca taze olarak kullanılmıştır.

Numunelere aseton ilavesi sonrasında, tüplerin kapakları hava geçirmeyecek şekilde sıkıca kapatılmış ve ekstraksiyonun etkinliği artırılmak üzere örnekler homojenizatörde (türbülanslı mikser) yaklaşık 3 dakika süreyle karıştırılmıştır. Bu işlem sonucunda, meyve dokusu mekanik olarak parçalanarak ekstraksiyon verimliliği artırılmış ve çözeltinin hücre içi bileşenlere etkin şekilde nüfuz etmesi sağlanmıştır.

Homojenleştirilen karışımlar, ardından soğuk ortamda santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüj işlemi, ekstrakt ile posanın ayrıştırılmasını sağlamak amacıyla +5 °C sıcaklıkta, 12.000 devir/dakika (rpm) hızda ve 15 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir. Soğuk santrifüj kullanımı, fenolik bileşiklerin oksidasyonunu ve parçalanmasını önlemek açısından kritik öneme sahiptir. Santrifüj sonrası oluşan süpernatant faz, selüloz esaslı Whatman Grade 1 filtre kağıdı yardımıyla filtrelenerek başka bir steril tüpe aktarılmıştır. Bu süzme işlemi sırasında herhangi bir katı partikülün sıvıya geçmemesine dikkat edilmiştir.

Süzülerek berraklaştırılmış olan ekstraktan 5 mL'lik bir hacim, buharlaştırma işlemi için 100 mL hacimli yuvarlak tabanlı cam balona alınmıştır. Asetonun uzaklaştırılması işlemi, fenolik bileşiklerin bozunmaması adına düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen kontrollü buharlaştırma sistemi olan rotary evaporatör (rotavapor) ile yürütülmüş, bu işlem sırasında banyoda sabit +40 °C sıcaklık korunmuştur. Asetonun tamamen uzaklaştırılmasının ardından, balon içerisine ekstraktın çözünmesini ve analizde kullanılabilir hale gelmesini sağlamak amacıyla %0,01 (v/v) hidroklorik asit (HCl) çözeltisinden 5 mL ilave edilmiştir. HCl çözeltisi el ile hafifçe çalkalanarak örnek homojenize edilmiştir. Bu analizde kullanılan %0,01'lik HCl çözeltisi, 54 µL %37'lik konsantre HCl üzerine yaklaşık 60 mL saf su ilave edilerek hazırlanmış, ardından hacim 200 mL'ye tamamlanmıştır. Bu işlem sırasında daima "asit → su" sırasına dikkat edilmiş, güvenlik önlemleri alınarak asit ilavesi gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan ekstraktın tamamı steril bir şırınga yardımıyla çekilmiş ve içerisindeki mikro partikülleri uzaklaştırmak amacıyla 0,45 mikron gözenek çapına sahip membran filtre kullanılarak filtrelenmiştir. Filtre edilen örnekler, analiz sırasında kullanılmak üzere iki ayrı 2,5 mL'lik Eppendorf tüpüne aktarılmış ve -20 °C'de dondurularak, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirilene kadar karanlık koşullarda muhafaza edilmiştir.

3.3.3 Toplam fenolik bileşiklerin tayini:

Çalışmada toplam fenolik bileşiklerin tayini Folin-Ciocalteu Yöntemi'ne göre yapılmıştır (Singleton ve Rossi 1965). Çalışmada toplam fenolik bileşiklerin tayini işlem sırası:

Eppendorf tüplerdeki meyve örnekleri -20°C'den alınarak oda sıcaklığında çözündürülmüş ve vorteks tüp karıştırıcısında karıştırılmıştır.

Eppendorf tüpten 100 µL alınan örnek 10 mL'lik balona konulmuş ve üzerine 8.4 mL saf su ve 500 µL folin (1 litre = 1.24 kg) ilave edilmiş, 3 dakikalık bekleme süresince balon el ile aralıklı olarak çalkalanmıştır.

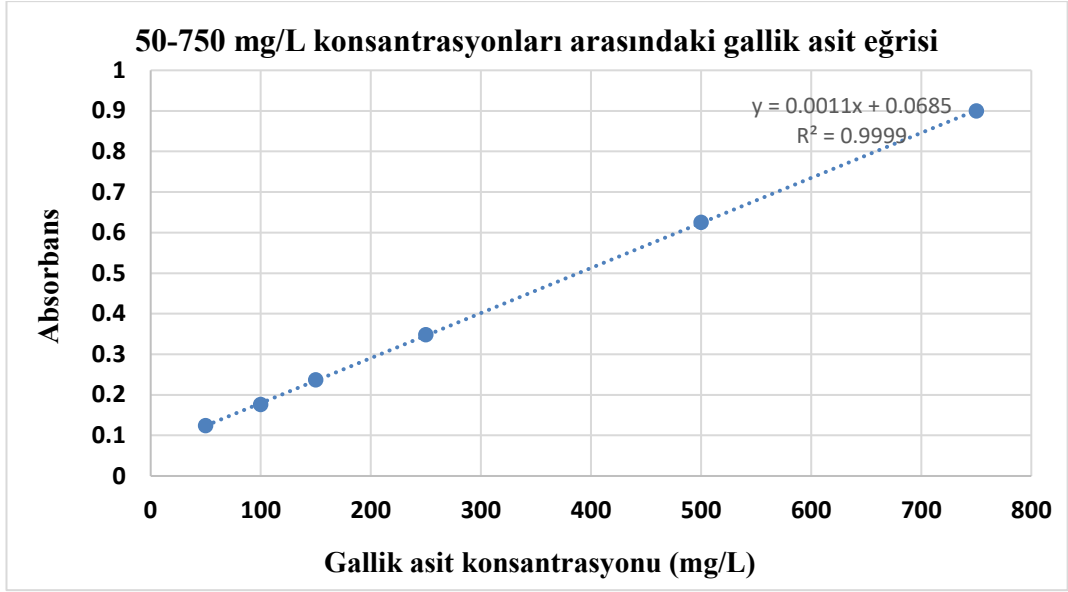
Bu karışım üzerine 1000 µL %20'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi ilave edilerek (%20'lik 250 mL Na_2CO_3 çözeltisi için 50 g Na_2CO_3 ($M=105.99$ g/mol)) tartılmış ve saf su içinde çözündürülmüştür.

Hemen sonra karışımın bulunduğu balon 1 saat süreyle karanlık koşullarda bekletilmiştir.

Örneklerin spektrofotometrede okunmasından önce şahit hazırlanmıştır. Bunun için meyve suyu yerine saf su kullanılmıştır. Tanımlandığı gibi 100 µL saf su + 8.4 mL saf su + 500 µL folin karışımı 3 dakika karıştırılarak oda sıcaklığında tutulmuş, 1000 µL Na_2CO_3 ilave edilmiş ve hemen sonra 1 saat süreyle karanlıkta bekletilmiştir.

Okuma yapılırken önce şahitten bir şırınga yardımı ile çekilen 5 mL karışım 0.45 mikronluk filtreden geçirilmiş, bundan alınan 2 mL şahit küvet içerisine konulmuş, spektrofotometre ilk olarak hava ile sıfırlanmış ve daha sonra cihaz 765 nm dalga boyuna ayarlanmıştır. Şahit karışımı konulan küvet cihaza yerleştirilmiş, okuma yapılmıştır. Daha sonra 2 mL örnek içeren küvet cihaza yerleştirilmiş ve okuma yapılmıştır. Her örnek okumasından sonra şahit karışımını içeren küvet cihaza yerleştirilerek cihaz sonraki örneğin okumasına hazırlanmıştır.

Sonuçların hesaplanması için 50, 100, 150, 250, 500 ve 750 mg/L ($R^2 = 0.9999$) konsantrasyonlarında gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır. Örneklerle uygulanan spektrofotometrik uygulamalar gallik asit standartlarına da uygulanmış ve absorbans değerleri gallik asit konsantrasyonlarına karşı grafiğe alınmıştır. Elde edilen verilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak, gallik asit standart eğrilerine ve bu eğrileri tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır (Şekil 3.4). Örneklerin konsantrasyonlarına uygun R^2 denklemi seçilerek sonuçların doğruluğunu artırmak amaçlı her okuma uygun denklemde hesaplanmıştır. Standart eğrilerin denklemlerinden elde edilen değer seyreltme faktörüyle çarpılarak meyve eti ve meyve eti + kabuk dokularında (mg GAE/100g) yaş ağırlık olarak verilmiştir (Tahmaz 2014).



Şekil 3.5. Gallik asit standart eğrisi

3.3.4 Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi:

Çalışmada antioksidan aktivitesi TEAC (Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite) Yöntemi'ne göre belirlenmiştir (Re ve ark. 1999).

Çözeltiler:

- 1) 12.25 mM potasyum persülfat ($K_2O_8S_2$) ($M= 270.32$ g/mol) çözeltisi: 100 mL çözelti için 0.331 g $K_2O_8S_2$ 'nin yaklaşık 50 mL ddH₂O (çift saflaştırılmış distile su) içerisinde çözündürülmesi ve son hacmin 100 mL'ye tamamlanması ile hazırlanmıştır.
- 2) ABTS radikal çözeltisi: 10 mL çözelti için 0.0384 g ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic) acid ($M= 548.7$ g/mol) tartılmış, koyu renkli bir şişeye konularak üzerine 2 mL 12.25 mM potasyum persülfat çözeltisi ilave edilmiştir. Son hacim ddH₂O ile 10 mL'ye tamamlanmış, oda sıcaklığında 12-16 saat tutularak, 16 saatin sonunda +4°C'de buzdolabında muhafaza edildikten sonra kullanılmıştır. Bu çözeltinin ömrü 2 gündür.
- 3) PBS (Phosphate Buffered Saline) çözeltisi: 1.8 mM monopotasyum fosfat (KH_2PO_4) ($M= 136.08$ g/mol) için 0.24 g KH_2PO_4 tartılmış ve 500 mL ddH₂O içerisinde çözündürülmüş, bunun üzerine 137 mM sodyum klorür (NaCl) ($M= 58.44$ g/mol) için 8 g NaCl ilave edilmiş, daha sonra aynı çözelti içerisine 2.7 mM potasyum klorür (KCl) ($M= 74.55$ g/mol) için 0.2 g KCl katılmış, son olarak 10 mM disodyum fosfat (Na_2HPO_4) ($M= 141.96$ g/mol) için 1.4 g Na_2HPO_4 ilave edilmiş ve çözündürülmüştür. Çözeltinin son hacmi 1 litreye

tamamlanmıştır. Çözeltinin pH'sı 0.1 M HCl ile 7.4'e ayarlanmıştır (0.1 M HCl (M=36.45 g/mol) çözeltisi, yoğunluğu 1.19 g/cm³ ve %37'lik derişik HCl asitten 100 mL çözelti için 0.83 mL alınarak hazırlanmıştır. pH'sı ayarlanmış çözelti 121°C sıcaklık ve 1 atmosfer basınca sahip otoklavda 20 dakika tutulmuş ve ardından oda koşullarında muhafaza edilmiştir.

