

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**BAZI YEREL YER ELMASI (*HELİANTHUS TUBEROSUS*
L.) GENOTİPLERİNİN BİYOKİMYASAL ve BİYOAKTİF
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Zelal İNAN**

**Danışman
Doç. Dr. Fatih HANCI**

Yüksek Lisans Tezi

**Ağustos 2023
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**BAZI YEREL YER ELMASI (*HELIANTHUS TUBEROSUS*
L.) GENOTİPLERİNİN BİYOKİMYASAL ve BİYOAKTİF
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Zelal İNAN**

**Danışman
Doç. Dr. Fatih HANCI**

**Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)
tarafından TOVAG 120O930 no'lu proje ile desteklenmiştir.**

**Ağustos 2023
KAYSERİ**

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.

Zelal İNAN

İmza

“Bazı Yerel Yer Elması (*Helianthus tuberosus*) Genotiplerinin Biyokimyasal ve Biyoaktif İçeriklerinin Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Zelal İNAN

İmza

Danışman

Doç. Dr. Fatih HANCI

İmza

Bahçe Bitkileri ABD Başkanı

Prof. Dr. Ercan YILDIZ

İmza

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, bana araştırma ve kendimi geliştirme olanağı sağlayan, çalışmam süresince yakın ilgi ve önerileriyle bana yol gösterip beni yönlendiren değerli danışmanım Doç. Dr. Fatih HANCI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmaya TOVAG 1200930 no' lu proje ile destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkürlerimizi sunarım.

Hayatım boyunca manevi ve maddi en büyük destekçilerim olan ve beni daima destekleyen, sabır göstererek bugünlere gelmemi sağlayan, sonsuz sevgi ve saygılarımı sunduğum canım aileme teşekkür ederim.

Zelal İNAN

Ağustos 2023, KAYSERİ

BAZI YEREL YER ELMASI (*HELIANTHUS TUBEROSUS*) GENOTİPLERİNİN BİYOKİMYASAL VE BİYOAKTİF İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Zelal İNAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2023
Danışman: Doç. Dr. Fatih HANCI

ÖZET

Ayçiçeği ile aynı familyada yer alan, ülkemizin birçok bölgesinde küçük alanlarda yetişen yer elması (*Helianthus tuberosus* L.), günümüzde alternatif değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve insan sağlığı üzerine etkilenin anlaşılmasıyla Dünya genelinde tekrar popüler hale gelmeye başlamıştır. Yer elması, sahip olduğu yüksek biyoaktif bileşen içeriği ve ekstrem çevre koşullarına adaptasyon yeteneği nedeniyle yüksek potansiyele sahiptir. Bu tez çalışmasında, Türkiye yer elması genetik kaynaklarının, üç farklı organından (yaprak, çiçek, yumru), insan sağlığı bakımından önemli bazı biyoaktif bileşenler temelinde karakterizasyon çalışması yapılmıştır. 22 farklı klon ve her klonun üç farklı organından alınan örneklerin değerlendirilmesi, interaksiyon etkilerini dikkate alarak yapılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, toplam flavonoid, askorbik asit, SPAD değeri, pH, H₂O₂ giderme kapasitesi, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde ve FRAP antioksidan kapasite parametreleri üzerinde klonların ve örneklenen organların interaksiyonun istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Titre edilebilir asitlik, toplam fenolik madde ve DPPH'ye göre antioksidan kapasite parametreleri için organ ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir. Titre edilebilir asitlik ile yumrudaki toplam fenolik madde miktarı, korelasyon analizinde en yüksek katsayıya sahip (0,576) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, genetik kaynak, karakterizasyon, yer elması

**DETERMINATION OF BIOCHEMICAL AND BIOACTIVE CONTENTS OF
SOME LOCAL JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS*)
GENOTYPES**

Zelal İNAN

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, August 2023
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih HANCI**

ABSTRACT

Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), which is in the same family as sunflower and grown in small areas in many regions of Türkiye, has started to become popular again worldwide with the development of alternative evaluation methods and the understanding of its effects on human health. Jerusalem artichoke has high potential due to its high content of bioactive compounds and adaptability to extreme environmental conditions. In this thesis study, a characterization was carried out on the basis of some bioactive components important for human health from three different organs (leaf, flower, tuber) of Turkish Jerusalem artichoke genetic resources. Samples from 22 different clones and three different organs of each clone were evaluated by considering the interaction effects. The findings of the study showed that the interaction of clones and sampled organs had a statistically significant effect on total flavonoids, ascorbic acid, SPAD value, pH, H₂O₂ removal capacity, water soluble dry matter, total dry matter and FRAP antioxidant capacity parameters. Differences between organ means for titratable acidity, total phenolic matter and antioxidant capacity by DPPH were statistically significant. Titratable acidity and total phenolic matter in the tuber had the highest coefficient (0.576) in the correlation analysis.

Keywords: Antioxidant, genetic resource, characterization, Jerusalem artichoke

İÇİNDEKİLER

DETERMINATION OF BIOCHEMICAL AND BIOACTIVE CONTENTS OF SOME LOCAL JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS*) GENOTYPES

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu	2
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi	2
1.4. Literatür Çalışması	3

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem	8
2.1.1. Biyokimyasal Analizler	8
2.1.2. İstatistiksel Değerlendirmeler	15
2.2. Materyal	16

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Toplam Flavonoid Miktarı	18
3.2. Askorbik Asit Miktarının Belirlenmesi	20
3.3. Klorofil Miktarının Belirlenmesi	22
3.4. pH Ölçümü	23

3.5. FRAP Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi.....	25
3.6. H₂O₂ Giderme Aktivitesi	27
3.7. Toplam Kuru Madde Oranı (%) Ölçümü	29
3.8. Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) Ölçümü	30
3.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı	33
3.10. Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü.....	35
3.11. Tuz değerlerinin belirlenmesi	37
3.12. DDPH Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi	37
3.13. Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi.....	39
3.14. CUPRAC Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi	40
3.15. ABTS Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi.....	42

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma	55
4.2.Sonuç ve Öneriler	62
KAYNAKÇA	65
ÖZGEÇMİŞ.....	73

KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Derece santigrat
µL	: Miktolitre
ABTS	: 2,2'-azonobis(3-etilbenzothiazoline-6-sulfonat)
BHT	: Bütillenmiş hidroksi toluene
Brix	: Çözülebilir kuru madde miktarı
BSA	: Sığır serum albümini
cm:	: Santimetre
CUPRAC	: Bakır (II) iyonu iyonu indirgeyici antioksidan kapasite tayini
DM	: Kuru madde
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FOS	: Frukto-oligosakkarit
FRAP	: Ferrik indirgeyici antioksidan güç yöntemi
g	: Gram
L	: Linnaeus
LSD	: Post-hoc testi
m	: Metre
ME	: Metabolize edilebilir enerji
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
OMD	: Organik madde sindirilebilirliği
PCA	: Temel bileşenler analizi
PIC	: Polimorfik bilgi içeriği
SÇKM	: Suda Çözülür Kuru Madde
SD	: Standart sapma
TEAC	: Troloks eşdeğer antioksidan kapasite
TPTZ	: 2,4,6-tripridil-s-triazin
TUBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1.	Tez çalışmasında kullanılacak bitkisel materyal	16
Tablo 2.1.	Toplam Flavanoid Miktarı ile ilgili özet istatistik veriler.....	18
Tablo 2.2.	Örneklere ait toplam flavanoid analizi sonuçları (mg Kuersetin/g)	19
Tablo 2.3.	Toplam flavanoid miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları	20
Tablo 2.4.	Askorbik Asit Miktarı ile ilgili özet istatistik veriler.....	20
Tablo 2.5.	Örneklere ait Askorbik Asit analizi sonuçları (mg/100g).....	21
Tablo 2.6.	Askorbik Asit miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	22
Tablo 2.7.	Klorofil Miktarı ile ilgili özet istatistik veriler.	22
Tablo 2.8.	Klorofil analizi sonuçları (SPAD değeri).	23
Tablo 2.9.	Klorofil miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	23
Tablo 2.10.	pH Ölçümü ile ilgili özet istatistik veriler.	24
Tablo 2.11.	Örneklere ait pH Ölçümü sonuçları.	24
Tablo 2.12.	pH Ölçümü bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları. .	25
Tablo 2.13.	Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (FRAP) ile ilgili özet istatistik veriler.	25
Tablo 2.14.	Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (FRAP) analizi sonuçları (mM Tloroks / g).....	26
Tablo 2.15.	Antioksidan Kapasite (FRAP) ile ilgili organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.	27
Tablo 2.16.	H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesi ile ilgili özet istatistik veriler.	27
Tablo 2.17.	Örneklere ait H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesi analizi sonuçları (%).	28
Tablo 2.18.	H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesi bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.	28
Tablo 2.19.	Toplam Kuru Madde Oranı ile ilgili özet istatistik veriler.	29
Tablo 2.20.	Örneklere ait Toplam Kuru Madde Oranı (%) analizi sonuçları.	29
Tablo 2.21.	Toplam Kuru Madde Oranı (%) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	30
Tablo 2.22.	Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) ile ilgili özet istatistik veriler.	31

Tablo 2.23. Örneklere ait Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) analizi sonuçları (Brix°).	31
Tablo 2.24. Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	32
Tablo 2.25. Toplam Fenolik Madde Miktarı ile ilgili özet istatistikî veriler.	33
Tablo 2.26. Örneklere ait Toplam Fenolik Madde analizi sonuçları (Gallik Asit Eşdederi mg/g).	34
Tablo 2.27. Toplam Fenolik Madde miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	35
Tablo 2.28. Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü ile ilgili özet istatistikî veriler.	35
Tablo 2.29. Örneklere ait Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü sonuçları.	36
Tablo 2.30. Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	36
Tablo 2.31. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (DPPH) ile ilgili özet istatistikî veriler.	37
Tablo 2.32. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (DPPH) analizi sonuçları (μ M Troloks / g).....	38
Tablo 2.33. Antioksidan Kapasite (DPPH) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	38
Tablo 2.34. Çözünür Protein Miktarı ile ilgili özet istatistikî veriler.	39
Tablo 2.35. Örneklere ait Çözünür Protein analizi sonuçları (mg/ml).....	39
Tablo 2.36. Çözünür Protein miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları	40
Tablo 2.37. Antioksidan Kapasite (CUPRAC) ile ilgili özet istatistikî veriler.	40
Tablo 2.38. Örneklere ait Antioksidan Kapasite (CUPRAC) analizi sonuçları (mM Troloks /g).....	41
Tablo 2.39. Antioksidan Kapasite (CUPRAC) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	42
Tablo 2.40. Antioksidan Kapasite (ABTS) ile ilgili özet istatistikî veriler.....	42
Tablo 2.41. Örneklere ait Antioksidan Kapasite (ABTS) analizi sonuçları.....	43
Tablo 2.42. Antioksidan Kapasite (ABTS) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.....	44
Tablo 2.43. Yumru örneklerinden elde edilen sonuçların korelasyon analizi.....	45

Tablo 2.44. Yaprak örneklerinden elde edilen sonuçların korelasyon analizi.	46
Tablo 2.45. Çiçek örneklerinden elde edilen sonuçların korelasyon analizi.....	47
Tablo 2.46. Temel Bileşenler Analizi sonucu açıklanan varyasyon değerleri.	48
Tablo 2.47. İlk sekiz temel bileşendeki her bir karakterin eigen değerleri.	49
Tablo 2.48. Klonlar arasındaki Euclidian uzaklık katsayıları.	53
Tablo 2.49. İncelenen parametrelerin bir birleri üzerine dolaylı etkileri.	54



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	DPPH ölçümü için bekletilmiş örneklerdeki renk değişimi.....	9
Şekil 1.2.	Askorbik asit miktarının belirlenmesi için hazırlanan bazı örnekler	11
Şekil 1.3.	H ₂ O ₂ giderme aktivitesinin tayini için hazırlanmış spektrofotometre ve bazı örnekler.....	12
Şekil 1.4.	Toplam kuru madde miktarının belirlenmesi için hazırlanmış bazı örnekler.	14
Şekil 1.5.	Araştırmada kullanılan bazı yerel çeşitlere ait bitki yumru örnekleri.....	17
Şekil 2.1.	Yumru ve yaprak örnekleri arasında briks değerlerinin regresyon analizi. .	32
Şekil 2.2.	Yumru ve çiçek örnekleri arasında briks değerlerinin regresyon analizi.....	33
Şekil 2.3.	Yumru ve çiçek örnekleri arasında ABTS değerlerinin regresyon analizi...	44
Şekil 2.4.	İncelenen parametrelerin temel koordinatlar düzleminde dağılımı.....	50
Şekil 2.5.	İncelenen klonların temel koordinatlar düzleminde dağılımı.	51
Şekil 2.6.	Kümeleme analizi sonucu oluşan dendrogram.	52

GİRİŞ

Yer elması (*Helianthus tuberosus* L.) Kuzey Amerika'nın orta ve kuzey bölgelerinde doğal olarak yetişir. Bu bitki 1600'lü yılların başında Fransız kaşif Champlain tarafından Fransa'ya götürülmüş ve aynı yüzyılın ortalarından itibaren insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Cosgrove vd., 2005). Türkiye'de 1800'lü yıllarda İstanbul ve çevresinde üretimine başlandığı ve zamanla diğer bölgelere yayıldığı bilinmektedir (Vural vd., 2000).

Yer elmasının biyokimyasal bileşenlerinin belirlenmesi ve alternatif endüstriyel kullanım alanlarının araştırılması için birçok çalışma yürütülmektedir. Yer elmasına olan bu ilginin en büyük nedeni, diğer birçok endüstriyel bitkinin aksine stres koşullarına karşı oldukça toleranslı olmasıdır. Çiçeklenmeden önce fotosentetik şekerin %70-80'inin gövdede, kalan %20-30'unun ise yer elması yumrularında depolandığı bildirilmiştir. Sadece çiçeklenmeden sonra rezervlerin gövdelerde biriktiği; bu nedenle gövdenin geçici bir depolama organı olduğu ve bu rezervlerin daha sonra yumrulara aktarıldığı belirtilmiştir (D'Egidioa vd., 1998).

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu

Son yıllarda adaptasyon yeteneği yüksek, alternatif bitkilerin tanımlanmasına ve bu bitkilerin insan gıdası veya hayvan yemi olarak kullanım olanaklarının araştırılmasına yönelik çalışmalara hız verilmiştir. Bu tanımlamaya tam olarak uyan yer elması, içerdiği yüksek besin içeriği, eşsiz adaptasyon yeteneği ile ön plana çıkan bir üründür. Yer almasının önemli birtakım hastalıklara karşı koruyucu veya tedavi edici olumlu etki göstermesi, birçok bilimsel çalışmaya konu olmuştur. Ancak ülkemizdeki yerel yer elması genotiplerinin biyokimyasal içeriklerini karşılaştıran herhangi bir çalışmaya henüz rastlanılmamıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Tez çalışmasının amacı, Türkiye'nin 10 farklı ilinden toplanan yerel yer elması klonlarının, insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli olan bazı içeriklerinin tanımlanması ve öne çıkan klonların belirlenmesidir. Bu sayede, ileride seçilecek klonların, farklı organlarının da ikincil üretim faaliyetlerine konu olabilmesi amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

2019'dan bu yana yaşanan küresel krizler, gıda arzı ve tarımsal üretimin insanlığın sonsuza kadar karşı karşıya kalacağı en önemli gündemlerden ikisi olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda endüstriyel üretimde kullanılacak alternatif bitkilerin detaylı bir şekilde araştırılması büyük önem taşımaktadır. İnulin bakımından zengin yer elmasının yeraltı kısımları (yumruları) gıda, kimya ve ilaç endüstrilerinde önemli bir ham madde olarak hizmet vermektedir. Ayrıca, ekolojik çevrenin iyileştirilmesinde

eşsiz bir değere sahiptir ve potansiyel bir yenilenebilir enerji kaynağıdır (Kays ve Nottingham, 2007). Tüm bunların yanı sıra alkol ve fruktoz şurubunun hammaddesi olarak da kullanılmaktadır (Cosgrove vd., 2005).