3.3.5 ABTS Radikal Çözeltisinin PBS ile Seyreltilmesi:

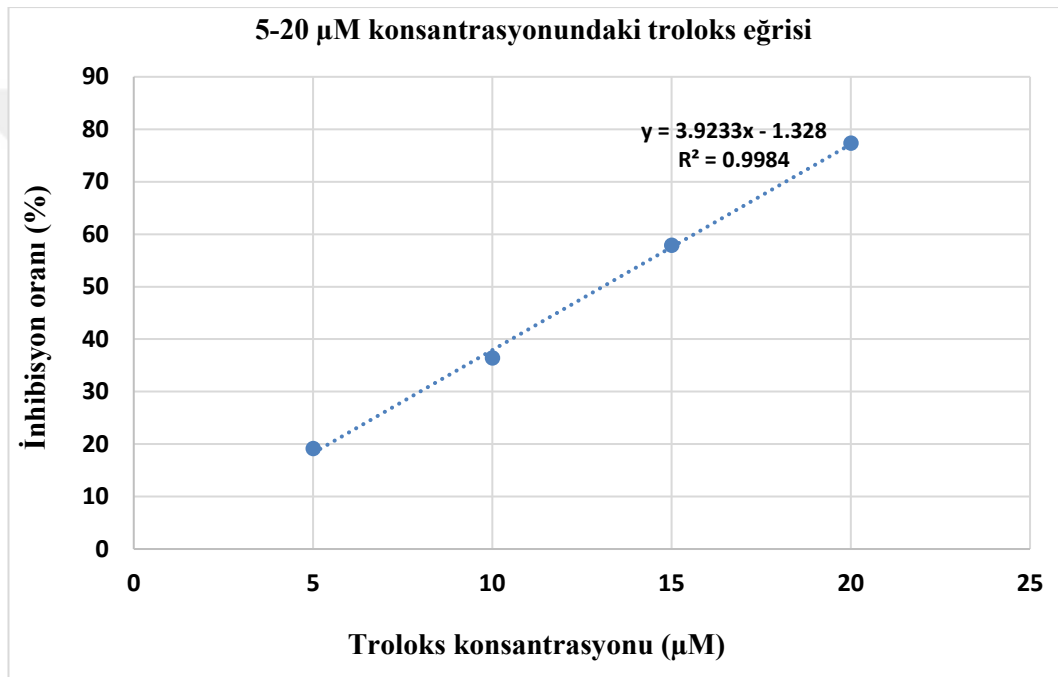
Önce spektrofotometre 734 nm dalga boyuna ayarlandıktan sonra 700 nm (±1) değerini okumak üzere 1mL ABTS, PBS ile yeterli miktarda karıştırılmıştır. Bu absorbans örneklerin antioksidan aktivitelerinin ölçümünde kullanılmıştır.

Örneklerin Seyreltilmesi ve Ölçümü: Spektrofotometre önce havaya, daha sonra PBS'ye karşı sıfırlanmış ve 990 µL absorbans alınarak sıfırıncı dakika olarak kabul edilen değer (700±1 nm) okunmuştur. Küvet cihazdan çıkarılmış ve içindeki bu absorbans (990 µL) üzerine yaklaşık 10 dakika önce -20°C'den alınarak oda sıcaklığında çözündürülmüş ve vorteks tüp karıştırıcısında karıştırılmış meyve örneğinden 10 µL eklenmiş, 6 dakika beklendikten sonra spektrofotometrede yeniden okuma yapılmıştır. Örneğin bu ilk ölçüm değerinin % inhibisyon oranının %35'i geçmemesi gerektiğinden 10 µL örnek bir başka eppendorf tüpüne alınarak 1/2, 1/3, 1/5 veya 1/10 vb. oranlarda ddH₂O (inhibisyon oranını %35'in altında tutacak miktarda) ilavesi ile seyreltilmiştir. Seyreltilmiş meyve örneği (10 µL) tekrar 990 µL absorbans ile karıştırılmış ve okuma tekrar edilmiştir. İnhibisyon oranı %35'in altına düşürüldükten sonra bu kez 980 µL ve 970 µL absorbans üzerine küvet içeriğinin 1000 µL'ye tamamlanması için sırasıyla 20 µL ve 30 µL seyreltilmiş örnek ilave edilerek 3 ölçüm yapılmıştır. Örneklerin inhibisyon oranı aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir:

$$\% \text{ inhibisyon} = \left\{ \frac{0. \text{ dakika spektrofotometre değeri} - 6. \text{ dakika değeri}}{0. \text{ dakika değeri}} \right\} \times 100$$

Analize başlamadan önce 2.5 mM troloks stok çözeltisinden, 10 mL'lik 4 balona 2, 4, 6 ve 8 mL alınmış ve balonlar PBS çözeltisi ile son hacme tamamlanarak standart çözeltiler elde edilmiştir. Bu çözeltilerden 10'ar µL alınıp mikro küvetler içindeki 1'er mL radikal çözeltisine eklendiğinde sırasıyla 5, 10, 15 ve 20 µmol konsantrasyonlarda troloks içeren çözeltiler hazırlanmıştır. Örneklerle uygulanan spektrofotometrik uygulamalar troloks (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) standartlarına da uygulanmış, ortalama inhibisyon değerleri hesaplanarak troloks

konsantrasyonuna karşı grafiğe işlenmiştir. Elde edilen verilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak, troloks standart eğrisine ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır (Şekil 3.5). Sonuçlar TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity-troloks eşdeğer antioksidan kapasite) değeri olarak ifade edilmiştir. Bu değer, örneğe ait yüzde inhibisyon eğrisinin eğiminin, troloks standart eğrisinin eğimine oranlanması ile elde edilmiştir. Elde edilen eğim değeri, seyreltme faktörü ile de çarpılarak örneklerin antioksidan aktivitesi belirlenmiştir (Tahmaz 2014). Sonuçlar, meyve eti ve meyve eti + kabuk dokusunda μM Trolox/100 g yaş ağırlığı olarak verilmiştir.



Şekil 3.6. Troloks standart eğrisi

3.3.6 Deneme planı ve verilerin analizi:

Çalışmada yer alan her çeşitten 3'er ağaç tesadüfi olarak seçilmiştir. Her bir ağaç bir tekerrür olarak sayılmaktadır. Deneme 3 tekerrürlü olarak "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni"ne göre kurulmuştur. Parselde yer alan bütün ağaçların 4. ve 5. yaşlarında (2023-2024) iki yıllık çalışma yapılmıştır. İstatistik olarak çeşitler arasındaki farklılıklar her yıl için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen ham verilerin analizi Duncan ve T testine ($P \leq 0.05$) göre yapılmıştır. Ortaya çıkan önemli farklılıklar Duncan testi ile %5 hata sınırı esas alınarak saptanmış ve farklılıklar harfler yardımı ile belirlenmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Suda çözünebilir toplam kuru madde (ŞÇKM)

Her iki deneme yılında Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (ŞÇKM) bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Çalışmada yer alan bütün ŞÇKM değerleri % olarak verilmiştir.

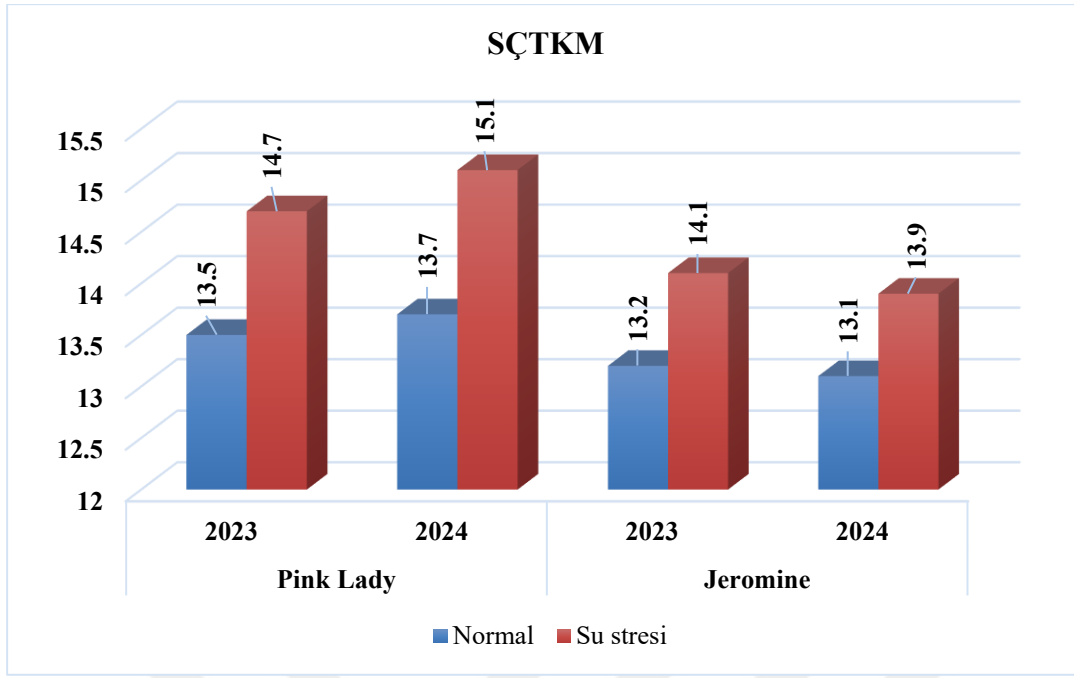
Çizelge 4.1. Karaman koşullarında M9 anacı üzerindeelma çeşitlerin 4. Ve 5. (2023-2024) yıllarında Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (ŞÇKM) değerleri

ŞÇKM (%)				
Yıl	Pink Lady		Jeromine	
	2023	2024	2023	2024
Kontrol	13.5 ab	13.7bc	13.2ab	13.1b
Su Stresi	14.7a	15.1a	14.1a	13.9a

Denemeye dahil edilen çeşitlerin Suda Çözünür Toplam Kuru Madde (ŞÇKM) değerleri incelendiğinde, her iki yılda da su stresine maruz kalan ağaçlarda, su stresine maruz kalmayan ağaçlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Pink Lady çeşidinde en yüksek değer çalışmanın ilk yılında (2023) su stresine maruz kalan ağaçlardan %14.7 elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında (2024) en yüksek değer %15.1 ile su stresine maruz kalan ağaçlarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çalışmaya dahil edilen Jeromine çeşidinde en yüksek değerler 4. ve 5. yıllarda su stresine maruz kalan ağaçlardan elde edilmiş ve sırasıyla %14.1 ve %13.9 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Denemede uygulanan su stresinin kısa ve geçici de olsa ağaçları etkilediği ve biyokimyasal aktivitelerde değişikliklere neden olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1. Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerinin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde (ŞÇTKM) değerleri

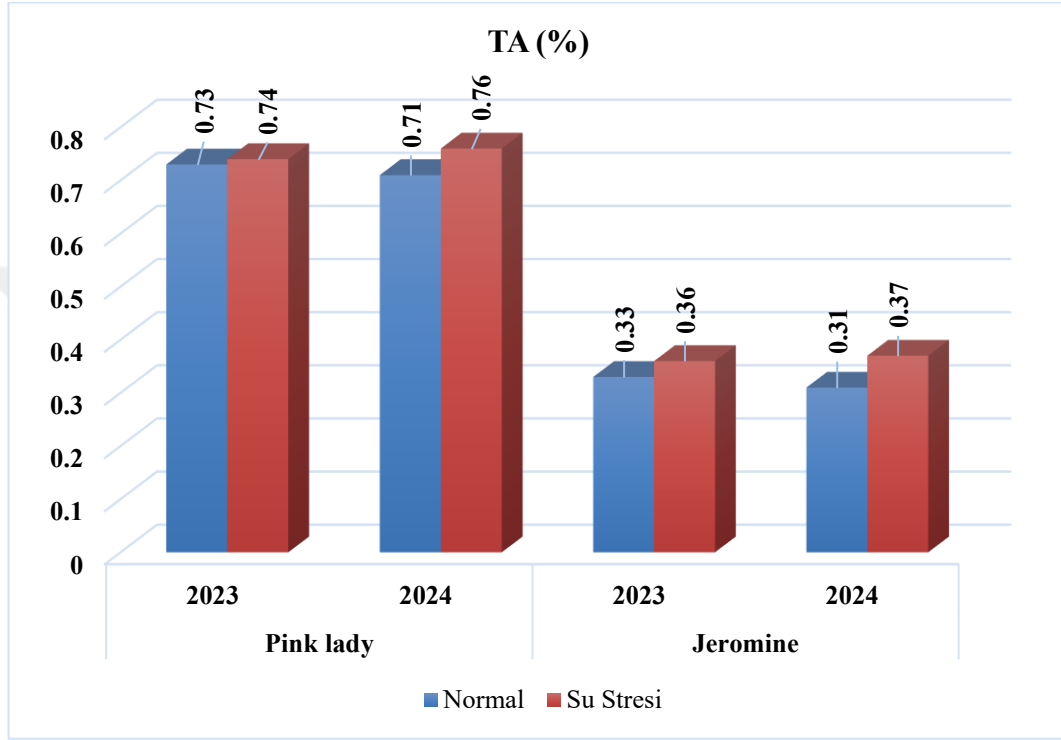
4.2 Titre edilebilir asitlik (TA)

Denemeye dahil edilen çeşitlerin Titre Edilebilir Asitlik (TA) açısından çalışmanın her iki yılında (2023-2024) su stresi etkisinin istatistik açıdan önemli olmadığı ve tüm uygulamaların aynı istatistik grubunda yer aldığı, sadece elde edilen değerler arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olduğu ($P \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerinin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerleri

TA (%)				
Pink Lady			Jeromine	
Yıl	2023	2024	2023	2024
Kontrol	0.73ab	0.71ab	0.33a	0.31ab
Su Stresi	0.74a	0.76a	0.36a	0.37a

Pink Lady çeşidinde ilk deneme (2023) yılında su stresi uygulanan ağaçlarda %0.74 olarak belirlenmiştir, aynı yılda su stresi maruz kalmayan ağaçlarda bu değer %0.73 olarak kayıd edilmiştir. Bu da ilk yıl verileri arasında çok büyük bir fark olmadığını gösteriyor. Araştırmanın ikinci yılında (2024) en yüksek değerler su stresine maruz kalan ağaçlarda %0,76, strese maruz kalmayan ağaçlarda ise %0,71 olarak belirlendi (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerleri

Jeromine çeşidinde en yüksek değerler her iki yılda da (2023-2024) su stresine maruz kalan ağaçlarda sırasıyla %0,36 ve %0,37 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2).

4.3. Antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik bileşiklerin miktarı

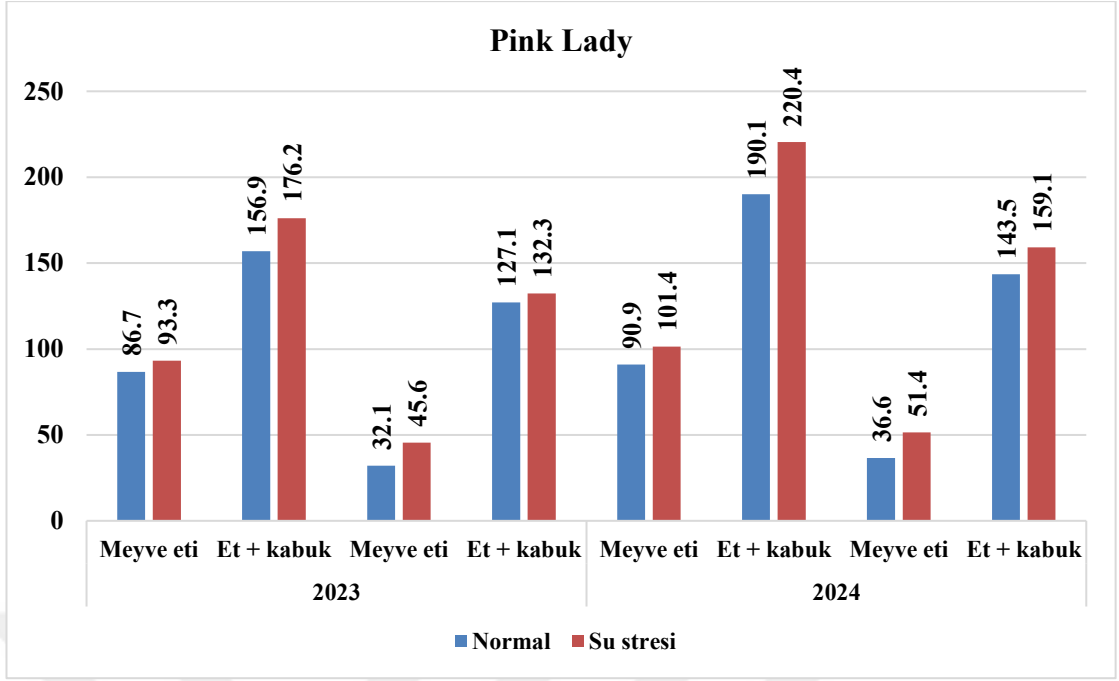
Çalışmada yer alan bütün uygulama ve çeşitlerin meyve eti ve meyve eti + kabuk dokularında toplam antioksidan aktivitesi ve toplam fenol içerikleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Çalışma sonuçları incelendiğinde meyve eti+kabuk dokusunun toplam fenolik madde içeriğinin genel olarak meyve eti dokusuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen çeşitlerin hem meyve eti hem de meyve eti+kabuk

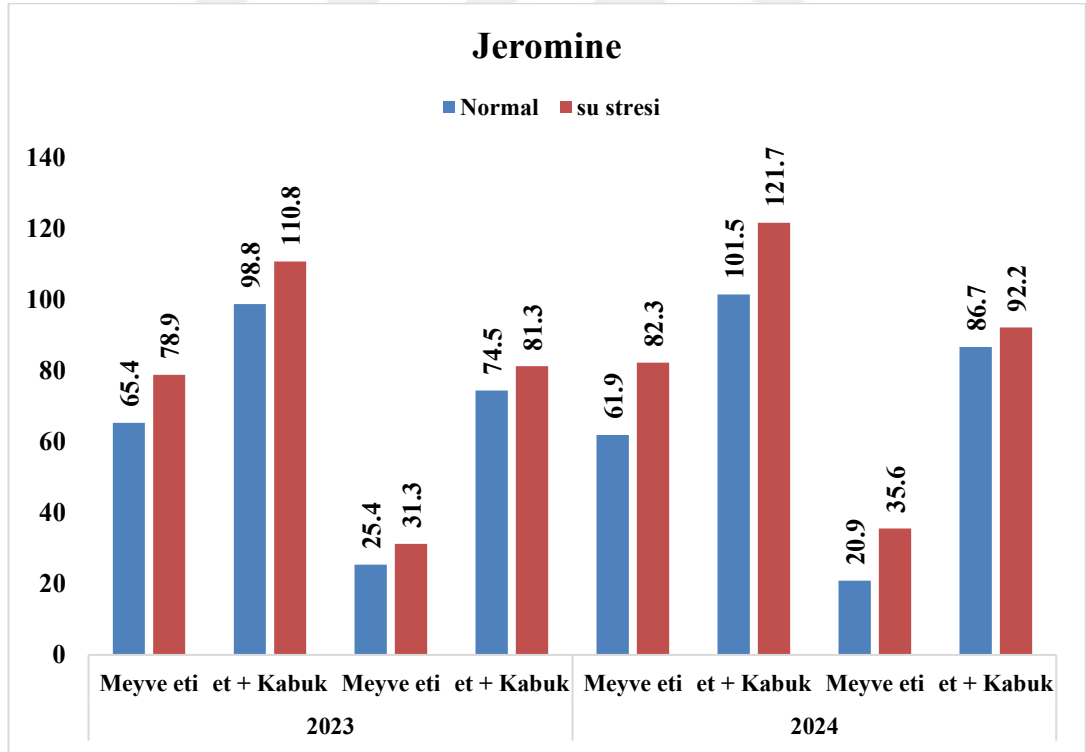
dokularındaki toplam fenolik madde ve toplam antioksidan değerlerinin genel olarak su stresine maruz kalan ağaçlarda normal koşullardaki ağaçlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda Pink Lady elma çeşidinde toplam fenolik değerlerin her iki yılda da (2023-2024) su stresine maruz kalan ağaçlarda yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler su stresine maruz kalan ağaçlarda meyve eti dokusunda en yüksek 93.1 ve 101.4 (mg GAE/100g) olarak belirlenirken strese maruz kalmayan ağaçlarda bu değerler meyve etinde yıllara göre sırası ile 86.7 ve 90.9 (mg GAE/100g) olarak kaydedilmiştir (izelge 4.3; şekil 4.3).

Pink Lady eşidinde aynı zamanda toplam fenolik madde meyve eti + kabuk dokusunda ilk yılda (2023) en yüksek değer 176.2 (mg GAE/100g) olarak su stresine maruz kalan ağaçlardan elde edilmiştir. Ayrıca denemenin ikinci (2024) yılında bu değer 220.4 (mg GAE/100g) ile strese maruz kalan ağaçlarda kaydedilmiştir. Toplam fenolik madde meyve eti + kabuk dokularında en düşük olarak her iki yılda (2023-2024) strese maruz kalmayan ağaçların meyvelerinden yıl sırasına göre 156.9 ve 190.1 (mg GAE/100g) olarak belirlenmiştir (izelge 4.3; şekil 4.3).

Araştırmada Pink Lady eşidinin toplam antioksidan değerleri incelendiğinde her iki yılda da (2023-2024) su stresine maruz kalan ağaçlarda meyve eti ve meyve eti + kabuk en yüksek değerler gözlenmiştir. Toplam antioksidan miktarı meyve etinde ilk yılda (2023) en yüksek 45.6 (μ M Trolox/100 g) olurken en düşük değer 32.1 (μ M Trolox/100 g) olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu değerler denemenin ikinci (2024) yılında meyve etinde 51.4 ve 36.6 (μ M Trolox/100 g) olarak belirlenmiştir. Toplam antioksidan değerleri Pink Lady eşidinde Meyve eti + kabuk her iki yılda (2023-2024) en yüksek 132.3 ve 159.1 (μ M Trolox/100 g) olarak belirlenirken her iki yılda en düşük toplam antioksidan değerleri 127.1 ve 143.5 (μ M Trolox/100 g) olarak hesaplanmıştır (izelge 4.3; şekil 4.3).