1.4. Literatür Çalışması

Yunanca'da helios (güneş) ve anthos (çiçek) sözcüklerinden oluşturulan *Helianthus*, Compositae (Asteraceae) familyasına ait bir cinse verilen isimdir. Yeryüzünde 1000' e yakın cins ve 20.000 kadar tür ile temsil edilen Compositae familyası, çiçekli bitkilerin en zengin familyalarındandır. Compositae familyası bitkilerinden birçoğu bahçelerde yetiştirilen veya çiçekçilikte değerli olan süs bitkileridir (Tosun ve Özkal, 2000). Yurdumuzda 133 kadar cinsi ve 1156'dan fazla türü yetişmektedir. Bu familyadan olan *Helianthus* cinsi, bir kısmı çok yıllık, bir kısmı yıllık olmak üzere 50'nin üzerinde tür içermektedir Bunlardan *H. annuus* L. (Ayçiçeği, günebakan, gündoğdu) yaygın olarak yetiştirilmekte olup, ekonomik değere de sahip olan türlerdir (Seiler ve Brothers, 1999).

Yer elmasının yumrularında yaş ağırlığının %15-20'si ve kuru ağırlığın %63-75,5'i kadar inulin bulunur. Amerikan Tarım Bakanlığı'na göre, yer elması muzdan (358 mg/100 g) daha fazla potasyum içerir. Düşük poliamin içeriği nedeniyle diabet ve kemoterapi alan hastalara da önerilir (Anonim, 2017).

Yuan vd. (2012), klon farklılığı faktörünü göz ardı ederek yer elması yaprakları üzerindeki biyoaktif bileşenleri ve serbest radikalleri temizleme yeteneğini araştırmıştır. Sonuçlar, etil asetat fraksiyonunun en yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğunu göstermiştir (266.69 ± 2.51 mg GAE/g kuru özüt) ve en iyi serbest radikalleri temizleme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Altı fenolik bileşik, etil asetat fraksiyonundan in vitro koşullarda radikal süpürme aktivitesi belirleme çalışmalarında bulunmuştur. Bunlardan, 3-O-kafeoilkinik asit ve 1,5-dikafeoilkinik asit öne çıkmıştır. Çalışma, yer elması yapraklarının doğal bir antioksidan kaynağı olabileceğini ispatlamıştır.

Chen vd. (2013), yer elması yapraklarından elde edilen fenolik asitlerin ve antifungal bileşiklerin depolama sürecinde meyve ve sebzelerin ömrünü uzatma potansiyeline ilişkin bir araştırma yürütmüştür. Hem ham yaprak özütü hem de n-butanol fraksiyonu, *Rhizoctonia cerealis*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides* ve *Phytophthora capsici* Leonian'a karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Ham yaprak özütü için IC50

değerleri 2.166 ila 2.534 g l-1 ve n-bütanol fraksiyonu için 0.232-1.911 g/l olmuştur . Altı fenolik asit, in vitro aktivite çalışmalarının ardından n-butanol fraksiyonundan ayrılmıştır. Bunların en önemlileri 1,5-dikaffeoilkinik asit, 3,4-dikaffeoilkinik asit ve kafeik asittir. Bu bulgular, yer elması yapraklarının doğal fungusit kaynağı olduğunu göstermiştir.

Terzic vd. (2012), insan ve hayvan beslenmesinde potansiyellerini belirlemek ve ıslah planları oluşturmak için 141 yer elması klonunun yumruları ve yapraklarındaki temel element konsantrasyonlarını incelemiştir. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiki değerlendirmelere göre, yaprak ve yumrulara analiz edilen temel elementlerin konsantrasyonları önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Gıda olarak tüketildiğinde yumruların yeterli miktarda makro ve mikro element içerdiği ve element içeriği diğer kök bitkilere benzer veya daha yüksektir.

Kim vd. (2013), yer elması yapraklarından ekstraksiyon yapmak için kullanılan çeşitli tekniklerin belirli fizyolojik özellikler üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, yer elması yaprak özütlerinin fonksiyonel olarak yüksek potansiyele sahip olduğunu ve bileşen analizinin yeni kozmesötikler olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ek olarak, düşük sıcaklıkta yüksek basınçlı ekstraksiyon tekniğinin biyolojik aktivitenin geliştirilmesinde denenen diğer tekniklere göre daha başarılı olduğu keşfedilmiştir.

Danilcenko vd. (2017), Litvanya'da organik koşullarda yetiştirilen üç farklı yer elması çeşidinin yumrularında bulunan biyoaktif bileşenleri araştırmıştır. Bu sırada, sezon boyunca çeşitli tarihlerde yumru hasadı yapılmış ve bunun sonuçları üzerinde nasıl bir etkisi olduğu araştırılmıştır. İnulin ve fenolik bileşiklerin miktarları zirveye ulaştıkları tarihler arasında bir fark bulunmuştur. Çeşit ve gelişim aşaması faktörlerinin leucantosianin miktarları üzerindeki etkisi, özellikle sezon sonunda daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Jantaharn vd. (2018), yer elması çiçeklerinin organik özlerinden elde edilen kimyasal bileşenleri ve bu bileşenlerin kolon kanseri hücre hatları HT29 ve HCT116'ya karşı potansiyel antiproliferatif aktivitelerini ve Vero hücrelerine (Afrika yeşil maymun böbrek hücresi ATCC CCL-81) karşı sitotoksitesini ve Enterococcus faecium ATCC 51559, Pseudomonas aeruginosa PAO1, Acinetobacter baumannii ATCC 19606, Klebsiella pneumonia ATCC 700603 ve Mycobacterium tuberculosis H37Ra'ya karşı

antimikrobiyal aktivite yeteneklerini incelemişlerdir. Yer elmasından elde edilen Feradiol, her iki hücre hattına karşı önemli bir büyüme önleyici etki sergilemiştir.

Catana vd. (2018) kırmızı ve beyaz (sarı) kabuklu altı farklı yer elması klonunda, yumrularından elde edilen toz örneklerde biyoaktif bileşenleri tanımlamak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda, inulin- fruktanları % 51.60-57.45, ham lifleri % 6.85-8.27, toplam polifenoller % 18.51-44.03 mg GAE/g, proteinleri % 8.75-9.26, demiri 12.45-13.88 mg/100g, potasyumu 1905.44-2100.35 mg/100g, kalsiyumu 50.21-57.45 mg/100g, magnezyumu 84.55-89.95 mg/100g ve fosforu 300.12-345.35 mg/100g olarak bulmuşlardır. Karmaşık biyokimyasal bileşimi nedeniyle, yer elması yumrularından elde edilen fonksiyonel bileşenlerin, diğer besinlerin güçlendirilmesi için ve şeker hastalarına yönelik ürünlerde tatlandırıcı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Nizio-Lukaszewska vd., (2018) bir yer elması klonunda, yaprak ve yumrulardaki antioksidan aktiviteyi spektrofotometrik yöntemle karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, yapraklardaki fenol ve polifenol içeriği, yumrulara göre 5.07 ve 7.14 kat daha fazla bulunmuştur. Bu çalışmanın öngörülen tez çalışmasından farkı, sadece bir klonte çalışılması ve çiçekteki biyoaktif bileşiklerin değerlendirilmemesi olmuştur.

Showkat vd., (2019) Norveç'te yetiştiriciliği yapılan ticari bir yer elması çeşidinde, farklı bitki organlarındaki (yumru, çiçek, yaprak ve sap) antioksidant kapasiteyi ve yapraktan yapılacak ekstrasyon çalışmalarının optimizasyonunu incelemiştir. Çalışma sonucunda, en yüksek fenolik asit sırasıyla yaprakta, çiçekte, yumruda ve dallarda bulunmuştur. Bu çalışmada farklı bitki organlarının tamamlanan bu tez çalışması ile benzerlik göstermesine rağmen, sadece bir ticari çeşidin kullanılması en önemli farklılık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hanci ve Tuncer (2019), bir kısmı bu tez çalışmasının da bitkisel materyali olan Türkiye'nin farklı illerinden toplanmış 17 yer elması klonunun sekiz morfolojik özelliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda Yumru ağırlığı (g) ve yumruda tomurcuk sayısı için yüksek varyasyonlar gözlenmiştir. Yumru uzunluğu (cm) ve yumru şekli için ise %1,180 ve %1,896 oranında küçük genetik varyans izlenmiştir. Kümeleme analizinde, klonlar iki ana kümede gruplandırılmış, bunlarda kendi içlerinde ikişer alt

kümeye ayrılmıştır. Sınıflandırmadan elde edilen her bir ana küme, iki alt kümeye bölünmüştür.

Amarowicz vd., (2020), 3 farklı yer elması ticari çeşidinde, 3 farklı azot uygulamasının (0, 80, 120 kg/da) fenolik bileşenler üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, gübre dozu x çeşit interaksiyonunun istatistiki olarak önemli bulunduğu belirtilmiştir. Azotlu gübrelemenin toplam fenolik içeriğine etkisi Albik çeşidinde daha belirgin olarak gözlemlenmiştir. Rubik çeşidinde en düşük içerik, azot verilmeyen uygulamada kaydedilmiştir. Aynı uygulamada Gute Gelbe çeşidinde ise fenol içeriği en yüksek seviyede bulunmuştur. Bu çalışmanın hazırlanan tez çalışmasından en önemli farkı denemede etkisi izlenen birincil faktörün azot dozu, ikincil faktörün çeşit farkı olmasıdır. Ayrıca, hazırlanan tez çalışmasından farklı olarak analizler sadece yumrulara yapılmıştır.

Hanci vd., (2020) Türkiye'nin farklı illerinden toplanmış on sekiz yer elması klonunda yumrulardaki inülin miktarını belirlemiştir. Sonuçlar, kuru ve taze ağırlık bazında inülin içeriği yüzdesi olarak ifade edilmiştir. İncelenen örneklerdeki inülin içerikleri ortalama 47.34 ± 12.51 olarak bulunmuştur. En yüksek inülin içeriği (%82.34) Kayseri / İncesu'dan toplanan 38*1 klonundan; en düşük içerik (%33,79) Nevşehir/Gölşehir'den toplanan 50*1' den elde edilmiştir. Taze ve kuru örneklerde belirlenen inülin içerikleri kullanılarak küme analizleri yapılmış ve sonuç olarak yüksek bir varyasyon gözlenmiştir.

Hanci (2021) Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan yer elması klonlarının ilk kez moleküler karakterizasyonunu gerçekleştirmiştir. Çalışmada dokuz ISSR belirteci toplam 62 bant üretmiştir. Polimorfik bilgi içeriği (PIC) 0,219 ile 0,340 arasında değişmiştir. İncelenen klonlar kümeleme analizinde iki ana gruba ayrılmıştır. Genetik benzerlikler 0.001 ile 0.815 arasında değişmiş, tüm gen havuzu için ortalama 0.292 olarak tespit edilmiştir.

Pinar vd., (2021), bir kısmı bu tez çalışmasında da değerlendirilen bazı yer elması klonlarının hasat sonrası tüm bitkisel artıklarının kimyasal bileşimini, mineral içeriklerini ve in vitro gaz-metan üretim seviyelerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, yer elması bitkisel artıklarının geniş getiren hayvanlar için iyi bir lif ve mineral kaynağı sunabileceğini ortaya koymuştur. İncelenen klonların ham protein içerikleri %5,82–

13,36 arasında, eter özütü %0,65–0,42 arasında, yoğun tanenler %0,95–1,67 arasında, ham kül %9.89-16.85 arasında değişmiştir. Toplam gaz ve metan üretimleri sırasıyla 26.06–46.12 ml ile 3.81–8.96 ml arasında, metabolize edilebilir enerji (ME) 5.82–8.52 MJ/kg kuru madde (DM), organik madde sindirilebilirliği (OMD) %43.30–60.20 arasında bulunmuştur. Çalışma sonucunda yer elması bitkisinin zengin bir besin bileşimine sahip olduğu ve özellikle kuru ve laktasyon dönemlerinde geniş getiren hayvanlar için iyi bir kaba yem kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır.



2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem

Bitki örneklerinin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi için, her bir organa ve klona ait 3 g toz örnek 25 ml saf metonolle 2 dakika homojenize edilmiş, daha sonra 16 saat +4°C’de bekletilmiştir. 10000 rpm’de 20 dakika santrifüj yapılan örneklerden üstte biriken faz toplanarak analiz için -20°C’de saklanmıştır (Thaipong vd. 2006).

2.1.1. Biyokimyasal Analizler

Bu tez çalışmasında antioksidan kapasitenin belirlenmesi için üç ayrı yöntem kullanılmıştır. Bakır(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite tayini (CUPRAC) yöntemi, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite yöntemi ve ferrik indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP).

CUPRAC yöntemi için Güçlü vd., (2006),in yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla 67,25 mg CuCl₂ 50 ml distile suda çözülerek 0.01 M’lık CuCl₂ çözeltisi elde edilmiştir. 78 mg Neokuprin 50 ml etanolde çözülmüş ve 7,5x10⁻³ M’lık etanolik neokuprin çözeltisi elde edilmiştir. 7,7 g CH₃COONH₄ 80 ml saf suda çözülmüş pH’sı 6,5’e ayarlanmış ve toplam hacim 100 ml’ye saf su ile tamamlanarak 1 M’lık CH₃COONH₄ tamponu hazırlanmıştır. 0,01M CuCl₂, 7,5x10⁻³ M neokuproin çözeltileri ve 1M amonyum asetat tamponundan (pH: 7) 1’er mL alınmış, üzerine son hacim 4.1 mL olacak şekilde, 600 µL ekstre çözeltisi ve 500 µL ekstre çözgeninden ilave edilip çalkalanmıştır. Tüpler oda sıcaklığında ağzı kapalı olarak 30 dakika bekletilip spektrofotometrede 450 nm’de absorbans okumaları yapılmıştır. Standart olarak BHT, Troloks ve C vitamini

kullanılmıştır. Troloks için elde edilen grafikten elde edilen formül kullanılarak CUPRAC aktivitesi TEAC CUPRAC olarak ifade edilmiştir.

DPPH yöntemi için Thaipong vd. (2006)' in yöntemi kullanılmıştır. Stok çözelti; 0,12 mg DPPH hesaplanarak 50 ml'lik balon jojede çözdürülmüş -20°C'de saklanmıştır. Çalışma solüsyonu; 10 ml stok çözeltiye 45 mL metanol ilave edilerek spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda 1.1 ± 0.02 absorbans değeri okunarak elde edilmiştir. Daha önce hazırlanan ve -20°C'de muhafaza edilen örneklerden alınan 150 µl ekstrakta 2850 µL DPPH solüsyonu ilave edilerek 24 saat karanlıkta muhafaza edilmiştir. Ölçüm için bekletilmiş örneklerdeki renk değişimi Şekil 1.1'de gösterilmiştir.

Spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi için 25 ve 800 µM Trolox standardı ile hazırlanan grafikten elde edilen formül kullanılmış ve Trolox eş değeri olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1.1. DPPH ölçümü için bekletilmiş örneklerdeki renk değişimi.

FRAP yöntemi için Zhang vd., (2013) 'nın uyguladıkları metod kullanılmıştır. Bu yöntemde örnek çözeltinin antioksidan kapasitesi (Fe+3)' ün (Fe+2)'ye indirgeme gücüne göre belirlenmektedir. 25 mL 300 mM'lik asetat tamponu, 2.5 mL 2,4,6-tripridil-s-triazin (TPTZ) (40 mmol HCl içerisinde hazırlanmış 10 mmol TPTZ) ve 2.5 mL 20 mmol'lik FeCl₃.6H₂O karıştırılarak 37°C'de inkübe edilmiştir. Daha sonra bu karışımdan 2.85 mL alınarak 150 µL yer elmasına ait farklı organlardan elde edilen

özütleri ile karıştırılmıştır. Bu karışım oda sıcaklığında karanlıkta 10 dk bekletilmiştir. İnkübasyonun ardından 593 nm’de absorbans ölçümü yapılmıştır. Sonuçlar trolox ile elde edilen kalibrasyon formülüne göre eğrisinden, Trolox’a eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır.

ABTS yöntemi için Wettasinghe vd., (2002) ve Mathew ve Abraham (2006) ’ in yöntemi kullanılmıştır. Klonların antioksidan kapasitesi, ABTS [2,2’-azonobis(3- etilbenzothiazoline-6-sulfonat] + radikal katyon yakalama kabiliyetine göre değerlendirilmiştir. Bu metotta ABTS, peroksil veya diğer oksidanlara okside olmakta ve ABTS’+ radikali oluşmaktadır. 7 mmol ABTS distile suda çözölmüş ve 2.45 mmol potasyum persölfat ile karıştırılmıştır. Karışım daha sonra oda sıcaklığında 16 saat koyu mavi renk oluşana kadar bekletilmiştir. Koyu mavi renkli bu çözelti, tampon çözelti (pH 7.4) ile absorbans 734 nm de 0.7 olana kadar seyreltilmiştir. Daha sonra bu seyreltilmiş çözeltiden 4 ml (ABTS’+ çözeltisi) alınarak 40µl uygun oranlarda seyreltilmiş örnek ekstraktı ile karıştırılmış ve 4. ve 10. dk larda absorbans spektrofotometrede 734 nm de ölçölmüştür. Sonuçlar TEAC (Troloks eşdeğer antioksidan kapasite) olarak verilmiştir.

Yer elması klonlarının, farklı organlarından elde edilen örneklerindeki toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi için, Singleton ve Rossi (1965)’ nin geliştirdiği Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Çalışma başlangıcında hazırlanan ve -20°C’de muhafaza edilen örneklerden alınan 150 µL ekstrakta 2400 µL saf su, 150 µL Folin Ciocalteu (1:10) çözeltisi ilave edilerek 3-4 dakika vorteks yapılmıştır. Bu karışım üzerine 300 µL sodyum karbonat (1 N Na₂CO₃) ilave edilecek ve oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. 725 nm dalga boyunda spektrofotometre ile okuma yapılmıştır. Gallik asitin farklı konsantrasyonlarında (mg/ml) hazırlanan standart çözelti ile grafik çizilerek ve elde edilen formölden, örneklerin absorbans sonuçları gallik asit eşdeğeri mg/100 gr kuru madde olarak hesaplanmıştır (Thaipong vd. 2006).

Askorbik asit miktarı, 2,4-dinitrofenil hidrazin çözeltisinin indirgenmesine dayanan spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır (Riemschneider vd., 1976). Öncelikle 0.05 g standart kristal askorbik asit, 500 ppm standart stok çözeltisi hazırlamak için 100 ml damıtılmış su içinde çözölmüştür. 10 g toz haline getirilmiş örnek, 50 ml asetik asit çözeltisi ile homojenleştirilmiştir. Daha sonra 100 ml’lik bir şişeye aktararak homojen

bir görüntü elde edilene kadar hafifçe çalkalanmıştır. Daha sonra asetik asit çözeltisi 100 ml'ye tamamlanmıştır. Çözelti süzölmüş C vitamini tayini için berrak sıvı alınmıştır. Süzülen numune çözeltisine, çözelti renkleninceye kadar (askorbik asidin dehidroaskorbik aside oksidasyonunun tamamlandığını doğrulamak için) birkaç damla bromine water ilave edilmiştir. Daha sonra fazla bromun uzaklaştırılması için birkaç damla tiyoüre çözeltisi ilave edilmiş ve böylece berrak çözelti elde edilmiştir. Daha sonra 2,4-dinitrofenil hidrazin çözeltisi, tüm standartlarla ve ayrıca oksitlenmiş askorbik asite ilave edilmiştir. 2,4-Dinitrofenil hidrazin boyasının C vitamini ile birleştirme reaksiyonu kullanılarak toplam C vitamini tayin edilmiştir. 280 nm dalga boyunda okumalar yapılacak, elde edilen grafiğe ait formül kullanılarak mg/100g cinsinde C vitamini değerleri elde edilmiştir.



Şekil 1.2. Askorbik asit miktarının belirlenmesi için hazırlanan bazı örnekler

Toplam flavonoid miktarının belirlenmesinde Zhishen vd. (1999) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Tüm örneklere ait ekstraktlar ve standart olarak kullanılacak quercetin çözeltisi, 1 mg/mL etanolde çözölmüştür. Deney tüplerine hazırlanan ekstraktlardan 500 µL alınmış ve toplam hacim 5000 µL olacak şekilde üzerine saf su ilave edilmiştir. Bu karışımın üzerine % 5'lik NaNO₂ çözeltisinden 300 µL eklenip 5 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldıktan sonra % 10'luk AlCl₃ çözeltisinden 300 µL ilave edilmiştir. Daha sonra, 6 dk bekletildikten sonra 1.0 M NaOH çözeltisinden 2 mL eklenmiş ve saf su ile 20 mL'ye tamamlanmıştır. Oluşan çözeltinin absorbansı 510

nm’de Spektrofotometrede ölçülmüştür. Bitkilerin toplam flavonoid miktarı, mg quercetin eşdeğeri (QUE)/g ekstrakt olarak verilmiştir.

Yer elması klonlarının, farklı organlarının hidrojen peroksit giderme yeteneği Ruch vd. (1989) metoduna göre yapılmıştır. 100 µg/mL konsantrasyonlarda bitki ekstraktları ve standart çözeltileri hazırlanmıştır. Standart reaktif olarak BHT (Bütillenmiş hidroksi toluene) ve C vitamini kullanılmıştır. Örnekler ve standart çözeltilerin her birinin 1 mL’sine 2,4 mL fosfat tamponu (0,1 M pH=7,4) ve 0,6 mL 40 mM H₂O₂ çözeltisi eklenmiştir. Ayrıca her bir örnek için ayrı ayrı 1 mL bitki numunesi ve 3 mL fosfat tamponundan oluşan ve H₂O₂ içermeyen numune körleri hazırlanmıştır. Kontrol olarak 3,4 mL fosfat tamponu ve 0,6 mL 40 mM H₂O₂ çözeltisi hazırlanmıştır. Tüpler vortekslenerek, oda koşullarında, karanlıkta, 30 dakika inkübasyondan sonra 230 nm’de spektrofotometrik absorbansları ölçülmüştür. Aşağıdaki denklem kullanılarak örneklerin H₂O₂ giderme aktivitesi belirlenmiştir.

$$\% \text{ H}_2\text{O}_2 \text{ Giderme Aktivitesi} = 1 - (230 \text{ nm'de örnek abs.} / 230 \text{ nm'de kontrol abs.}) \times 100$$



Şekil 1.3. H₂O₂ giderme aktivitesinin tayini için hazırlanmış spektrofotometre ve bazı örnekler.

Çözünür protein miktarının belirlenmesi için Lowry vd. (1951)’nin geliştirdiği metod kullanılmıştır. Bu yöntem alkali ortamda bakırın peptitlerle verdiği reaksiyon ve oluşan

kompleksin folin-cioceltea Lowry çözeltisi ile reaksiyonu sonunda mavi-yeşil bir renk vermesi prensibine dayanmaktadır. Çalışma öncesinde 4 farklı çözücü hazırlanmıştır:

A çözeltisi: 20g Na_2CO_3 + 1 L'lik 0.1N NaOH çözeltisinde çözülmüştür.

B çözeltisi: 0.5 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 100 mL'lik %1'lik (ağırlık/hacim) Na-K Tartarat çözeltisinde çözülmüştür.

C çözeltisi: Kullanımdan hemen önce 100 mL A ayıracı + 2 mL B ayıracı ile karıştırılmıştır.

D çözeltisi: Folin-cioceltea Lowry maddesi 1:1 oranında saf su ile seyreltilmiştir. Kullanıma kadar koyu renkli şişede buzdolabında saklanmıştır.

Örnekler 1 mg/mL'yi geçmeyecek şekilde fosfat tamponu ile seyrelmiştir. Deney tüplerine alınan 1 mL'lik örneklerin üzerine 5 mL C ayıracı ilave edilecek ve 10 dk boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. 10 dk sonunda deney tüplerine 0.5 mL D ayıracı ilave edilecek, 30 dk oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Absorbans değeri 750 nm'de referans çözeltisine karşı okunmuştur. Referans çözeltisi için 1 mL örnek yerine 1 mL fosfat tampon kullanılmıştır. Sığır serum albümini (BSA) fosfat tamponu çözeltisinde çözülerek belirli konsantrasyonlarda hazırlanacak ve standart olarak kullanılmıştır. Elde edilecek formüle göre mg BSA/mL tampon cinsinde çözülebilir protein değerleri elde edilmiştir.

pH değerinin düzeyi çözeltideki aktif hidrojen iyonları konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Örneklerden eşit koşullarda elde edilen ekstraktların pH değerleri pH-metre kullanılarak doğrudan belirlenmiştir.

Titre edilebilir toplam asitlik, asitliğin asitliğin derecesinden bağımsız olarak toplam asit miktarını göstermektedir. Titre edilebilir toplam asitliği belirlemek için, Yer elması klonlarının, farklı organlarına ait 20 gr örnek blenderde homojenize edilmiştir. Alınan örnek önceden ısıtılmış 100 ml distile su ile 2-5 dakika karıştırılıp, distile su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra falten filtreden süzülerek elde edilen süzüntüden 20 ml alınarak pH değeri 8,1'e düşene kadar 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır (Cemeroğlu 2013). Titre edilebilir toplam asitlik sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Özgür vd. 2011).

Toplam kuru madde miktarının belirlenmesi için her bir yer elması klonunun, farklı organlarına ait 5 g örnek nem kaplarına alınmıştır. 105 °C'ta sabit sıcaklıktaki kurutma dolabında sabit tartıma gelinceye kadar kurumaya bırakılacak ve nihai aşamada tartılmıştır. Sonuç olarak son örnek ağırlığının ilk örnek ağırlığına oranı örneklerin toplam kuru madde miktarı olarak belirlenecek ve nem miktarı da buna göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).



Şekil 1.4. Toplam kuru madde miktarının belirlenmesi için hazırlanmış bazı örnekler.

Belli miktar örnekten elde edilecek öz suları, el refraktometresi ile analiz edilerek suda çözülebilir kuru madde miktarı (Brix) belirlenmiştir.

Örneklerin tuz tayini Cemeroğlu (2007)'ye göre yapılmıştır. Blendırdan geçirilerek homojenize edilen taze örneklerden 5 g alınarak 100 ml ölçü balonuna aktarılmıştır. Her biri damıtık su ile tamamlandıktan sonra balon içeriği bir katlı filtre kağıdı yardımıyla filtre edilmiştir. Elde edilen bu filtratlardan 10 ml alınıp 250 ml'lik erlenmayerlere aktarıldıktan sonra üzerilerine 100 ml damıtık su ve bir kaç damla fenolfitaleyn eklenerek 0,1 N NaOH ile pembe renk olana kadar nötrale edilmiştir. Pembe renk oluşuktan sonra bu erlenmayerlere %5'lik potasyum kromattan 2 ml eklenmiştir. Titrasyon işlemi 0,1 N AgNO₃ ile esmer renk oluşana kadar devam etmiştir.

Tuz oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmaya çalışılmıştır.

$$\% \text{ Tuz oranı} = V.(f).(0,005844).(Sf).100$$

V = titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO_3 miktarı (ml); $(f)=0,1$ N AgNO_3 çözeltisinin faktörü; S_f = Seyreltme faktörü = $(V_1/M).(1/V_2)$ V_1 = örneğin seyreltildiği hacim (ml)
 M = başlangıçta alınan örnek miktarı (g) V_2 = titraj için alınan filtrat miktarı (ml)

Her bir klona ait yaprak ve çiçek örneklerindeki toplam klorofil miktarları Porra vd.(1989)'e göre gerçekleştirilmiştir. Taze örneklerin her birinden 2 g alınıp üzerine 40 ml % 80'lik metanol eklenerek 1 dk boyunca homojenizasyonu sağlanmıştır. Homojenize edilen örnekler 4°C ye ayarlanmış santirfüjde 10 dk süre boyunca 4000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkan örnekler kaba filtre kağıdıyla süzildükten sonra spektrofotometre cihazında 666 nm, 653 nm ve 470 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Aşağıdaki formüllere göre hesaplamalar yapılmıştır.

$$\text{Klorofil a (Kl a)} = (15,69.A666) - (7,340.A653) \quad (3.2)$$

$$\text{Klorofil b (Kl b)} = (27,05.A653) - (11,21.A666) \quad (3.3)$$

$$\text{Toplam karotenoid} = [(1000.A470) - (2,860 \text{ Kl a}) - (129,2.\text{Kl b})]/245$$

Sonuçlar mg/100 g olacak şekilde ifade edilmiştir.

2.1.2. İstatistiksel Değerlendirmeler

Biyoaktif bileşik analizlerinin sonuçları, her bir klon ve organ için 3 ölçümün ortalama değeri $\pm$ standart sapması (SD) olarak sunulmuştur. Buna ek olarak her bir ortalama sonuç arasındaki farklılığın anlamlılık derecesi ANOVA testi ile belirlenmiştir. Anlamlı farklılıklar olması durumunda gruplar arasındaki sonuçları analiz etmek için post-hoc testi (LSD) ile çoklu ortalamalar karşılaştırması yapılmıştır ($p < 0.05$ veya $p < 0.01$).

Aynı program kullanılarak, her bir bağımsız değişken arasındaki doğrudan ilişkiyi bulmak amacıyla pearson korelasyon testi uygulanmıştır. Tez çalışmasında değişkenler arasındaki dolaylı etki mekanizmalarını anlamak üzere, sonuçlara path analizi yapılması öngörülmüş ancak hiçbir karakter arasındaki korelasyon yüksek çıkmadığı için bu analiz yapılamamıştır. Elde edilen veri setinde standardize işleminin yapılmasının ardından, hangi karakterin varyasyonu açıklamada daha etkin olduğunu anlamak üzere temel bileşenler analizi (PCA) yapılmıştır. Ayrıca bu veriler kullanılarak klonların benzerlik

katsayıları bulunmuş ve dağılımı görmek amacıyla benzerlik dengdogramı çizilerek kümele analizi yapılmıştır.

2.2. Materyal

Tez çalışmasında bitkisel materyal olarak, Türkiye'nin 10 farklı ilinden temin edilen 22 yer elması klonu kullanılmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 1.1. Tez çalışmasında kullanılacak bitkisel materyal

Kod Numarası	Temin Edildiği Yer	Kabuk Rengi
38*1	Kayseri/İncesu	Sarımsı Beyaz
06*1	Ankara/Beypazarı	Kırmızı Pembe
07*1	Antalya/Alanya	Sarımsı Beyaz
07*2	Antalya/Manavgat	Sarımsı Beyaz
19*1	Çorum/Sungurlu	Kırmızı Pembe
19*2	Çorum/Sungurlu	Kırmızı Pembe
19*3	Çorum/Ferizli	Sarımsı Beyaz
19*4	Çorum/Kargı	Kırmızı Pembe
33*1	Mersin	Sarımsı Beyaz
40*1	Kırşehir	Sarımsı Beyaz
40*2	Kırşehir/Kaman	Sarımsı Beyaz
40*3	Kırşehir/Mucur	Sarımsı Beyaz
50*1	Nevşehir/Gülşehir	Kırmızı Pembe
50*2	Nevşehir/Avanos	Sarımsı Beyaz
50*4	Nevşehir/Ürgüp	Sarımsı Beyaz
55*1	Samsun/Vezirköprü	Sarımsı Beyaz
58*1	Sivas/Gemerek	Kırmızı Pembe
66*2	Yozgat/Boğazlıyan	Kırmızı Pembe
09*1	Aydın/İncirliova	Sarımsı Beyaz
35*1	İzmir/Bayındır	Kırmızı Pembe
58*2	Sivas/ Şarkışla	Sarımsı Beyaz
58*5	Sivas	Kırmızı Pembe

Bir önceki yetiştirme dönemi sonunda hasat edilen yumrulardan eşit boyutta olan üç adeti 18.12.2020 tarihinde bahçe toprağı ile doldurulmuş 19 litre hacmindeki saksılara dikilmiştir. Bu şekilde her bir klon için 25 saksıya dikim yapılmıştır. Saksılar üstü açık alanda, herhangi bir kültürel işlem yapılmadan 2021 yılı Nisan ayına kadar

bekletilmiştir. Sürgünlerin toprak yüzeyine ulaşmasıyla saksılar 50 cm sıra üzeri, 80 cm sıra arası olacak şekilde aralıklı olarak dizilmiş, yağış durumuna göre sulama işlemleri takip edilmeye başlanmıştır. Bunun dışında herhangi bir gübreleme veya ilaçlama gereksinimi duymadan bitkiler 2021 yılı Eylül ayına kadar yetiştirilmiş, çiçek dökümünü takiben yumru hasatları yapılmıştır.