Şekil 4.3. Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde Pink Lady çeşidinin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında toplam fenolik ve antioksidan değerleri



Şekil 4.4. Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde Jeromine çeşidinin 4. ve 5. (2023-2024) yıllarında toplam fenolik ve antioksidan değerleri

Çizelge 4.3. Karaman koşullarında M9 anacı üzerinde elma çeşitlerin 4. Ve 5. (2023-2024) yıllarında Toplam Fenolik içeriği ve Toplam Antioksidan Değerleri

Toplam Fenolik ve Toplam Antioksidan değerleri								
Pink Lady								
	Toplam fenolik içeriği (mg GAE/100g)		Toplam antioksidan (µM Trolox/100 g)		Toplam fenolik içeriği (mg GAE/100gr)		Toplam antioksidan (µM Trolox/100 g)	
	2023				2024			
	Meyve eti	Meyve eti + kabuk	Meyve eti	Meyve eti + Kabuk	Meyve eti	Meyve eti + kabuk	Meyve eti	Meyve eti + kabuk
Kontrol	86.7b	156.9c	32.1c	127.1c	90.9ab	190.1b	36.6ab	143.5b
Su stresi	93.3b	176.2bc	45.6b	132.3bc	101.4a	220.4a	51.4a	159.1a
Jeromine								
	Toplam fenolik içeriği (mg GAE/100gr)		Toplam antioksidan (µM Trolox/100 g)		Toplam fenolik içeriği (mg GAE/100gr)		Toplam antioksidan (µM Trolox/100 g)	
	2023				2024			
	Meyve eti	Meyve eti + kabuk	Meyve eti	Meyve eti + kabuk	Meyve eti	Meyve eti + kabuk	Meyve eti	Meyve eti + kabuk
Kontrol	65.4c	98.8bc	25.4b	74.5c	61.9cd	101.5b	20.9c	86.7a
Su stresi	78.9ab	110.8ab	31.3ab	81.3b	82.3a	121.7a	35.6a	92.2a

Çalışmaya dahil edilen diğer çeşit Jeromine ise elde edilen tüm değerlerin her iki yılda da (2023-2024) su stresine maruz kalan ağaçların meyvelerinde toplam fenolik ve toplam antioksidan değerleri açısından yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik değerleri meyve etinde ilk yılda (2023) en yüksek değer su stresine maruz kalan ağaçlardan 78.9 (mg GAE/100gr) olarak belirlenirken aynı değer strese maruz kalmayan ağaçlarda 65.4 (mg GAE/100gr) olarak tespit edilmiştir. Çalışmayı takip eden ikinci yılda (2024) bu değerler en yüksek 82.3 (mg GAE/100gr) ve en düşük değer ise 61.9 (mg GAE/100gr) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3; Şekil 4.4). Toplam fenolik madde miktarı meyve eti + kabuk dokusunda ilk yıl (2023) en yüksek 110,8 (mg GAE/100gr) bu değer denemenin ikinci yılında (2024) en yüksek 121.7 (mg GAE/100gr) olarak hesaplanmıştı. Her iki çalışma yılında (2023-2024) en düşük toplam fenolik madde miktarı meyve eti + kabuk dokusunda sırası ile 98.8 ve 101.5 (mg GAE/100gr) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3; Şekil 4.4).

Çalışmada Jeromine çeşidinin toplam antioksidan değerleri bakımından su stresine maruz kalan ağaçların meyvelerinde bu değerler strese maruz kalmayan ağaçların meyvelerine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada meyve etinde toplam antioksidan değeri her iki yılda (2023-2024) su stresine maruz kalan ağaçların meyvelerinde daha yüksek olarak sırası ile 31.3 ve 35.6 (μ M Trolox/100 g) bulunurken en düşük değerler strese maruz kalmayan ağaçların meyvelerinden sırası ile 25.4 ve 20.9 (μ M Trolox/100 g) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın diğer parametresi olan meyve eti + kabuk değerlerine bakıldığında strese maruz kalan ağaçların meyvelerinde bu değerler yine strese maruz kalmayanlara göre daha yüksek olduğu her iki yılda belirlenmiştir. Denmede yer alan meyvelerin en yüksek değerler yıllara göre sırası ile 81.3 ve 92.2 (μ M Trolox/100 g) en düşük değer ise sırası ile 74.5 ve 86.7 (μ M Trolox/100 g) olarak kaydedilmiştir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma yaz ayları düşük nemli karasal iklime sahip olan Karaman il koşullarında Pink Lady ve Jeromine elma çeşitlerinde M9 anacı üzerindeki genç ağaçların 2023-2024 yıllarında su stresinin meyvelerin toplam fenolik ve antioksidan bileşiklerin üzerindeki etkinin araştırılması amacı ile yapılmıştır. Deneme kapsamında çalışmada yer alan çeşitler seçilerek bazısı hafif su stresine maruz bırakılmıştır. Diğer ağaçlar normal sulama rejimine göre sulama uygulanmıştır. Meyvelerin hasat döneminde dikkatli bir şekilde hasat edildikten sonra labratuvar koşullarında Suda Çözünür Toplam Kuru Madde (SÇTKM) miktarı ve Titre Edilebilir Asitlik (TA) içeriği değerleri belirlenmiştir. Meyvelerin Toplam Fenolik ve Antioksidan Bileşiklerin belirlenmesi amacı ile hasat edilen Pink Lady ve Jeromine çeşitlerin meyveleri alınarak -20 C° de analiz gününe kadar muhafaza edilmişlerdir. Fenolik bileşikler, sebze ve meyveler de dahil olmak üzere çoğu bitkide bulunan düşük molekül ağırlıklı ikincil metabolitlerin bir sınıfıdır. Fenolik bileşikler renk, burukluk, acılık ve lezzet gibi duyuşal özellikleri arttırdığı için tarımsal gıdaların besleyici, organoleptik ve ticari özelliklerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bitki polifenolikleri, antioksidan aktiviteleri ve serbest radikal temizleyicileri olarak işlev görmeleri, potansiyel antikarsinogenik özellikler sunmaları ve kardiyovasküler hastalık, astım ve diyabet vakalarını azaltmaları nedeniyle insan beslenmesinde büyük ilgi görmektedirler. Farklı araştırma sonuçlarına göre elma fenolik bileşik içeriğinin miktarı mevsimi, meyve olgunluğu, ışık maruziyeti, depolama ve işleme gibi genetik, çevresel ve hasat sonrası faktörler tarafından belirlendiğini göstermektedir (Bakhshi ve Ghorbani, 2012). Strese maruz kalan bitkilerde fotosentez hızının yeniden yapılandırılmasıyla birlikte, asimilasyon bölgelerinin büyük bir kısmı kök gelişimlerine devam etme amacıyla köklere taşınmaktadır. Bunun sonucunda köklerde ozmotik basınç artmakta, su emme güçleri de yükselmekte (Öztürk ve Seçmen 1992) ve böylece sürgünlerde gelişim zayıflamaktadır (Cramer ve ark. 2007, Munns ve Tester 2008). Bitkilerin kuraklık stresiyle başa çıkma yeteneğinin, su stresi sırasında antioksidan enzimlerin aktivitesini artırarak reaktif oksijen türlerini temizleme yetenekleriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kuraklık koşullarında transgenik elmalarda reaktif oksijen türlerinin transgenik olmayan elmalara göre önemli ölçüde düşük olduğu, azalmanın nedeninin ise süperoksit dismutaz, peroksidaz ve katalaz gibi antioksidan enzimlerin yüksek aktiviteleri olduğuna inanılmaktadır. Katalaz stoma iletkenliğini azaltarak aşırı su

kaybının önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Jia ve ark., 2019; Wang ve ark., 2019; Faizi ve Öztürk, 2022). Kuraklık stresinde şekerlerin rolü yumuşak çekirdekli meyvelerin fizyolojik reaksiyonlarında çok belirgindir. Armut bitkisinde kuraklık stresi sırasında fotosentez ve stoma iletkenliği azalmaktadır. Bitkide stres ile birlikte toplam fenolik madde, çözünebilir şeker, prolin, antioksidan enzimlerin aktiviteleri, Fe, Mg ve Mn değerlerinin arttığı, N, Cu, B, Zn, P, Ca ve K değerlerinin ise azaldığı görülmektedir. Kuru şartlarda ayvada bağıl su içeriğinin ve klorofil indeksinin azaldığı, ancak elektrolit sızıntısının arttığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Gür, 2018; Kucukyumuk, 2020; Faizi ve Öztürk, 2022). Su stresi abiyotik faktörler arasında yer almakta olup bitki büyümesini, gelişmesini ve verimini etkileyen önemli bir sınırlayıcı faktördür. Kuraklık stresi çok boyutlu bir stres etkenidir, bitkilerin su stresine verdikleri tepki bitki türüne, bitki yaşına, büyüme ve gelişme periyoduna, kuraklık düzeyi ve sürekliliğine ve fiziksel faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Bitkiler farklı stres faktörlerine karşılık vermek için fizyolojik, morfolojik, ekolojik, biyokimyasal ve moleküler özelliklerinde yaptıkları değişikliklerle stresin olumsuz etkilerine karşı savunma ve direnç göstermektedirler. (Bhargava ve Sawant, 2013; Marcińska ve ark., 2013; Dost ve Öztürk 2023).

Karasal iklime sahip olan Karaman ilinin iklim özelliklerine bağlı olarak yaz aylarında nisbi nemin düşük olması ve yağışların azalması, ayrıca gündüz sıcaklıklarının ve güneş ışığı yoğunluğunun yüksek olması elma yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Çalışmada yer alan bütün çeşitlerin 4. ve 5. yaşlarında (2023-2024) iki yıllık suda çözünür toplam kuru madde (SÇTKM) değerlerinde en yüksek değer çalışmanın birinci yılında (2023) Pink Lady çeşidinde %14.7 olarak belirlenmiştir. Aynı yılda Jeromine çeşidinde bu değer %14.1 olarak kaydedilmiştir. Çalışmanın ikinci yılı olan (2024) SÇTKM değerleri Pink Lady çeşidinde %15.1 olurken Jeromine çeşidinde bu değer %13.9 elde edilmiştir. Tekkanat ve koyuncu (2024) Derim sonrası oksin, 1-metilsiklopropan ve 1-n-naftilfitalamik asit uygulamalarının ‘golden delicious’ elma çeşidinde depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkisi başlıklı çalışmalarında ‘Golden Delicious’ elma çeşidinde derim sonrası bazı uygulamaların depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır ve araştırma sonuçlarına göre başlangıçta % 11.47 (NPA) ile % 12.20 (kontrol) arasında saptanan SÇKM değerleri, depolamanın 6. ayında % 13.23 (NPA) ile % 14.40 (kontrol) arasında değişmiştir. Kara ve ark. (2024) Çalışma 2021-2022 araştırma