Şekil 1.5. Araştırmada kullanılan bazı yerel çeşitlere ait bitki yumru örnekleri

Hasat dönemine ulaşan bitkilerde, ölçülen her bir karakter için örnek alma işlemleri yapılmıştır. Yaprakta yapılan analizlerde materyalin hazırlanmasında Yuan vd., (2012)'in yöntemi izlenmiştir. Bu yöntem için diğerlerinden ayrılmış bitkilerde, çiçeklenme döneminin öncesinde 12-15.08.2021 tarihinde, bitkilerin en alt 3 yaprağı hariç, tüm yaprakları toplanmıştır. Bu yapraklar oda sıcaklığında, 10 gün boyunca kurutulmuş ve bitki öğütücüde toz haline getirilmiştir. %60 etanol içerisinde, 2 kez 2'şer saat bekletilen örnekler, 50°C'de ağırlık kaybı duruncaya kadar bekletilmiştir. Sadece yaprak analizi için her bir klonda toplam 25 bitki yetiştirilmiştir. Çiçekte yapılan analizlerde materyalin hazırlanmasında ise, Jantaharn vd., (2018)'in yöntemi takip edilmiştir. Her bir klon için tam çiçeklenme döneminde (24.08.2021- 27.09.2021), her bir klondan 30 bitki üzerindeki çiçeklerin tamamı bütün halde toplanmıştır. Oda sıcaklığında en az 5 gün süreyle örnekler kurutulmuştur.

Yumrulara yapılan analizlerde materyalin hazırlanmasında Danilcenko vd., (2017)'in yöntemi takip edilmiştir. Her bir klondan, en az 7 farklı saksıdan, toplam 2 kg yumru örneği alınmış, topraktan tamamen temizlendikten sonra, 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ardından örnekler 70-80 °C'de 24 saat tamamen kurutulmuş ve bitki öğütücüde toz haline getirilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Varyans analizi sonuçlarına göre, klonların ve örnek alınan organların ikili interaksiyon etkisi, toplam flavanoid, askorbik asit, klorofil miktarı, pH, H₂O₂ giderme kapasitesi, toplam kuru madde, SÇKM ve FRAP üzerinden antioksidan kapasite parametreleri için önemli bulunmuştur ($P>0.05$). Bu nedenle, bu karakterler karşılaştırılırken organ veya klon ortalamaları değil, tablo içindeki bireysel sonuçlar kullanılmıştır. Toplam fenolik madde, titre edilebilir asitlik ve DPPH üzerinden antioksidan kapasite parametreleri için organ ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P>0.05$). CUPRAC üzerinden antioksidan kapasite parametresi üzerine ise klonların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P>0.05$). Diğer parametrelerde sonuçlar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

3.1. Toplam Flavonoid Miktarı

İncelenen bu parametrede klon ve organ faktörlerinin interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle ortalamalar karşılaştırılmamıştır.

Tablo 2.1. Toplam Flavonoid Miktarı ile ilgili özet istatistiki veriler

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (mg Kuersetin/g)	9.641	52.421	52.123
Standart Hata	1.205	6.549	6.694
Ortanca(mg Kuersetin/g)	9.531	41.684	50.506
Standart Sapma	5.651	30.717	31.399
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	2.506	13.619	13.921
Varyasyon Katsayısı (%)	58.614	58.596	60.240

En yüksek sonuç Sivas (58_5), Çorum/Kargı (19_4) ve Kayseri/İncesu'dan (38_1) toplanan toplanmış klonlarlardan elde edilmiştir. Ancak (58_5) no'lu klonun çiçek, diğer iki klonun ise yaprak örnekleri bu yüksek sonuçlara sahip olmuştur. Genel olarak yumrulardan elde edilen değerler, yaprak ve çiçek örneklerinin çok altında sonuçlar vermiştir. Yaprak örneklerinden elde edilmiştir.

Tablo 2.2. Örneklere ait toplam flavanoid analizi sonuçları (mg Kuersetin/g)

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	15.377 O_T	34.796 H-S	17.259 M_T	22.478
07_1	1.904 ST	25.237 K_T	22.753 L_T	16.632
19_1	21.624 M_T	28.022 I-T	50.001 E_M	33.216
19_2	3.786 ST	48.796 E_N	14.925 O_T	22.503
19_3	9.720 Q_T	30.054 I-T	37.958 G_R	25.911
19_4	1.151 T	122.334 A*	56.775 D_K	60.087
33-1	9.556 Q_T	52.001 E-O	51.011 E_M	37.522
38_1	9.506 Q_T	118.570 A*	85.151 BCD	71.076
40_1	11.388 Q_T	59.183 D-J	24.560 K_T	31.711
40_2	8.753 Q_T	34.345 H_S	79.807 CDE	40.969
50_1	6.269 Q_T	38.635 G_Q	116.312 AB	53.739
50_2	11.764 P_T	77.022 C_F	33.291 H_T	40.693
50_4	4.915 RST	48.044 E_O	47.743 E_O	33.567
58_1	2.581 ST	64.377 D_H	23.656 K_T	30.205
58_2	16.506 N_T	31.560 H_T	11.990 P_T	20.019
58_5	7.700 Q_T	44.732 F_P	128.732 A*	60.388
09_1	6.420 Q_T	25.915 K_T	55.570 D_L	29.302
35_1	11.764 P_T	27.796 J_T	59.635 D_J	33.066
66_2	19.140 M_T	28.775 I_T	25.689 K_T	24.535
55_1	4.538 ST	83.345 BCD	74.613 C_F	54.166
07_2	10.861 Q_T	23.431 L_T	60.990 D_I	31.761
40_3	16.882 M_T	106.302 ABC	68.291 D_G	63.825
Ortalama	9.641	52.421	52.123	
LSD Klon:	19,145			
LSD Organ:	7,236			
LSD İnteraksiyon:	3,916			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Flavanoid miktarları ile ilgili elde edilne sonuçların korelasyon analizleri yapıldığında, hiçbir organ arasında kuvvetli sayılabilecek bir ilişkinin olmadığı anlaşılmıştır. Genel olarak yumrulardaki flavanoid miktarları ile yaprak ve çiçeklerdeki arasında negatif yönlü, ancak zayıf bir ilişkinin olduğu, yaprak ve çiçek arasında ise benzer şekilde zayıf yönlü ancak pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 2.3. Toplam flavanoid miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	-0,227	1	
Çiçek	-0,158	0,196	1

3.2. Askorbik Asit Miktarının Belirlenmesi

Askorbik asit miktarları üzerine klon ve organ faktörlerinin interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle ortalamalar karşılaştırılmamıştır (Tablo 5 ve 6).

Tablo 2.4. Askorbik Asit Miktarı ile ilgili özet istatistiki veriler

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (mg/100g)	5.541	2.456	1.961
Standart Hata	0.569	0.151	0.180
Ortanca (mg/100g)	5.416	2.147	1.819
Standart Sapma	2.668	0.707	0.846
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	1.183	0.313	0.375
Varyasyon Katsayısı (%)	48.145	28.790	43.170

En yüksek sonuç Kırşehir/Kaman' dan (40_2), toplanmış klonun yumru örneklerinde gözlenmiştir. Bu klonu Aydın/İncirlioğlu'dan toplanan klona ait (09_1) yumru örnekleri izlemiştir. Genel olarak yumrulardan elde edilen değerler, yaprak ve çiçek örneklerinin üzerinde sonuçlar vermiştir.

Tablo 2.5. Örneklere ait Askorbik Asit analizi sonuçları (mg/100g)

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	7.376 E	2.071 XY_	1.843 Z[\	3,764
07_1	3.781 L	3.781 L	3.127N_Q	3,564
19_1	1.795 \	3.328 MN	0.789 `	1,971
19_2	2.147 XY	3.027 O_S	2.851 RST	2,675
19_3	5.541 I	2.197 WXY	0.890 _`	2,876
19_4	4.686 JK	2.524 UV	1.166 ^	2,793
33_1	2.071 X_	1.744 \	2.272 VWX	2,030
38_1	4.435 K	1.744 \	1.233]^	2,471
40_1	2.926 QRS	3.58 LM	0.839 `	2,449
40_2	11.072 A*	2.650 TU	2.499 UV	5,407
50_1	2.122 XY	1.82 [\	2.448 UVW	2,130
50_2	6.094 H	2.096 XYZ	3.002 P_S	3,731
50_4	8.734 CD	2.826 RST	2.197 WXY	4,586
58_1	5.290 I	3.278 NO	1.342]^	3,304
58_2	4.736 J	2.096 XYZ	1.443]	2,759
58_5	6.396 G	3.203 NOP	2.800 ST	4,133
09_1	9.312 B	1.996 Y_\	3.328 MN	4,879
35_1	3.077 N_R	3.052O_S	1.116 ^_	2,415
66_2	8.508 D	1.116 ^_	1.795 \	3,807
55_1	6.144 GH	1.9712 Y_\	3.203 NOP	3,773
07_2	8.935 C	1.9712 Y_\	1.16 ^_	4,022
40_3	6.723 F	1.953 Y_\	1.795 \	3,491
Ortalama	5,541	2,554	2,569	
LSD Klon:	0,158			
LSD Organ:	0,058			
LSD				
İnterakasyon:	0,274			

*Değişik harfle veya karakterle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

Örneklerin askorbik asit miktarları arasında da zayıf bir korelasyon mevcuttur. Bu ilişki yumru ile yaprak arasında daha negatif, yumru ile çiçek arasında ise pozitif yönlü olarak

tespit edilmiştir. Yaprak ile çiçek arasında ise negatif yönlü ancak oldukça zayıf bir ilişki vardır. Organlar arasında korelasyon analizi sonuçları Tablo 3.6.'da gösterilmiştir.

Tablo 2.6. Askorbik Asit miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	-0,322	1	
Çiçek	0,231	-0,071	1

3.3. Klorofil Miktarının Belirlenmesi

Tez çalışması önerisinde klorofil miktarlarının belirlenmesinde spektrofotometrik yöntemin kullanılması öngörülmüştür. Ancak bu yöntemle yapılan çalışmada, klorofil miktarı sadece yaprakta tespit edilebilmiştir. SPAD metre ile yapılan ölçümlerde ise çiçeklerde de SPAD değeri tespit edilebilmiştir. Bu nedenle karşılaştırma, bu değerler üzerinden yapılmıştır. Yapılan istatistiki değerlendirmede çiçek ve yaprak faktörlerinin interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek sonuç Çorum/Kargı' dan (19_4) toplanmış klonun yaprak örneklerinden elde edilmiştir. Beklendiği üzere çiçeklerden elde edilen veriler oldukça düşük bulunmuştur.

Tablo 2.7. Klorofil Miktarı ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yaprak	Çiçek
Ortalama (SPAD)	33.953	1.189
Standart Hata	0.487	0.034
Ortanca (SPAD)	33.948	1.180
Standart Sapma	2.286	0.160
Güvenirlilik Düzeyi(95.0%)	1.013	0.071
Varyasyon Katsayısı (%)	6.732	13.494

Tablo 2.8. Klorofil analizi sonuçları (SPAD değeri).

Klon	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	32.433 C-G	1.343 H	16.888
07_1	35.033 B-E	1.251 H	18.143
19_1	35.433 BCD	1.315 H	18.375
19_2	34.133 C-F	1.199 H	17.666
19_3	32.833 C-G	1.175 H	17.004
19_4	39.933 A*	1.138 H	20.536
33-1	38.433 AB	1.111 H	19.767
38-1	31.966 D-G	1.111 H	16.539
40_2	33.958 C-F	1.193 H	17.576
40-1	33.533 C-F	1.177 H	17.356
50-1	29.733 G	1.150 H	15.442
50-x	34.666 C-F	1.254 H	17.927
50-y	33.444 C-F	1.482 H	17.441
58-1	31.566 EFG	0.631 I	16.099
58-2	34.633 C-F	1.155 H	17.894
58-5	31.666 EFG	1.054 H	16.360
61-1	34.999 CDE	1.407 GH	18.154
63-1	33.938 C-F	1.183 H	17.561
66-2	33.266 C-F	1.148 H	17.208
77-1	35.766 BC	1.171 H	18.469
79-2	34.433 C-F	1.224 H	17.829
40_3	31.166 FG	1.282 H	16.224
Ortalama	33.943	1.188	
LSD Klon:	2.483		
LSD Organ:	0.785		
LSD İnteraksiyon:	3.511		

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Klorofil analizinin yapıldığı yaprak ve çiçek arasında ise zayıf ve pozitif yönlü bir korelasyon tespit edilmiştir.

Tablo 2.9. Klorofil miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	Yaprak	Çiçek
Yaprak	1	
Çiçek	0.156	1

3.4. pH Ölçümü

İncelenen örneklerden elde edilen pH sonuçları incelendiğinde, en yüksek sonucun Kırşehir'den toplanmış 40_1 numaralı klonun çiçeklerinden elde edildiği, en düşük sonucun ise Çorum/40_3li'den toplanan 19_3 numaralı klonun yumrularından elde

edildiği görülmektedir. Genel olarak yumruların diğer organlara göre daha asidik yapıda oldukları; ancak 19_1, 55_1, 07_2 numaralı klonların yumrularındaki pH seviyelerinin de yaprak pH ortalamasından yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 2.10. pH Ölçümü ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama	5.460	6.343	6.656
Standart Hata	0.135	0.041	0.023
Ortanca	5.405	6.350	6.650
Standart Sapma	0.633	0.194	0.110
Güvenirlilik Düzeyi(95.0%)	0.281	0.086	0.049
Varyasyon Katsayısı (%)	11.592	3.059	1.653

Tablo 2.11. Örneklere ait pH Ölçümü sonuçları.

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	6.29 N-R	6.31 N-R	6.66 B-G	6.42
07_1	4.65 \	6.35 L-P	6.68 B-G	5.89
19_1	6.40 K-O	6.62 C-I	6.61 D-I	6.54
19_2	4.77 Z[	6.35 L-P	6.65 B-H	5.92
19_3	4.46]	6.29 N-R	6.59 D-J	5.78
19_4	5.40 WX	6.10 ST	6.57 D-K	6.02
33_1	4.56 \]	6.36 L-P	6.45 I-N	5.79
38_1	5.09 Y	6.70 B-F	6.74 BCD	6.18
40_1	4.73 \	6.34 M-Q	6.95 A	6.01
40_2	5.30 X	6.20 P-T	6.68 B-G	6.06
50_1	6.04 TU	6.62 C-I	6.65 B-H	6.44
50_2	4.92 YZ	6.24 O-S	6.72 B-E	5.96
50_4	5.55 W	5.85 V	6.66 B-G	6.02
58_1	5.34 X	6.42 J-O	6.70 B-F	6.15
58_2	6.08 STU	6.36 L-P	6.47 H-N	6.30
58_5	5.42 WX	6.35 L-P	6.65 B-H	6.14
09_1	5.91 UV	6.50 G-M	6.55 E-K	6.32
35_1	5.41 WX	6.60 D-J	6.81 AB	6.27
66_2	5.56 W	6.33 M-Q	6.59 D-J	6.16
55_1	6.53 F-L	6.36 L-P	6.80 ABC	6.56
07_2	6.35 L-P	6.14 RST	6.61 D-I	6.37
40_3	5.36 X	6.16 Q-T	6.64 B-H	6.05
Ortalama	5.46	6.34	6.66	
LSD Klon:	0.11			
LSD Organ:	0.04			
LSD İnteraksiyon:	0.18			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Taze dokulardan elde edilen örneklerin pH seviyeleri arasında organlar arası korelasyon incelendiğinde, diğer bir çok karakterde olduğu gibi zayıf ilişkiler tespit edilmiştir. Genel olarak çiçek örneklerinin pH seviyesi, diğer organlarla ters yönlü ilişki sergilemiştir.

Tablo 2.12. pH Ölçümü bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	0,098	1	
Çiçek	-0,105	0,139	1

3.5. FRAP Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Ferrik indirgeyici antioksidan güç yöntemine göre elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en yüksek değer Nevşehir/Ürgüp'ten temin edilen 50_4 numaralı klondan elde edildiği görülmektedir. Genel olarak çiçeklerden elde edilen bu değer diğer organlara göre yüksek bulunsa da, 19_1 numaralı klonun yumrularından;58_1 numaralı klonun yapraklarında elde edilen sonuçlar, kendi organ sınıflandırmalarının ortalamasından yüksek bulunmuştur.

Tablo 2.13. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (FRAP) ile ilgili özet istatistik veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (mM Tloroks / g)	6.971	8.667	19.242
Standart Hata	0.455	0.330	1.277
Ortanca (mM Tloroks / g)	6.467	8.645	18.862
Standart Sapma	2.134	1.549	5.990
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	0.946	0.687	2.656
Varyasyon Katsayısı (CV %)	30.613	17.877	31.129

Tablo 2.14. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (FRAP) analizi sonuçları (mM Tloroks / g).

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	6.153 S-Y	4.322 Y	20.591 FG	10.355
07_1	5.276 V-Y	10.473 M-Q	15.035 I-L	10.262
19_1	13.558 K-N	8.596 O-X	16.346 H-K	12.834
19_2	5.463 T-Y	8.051 O-Y	17.712 G-J	10.409
19_3	6.967 P-Y	9.652 N-S	22.067 D-F	12.896
19_4	4.648 X-Y	7.519 P-Y	19.024 F-I	10.398
33_1	6.312 R-Y	8.865 O-W	15.966 H-L	10.381
38_1	10.487 M-Q	9.114 O-W	19.272 FH	12.958
40_1	5.249V-Y	8.484O-X	17.63 G-K	10.455
40_2	4.683 XY	7.582 P-Y	10.383 M-R	7.550
50_1	7.692 P-Y	7.823 P-Y	27.312 BC	14.276
50_2	8.569 O-X	9.411 O-U	23.668 CD	13.883
50_4	5.601 S-Y	8.334 O-Y	32.771 A*	15.569
58_1	6.622 Q-Y	12.129 L-O	5.339 U-Y	8.030
58_2	7.761 P-Y	7.879 P-Y	16.746 G-K	10.795
58_5	5.063 W-Y	10.749 M-P	25.242 CD	13.685
09_1	5.787 S-Y	9.473 N-T	18.775 F-I	11.345
35_1	8.099 O-Y	9.245 O-V	13.93 J-M	10.425
66_2	7.029 P-Y	6.829 P-Y	18.941 F-I	10.934
55_1	5.325 U-Y	7.872 P-Y	28.796 A-B	13.998
07_2	7.954 P-Y	9.583 O-S	18.782 F-I	12.107
40_3	9.052 O-W	8.693 O-X	18.996 F-I	12.247
Ortalama	6.971	8.667	19.242	
LSD Klon:	3.956			
LSD Organ:	1.461			
LSD İnteraksiyon:	6.852			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Bu parametre için yapılan korelasyon analizinde, elde edilen tüm katsayıların sıfıra yakın olduğu, çiçeklerden elde edilen değerlerin diğer organlarla negatif yönde ilişkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 2.15. Antioksidan Kapasite (FRAP) ile ilgili organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	0.071	1	
Çiçek	-0.079	-0.270	1

3.6. H₂O₂ Giderme Aktivitesi

Çalışılan örneklerin H₂O₂ giderme aktiviteleri incelendiğinde, Sivas/Gemerek'ten temin edilen 58_1 numaralı klonun yumru örneklerinden elde edilen sonucun en yüksek değer olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak yumrulardan elde edilen değerler diğer organlara göre yüksek bulunmakla beraber, 58_1 numaralı klonun yaprak; 35_1 numaralı klonun çiçeklerinden elde edilen veriler bu sıralamayı bozmaktadır.

Tablo 2.16. H₂O₂ Giderme Aktivitesi ile ilgili özet istatistik veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (%)	84.671	16.691	46.746
Standart Hata	1.624	1.560	2.141
Ortanca (%)	86.153	15.270	47.985
Standart Sapma	7.616	7.319	10.043
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	3.377	3.245	4.453
Varyasyon Katsayısı (%)	8.995	43.852	21.484

Tablo 2.17. Örneklere ait H₂O₂ Giderme Aktivitesi analizi sonuçları (%).

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	84.946 ABC	15.673 O	53.759 E-I	51.460
07_1	85.930 ABC	13.571 O	49.549 F-I	49.684
19_1	81.364 C	16.036 O	48.007 HI	48.470
19_2	55.284 EFG	15.302 O	30.409 MN	33.665
19_3	84.772 ABC	16.792 O	46.846 IJK	49.470
19_4	89.642 AB	15.238 O	69.736 D	58.206
33_1	87.634 ABC	15.331 O	49.590 F-I	50.852
38_1	73.613 D	15.493 O	51.628 F-I	46.912
40_1	89.607 AB	14.948 O	36.813 LM	47.123
50_1	87.011 ABC	13.403 O	38.604 KLM	46.340
50_2	84.035 BC	14.526 O	59.687 E	52.633
50_2	83.684 BC	14.526 O	46.153 IJK	48.239
50_4	89.553 AB	15.493 O	57.534 EF	54.194
58_1	92.285 A*	49.261 GHI	27.777 N	56.442
58_2	86.375 ABC	14.784 O	36.923 LM	46.028
58_5	85.789 ABC	14.948 O	47.963 G-J	49.567
09_1	87.529 ABC	15.331 O	33.132 LMN	45.331
35_1	89.625 AB	14.948 O	54.800 E-H	53.124
66_2	82.878 BC	14.756 O	52.261 E-I	49.966
77-1	84.572 ABC	16.591 O	46.646 IJK	49.270
07_2	90.105 AB	14.512 O	49.783 F-I	51.467
40_3	86.534 ABC	15.734 O	40.807 JKL	47.692
Ortalama	84.671	16.690	46.746	
LSD Klon:	4.745			
LSD Organ:	1.791			
LSD İnteraksiyon:	8.219			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Yumruların H₂O₂ giderme kapasitesi ile çiçek ve yaprakların kapasitesi arasında pozitif; yaprakların kapasitesi ile çiçeklerin kapasitesi arasında ise negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Bu korelasyon çiçek/yaprak arasında daha yüksek seviyededir.

Tablo 2.18. H₂O₂ Giderme Aktivitesi bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Yumru	1		
Yaprak	0.207	1	
Çiçek	0.226	-0.415	1

3.7. Toplam Kuru Madde Oranı (%) Ölçümü

Kırşehir/Kaman'dan temin edilen 40_2 numaralı klonun yumruları en yüksek kuru madde yüzdesine sahip bulunmuştur. Bu değer, yumru örnekleri ortalamasında %38 daha fazla dır. Bu nedenle, gıda endüstrisine yönelik ileriki çalışmalarda iyi bir materyal olabileceği düşünülmektedir. Kuru madde oranı ile ilgili diğer dikkat çekici sonuç, yumrulara en yüksek ikinci değere sahip (35.10) % 40_1 numaralı klonun çiçeklerindeki oranın aksi yönde en düşük oranda (%15.14) bulunmasıdır. Bu durum, klon x organ interaksiyon etkisinin ne kadar bariz olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca organlar arasındaki korlesyonun yönü ve şiddeti hakkında fikir vermektedir. Bu durum korelasyon analizlerinin paylaşıldığı kısımda daha detaylı açıklanmaya çalışılmıştır.

Tablo 2.19. Toplam Kuru Madde Oranı ile ilgili özet istatistik veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (%)	29.348	21.591	20.208
Standart Hata	1.080	0.383	0.602
Ortanca (%)	29.123	21.800	19.860
Standart Sapma	5.067	1.798	2.821
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	2.247	0.797	1.251
Varyasyon Katsayısı (%)	17.266	8.327	13.962

Tablo 2.20. Örneklerle ait Toplam Kuru Madde Oranı (%) analizi sonuçları.

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	26.80 FG	23.40 H_L	20.36 L_U	23.52
07_1	31.70 C_E	23.00 H_M	16.90 V_Y	23.87
19_1	32.80 BC	21.80 J_R	19.90 N_V	24.83
19_2	34.20 BC	21.40 J_S	22.94 H_N	26.18
19_3	23.40 H_L	21.00 L_T	15.52 XY	19.97
19_4	32.00 CD	22.20 H_Q	18.98 R_W	24.39
33_1	21.70 J_R	20.00 M_U	19.62 P_V	20.44
38_1	21.20 K_S	24.40 G_J	19.70 P_V	21.77
40_1	35.10 B	21.80 J_R	15.14 Y	24.01
40_2	42.80 A*	19.20 QV	18.38 S_X	26.79
50_1	26.70 FG	22.40 H_P	22.52 H_P	23.87
50_2	24.40 G_J	21.80 J_R	22.04 I_R	22.75
50_4	28.80 EF	22.00 I_R	17.98 T_Y	22.93
58_1	24.10 G_K	20.00 M_U	25.14 GH	23.08
58_2	26.50 FG	21.00 L_T	21.24 K_S	22.91

58_5	27.10 FG	22.80 H_O	19.12 R_V	23.01
09_1	33.00 BC	16.00 WY	19.82 O_V	22.94
35_1	29.34 D_F	21.59 J_S	20.21 L_U	23.72
66_2	32.30 BD	22.80 H_O	24.90 G_I	26.67
55_1	28.90 EF	23.20 H_L	21.88 I_R	24.66
07_2	33.30 BC	23.20 H_L	24.92 G_I	27.14
40_3	29.50 D_F	20.00 M_U	17.36 U_Y	22.29
Ortalama	29.35	21.59	20.21	23.71
LSD Klon:	1.78			
LSD Organ:	0.67			
LSD İnteraksiyon:	3.08			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Örneklerin toplam kuru madde miktarları ile ilgili yapılan korelasyon analizinde elde edilen katsayılar, genel olarak sıfıra yakın bulunmuştur. Çözünür protein miktarı ve toplam flavanoid miktarlarında olduğu gibi yumru ile çiçek ve yaprak değerleri arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Ancak Yumru/Çiçek arasındaki ilişkisi oldukça düşük bulunmuştur.

Tablo 2.21. Toplam Kuru Madde Oranı (%) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Yumru	1		
Yaprak	-0.238	1	
Çiçek	-0.090	0.132	1

3.8. Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) Ölçümü

Briks değeri en yüksek çıkan örnek, toplam kuru madde oranında olduğu gibi 40_2 numaralı klonun yumrularıdır. Bu örnekleri sırasıyla 19_2, 66_2, 55_1 numaralı klonlar izlemiştir. Genel olarak en düşük değerler ise çiçek örneklerinde izlenmiştir. Tıpkı yumru değerlerinde olduğu gibi 40_2, 19_2, 66_2, 55_1 numaralı klonların çiçeklerinden elde edilen Briks değerleri, diğer çiçek verilerine göre yüksek bulunmuştur.

Tablo 2.22. Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (Brix°)	25.635	7.436	5.682
Standart Hata	0.904	0.195	0.224
Ortanca (Brix°)	25.220	7.760	5.270
Standart Sapma	4.239	0.915	1.049
Güvenirlilik Düzeyi(95.0%)	1.880	0.405	0.465
Varyasyon Katsayısı (%)	16.538	12.298	18.467

Örneklerin suda çözünür kuru madde miktarları arasındaki ilişki incelendiğinde, tüm analizlere göre en yüksek ilişki katsayıları elde edilmiştir. Tüm organlar arasında kuvvetli pozitif yönde ilişki mevcuttur.

Tablo 2.23. Örneklere ait Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) analizi sonuçları (Brix°).

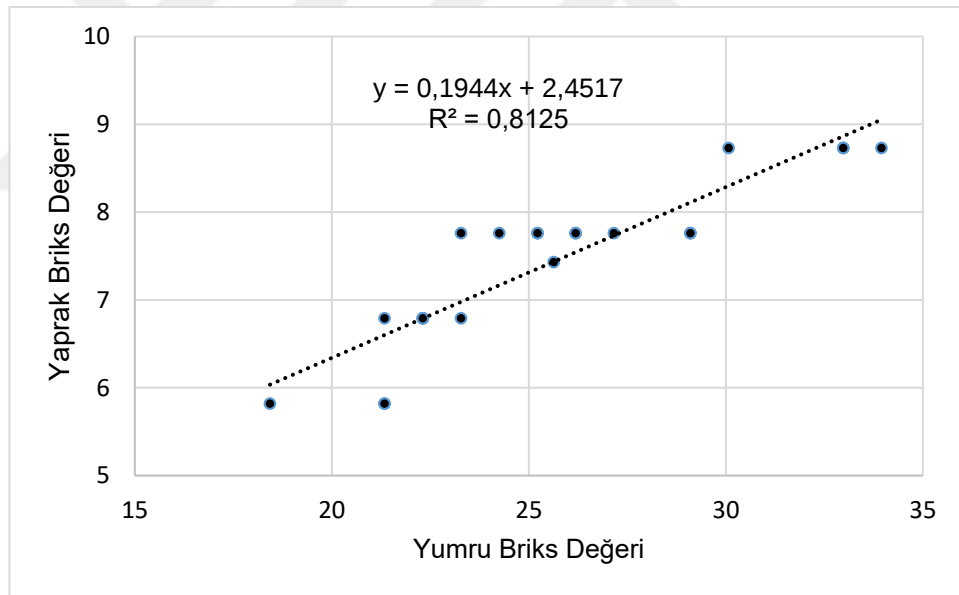
Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	21.34 K	5.82 P	4.85 Q	10.67
07_1	26.19 F	7.76 N	5.82 P	13.26
19_1	22.31 J	6.79 O	4.85 Q	11.32
19_2	32.98 B	8.73 M	7.76 N	16.49
19_3	25.63 G	7.43 N	5.69 P	12.92
19_4	23.28 I	6.79 O	4.85 Q	11.64
33_1	26.19 F	7.76 N	5.82 P	13.26
38_1	21.34 K	5.82 P	4.85 Q	10.67
40_1	29.10 D	7.76 N	6.79 O	14.55
40_2	33.95 A*	8.73 M	7.76 N	16.81
50_1	27.16 E	7.76 N	5.82 P	13.58
50_2	22.31 J	6.79 O	4.85 Q	11.32
50_4	24.25 H	7.76 N	4.85 Q	12.29
58_1	22.31 J	6.79 O	4.85 Q	11.32
58_2	25.22 G	7.76 N	5.82 P	12.93
58_5	23.28 I	7.76 N	4.85 Q	11.96
09_1	21.34 K	6.79 O	4.85 Q	10.99
35_1	29.10 D	7.76 N	5.82 P	14.23
66_2	32.98 B	8.73 M	7.76 N	16.49
55_1	30.07 C	8.73 M	6.79 O	15.20
07_2	18.43 L	5.82 P	4.85 Q	9.70
40_3	25.22 G	7.76 N	4.85 Q	12.61
Ortalama	25.64	7.44	5.68	
LSD Klon:	0.41			
LSD Organ:	0.15			
LSD İnteraksiyon:	0.70			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

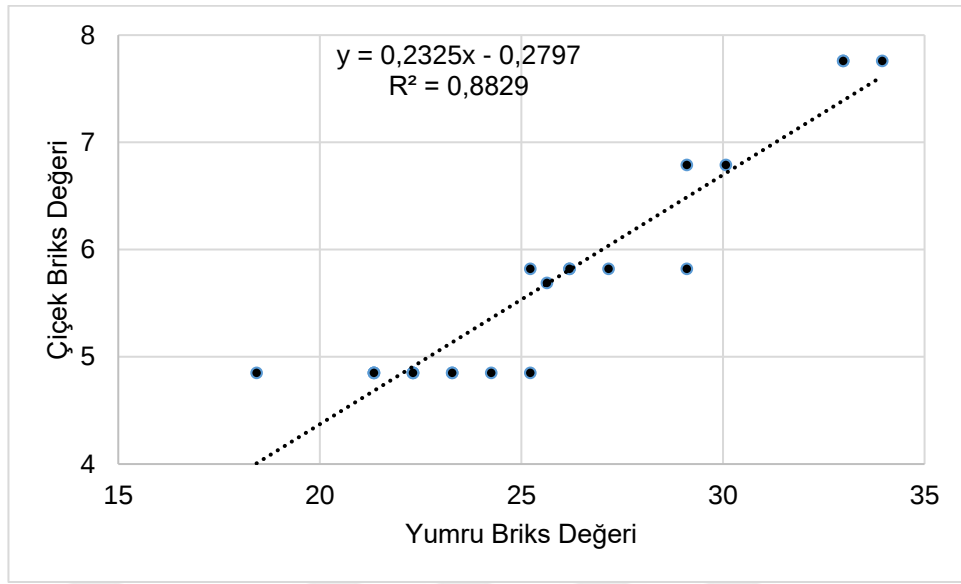
Tablo 2.24. Suda Çözülür Kuru Madde (SÇKM) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	0.901	1	
Çiçek	0.940	0.794	1

Elde edilen bu yüksek korelasyon katsayılarına istinaden regresyon analizi ile organlar arasındaki biriks değeri bağıntısının formülü elde edilmiştir. Buna göre yumru ve yaprak biriks değerleri arasındaki ilişkinin formülü $y = 0.1944x + 2.4517$ şeklinde; çiçek ile yumru biriks değerleri arasındaki ilişkinin formülü ise $y = 0.2325x - 0.2797$ şeklindedir.