döneminde, Mersin ili Tarsus ilçesinde deniz seviyesinden 5 m yükseklikte bulunan 10 yaşlı M9 elma anacı üzerine aşılı ve Spindel budama sistemi uygulanan Gala Buckeye çeşidinde dormansiye kırmak amacıyla farklı uygulamalar (Levante, Erger+Aktif Erger, Brotstart, Dormex (Hidrojen Siyanamid) ve Kontrol (su) yapılmıştır. Uygulamaların başarısını belirlemek amacıyla fenolojik ve pomolojik analizler yapılarak verim değerleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kontrol uygulamasında en yüksek SÇTKM %13.83 olarak belirlenmiştir ve en düşük değer Brotstart uygulamasında %12.13 olarak kaydedilmiştir. Çezik ve ark. (2024) Bu çalışmanın amacı depolama toleransı yüksek 'Granny Smith' elma çeşidi ile yerel çeşit olan 'Ayvaniye' elma çeşidini bazı kalite özellikleri açısından karşılaştırmak ve depolama kapasitelerinin belirlenmesidir. Özel depo koşullarında 6 ay muhafaza edilen çeşitler analizler sonucunda en yüksek ve en düşük SÇKM değerleri %15.33 ve %12.93 olarak belirlenmiştir. Çakır ve ark. (2021) Çalışmada, Jeromine elma çeşidinde, tam çiçeklenme döneminde ağaçlara bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı (Chara sp.), vermikompost gübre uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonlarının kalite ve biyokimyasal içerikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre SÇKM değerleri %14.10 ile %12.63 arasında değişmektedir. Balta ve ark. (2020) Çalışma, Çarşamba (Samsun) ilçesinde 2015 ve 2016 yılları arasında M9 anacı üzerine aşılı (Granny Smith, Royal Gala ve Galaxy Gala) çeşitlerin 5 ve 6 yaşlı ağaçların verim ve meyve özelliklerinin belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada yer alan çeşitlerin suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) değerlerini sırası ile Royal Gala %12.1, Galaxy Gala %12.0 ve Granny Smith %10.3 çeşitlerinde belirlemişleridir. Polat ve ark. (2020) Pinova çeşidinin kullanılmasıyla elmalarda üretici ve tüketici açısından önemli olan bazı özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacı ile yaptıkları çalışmada suda çözünür toplam kuru madde değerlerini %9.60 ve %14.10 olarak açıklamışlardır. Mertoğlu ve Evrenosoğlu (2019) Çalışmalarında 2017 ve 2018 yıllarında bazı elma ve armut çeşitlerini fitokimyasal karakterizasyonu amacıyla yapılmıştır. Araştırmada yer alan meyve türlerin SÇKM değerleri incelendiğinde, elma çeşitleri arasında, 'Fuji' ve 'Golden Delicious' aynı değeri alarak (%12,93), 'Summer Red' çeşidi (%12,73) ile birlikte üst grupta tespit edilirken, 'Granny Smith' %10,65 ile en düşük SÇKM içeriğine sahip çeşit olarak bulunmuştur (Güneş, 2017). Araştırmada Trakya yöresinde yetiştirilen ticari öneme sahip 5 farklı elma çeşidinin (Fuji Zhen Aztec, Granny Smith, Pink Lady, Super Chief, Jeromine) çekirdeklerinden elde edilen yağların ve yağı

alınmış posanın antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Çalışmada elma çeşitleri arasında en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı Fuji Zhen Aztec (% 14.700), en düşük ise Jeromine (% 10.433) çeşidinde tespit edilmiştir. Coşkun ve Aşkın (2016) Çalışma, 5 yerel ve 2 yabancı orijinli elma çeşidinin bazı biyokimyasal ve pomolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇTKM) oranı %11.27 ile %14.23 arasında tespit edilmiştir. Arıkan vd (2015) Çalışma, Konya ekolojik koşullarında (M9 ve M26) üzerine aşıl原因 Summer Red, Jersey Mac, Red Chief, Braeburn, Jonagold, Golden Delicious ve Fuji elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada en yüksek SÇKM değeri %13,29 ile Jonagold'dan elde edilirken, en düşük değer ise %10,21 ile Jersey Mac'ten elde edilmişti. Abacı ve Sevindik (2014) Çalışmalarında Ardahan Bölgesi'nde Posof ve Çıldır yörelerinde yetiştirilen 26 elma çeşidinde meyve özelliklerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, çeşitlerin en yüksek ve en düşük SÇKM değerleri sırası ile Şah elması %14.1 ve Mahara %10.0 olarak belirlenmiştir. Kuzucu ve Aydın (2014) Çalışma Tekirdağ– Banarlı bölgesinde üreticiye ait “Fuji Kiku” elma çeşidiyle kurulmuş bahçeden hasat edilen meyvelerin hasat sonrası depolama periyodunda ticari anlamda yüksek oranda kullanılan 1–Methylcyclopropane (1–MCP) uygulamasının meyve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre başlangıçta %13,34 olan SÇKM değeri 60+7 gün depolama süresinin sonunda %14,07, 120+7 gün depolama süresi sonunda %14,93 ve 180+7 gün depolama süresi sonrasında ise %15,41 değerleri kaydedilmiştir. Dousti (2010) Çalışmada SÇTKM miktarı 2008 yılında %11.8 (Braeburn) %13.9 (Top Red), 2009 yılında %11.6 (Granny Smith) %16.0 (Galaxy Gala) (2009) arasında belirlenmiştir. Çalışmalarda yer alan bütün değerler bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerler ile örtüşmektedir.

Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerleri bakımından çalışmanın 4. Ve 5. yıllarında (2023-2024) çeşitler arasında farklılıklar kayıd edilmiştir. Çalışmanın 4. yılında (2023) Pink Lady çeşidinde en yüksek ve en düşük Titre Edilebilir Asitlik (TA) değerleri sırası ile (%0.74 ve %0.73) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 5.yılında (2024) bu değerler (%0.76 ve %0.71) olarak kayıd edilmiştir. Çalışmada yer alan diğer çeşit olan Jeromine 4. ve 5. deneme döneminde en yüksek değreler (%0.36 ve %0.37) olarak belirlenmiştir ayrıca en düşük değerler ise (%0.33 ve %0.31) olarak Jeromine çeşidinde kaydedilmiştir. Çakir ve ark. (2021) Çalışmalarında, Jeromine elma

çeşidinde, tam çiçeklenme döneminde ağaçlara bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı (*Chara* sp.), vermikompost gübre uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonlarının kalite ve biyokimyasal içerikler üzerine etkisi araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre değerleri (%0.40 ve %0.23) olarak belirlenmiştir. Balta ve ark. (2020) Çalışma, Çarşamba (Samsun) ilçesinde 2015 ve 2016 yılları arasında M9 anacı üzerine aşılı (Granny Smith, Royal Gala ve Galaxy Gala) çeşitlerin 5 ve 6 yaşlı ağaçların verim ve meyve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada yer alan çeşitlerin titre edilebilir asitlik (TA) değerleri Granny Smith %0.93, Royal Gala ve Galaxy Gala çeşitlerinde (%0.31) olarak belirlenmiştir. Özmen ve Çekiç (2018) Çalışma, Tokat merkez ve ilçelerinde survey çalışmaları sonucunda 23 yerel elma genotipinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2015-2016 yıllarında yürütülmüştür. İnceleme sonuçlarına göre, en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değerlerine sahip genotipler 60MM045 (%1,41), 60MM021 (%1,30) ve 60 NY007 (%1,26) olarak belirlenirken, en düşük (TA) değerine sahip genotipler ise 60NY032 (%0,20), 60NY028 ve 60NY007 (%0,22) olarak belirlenmiştir. Bayazit ve Çalışkan (2017) nın yaptıkları çalışmanın amacı tropik ekolojik koşullara sahip bölgede bodur (M9) ve yarı bodur (MM106) anaçlar üzerine aşılı Vista Bella, Jersey mac, Starking Delicious, Golden Delicious ve Granny Smith çeşitlerin meyvelerinin hasat tarihi, verimi ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada yer alan elma çeşitlerinin en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değerleri Granny Smith (%1.27), Vista Bella (%1.09) ve Jersey mac (%0.95) olmak üzeri denemede yer alan diğer çeşitler arasında en düşük titre edilebilir asitlik (TA) değerleri Starking Delicious (%0.49) ve Golden Delicious (%0.52) çeşitlerinde belirlenmiştir. Öztürk ve Öztürk (2016) Çalışma 2013-2014 yıllarında Samsun ekolojik koşullarında fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla MM106 elma anacı üzerine aşılı 5 yaşlı Cooper 7 SB2, Golden Delicious, Granny Smith, Jersey Mac, Red Chief, Starkrimson Delicious ve Süper Chief elma çeşitlerinde yürütülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değerleri Granny Smith (%0.90) ve golden Delicious (%0.65) olarak belirlenmiştir. Çalışmada en düşük titre edilebilir asitlik (TA) değerler Red Chief (%0.42) ve Süper Chief (%0.39) çeşitlerinde görülmüştür. Arıkan ve ark. (2015) Çalışma, Konya ekolojik koşullarında (M9 ve M26) üzerine aşılana Summer Red, Jersey Mac, Red Chief, Braeburn, Jonagold, Golden Delicious ve Fuji elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Araştırmada en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değeri en düşük Red Chief çeşidinde (%0.31), Golden Delicious ve Fuji çeşitlerinde (%0.48) en yüksek değer ise Jersey Mac (%0.73) olarak belirlenmiştir. Şenyurt ve ark. (2015) Araştırma, Gümüşhane ili merkez ilçesinde yetiştirilen bazı standart ve yerli elma çeşitlerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2011-2012 yılları arasında yürütülmüştür. Araştırmaya dahil edilen elma çeşitlerinde en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değerleri İngiliz I (%1,24), Ekşi I (%1,17) ve Ekşi II (%1,1) çeşitlerinden elde edilirken, en düşük değerler ise Misket (%0,20) ve Amasya (%0,25) çeşitlerinde belirlenmiştir. Karadeniz ve ark. (2013) Araştırma, Piraziz (Giresun) bölgesinde yetişen ve Piraziz elması olarak bilinen yerel bir elma çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Deneme kapsamında 100 ağaç işaretlenerek meyvelerin fenolojik ve pomolojik özellikleri gözlemlenmiştir. Araştırmaya dahil edilen elma çeşitleri arasında ümitvar olarak belirlenen klonların meyve özellikleri en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değerlerine Raif Yılmaz 1 (%0.33) ve Adil Aydın 1 (%0.31) ile sahip olmuşlardır. Ayrıca çalışmada yer alan ümitvar çeşitlerin en düşük titre edilebilir asitlik (TA) değerleri Cevdet Bektaş, Bülbüllü ve Ziya Yavuz 1 (%0.29) olarak belirlenmiştir. Aygün ve Ülgen (2009) Çalışma, 2006-2008 yılları arasında Rize ilinde 17 farklı Demir elma çeşidinin bazı morfolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmaya dahil edilen elma çeşitlerinin en yüksek titre edilebilir asitlik (TA) değerleri genel olarak (%1,2-1,1) olurken, en düşük değerler ise (%0,8-0,7) arasında belirlenmiştir. Çalışmalarda yer alan değerlerin birçoğunun araştırmada elde ettiğimiz verilerle paralel olduğu, bazı çalışmaların verilerinin ise araştırmamızda elde ettiğimiz verilerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada Karaman ili yaz ayları düşük nemli karasal iklim koşullarında Pink Lady ve Jeromine elma çeşitlerinde M9 anacı üzerindeki genç ağaçların meyvelerinde toplam fenolik (mg GAE/100g) ve toplam antioksidan (μ M Trolox/100 g) bileşiklerin aktivitesi incelenmiştir. Çalışmada yer alan her iki parametrenin değerleri elma çeşitleri ve meyve dokularına göre farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda yer alan çeşitlerin büyük çoğunluğunda meyve et + kabuk dokusunda toplam fenolik ve antioksidan değerleri daha yüksek olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Çalışmamızda yer alan değerlere benzer bulgular birçok araştırma sonucunda da rastlanmaktadır. Wang ve ark. (2015) Kırmızı etli olanlar da dahil olmak üzere 4 elma çeşidi ile