Şekil 2.1. Yumru ve yaprak örnekleri arasında briks değerlerinin regresyon analizi.



Şekil 2.2. Yumru ve çiçek örnekleri arasında briks değerlerinin regresyon analizi.

3.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, çalışılan yer elması örneklerinin toplam fenolik miktarları üzerine sadece organ faktörünün istatistiki olarak önemli etki yaptığı anlaşılmıştır. Bu nedenle karşılaştırmalar, organların ortalama değerleri üzerinden yapılmıştır.

Tablo 2.25. Toplam Fenolik Madde Miktarı ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (Gallik Asit Eşdeder mg/g)	7.596	13.320	13.528
Standart Hata	0.762	0.600	0.682
Ortanca (Gallik Asit Eşdeder mg/g)	7.558	13.628	13.404
Standart Sapma	3.574	2.814	3.198
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	1.585	1.248	1.418
Varyasyon Katsayısı (%)	47.056	21.126	23.644

Bu özellik bakımından en yüksek değer çiçeklerden ve yapraklardan alınan örneklerde izlenmiştir. Yumru örneklerinin ortalama toplam fenolik madde miktarı 7.560 olmasına rağmen, 06_1 numaralı klonun yumrularında bu değer 16.807 olarak ölçülmüştür.

Tablo 2.26. Örneklere ait Toplam Fenolik Madde analizi sonuçları (Gallik Asit Eşdeğer mg/g).

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	16.807	18.006	15.974	16.929
07_1	1.042	12.424	18.519	10.662
19_1	9.884	13.816	13.280	12.326
19_2	4.752	17.252	6.921	9.642
19_3	4.090	10.266	16.350	10.236
19_4	5.255	13.930	7.640	8.942
33_1	7.596	13.586	13.257	11.480
38_1	8.257	19.067	17.001	14.775
40_2	7.520	13.054	13.528	11.367
40_1	13.645	13.599	13.862	13.702
50_1	4.102	6.682	12.538	7.774
50_x	10.848	13.999	12.172	12.340
50_y	7.903	15.791	14.022	12.572
58_5	7.672	13.320	13.799	11.597
58_1	3.508	13.942	10.917	9.455
58_2	6.430	10.300	16.328	11.019
61_1	7.035	13.976	11.556	10.856
63_1	8.108	12.172	15.220	11.834
66_2	6.761	13.656	11.990	10.803
77_1	9.501	14.204	10.152	11.286
79_4	11.784	9.981	12.309	11.358
40_3	4.604	10.015	20.277	11.632
Ortalama	7.560 b	13.320 a*	13.528 a*	
LSD Klon:	4.562			
LSD Organ:	1.789			
LSD İnteraksiyon:	7.902			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Organların toplam fenolik madde miktarları arasındaki korelasyon incelendiğinde, çiçekteki miktarlar ile diğer organlar arasında negatif ancak zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir.

Tablo 2.27. Toplam Fenolik Madde miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	0.366	1	
Çiçek	-0.023	-0.209	1

3.10. Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü

Yer elması örneklerinin titre edilebilir asitlik ölçümünden elde edilen sonuçlar üzerine de, toplam fenolik madde miktarında olduğu gibi sadece organ faktörü istatistiki olarak önemli etki yapmıştır.

Tablo 2.28. Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama	2.072	2.205	2.334
Standart Hata	0.008	0.013	0.008
Ortanca	2.058	2.202	2.327
Standart Sapma	0.039	0.059	0.035
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	0.017	0.026	0.016
Varyasyon Katsayısı (%)	1.873	2.695	1.512

En yüksek asitlik seviyesi çiçek örneklerinde, en düşük seviye ise yumru örneklerinde izlenmiştir. Genel olarak veriler incelendiğinde, her bir organ içerisinde homojen değerlerin olduğu, vurgulamaya değer herhangi bir klon farklılığının oluşmadığı görülmüştür.

Tablo 2.29. Örneklere ait Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü sonuçları.

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	2.207	2.273	2.307	2.262
07_1	2.047	2.160	2.327	2.178
19_1	2.057	2.270	2.303	2.210
19_2	2.023	2.140	2.307	2.157
19_3	2.110	2.167	2.310	2.196
19_4	2.057	2.237	2.317	2.203
33_1	2.087	2.103	2.330	2.173
38_1	2.090	2.283	2.350	2.241
40_1	2.083	2.183	2.460	2.242
40_2	2.087	2.270	2.337	2.231
50_1	2.043	2.203	2.303	2.183
50_2	2.073	2.237	2.327	2.212
50_4	2.043	2.280	2.323	2.216
58_1	2.057	2.203	2.343	2.201
58_2	2.053	2.117	2.370	2.180
58_5	2.130	2.147	2.290	2.189
09_1	2.043	2.117	2.337	2.166
35_1	2.077	2.187	2.373	2.212
66_2	2.060	2.290	2.340	2.230
55_1	2.050	2.193	2.350	2.198
07_2	2.060	2.250	2.327	2.212
40_3	2.050	2.200	2.317	2.189
Ortalama	2.072 c	2.205 b	2.334 a*	
LSD Klon:	0.064			
LSD Organ:	0.024			
LSD İnteraksiyon:	0.111			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Örneklerin titre edilebilir asit miktarlarının organlar arasındaki ilişkisini belirlemek için yapılan korelasyon analizinde, her üç organ arasında zayıf bir bağlantı olduğu, genel olarak çiçeğe ait verilerin yumru ve yaprak verileriyle zıt yönlü olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2.30. Titre Edilebilir Asitlik Ölçümü bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Yumru	1		
Yaprak	0,179	1	
Çiçek	-0,093	-0,108	1

3.11. Tuz değerlerinin belirlenmesi

Tuz değerlerinin belirlenmesi için her bir klonun yumru, çiçek ve yapraklarına ait taze örnekler blendırdan geçirilerek homojenize edilmiş ve filtre kâğıdı yardımıyla filtre edilmiştir. Elde edilen bu filtratlardan 10 ml alınıp 250 ml'lik erlenmayerlere aktarıldıktan sonra üzerilerine 100 ml damıtık su ve birkaç damla fenolfitaleyn eklenerek 0,1 N NaOH ile pembe renk alana kadar nötralize edilmiştir. Pembe renk oluşuktan sonra bu erlenmayerlere %5'lik potasyum kromattan 2 ml eklenmiştir. Ancak bu noktadan itibaren tüm örnekler eşit reaksiyon vermiş ve herhangi bir varyasyon oluşmamıştır. Titrasyon işlemi 0,1 N AgNO₃ ile esmer renk oluşana kadar devam ettirilmesine rağmen yine sonuç alınamamıştır. Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO₃ miktarı üzerinden hesaplama yapılmaya çalışılmış ancak tüm klonlar ve organlar için 0.0002 civarında bir değer elde edilmiştir. Yapılan literatür taramasında yer elması bitkilerinin taze örneklerinde tuz tespitine dair herhangi bir veri bulunamadığı için çalışma bu şekliyle sonlandırılmış ve ileriki istatistiki değerlendirmelere yanıltıcı olmaması için dahil edilmemiştir.

3.12. DDPH Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite belirleme çalışması sonucunda, elde edilen veriler üzerine organ faktörünün istatistiki olarak önemli etki yaptığı anlaşılmıştır. Bu özellik bakımından en yüksek antioksidan kapasite yaprak örneklerinde tespit edilmiştir. Yumru ve çiçek ortalamaları arasında istatistiki olarak fark tespit edilememiştir.

Tablo 2.31. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (DPPH) ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (µM Troloks / g)	32.515	41.732	33.414
Standart Hata	0.377	0.658	0.441
Ortanca (µM Troloks / g)	32.306	42.616	33.790
Standart Sapma	1.770	3.088	2.071
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	0.785	1.369	0.918
Varyasyon Katsayısı (%)	5.444	7.398	6.197

Tablo 2.32. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (DPPH) analizi sonuçları (μM Troloks / g).

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	32.237	43.526	33.172	36.312
07_1	29.605	41.991	33.611	35.069
19_3	32.345	42.452	33.734	36.177
19_1	32.266	42.781	33.290	36.112
19_2	31.272	41.640	34.342	35.751
19_4	32.763	36.070	33.933	34.255
33_1	33.172	46.772	33.640	37.862
38-1	32.792	40.368	33.845	35.669
40-1	32.675	43.482	32.997	36.385
40-2	32.704	44.404	34.605	37.238
50-1	33.962	43.482	33.903	37.116
50-2	31.535	43.307	33.611	36.151
50-4	33.436	33.497	34.623	33.852
58-1	30.015	44.155	24.547	32.906
58-2	31.944	38.088	34.050	34.694
58-5	31.097	37.123	33.523	33.914
61-1	31.827	44.140	32.880	36.283
63-1	36.243	43.263	33.991	37.832
66-2	30.687	41.991	34.839	35.839
77-1	35.991	40.325	34.459	36.925
79-4	31.008	42.298	32.734	35.347
40_3	35.745	42.956	34.781	37.827
Ortalama	32.515 b	41.732 a*	33.414 b	
LSD Klon:	3.628			
LSD Organ:	1.356			
LSD İterakasyon:	6.284			

*Değişik harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Korelasyon analizinden elde edilen veriler incelendiğinde, tıpkı CUPRAC ve ABTS’de olduğu gibi yumru ile yaprak arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu, ancak bu ilişkinin oldukça zayıf olduğu görülmektedir. Yumru ile çiçek arasında ise pozitif yönlü ve diğer organlara arasındakine göre nispeten daha yüksek seviyede bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2.33. Antioksidan Kapasite (DPPH) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Yumru	1,000		
Yaprak	-0,013	1,000	
Çiçek	0,405	-0,250	1,000

3.13. Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi

Örneklerin sahip olduğu çözünür protein miktarları incelendiğinde, çiçek ve yumrulara en yüksek değerlerin bulunduğu görülmektedir. 38_1 numaralı klonun yumrularındaki yüksek çözünür protein miktarı dikkat çekici bulunmuştur.

Tablo 2.34. Çözünür Protein Miktarı ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (mg/ml)	0.793	0.511	0.741
Standart Hata	0.033	0.009	0.019
Ortanca (mg/ml)	0.822	0.508	0.737
Standart Sapma	0.155	0.045	0.091
Güvenirlilik Düzeyi(95.0%)	0.069	0.020	0.040
Varyasyon Katsayısı (%)	19.550	8.716	12.320

Tablo 2.35. Örneklere ait Çözünür Protein analizi sonuçları (mg/ml).

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06--1	0.894	0.546	0.842	0.761
07--1	0.507	0.518	0.781	0.602
19_3	0.791	0.533	0.768	0.697
19--1	0.653	0.506	0.872	0.677
19--2	0.651	0.524	0.746	0.640
19--4	0.625	0.620	0.683	0.643
31--1	0.813	0.484	0.680	0.659
38-1	1.081	0.547	0.710	0.779
40-1	0.993	0.503	0.765	0.754
40-2	0.848	0.495	0.885	0.742
50-1	0.965	0.518	0.713	0.732
50-2	0.669	0.597	0.782	0.683
50-4	0.670	0.490	0.850	0.670
58-1	0.670	0.448	0.590	0.569
58-2	0.928	0.506	0.717	0.717
58-5	0.905	0.475	0.591	0.657
61-1	0.756	0.442	0.884	0.694
63-1	0.975	0.509	0.649	0.711
66-2	0.831	0.432	0.712	0.659
77-1	0.858	0.532	0.727	0.706
79-4	0.529	0.484	0.763	0.592
40_3	0.842	0.525	0.583	0.650
Ortalama	0.793 a*	0.511 b	0.741 a*	
LSD Klon:	0.178			
LSD Organ:	0.066			
LSD				
İnteraksiyon:	0.309			

Bu karakter için yapılan korelasyon analizinde, diğer birçok karakterde olduğu gibi organlar arasındaki ilişkilerin oldukça zayıf olduğu görülmüştür. Yumrulardan elde edilen verilerin diğer organlarla zıt yönde olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 2.36. Çözünür Protein miktarları bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	-0,042	1	
Çiçek	-0,237	0,014	1

3.14. CUPRAC Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Bakır (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite tayini (CUPRAC) yönteminden elde edilen sonuçlara klon ve organ faktörlerinin istatistiki olarak önemli etki yaptığı anlaşılmıştır. Klonlar arasında en yüksek antioksidan kapasite 50_2 ve 07_1 numaralı klonlardan elde edilmiştir. Bu klonların her üç organından elde edilen veriler de, diğer klonlara göre daha yüksek bulunmuştur. Organlar karşılaştırıldığında ise yapraklardan elde edilen değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 2.37. Antioksidan Kapasite (CUPRAC) ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (mM Troloks /g)	136.480	246.390	202.154
Standart Hata	0.398	0.804	0.608
Ortanca (mM Troloks /g)	136.371	246.563	202.462
Standart Sapma	1.865	3.773	2.853
Güvenirlilik Düzeyi (95.0%)	0.827	1.673	1.265
Varyasyon Katsayısı (%)	1.367	1.531	1.411

Tablo 2.38. Örneklere ait Antioksidan Kapasite (CUPRAC) analizi sonuçları (mM Troloks /g).

Klon	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06--1	139.389	241.693	200.747	193.943 BCD
07--1	138.311	250.890	206.442	198.547 A*
19_3	136.950	245.663	202.162	194.925 A-D
19--1	139.461	241.079	199.553	193.364 CD
19--2	137.437	245.858	204.444	195.912 A-D
19--4	138.520	251.378	205.140	198.346 AB
31--1	135.599	240.617	204.567	193.594 CD
38-1	135.234	249.990	199.367	194.864 A-D
40-1	132.823	246.835	198.669	192.775 CD
40-2	138.496	240.963	198.424	192.628 CD
50-1	134.228	247.331	204.272	195.277 A-D
50-2	135.287	252.567	207.970	198.608 A*
50-4	136.691	241.079	200.958	192.909 CD
58-1	134.822	245.844	199.191	193.287 CD
58-2	136.052	251.378	203.479	196.969 ABC
58-5	135.568	246.629	201.801	194.666 A-D
61-1	135.588	249.990	203.192	196.257 A-D
63-1	135.676	243.464	202.763	193.968 BCD
66-2	133.297	246.496	196.107	191.967 D
77-1	138.041	249.037	203.213	196.764 ABC
79-4	138.135	244.284	202.144	194.854 A-D
40_3	136.959	247.515	202.795	195.757 A-D
Ortalama	136.480 c	246.390 a*	202.154 b	
LSD Klon:	4.411			
LSD Organ:	1.649			
LSD İnteraksiyon:	7.640			

*Aynı sütunda değişik büyük harfe sahip ve aynı satırda değişik küçük harfe sahip değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Korelasyon analizi sonucunda, incelenen bu karakter için organlar arasında ilişkinin genel olarak düşük seviyede olduğu görülmüştür. Diğer antioksidan kapasite belirleme yöntemlerinden olan ABTS ve CUPRAC'da olduğu gibi yumru ile yaprak arasında negatif yönde bir ilişkinin var olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2.39. Antioksidan Kapasite (CUPRAC) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	-0,243	1	
Çiçek	0,209	0,466	1

3.15. ABTS Yöntemiyle Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Yapılan istatistiki analiz sonucunda, ABTS antioksidan kapasitesine yönelik elde edilen değerler arasında anlamlı fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2.40. Antioksidan Kapasite (ABTS) ile ilgili özet istatistiki veriler.

	Yumru	Yaprak	Çiçek
Ortalama (μM Troloks / g)	39.250	36.879	38.316
Standart Hata	1.396	1.028	1.375
Ortanca	39.988	37.970	39.762
Standart Sapma	6.549	4.823	6.450
Güvenirlilik Düzeyi(95.0%)	2.904	2.139	2.860
Varyasyon Katsayısı (%)	16.685	13.079	16.833

Tablo 2.41. Örneklere ait Antioksidan Kapasite (ABTS) analizi sonuçları.