yaptıkları çalışmada, kabuk dokusunda toplam fenoliklerin ete göre 3-6 kat, antioksidan aktivitenin ise 2-8 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Drogoudi ve ark. (2008) çalışmalarında 7 elma çeşidini değerlendirmişler ve sonuç olarak meyve etinde toplam antioksidan değerleri kabuk ile karşılaştırıldığında kabuk dokusundaki toplam antioksidan aktivitesi 1.5-9.2 kat daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam fenolik bakımında kabuk dokusunda 1.2-3.3 meyve etine göre daha yüksek fenolik bileşikler olduğunu belirlemişlerdir. Özgen ve Tokbaş (2007) araştırmalarında iki standart elma çeşidinde meyve kabuğundaki antioksidan değerlerinin meyve etine göre 3 kat daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Baltacıoğlu ve ark. (2024) Çalışmada ısıtma işlemi alternatif olarak termosonikasyon (TS) yöntemi ile taze sıkılmış elma sularının farklı genlik (%60, 80, 100), sıcaklık (40, 50, 60 ve 70°C) ve sürelerde (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) pastörize edilmesi amacı ile araştırılmıştır. Yöntemin elma suyundaki polifenoloksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) ile fenolik bileşikler üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada %60 genlik seviyesinde sabit süre ve düşük sıcaklık uygulamalarında (40-50°C) sıcaklık arttıkça toplam fenolik madde miktarında artış belirlenmiştir. %60, genlik 40°C sıcak 5 dakika işlem sonunda değerler $328,79 \pm 4,20$ mg GAE/kg YA, 50°C 5 dakika sonunda $412,72 \pm 13,50$ mg GAE/kg YA olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda 60°C sıcaklık 5 dakika işlem sonunda toplam fenolik madde miktarı artış göstermiş ve $425,92 \pm 6,31$ mg GAE/kg YA olarak ölçülmüştür. Ayrıca %80 genlik, düşük sıcaklık (40°C) ve kısa işlem sürelerinde (5, 10 ve 15 dakika) termosonikasyon uygulanarak değerleri sırasıyla $352,62 \pm 4,63$, $386,95 \pm 6,56$, $514,04 \pm 18,44$ mg GAE/kg YA olarak belirlenmiştir. %80 genlik 50°C sıcaklık tüm işlem sürelerinde kontrole göre toplam fenolik madde miktarında azalma tespit edilmiştir. Bu sıcaklık değerinde en yüksek TFM miktarı ($28,29 \pm 0,36$ mg GAE/kg YA) 30 dakika işlem sonunda belirlenmiştir. %100 genlik 40°C sıcaklık tüm süre parametrelerinde kontrol örneğine göre toplam fenolik miktarında azalma belirlenmiştir. %100 genlikte, 40°C sıcaklıkta 5 dakika işlem sonucunda TFM miktarı $351,23 \pm 2,05$ mg GAE/kg YA olarak belirlenirken, 30 dakika sonucunda $243,08 \pm 2,26$ mg GAE/kg YA olarak belirlenmiştir. Dost ve ark. (2020) Çalışmada, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (Türkiye) kıyı şeridinde bulunan yerel elma çeşitleri ve 5 standart çeşidin meyve eti ve meyve eti + kabuk dokusundaki antioksidan aktivite ve toplam fenolikler belirlemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmada yer alan çeşitlerin antioksidan aktiviteler ($\mu\text{mol Trolox}$

eşdeğeri (TE) antioksidan g taze ağırlık (fw) ⁻¹) yerel çeşitlerin meyve etindeki antioksidan aktivitesi 0,17 (Misket) ile 1,70 (Yumuşak Tongar) arasında ve standart çeşitlerin meyve etindeki antioksidan aktivitesi 0,24 ('Royal Gala') ile 0,29 ('Pink Lady' ve 'Granny Smith') arasında; yerel çeşitlerin meyve eti + kabuk dokusundaki antioksidan aktivitesi 0,35 (Amasya Elması) ile 1,55 (Laz Elması, Of) arasında ve standart çeşitlerin meyve eti + kabuk dokusundaki antioksidan aktivitesi 0,27 (Jonagold) ile 0,61 (Royal Gala) arasında değişmiştir. Ayrıca çeşitlerde, toplam fenolikler (Galik asit eşdeğeri (GAE) kg fw⁻¹) meyve etinde ve meyve eti + kabuk dokusunda yerel çeşitlerin meyve etindeki toplam fenolik madde miktarı 53,26 (Ünye Elması) ile 300,54 (Demir İyidere Çizgili) arasında, standart çeşitlerin meyve etindeki toplam fenolik madde miktarı ise 56,30 (Royal Gala) ile 124,64 (Jonagold) arasında değişmiştir; yerel çeşitlerin meyve eti + kabuk dokusundaki toplam fenolik madde miktarı 89,32 (Mahmut Elması) ile 406,91 (Yumuşak Tongar) arasında, standart çeşitlerin meyve eti + kabuk dokusundaki toplam fenolik madde miktarı ise 102,73 (Summerred) ile 198,72 (Jonagold) arasında değişmiştir. Mertoğlu ve Evrenosoğlu (2019) Çalışmalarında 2017 ve 2018 yıllarında bazı elma ve armut çeşitlerini fitokimyasal karakterizasyonu amacıyla yapılmıştır. Araştırmada yer alan meyve türlerin Elma çeşitleri arasında toplam fenol içeriği bakımından, Jersey Mac çeşidi (494,8 mg.GAE L-1), diğer çeşitlerden çok daha yüksek düzeyde tespit edilirken, Summer Red (158,67 mg.GAE L-1) en düşük toplam fenol içeriğine sahip olmuştur. Armut çeşitleri arasında toplam fenol içeriği, Conference (334,76 mg.GAE L-1) ve Ankara (103,49 mg.GAE L-1) çeşitleri arasında büyük bir fark belirlenmemiştir. Antioksidan aktivite bakımından, elma çeşitleri arasında Jersey Mac (%78,23) ile Pink Lady (%55,94) çeşitleri arasında değişim gösterirken, armutlarda Limon (%78,43) ve Ankara (%11,93) çeşitleri arasında tespit edilmiştir. Dhyanı ve ark. (2018) Çalışmada himalaya bölgesinde yetişen ve o bölgede yaşayan insanların geçiminde ve ekonomisinde katısı olan Delicious elma grubunun, besinsel ve fenolik içerik açısından araştırmışlardır. Çalışma, kabuk ve meyve eti kısımlarında toplam fenol, flavonoid, flavonol, tanen, antioksidan aktivite ve fenolik bileşiklerin çeşide ve konuma bağlı değişimini açıklamaktadır. Tıpkı tüm meyvelerde olduğu gibi, Golden Delicious ve Red Delicious'ta da epikateşin içeriğinin kabukta daha yüksek bir aralığa ve ortalamaya sahip olduğu [Golden Delicious (20,37–41,24 mg/100 g; 32,14 ± 0,03 mg/100 g meyve suyu), Red Delicious (34,74–52,97 mg/100 g; 43,74 ± 0,02 mg/100 g fw)] ve meyve eti [Golden Delicious (10,36–22,21 mg/100 g; 15,22 ± 0,05 mg/100

g fw), Red Delicious (13,21– 22,45 mg/100 g; $18,26 \pm 0,02$ mg/100 g fw)], ayrıca incelenen diğer parametrelerle karşılaştırıldığında kabuk kısmında değerler daha yüksektir. Abacı ve Sevindik (2014) Çalışmalarında Ardahan Bölgesi'nde Posof ve Çıldır yörelerinde yetiştirilen 26 elma çeşidinde meyve özelliklerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Sonuç olarak çalışmada yer alan çeşitlerin toplam fenolik madde içerikleri karşılaştırıldığında, en yüksek içeriğin İçi Kırmızı Uruset çeşidinin kabuğunda (578.7 mg/100 g) ve meyve etinde (112.2 mg/100 g), en düşük içeriğin Kanevoz çeşidinin meyve kabuğunda (209.7 mg/100 g) ve meyve etinde (46.9 mg/100 g) olduğu saptanmıştır. Zardoc ve ark. (2013) Çalışma Brezilya elma üretiminin %95 ini oluşturan Gala, Fuji ve Golden Delicious çeşitlerinin fenol içeriklerini incelemiş ve değerlendirilmiştir. Bütün meyvelerin fenolik profili yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ve toplam fenol değerleri Folin-Ciocalteau metodu ayrıca antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi kullanılarak (Tam meyve, kabuk, meyve eti) belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Golden Delicious çeşidi en yüksek (408 mg/fruit) fenolik kapasitesine sahiptir. Fuji (194 mg/fruit) ve Gala (162 mg/fruit) çeşitlerine kıyaslandığında, ayrıca Golden Delicious antioksidan değeri 2.5-3.6 kat daha yüksek bulunmuştur. Sırası ile Fuji ve Gala çeşitleri ile kıyaslandığında. Bouayed ve ark. (2011) Lüksemburg'da yetiştirilen yedi elma çeşidi Grauapfel, Roter Trierer Weinapfel, Graham Apfel, Florina, Eifeler Rambour, Topaz, ve Goldparma, (Kockelscheuer, Lüksemburg) Eylül – Kasım 2009 arasında hasat edilerek 100 g taze elmada 87 ile 434 mg GAE arasındaki miktarlarda toplam fenolik içeriği elde edilmiştir. Toplam serbest radikal temizleme kapasitesi ABTS'yi yansıtan toplam antioksidan kapasitesi, 270 ile 1.142 mg ABTS/100 g arasında belirlenmiştir. Valavanidis ve ark. (2009) Çalışmada organik ve konvansiyonel tarımsal yöntemlerle yetiştirilen beş elma (Red Delicious-Starking, Golden Delicious, Granny Smith, Jona Gold ve Royal Gala) çeşidinin polifenoller ve toplam antioksidan aktiviteleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre ABTS ile belirlenen Meyve eti + kabuk toplam antioksidan değerleri konvansiyonel tarımda en yüksek Golden Delicious ($1.63 \text{ mg mL}^{-1}/100 \text{ g}$), Starking ($0.94 \text{ mg mL}^{-1}/100 \text{ g}$), en düşük değerler ise Granny Smith ve Royal Gala ($0.87 \text{ mg mL}^{-1}/100 \text{ g}$) olarak bulunmuştur. Ayrıca bu değerler organik tarım uygulamasında en yüksek Golden Delicious ($1.80 \text{ mg mL}^{-1}/100 \text{ g}$), Royal Gala ($1.13 \text{ mg mL}^{-1}/100 \text{ g}$), en düşük değerler Starking ($0.79 \text{ mg mL}^{-1}/100 \text{ g}$), Jonagold (0.87 mg mL^{-1} per 100 g (f.w.) olarak tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan çeşitlerin meyve kabuğundaki antioksidan değerleri konvansiyonel ve organik