Klonlar	Yumru	Yaprak	Çiçek	Ortalama
06_1	34.093*	41.887	41.707	39.229
07_1	40.023	35.673	37.287	37.661
19_1	38.830	29.147	35.323	34.433
19_2	31.570	44.410	34.833	36.938
19_3	39.147	38.057	38.088	38.431
19_4	44.060	42.163	45.707	43.977
33_1	48.060	44.550	43.043	45.218
38_1	39.953	33.570	41.463	38.329
40_1	40.867	32.517	39.113	37.499
40_2	22.413	40.587	21.287	28.096
50_1	48.303	39.673	39.393	42.457
50_2	43.533	34.447	39.813	39.264
50_4	38.063	40.233	32.517	36.938
52_2	44.657	30.933	39.710	38.433
58_1	40.513	33.287	46.270	40.023
58_5	35.990	37.883	40.867	38.247
09_1	36.130	40.130	42.237	39.499
35_1	43.397	27.007	46.340	38.914
66_2	46.163	39.640	41.603	42.469
55_1	44.553	38.200	41.570	41.441
79_1	37.220	34.513	30.023	33.919
40_3	25.953	32.830	24.763	27.849
Ortalama	39.250	36.879	38.316	
LSD Klon:	11.766			
LSD Organ:	4.447			
LSD İnteraksiyon:	20.379			

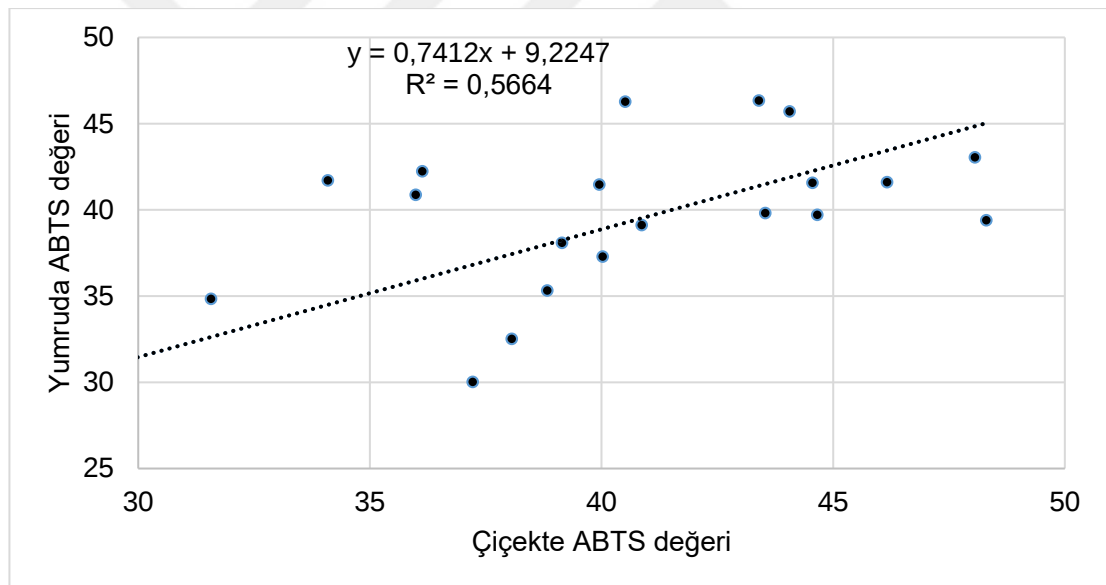
*Sonuçlar arasındaki farklar istatistik olarak önemsizdir ($p < 0.05$)

Yapılan korelasyon analizinde, en yüksek korelasyon katsayısı yumru ile çiçek arasında tespit edilmiştir. Ayrıca bu değer suda çözülebilir kuru madde miktarından sonra tespit edilen en yüksek katsayı olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.42. Antioksidan Kapasite (ABTS) bakımından organlar arasında korelasyon analizi sonuçları.

	<i>Yumru</i>	<i>Yaprak</i>	<i>Çiçek</i>
Yumru	1		
Yaprak	-0.084	1	
Çiçek	0.753	-0.030	1

Nispeten yüksek sayılabilecek korelasyon katsayısına istinaden regresyon analiz ile çiçek/yumru arasındaki ABTS değerlerinin regresyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuca göre bu iki organ arasındaki ilişki $y = 0.7412x + 9.2247$ şeklinde formüle edilmiştir.



Şekil 2.3. Yumru ve çiçek örnekleri arasında ABTS değerlerinin regresyon analizi.

Tez çalışması kapsamında incelenen her bir parametrenin birbiriyle olan ilişkisinin ifade edilmesi için korelasyon analizleri yapılmıştır. Ancak yukarıda paylaşılan sonuçlardan yola çıkarak, her bir organ için bu ilişkinin açıklanmasının daha sağlıklı sonuçlar vereceği düşünülmüştür. Bu bağlamda öncelikle yumrulardan elde edilen veriler kullanılarak her bir analiz arasındaki ilişki incelenmiştir.

Tablo 2.43. Yumru örneklerinden elde edilen sonuçların korelasyon analizi.

	ABTS	CUPRAC	DPPH	FRAP	Ç. Protein	Titre E. Asitlik	SÇKM	Kuru Madde	T. Fenolik Madde	H ₂ O ₂ Giderme	pH	Askorbik Asit
ABTS	1.000											
CUPRAC	-0.437	1.000										
DPPH	0.012	0.042	1.000									
FRAP	0.097	0.048	0.131	1.000								
Çözünür Protein	0.100	-0.477	0.495	0.091	1.000							
Titre Edilebilir Asitlik	-0.150	0.148	-0.044	-0.081	0.375	1.000						
SÇKM	-0.089	-0.179	0.225	-0.359	0.240	-0.234	1.000					
Kuru Madde	0.089	-0.172	0.035	-0.207	-0.018	-0.114	0.104	1.000				
T. Fenolik Madde	-0.043	0.085	0.135	0.119	0.254	0.576	-0.232	-0.050	1.000			
H ₂ O ₂ Giderme	0.264	-0.139	0.137	-0.111	0.001	0.140	-0.344	0.066	0.100	1.000		
pH	0.041	0.316	0.208	0.259	0.035	0.011	-0.267	0.006	0.374	0.215	1.000	
Askorbik Asit	-0.482	0.145	-0.116	-0.303	-0.123	0.160	-0.072	0.065	0.186	0.258	0.269	1.000
T. Flavanoid	-0.054	-0.043	0.118	0.651	0.300	0.268	-0.033	-0.204	0.435	0.022	0.289	0.032

Buna göre yumrudaki parametreler içerisinde en yüksek korelasyon katsayısının titre edilebilir asitlik ile toplam fenolik madde miktarı arasında (0.576) olduğu; en yüksek negatif korelasyon katsayısının ise askorbik asit miktarı ile ABTS miktarı arasında (-0.482) olduğu tespit edilmiştir. Ancak her iki değer de düşük/orta şiddette bir ilişkiyi göstermektedir. Genel olarak bakıldığında, suda çözülebilir kuru madde değerinin, ABTS, DPPH ve Kuru Madde dışında tüm parametrelerle negatif yönlü bir ilişkisinin olduğu görülmüştür. Yumru örneklerinin pH seviyesi ile sadece SÇKM arasında negatif yönlü, diğer tüm parametreler arasında pozitif yönlü bir ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2.44. Yaprak örneklerinden elde edilen sonuçların korelasyon analizi.

	ABTS	CUPRAC	DPPH	FRAP	Ç. Protein	Titre E. Asitlik	SÇKM	Kuru Madde	T. Fenolik Madde	H ₂ O ₂ Giderme	pH	Klorofil	Askorbik Asit
ABTS	1.000												
CUPRAC	-0.150	1.000											
DPPH	-0.053	-0.221	1.000										
FRAP	-0.373	0.214	0.051	1.000									
Ç. Protein	0.028	0.370	-0.224	-0.274	1.000								
Titre E. Asitlik	-0.084	-0.252	-0.174	-0.369	0.179	1.000							
SÇKM	0.225	-0.073	-0.042	-0.081	-0.245	-0.285	1.000						
Kuru Madde	0.098	0.447	0.150	0.009	0.332	-0.213	-0.285	1.000					
T. Fenolik Madde	0.251	-0.107	-0.163	-0.219	0.129	0.286	-0.203	0.132	1.000				
H ₂ O ₂ Giderme	-0.162	-0.056	0.162	0.483	-0.299	-0.003	-0.164	0.125	0.088	1.000			
pH	-0.356	0.121	0.450	0.142	-0.134	-0.184	-0.135	0.225	0.007	0.080	1.000		
Klorofil	0.239	0.072	-0.096	-0.105	0.295	-0.177	0.020	0.255	0.174	-0.215	-0.228	1.000	
Askorbik Asit	-0.300	-0.123	-0.127	0.419	-0.008	-0.162	0.089	0.082	0.105	0.244	-0.004	0.027	1.000
T. Flavanoid	0.024	0.422	-0.259	0.008	0.582	0.189	-0.167	0.226	0.292	0.115	-0.107	0.136	-0.162

Yapraklarda yapılan analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek pozitif yönlü ilişki katsayısının çözünür protein miktarı ile toplam flavanoid miktarı arasında (0.582); en yüksek negatif korelasyon katsayısının ise FRAP ile ABTS değerleri arasında ortaya çıktığı görülmüştür. Yaprakların Kuru madde oranları ile titre edilebilir asitlik ve SÇKM değerleri dışındaki tüm parametreler arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür.

Tablo 2.45. Çiçek örneklerinden elde edilen sonuçların korelasyon analizi.

	ABTS	CUPRAC	DPPH	FRAP	Ç. Protein	Titre E. Asitlik	SÇKM	Kuru Madde	T. Fenolik	H ₂ O ₂ Giderme	pH	Klorofil	Askorbik Asit
ABTS	1.000												
CUPRAC	0.143	1.000											
DPPH	-0.343	0.182	1.000										
FRAP	-0.018	0.236	0.531	1.000									
Ç. Protein	-0.318	-0.088	0.278	0.138	1.000								
Titre E. Asitlik	0.165	-0.281	-0.093	-0.251	-0.015	1.000							
SÇKM	-0.202	-0.256	0.304	-0.154	0.118	0.302	1.000						
Kuru Madde	0.045	-0.108	-0.368	0.076	-0.459	0.103	-0.363	1.000					
T. Fenolik Madde	-0.279	-0.082	0.177	-0.036	-0.068	0.087	-0.273	0.148	1.000				
H ₂ O ₂ Giderme	-0.077	-0.046	0.454	0.191	0.173	-0.189	-0.078	-0.446	0.062	1.000			
pH	0.031	-0.212	-0.094	0.045	-0.033	0.559	0.183	0.198	0.036	-0.058	1.000		
Klorofil	-0.388	0.183	0.726	0.519	0.667	-0.126	-0.067	-0.308	0.212	0.300	-0.084	1.000	
Askorbik Asit	-0.083	0.460	0.203	0.310	0.162	-0.312	0.193	-0.006	-0.193	-0.160	-0.074	0.221	1.000
T. Falvano	-0.132	-0.004	0.210	0.356	-0.246	-0.303	-0.181	0.280	0.031	0.217	0.067	-0.046	0.191

Çiçek örneklerinde yapılan analizlerde spektrofotometrik yöntemle klorofil tespit edilememiş, spadmetre ile düşük miktarlarda da olsa ölçüm yapılabilmektedir. Yapılan korelasyon analizinde, elde edilen bu SPAD değerleri ile DPPH değerleri arasında kuvvetli sayılabilecek şiddette pozitif korelasyon tespit edilmiştir (0.726). En yüksek negatif yönlü ilişki ise çözünür protein miktarı ile kuru madde miktarları arasında tespit edilmiştir (-0,459).

Elde edilen tüm veriler standartize edildikten sonra incelenen parametrelerin yer elması klonlarındeki varyasyonu açıklamada gösterdikleri etkinlik incelenmiştir. Bu amaçla yapılan temel bileşenler analiz sonucunda, elde edilen 21 temel bileşeninden 14 tanesinin öz değerinin 1'den büyük olduğu anlaşılmıştır. İlk 8 temel bileşen ise toplam varyasyonun %70.609' unu açıklamıştır.

Tablo 2.46. Temel Bileşenler Analizi sonucu açıklanan varyasyon değerleri.

Temel Bileşen	Eigen Değeri	% Varyasyon	Toplam Varyansyon
1	5.904	14.400	14.400
2	4.737	11.553	25.953
3	4.224	10.303	36.256
4	3.589	8.754	45.010
5	3.089	7.534	52.543
6	2.819	6.875	59.418
7	2.373	5.787	65.205
8	2.215	5.403	70.609
9	1.888	4.606	75.215
10	1.700	4.147	79.362
11	1.683	4.105	83.467
12	1.340	3.267	86.734
13	1.060	2.585	89.320
14	1.005	2.451	91.770
15	0.970	2.367	94.137
16	0.699	1.704	95.841
17	0.607	1.481	97.322
18	0.405	0.988	98.311
19	0.265	0.646	98.957
20	0.236	0.576	99.532
21	0.192	0.467	100.000

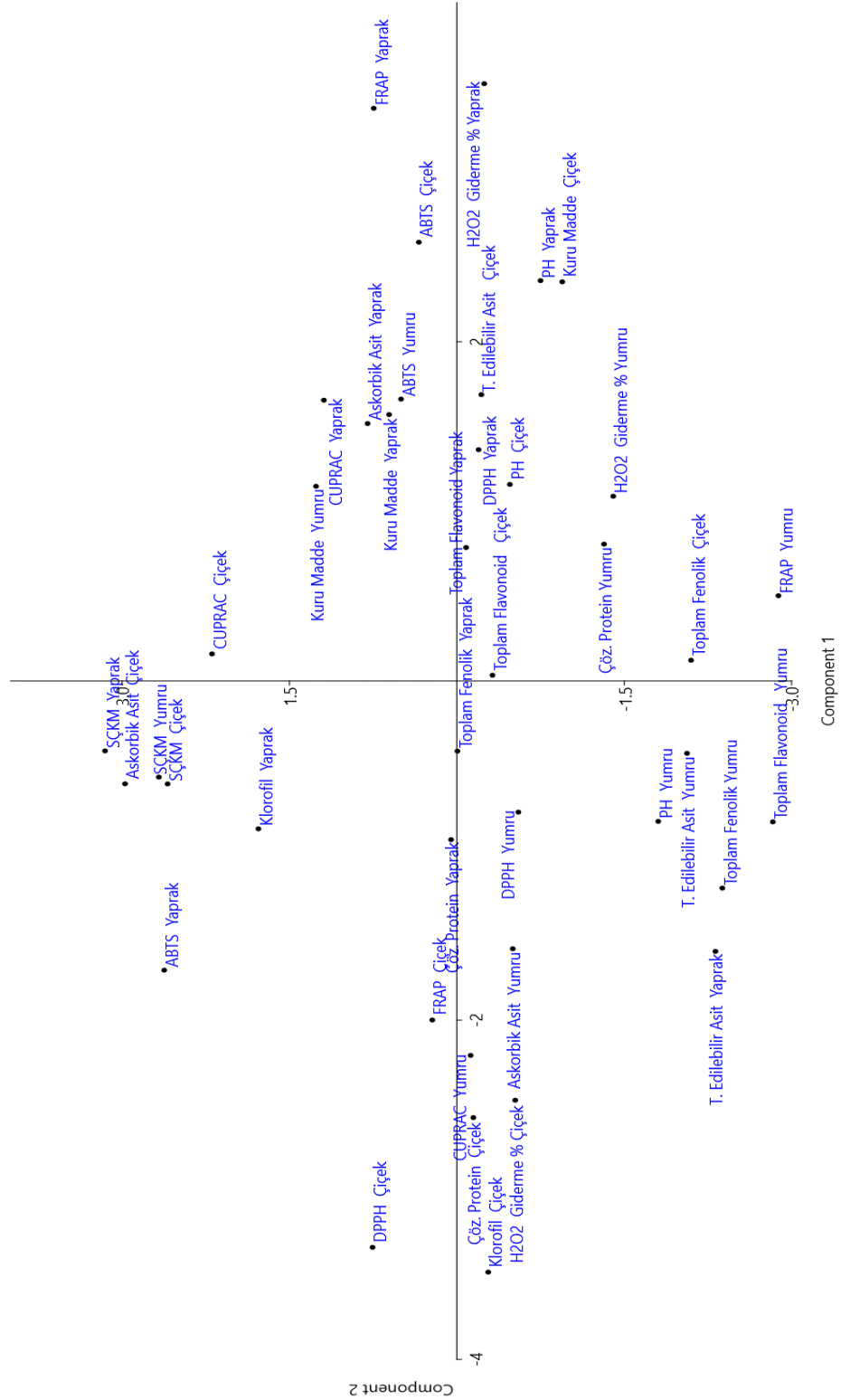
İlk 8 temel bileşen içerisinde, incelenen her bir parametrenin varyasyonu açıklamadaki etki derecesini karşılaştırmak için, $[0,3]$ 'den büyük eigen değerine sahip olan parametreler bulunmuştur. Bu bağlamda toplam varyasyonun %14.400'ünü açıklayan ilk temel bileşende, çiçeklerdeki DDPH miktarı, yapraklardaki H_2O_2 Giderme kapasitesi ve çiçeklerdeki klorofil miktarı, varyasyonu açıklamada en etkili parametreler olarak bulunmuştur. İkinci temel bileşende ise yapraktaki suda çözünür kuru madde miktarı varyasyona önemli katkı yapmıştır. Diğer organlardaki SÇKM miktarları ise 3. temel bileşenin etkili parametreleri olmuştur. İlk sekiz temel bileşen içerisinde toplam 15 parametrenin eigen değeri $[0,3]$ 'den büyüktür. Bunlardan 6 tanesi yumru, 5 tanesi çiçek, 4 tanesi ise yaprakta yapılan analizlerdir. Her üç organda da varyasyonu açıklamak için katkı sağlayan parametre suda çözülebilir kuru madde miktarları olmuştur.