tarımda Royal Gala en yüksek sırası ile (0.80 mg mL⁻¹/100 g), (0.89 mg mL⁻¹/100 g), belirlenirken en düşük değerler Starkin çeşidinde sırası ile (0.42 mg mL⁻¹/100 g), (0.41 mg mL⁻¹/100g) olarak bulunmuştur. Khanizadeh ve ark. (2008) Kanada'da elma şarabı üretiminde kullanılacak sekiz yerel elma çeşidinin etinde ve kabuğunda fenolik bileşim, konsantrasyon ve toplam antioksidan kapasite tesbit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen genotiplerin antioksidan kapasitesinin tüm çeşitlerde meyve kabuğunda meyve etine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmada “SJC658” ve Gala meyve kabukları sırasıyla 4519 ve 4301 mg AAE/g miktar ile “SuperMac”e (1745 mg AAE/g) karşı en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olmuşlardır. Meyve etinde "SJC658"ın toplam antioksidan değeri 1246 mg AAE/g ile tüm genotiplerden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuş, buna karşın "McIntosh Summerland" 323 mg AAE/g ile en düşük değere sahip iken, bu değer "SJC658" çeşidinden dört kat daha düşük görülmüştür. "SJ7138 -2", "Spartan" ve "Belmac" çeşitlerinin toplam antioksidan değerleri 430 ile 540 mg AAE/g arasında değişerek, orta sıralarda yer almaktadırlar. Çalışmalarda yer alan değerlerin birçoğunun araştırmada elde ettiğimiz verilerle tutarlı olduğu, bazı çalışmaların verilerinin ise araştırmamızda elde ettiğimiz verilerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, 2023-2024 yıllarında Karaman ilinde M9 anaçlı Pink Lady ve Jeromine elma çeşitlerinin genç ağaçlarında su stresinin meyvelerin toplam fenolik ve antioksidan bileşiklerine etkisi göz önünde bulundurulduğunda, su stresine maruz kalan tüm ağaçların toplam fenolik ve antioksidan değerlerinin, strese maruz kalmayanlara göre %15 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıklar, elma üretiminde meyve kalitesini ve verimi etkileyen en önemli iklim faktörlerinden biridir. İklim değişikliği ve kuraklığın her geçen gün arttığı ülkemizde, mevcut çeşitler yerine su stresine daha dayanıklı veya su stresinden daha az etkilenen çeşitlerle yeni bahçelerin kurulması gerekmektedir. Aksi takdirde çiftçiler elma yetiştiriciliğinde çok büyük problemlerle yüz yüze kalacaklardır. Kuraklığın artmasıyla verim ve kalite düşecek ve sektör gelirleri de azalacaktır. Bu durum birçok iş kolu için büyük ekonomik zorluklar anlamına gelecektir. Zaman kaybedilmeden doğru politikalar ve araştırmalar ile su tüketimi düzenlenmeli ve elma üretim potansiyeli büyük değişimler yaşamalıdır.

KAYNAKLAR

- Abacı, Z. T. ve Sevindik, E. 2014. Ardahan bölgesinde yetiştirilen elma çeşitlerinin biyoaktif bileşiklerinin ve toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *YYÜ Tar. Bil. Derg.*, 24(2), 175-184.
- Arıkan, Ş., İpek, M. ve Pırlak, L. 2015. Konya Ekolojik Şartlarında Bazı Elma Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10), 811-815.
- Aygün, A. ve Ülgen, S. A. 2009. Rize’de Yetiştirilen Demir Elma (*Malus communis* L.) Çeşidinin Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 201-205. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/413350>
- Bahukhandi, A., Dhyanı, P., Bhatt, I.D. ve and Rawal, R.S. 2018. Variation in polyphenolics and antioxidant activity of traditional apple cultivars from West Himalaya, Uttarakhand. *Horticultural Plant Journal*, 4(4), 151–157.
- Bakhshi, D. ve and Ghorbani, E. 2012. Evaluation of Phenolic Compounds in Different Parts of a Native Red-Fleshed Apple (*Malus baccata*) in Northern Iran. *The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 6(1), 68-71.
- Balta, M. F., Aksoy, B., Karakaya, O. ve Uzun, S. 2020. Çarşamba ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı standart elma çeşitlerinin verim ve meyve özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 187-192. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20219973383>
- Baltacıoğlu, H., Türk, E. M. ve Doğanay, G. 2024. Effect of Thermosonication Treatment on Enzyme Activity and Phenolic Compounds in Apple Juice: FTIR and HPLC Study. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 12(1), 72-82. <https://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/6411/3124>
- Bayazit, S. ve and Çalışkan, O. 2017. Performance of some apple cultivars and rootstocks in subtropical ecological conditions of the mediterranean region in Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 16(5), 3-11. DOI: 10.24326/asphc.2017.5.1
- Bhargava, S., ve and Sawant, K. 2013. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. *Plant Breeding*, 132: 21-32.
- Bian, Z., Zhang, X., Wang, Y. ve and Lu, C. 2019. Improving drought tolerance by altering the photosynthetic rate and stomatal aperture via green light in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings under drought conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 167, 1-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847219305441>
- Boini, A., Manfrini, L., Morandi, B., Grappadelli, L. C., Predieri, S., Daniele, G. M. ve and López, G. (2021). High Levels of Shading as A Sustainable Application for Mitigating Drought, in Modern Apple Production. *Agronomy*, 11(422), 1-21. <file:///C:/Users/sedos/Downloads/agronomy-11-00422-v4.pdf>
- Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., İkinci, A. ve and Tonkaz, T. (2014). The Effect of

Water Stress on Some Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics and Bud Success on Apple and Quince Rootstocks. *The Scientific World Journal*, 769732.

- Bouayed, J., Hoffmann, L. ve and Bohn, T. (2011). Antioxidative Mechanisms of Whole-Apple Antioxidants Employing Different Varieties from Luxembourg. *J Med Food*, 14(12), 1631-1637. DOI: 10.1089/jmf.2010.0260
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S. ve and Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hij Den Biyol Derg*, 69(2), 97-110.
- Chai, L., Song Y. Q. ve and Leung W. K. (2012). Genetic polymorphism studies in periodontitis and Fc Receptors. *J. Periodontal Res*, 47, 273-285.
- Coşkun, S. ve Aşkın, M. A. (2016). Bazı Yerli Elma Çesitlerinin Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1), 120-131. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/308605>
- Cramer, G. R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillett, R., Tattersall, E., Bohlman, M., Vincent, D., Sonderegger, J., Evans, J., Osborne, C., Quilici, D., Schlauch, K.A., Schooley D. A. ve and Cushman J. C. (2007). Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. *Functional and Integrative Genomics*, 7(2), 111-134.
- Çakir, M., Yıldırım, A. N., Çelik, C. ve Esen, M. (2021). Farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi. *Anadolu J Agr Sci*, 36, 478-487. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1763810>
- Çezik, F., Öcalan, O. N., Dinçer, E., Al-Salihi, A. A. M., Çiğdem, M. R., İşbilir, M. E., Paşazade, E., Öztürk, B. ve Saraçoğlu, O. (2024). Comparison of Cold Storage Abilities of 'Ayvaniye' and 'Granny Smith' Apple Cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 41(1), 8-16.
- Damyar, S., Hassani, D., Dastjerdi, R., Hajnajari, H., Zeinanloo, A. A. ve an Fallahi, E. (2007). Evaluation of Iranian native apple cultivars and genotypes. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5(3 and 4), 211-215.
- Dhyani, P., Bahukhandi, A., Rawat, S., Bhatt, İ. D. ve and Rawal, R. S. (2018). Diversity of bioactive compounds and antioxidant activity in Delicious group of apple in Western Himalaya. *J Food Sci Technol*, 55(7), 2587-2599. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3179-x>
- Dost, S. E. ve Öztürk, P. (2023). Effect of drought stress on plant species in Karaman with terrestrial climate. 6th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2023), 1280-1290.
- Dost, S. E., Dumanoglu, H. ve Aygün, A. (2020). Antioxidant Activity and Total Phenolics of Local Apple Cultivars Encountered along the Coastal Zone of Northeastern Anatolia Region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi)*, 26, 471-478.
- Dousti, S. (2010). Braeburn, Fuji, Gala, Granny Smith, Jonagold ve Top Red elma çeşitlerinde M9 anacı üzerindeki genç ağaçların verim ve bazı meyve özelliklerinin yaz ayları düşük nemli karasal iklim koşullarında incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Dousti, S. 2016. Doğu Karadeniz bölgesi sahil kuşağı yerel elma çeşit koleksiyonu'ndan (Ankara), görünüm ve yeme kalitesi bakımından ümitvar genotiplerin seçilmesi ve tanımlanması. Ankara Üniversitesi.
- Dracup, J. A., Lee, K. S. ve Paulson Jr, E. G. (1980). On the definition of droughts, *Water resources research*, 16 (2), 297-302.
- Drogoudi, P. D., Michailidis, Z. ve Pantelidis, G. (2008). Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 115, 149-153.
- Faizi, Z. A. ve Öztürk, A. (2022). Yumuşak Çekirdekli Meyve Türlerinde Kuraklığın Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3), 1224-1237. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2274647>
- FAOSTAT (2023). Agricultural Statistics, Production. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Roma, İtalya. <http://faostat.fao.org>, Erisim tarihi: 25.06.2025.
- Ferretti, G., Turco, İ. ve Bacchetti, T. (2014). Apple as a Source of Dietary Phytonutrients: Bioavailability and Evidence of Protective Effects against Human Cardiovascular Disease. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 1234-1246.
- Gryazev, V., Osipov, Y. F., Pokataeva, O. ve Kasparova, V. (1980). Studies on the heat and drought resistance of vegetatively propagated apple and pear rootstocks, *Doklady Vsesoyuznoi Ordena Lenina Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk imeni VI Lenina*, 12-14.
- Güneş, R. (2017). Trakya yöresinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin çekirdeklerinden elde edilen yağların ve fenolik ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Gür, İ. (2018). Effects of Water Stress Applied on Some Pear Rootstocks for Morphological and Biochemical Changes. Süleyman Demirel University, Ph.D. Thesis.
- Ignatov, A. ve Bodishevskaya, A. (2011). Malus, In: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources Temperate Fruits. Kole, C. (ed), *Springer*, 45-64, New York.
- İçli, N. (2017). Elma Ekşilerinde Toplam Fenolik Bileşikler, Toplam Antioksidan Kapasite ve Toplam Flavonoid Maddelerin Tespiti. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 2(2), 89-99. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/334762>
- Javadi, T., Arzani, K. ve Ebrahimzadeh, H. (2008). Study of Proline, Soluble Sugar, and Chlorophyll A and B Changes in Nine Asian and One European Pear Cultivar under Drought Stress. *Acta Hort.* 769, 241-246. [file:///C:/Users/sedos/Downloads/29-Javadietal7692008%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/sedos/Downloads/29-Javadietal7692008%20(2).pdf)
- Javdani, Z., Ghasemnezhad, M., Najari, H. H. ve Bakshi, D. (2013). The comparison of phenolic compounds content and antioxidant capacity of some selected Iranian apple genotypes for processing technology. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 4(1), 43-55.
- Jia, D., Jiang, Q., Nocker, S., Gong, X. ve Ma, F. (2019). An apple (*Malus domestica*) NAC transcription factor enhances drought tolerance in transgenic apple plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139: 504-512. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942819301457?via%3>

- Kara, F., İmrak, B., Mızrak, A. ve Çömlekçioğlu, S. (2024). Gala Buckeye Elma Çeşidinde Dinlenmenin Kırılmasına Yönelik Çalışmalar. *BAHÇE*, 53(Özel Sayı 1), 165–172. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3925838>
- Karadeniz, F. ve Ekşi, A. (2001). Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 135-141. [file:///C:/Users/sedos/Downloads/Elma_Suyunda_Fenolik_Madde_Dagilimi_Uzer%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sedos/Downloads/Elma_Suyunda_Fenolik_Madde_Dagilimi_Uzer%20(1).pdf)
- Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N. ve Soyer, Y. (2005). Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 297-303. <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=2114&context=agriculture>
- Karadeniz, T., Akdemir, E. T., Yılmaz, İ. ve Aydın, H. (2013). Piraziz elmasında klon seleksiyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 2(1), 17-22. <https://www.acarindex.com/pdfs/304146>
- Kaynas, N., Kaynas, K., Oz, F. ve Burak, M. (1995). Drought resistance and limited water treatments of standard apple cultivars grafted on different rootstocks II, 21-22.
- Kevers, C., Pincemail, J., Tabart, J., Defraigne, J.O. ve Dommes, J. (2011). Influence of cultivar, harvest time, storage conditions, and peeling on the antioxidant capacity and phenolic and ascorbic acid contents of apples and pears. *J. Agric. Food Chem.*, 59, 6165-6171.
- Khanizadeh, S., Tsao, R., Rekika, D., Yang, R., Charles, M. T. ve Rupasinghe, H. P. V. (2008). Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 396-401.
- Kuzucu, F. C. ve Aydın, M. N. (2014). 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının “Fuji Kiku” Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri. *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 2(1), 101–108. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/237505>
- Küçükyumuk, C. (2020). Drought Response of Young Pear Trees (*Pyrus Communis*). *Applied Ecology And Environmental Research*, 18(6), 7769-7781. https://www.researchgate.net/publication/348828743_DROUGHT_RESPONSE_OF_YOUNG_PEAR_TREES_PYRUS_COMMINUS
- Lattanzio, V. (2003). Bioactive Polyphenols: Their Role in Quality and Storability of Fruit and Vegetables. *J. Appl Bot*, 77, 128-146.
- Liang, B., Ma, C., Zhang, Z., Wei, Z., Gao, T., Zhao, Q., Ma, F. ve and Li, C. (2018). Long-term exogenous application of melatonin improves nutrient uptake fluxes in apple plants under moderate drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 155, https://www.researchgate.net/publication/327105610_Long-term_exogenous_application_of_melatonin_improves_nutrient_uptake_fluxes_in_apple_plants_under_moderate_drought_stress
- Luby, J. J. 2003. *Taxonomic classification and brief history*, In: *Apples, Botany, Production and Uses*. Ferree D.C., Warrington I.J. (eds), CABI Publishing, 1-14,

Cambridge.

- Marcińska, I., Czyczyło-Mysza, I., Skrzypek, E., Filek, M., Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., Janowiak, F., Hura, T., Dziurka, M., Dziurka, K., Nowakowska, A. ve Quarrie, S. A. (2013). Impact of osmotic stress on physiological and biochemical characteristics in drought-susceptible and drought-resistant wheat genotypes. *Acta Physiol Plant*, 35: 451-461.
- Markowski, J., Plochanski, W. ve Mieszczakowska, M. (2007). Effect of cultivar and processing on phenolics and antioxidant activity of apple products. *Acta Hort.*, 744, 363-367.
- Marks, S. C., Mullen, W, ve Crozier, A. (2007). Flavonoid and chlorogenic acid profiles of English cider apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 719–728.
https://www.researchgate.net/publication/40709609_Flavonoid_and_chlorogenic_acid_profiles_of_English_cider_apples
- McGhie, T. K., Hunt, M. ve Barnett, L. E. (2005). Cultivar and growing region determine the antioxidant polyphenolic concentration and composition of apples grown in New Zealand. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 3065–70.
- Mditshwa, A., Vries, F., Merwe, K., Crouch, E. ve Opara, U. L. (2015). Antioxidant content and phytochemical properties of apple ‘Granny Smith’ at different harvest times. *South African Journal of Plant and Soil*, 32(4), 221-226.
- Mertoğlu, K. ve Evrenosoğlu, Y. (2019). Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Fitokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/810458>
- Mratinic, E. ve Aksic, M. F. (2012). Phenotypic diversity of apple (*Malus* sp.) germplasm in South Serbia. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(3), 349-358.
- Munns, R. ve Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
- Mutlu, S. ve Gür, E. 2023. Akçagül 77 Yeni Elma Çeşidi’nin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ÇOMÜ LJAR*, 4(7), 41-48.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3221936>
- Nader, K. B., Stoll, M., Rauhut, D., Patz, C. D., Jung, R., Loehnertz, O. and Gomès, E. 2019. Impact of Grapevine Age on Water Status and *Vitis vinifera* L. cv Productivity. Riesling. *European Journal of Agronomy*, 104, 1-12.
- Noctor, G., Reichheld, J. P. ve Foyer, C. H. (2018). ROS-Related Redox Regulation and Signaling in Plants. *In Seminars in Cell & Developmental Biology*, 80, 3-12.
- Oszmiański, J., Wolniak, M., Wojdyło, A. ve Wawer, I. 2008. Influence of apple puree preparation and storage on polyphenol contents and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 107, 1473–1484.
file:///C:/Users/sedos/Downloads/Influence_of_apple_puree_preparation_and.pdf
- Örs, S. ve Ekinci, M. 2015. Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi. *Derim*, 32(2), 237-250.
- Özel, N., Güngör, İ. ve Vurgun, H. 2020. Doğu Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen Bazı

- Elma Genotiplerinin Antioksidan Özellikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(1), 242-249. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/969965>
- Özgen, M. ve Tokbaş, H. 2007. Işıklanma ve meyve dokusunun Amasya ve Fuji elmalarında antioksidan kapasitesine etkisi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1-5.
- Özmen, Z. S. ve Çekiç, Ç. 2018. Tokat Yöresinde Yetişen Yerel Elma Genotiplerinde Pomolojik Özelliklerin Tespiti. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 35(Ek Sayı), 102-107. doi: 10.13002/jafag4516
- Öztürk, A. ve Öztürk, B. 2016. Samsun ekolojisinde yetiştirilen standart bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 31, 1-8. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/187928>
- Öztürk, M.A. ve Seçmen, Ö. (1992). Bitki ekolojisi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Yayın No: 141, İzmir.
- Paudel, İ., Gerbi, H., Zisovich, A., Sapir, G., Ben-Dor, S., Brumfeld, V. ve Klein, T. (2019). Drought tolerance mechanisms and aquaporin expression of wild vs. cultivated pear tree species in the field. *Environmental and Experimental Botany*, 167, 1-13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847219306446?via%3Dihub>
- Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A. M. ve Di'az-Herna'ndez, M. B. (2007). Evaluating of genetic identity and variation of local apple cultivars (*Malus x domestica*) from Spain using microsatellite markers. *Genet. Resour. Crop Ev.*, 54, 405-420.
- Polat, M., Mertoğlu, K. ve Eskimez, İ. (2020). Elmada Bazı Özelliklerin Birlikte Ele Alınabilme Potansiyelleri: Pinova Örneği. *Ziraat Mühendiliği* (370), 115-125. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1121492>
- Qi, J., Sun, S., Yang, L., Li, M., Ma, F. ve Zou, Y. (2019). Potassium uptake and transport in apple roots under drought stress. *Horticultural Plant Journal*, 5(1), 10-16.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Biology and Medicine*, 26; 1231-1237.
- Reid, M. ve Kalcsits, L. (2020). Water Deficit Timing Affects Physiological Drought Response, Fruit Size, and Bitter Pit Development for 'Honeycrisp' Apple. *Plants*, 9 (874), 1-17. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/7/874>
- Sırdaş, S. (2002). Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 237s, İstanbul.
- Singleton, V. L. ve Rossi, J. A. (1965). Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult*, 16, 144-158.
- Song, X., Gao, X., Wu, P., Zhao, X., Zhang, W., Zou, Y. ve Siddique, K. H. (2020). Drought responses of profile plant-available water and fine-root

- distributions in apple (*Malus pumila* Mill.) orchards in a loessial, semi-arid, hilly area of China. *Science of the Total Environment*, 723, 137739.
- Srednicka-Tober, D., Baranski, M., Kazimierczak, R., Ponder, A., Kopczynska, K. ve Hallmann, E. (2020). Selected Antioxidants in Organic vs. Conventionally Grown Apple Fruits. *Appl. Sci.*, 10(2997), 1-14.
- Suran, P. ve and Pravcová, G. (2023). Drought stress affects productivity and fruit size of new apple cultivars. *Acta Hort.* 1372, 149-153. https://www.researchgate.net/publication/372257939_Drought_stress_affects_productivity_and_fruit_size_of_new_apple_cultivars
- Şenyurt, M., Kalkışım, Ö. ve Karadeniz, T. (2015). Gümüşhane yöresinde yetiştirilen bazı standart ve mahalli elma (*Malus communis* L.) çeşitlerinin pomolojik özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(2), 59-64. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/371162>
- Tahmaz, H. (2014). Kalecik Karası (*Vitis vinifera* L.) ve Boğazkere (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşitlerinde farklı yetiştiricilik, depolama, UV uygulaması ve vinifikasyon tekniklerinin bazı fenolik bileşikler üzerine etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tan, A. (2010). Türkiye bitki genetik kaynakları ve muhafazası. *Anadolu, J. of AARI*, 20(1), 9-37.
- Tekkanat, D. N. ve Koyuncu, M. A. (2024). Derim Sonrası Oksin, 1-Metilsiklopropan ve 1-N-Naftilfitalamik Asit Uygulamalarının ‘Golden Delicious’ Elma Çeşidinde Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 39(2), 291-310. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3622207>
- Uğurlu, S. ve Bakkalbaşı, E. (2023). Elma kabuğundan fenolik maddelerin ultrases destekli ekstraksiyonu. *Food Health*, 9(4), 341-349. <http://jfh.sscientificwebjournals.com/tr/download/article-file/3211501>
- Usenik, V., Mikulic Petkovsek M., Solar A. ve Stampar F. (2004). Flavanols of leaves in relation to apple scab resistance. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 111, 137- 144.
- Valavanidis, A., Vlachogianni, T., Psomas, A., Zovoili, A. ve Siatis, V. (2009). Polyphenolic profile and antioxidant activity of five apple cultivars grown under organic and conventional agricultural practices. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1167-1175. doi:10.1111/j.1365-2621.2009.01937.x
- Volk, G. M., Christopher, M. R., Reilley, A. A., Henk, A. D. ve Reeves, P. A. (2008). Genetic diversity and disease resistance of wild *Malus orientalis* from Turkey and Southern Russia. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 133(3), 383-389.
- Wang, X., Li, C., Liang, D., Zou, Y., Li, P. ve Ma, F. (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples. *Journal of Functional Foods*, 18, 1086-1094.
- Wang, Y. T., Chen, Z. Y., Jiang, Y., Duan, B. B. ve Xi, Z. M. (2019). Involvement of ABA and Antioxidant System in Brassinosteroid Induced Water Stress Tolerance of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 256, 108596.
- Wilhite, D. A. ve Glantz, M. H. (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions, *Water International*, 10 (3), 111-120.

- Yıldırım, F., Binici, S., Pepe, A. V., Çelik, C. ve Yıldırım, A. N. (2024). Oksalik asit Zerdali ve Myrobolan 29C Anaçlarına Aşılı ‘Perfect Red’ Kayısı Çeşidinde Hasat Öncesi Oksalik Asit Uygulamalarının Meyve İriliği ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi. *BAHÇE*, 53(Özel Sayı 1), 29–34. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3920434>
- Yıldırım, M., Benzer, F., Çimen, M., Barış, D., Yıldırım, H., Sanyürek, N. K. ve Karakavak, E. (2021). Isparta’da Yetişen Bazı Elma Çeşitlerinin Meyve Eti, Kabuk ve Çekirdek Yuvasındaki Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. *Int. J. Pure Appl. Sci.*, 5(1), 31-36. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/749699>
- Zardo, D. M., Silva, K. M., Guyot, S. ve Nogueira, A. (2013). Phenolic profile and antioxidant capacity of the principal apples produced in Brazil. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(5), 611-620. https://www.academia.edu/12872471/Phenolic_profile_and_antioxidant_capacity_of_the_principal_apples_produced_in_Brazil?email_work_card=title