Tablo 2.47. İlk sekiz temel bileşendeki her bir karakterin eigen değerleri.

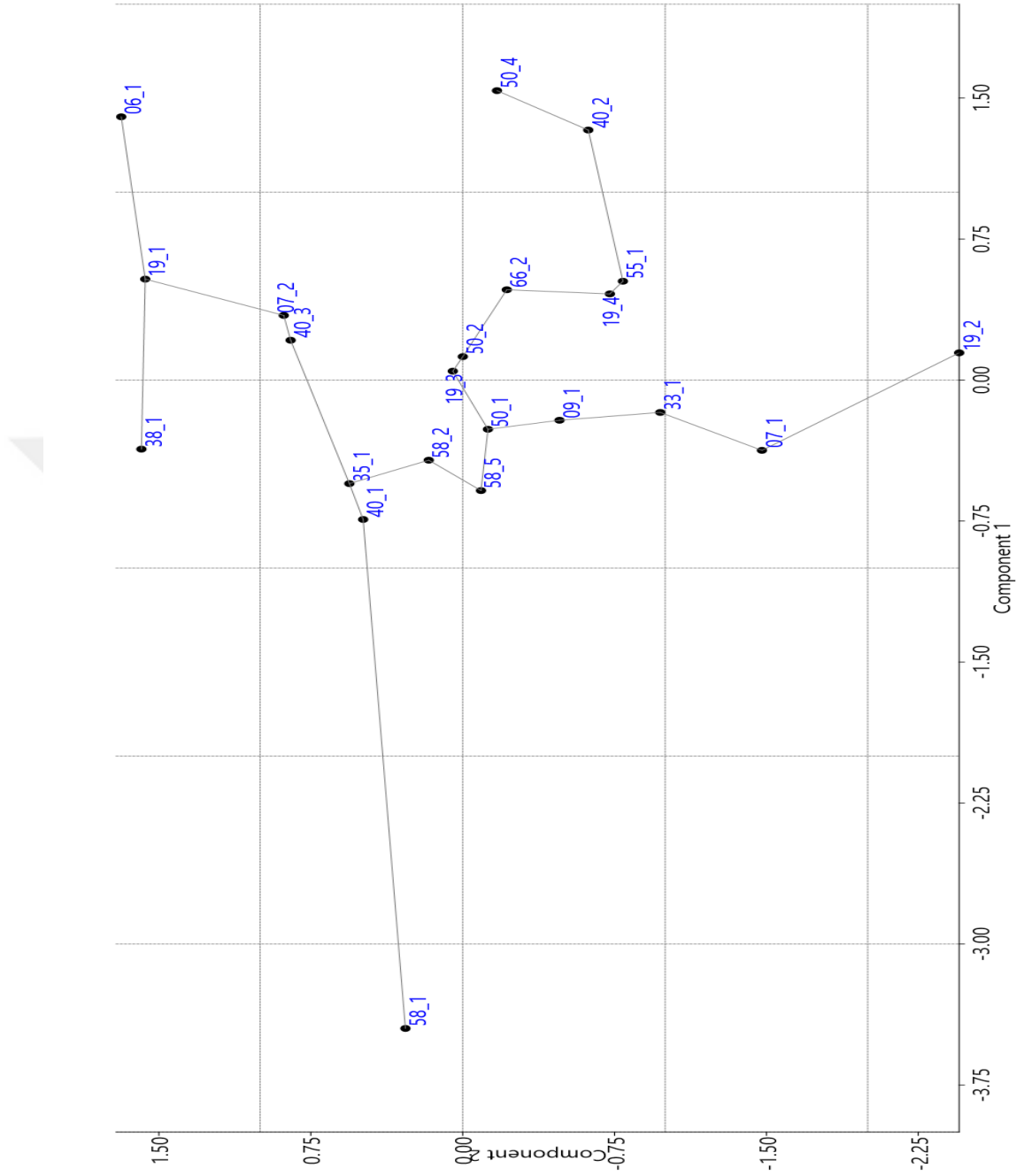
	TB 1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5	TB 6	TB 7	TB 8
ABTS Yumru	-0.118	-0.019	-0.069	0.236	0.186	-0.174	0.310	0.251
ABTS Yaprak	0.156	-0.266	-0.079	-0.068	-0.003	0.171	0.260	-0.177
ABTS Çiçek	-0.198	0.002	-0.119	0.157	0.236	0.016	0.345	0.120
CUPRAC Yumru	0.209	0.000	-0.205	-0.200	0.040	-0.061	-0.184	-0.063
CUPRAC Yaprak	-0.120	-0.089	-0.197	0.263	-0.004	0.018	-0.067	-0.090
CUPRAC Çiçek	0.003	-0.204	-0.280	0.173	-0.008	-0.225	-0.056	-0.024
DPPH Yumru	0.113	0.081	0.114	0.317	-0.080	0.002	-0.054	0.135
DPPH Yaprak	-0.103	0.034	0.178	-0.108	0.166	-0.162	0.041	-0.226
DPPH Çiçek	0.328	-0.071	0.077	0.238	-0.001	-0.104	-0.061	-0.031
FRAP Yumru	-0.016	0.298	0.003	0.048	0.074	-0.306	-0.160	-0.121
FRAP Yaprak	-0.296	-0.056	-0.073	-0.062	-0.191	-0.105	-0.152	0.105
FRAP Çiçek	0.210	-0.011	-0.089	0.253	-0.201	0.034	0.152	0.062
Çöz. Protein Yumru	-0.023	0.168	0.244	0.309	0.022	0.148	0.136	-0.133
Çöz. Protein Yaprak	0.120	0.014	-0.277	0.235	0.191	0.085	-0.247	-0.027
Çöz. Protein Çiçek	0.245	0.003	0.019	-0.218	0.114	-0.070	0.014	0.011
T. Edilebilir Asit Yumru	0.074	0.218	-0.023	-0.061	0.108	0.191	0.182	-0.143
T. Edilebilir Asit Yaprak	0.171	0.230	-0.007	-0.100	0.030	0.203	-0.075	0.079
T. Edilebilir Asit Çiçek	-0.115	0.054	0.220	0.108	0.185	0.133	-0.056	0.295
SÇKM Yumru	0.066	-0.253	0.346	0.078	0.092	0.094	-0.087	0.001
SÇKM Yaprak	0.047	-0.303	0.291	0.095	-0.068	0.017	-0.065	0.052
SÇKM Çiçek	0.067	-0.248	0.338	0.007	0.158	0.094	-0.026	-0.055
Kuru Madde Yumru	-0.089	-0.112	0.124	-0.088	-0.092	-0.099	0.232	0.171
Kuru Madde Yaprak	-0.117	-0.039	-0.218	-0.009	0.235	0.102	0.031	-0.281
Kuru Madde Çiçek	-0.184	0.119	-0.052	0.106	-0.309	0.257	-0.003	-0.155
Toplam Fenolik Yumru	0.152	0.250	0.030	-0.038	0.190	0.152	0.183	0.055
Toplam Fenolik Yaprak	0.064	0.012	-0.066	-0.101	0.248	0.316	0.036	-0.082
Toplam Fenolik Çiçek	0.018	0.220	0.085	0.054	-0.151	-0.139	-0.204	-0.041
H ₂ O ₂ Giderme % Yumru	-0.071	0.154	-0.055	-0.021	-0.177	-0.041	0.162	0.409
H ₂ O ₂ Giderme % Yaprak	-0.307	0.040	-0.035	-0.211	-0.034	0.158	0.016	0.033
H ₂ O ₂ Giderme % Çiçek	0.250	0.054	-0.120	0.021	0.062	0.092	-0.003	0.258
PH Yumru	0.103	0.185	-0.034	-0.033	-0.100	-0.068	0.245	-0.004
PH Yaprak	-0.175	0.108	0.118	0.142	0.189	-0.180	0.087	-0.256
PH Çiçek	-0.061	0.080	0.152	0.119	0.071	0.297	-0.208	0.166
Klorofil Yaprak	0.094	-0.171	-0.192	-0.025	0.279	-0.099	0.043	0.256
Klorofil Çiçek	0.335	0.021	-0.009	0.019	-0.052	-0.155	-0.042	0.050
Askorbik Asit Yumru	0.154	0.041	0.011	-0.216	-0.284	0.205	0.134	0.018
Askorbik Asit Yaprak	-0.124	-0.068	-0.002	-0.154	0.054	0.051	-0.326	0.201
Askorbik Asit Çiçek	0.067	-0.287	-0.038	0.022	-0.164	0.016	0.150	-0.195
Toplam Flavonoid Yumru	0.104	0.287	0.183	-0.007	0.098	-0.208	-0.003	-0.104
Toplam Flavonoid Yaprak	-0.034	0.037	-0.203	0.264	0.027	0.288	-0.191	-0.037
Toplam Flavonoid Çiçek	0.030	0.052	-0.011	0.209	-0.299	0.041	0.079	-0.099

İncelenen karakterlerin ilk iki temel bileşendeki eigen değerlerine göre temel koordinatlar düzlemindeki dağılımları incelendiğinde, belirgin bir ayrışmanın gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. Yapraklarda yapılan ABTS, FRAP ve Titre Edilebilir Asitlik analizleri, diğer parametrelere göre biraz daha uç bölgelerde konumlanmıştır.

Benzer şekilde ilk iki temel bileşene göre klonların temel koordinatlar düzleminde dağılımı incelendiğinde 58_1 numaralı klonun diğerlerinden oldukça farklı bir yerde konumlandığı görülmektedir.

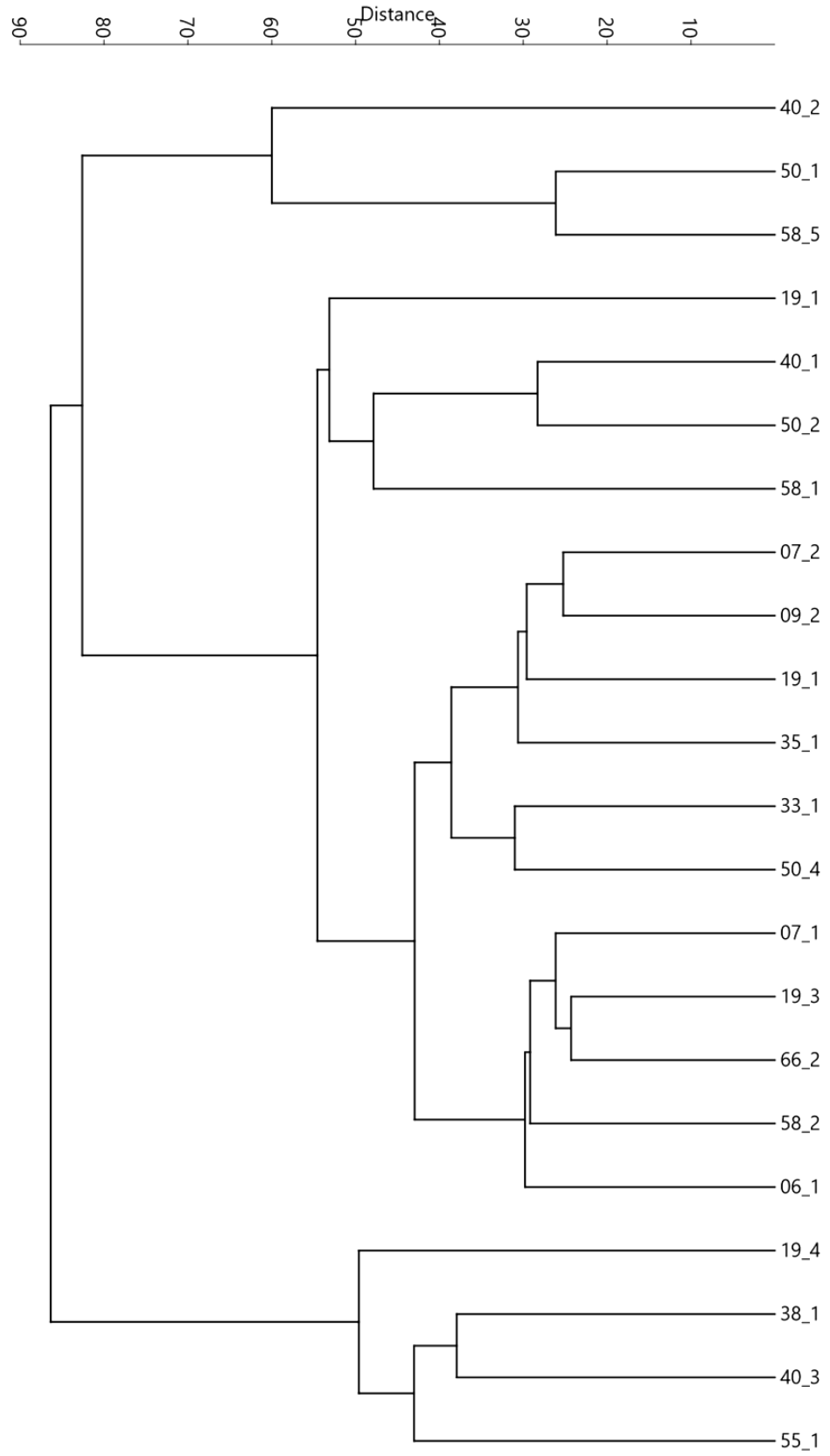


Şekil 2.4. İncelenen parametrelerin temel koordinatlar düzleminde dağılımı.



Şekil 2.5. İncelenen klonların temel koordinatlar düzleminde dağılımı.

Yapılan kümeleme analizi sonucunda klonlar arası euclidian uzaklık katsayısı ortalaması 65,484 olarak bulunmuştur. Birbirine en uzak klonlar 19_1 ile 58_5 numaralı (uzaklık katsayısı:121.058); birbirine en yakın ise 19_3 ile 66_2 numaralı klonlar olmuştur (uzaklık katsayısı:24.300).



Şekil 2.6. Kümeleme analizi sonucu oluşan dendrogram.

Tablo 2.48. Klonlar arasındaki Euclidian uzaklık katsayıları.

	06_1	07_1	07_2	09_2	19_1	19_1	19_1	19_3	19_4	33_1	35_1	38_1	40_1	40_2	40_3	50_1	50_2	50_4	55_1	58_1	58_2	58_5
07_1	31533																					
07_2	50115	44569																				
09_2	48958	40862	25222																			
19_1	40993	40684	25610	33588																		
19_1	48266	48584	70656	60156	60657																	
19_3	30516	24513	31500	29422	24854	50260																
19_4	101622	107290	105154	105347	102597	102589	99325															
33_1	45693	44945	39581	37551	37857	57644	34475	77606														
35_1	52885	44990	27572	32920	31401	71911	36849	101647	34552													
38_1	110149	114743	101562	101345	99834	106096	102260	43804	80115	98794												
40_1	36803	42988	56508	50075	47057	44914	37378	82047	38334	55640	88842											
40_2	70694	67019	37162	49367	47357	81833	53799	100699	52040	46296	92667	72441										
40_3	93324	97995	86828	86846	84828	90327	85411	52512	69311	88303	37995	69805	79056									
50_1	104292	97709	63765	66170	74352	110235	80310	109728	71113	66533	90547	96414	58504	89310								
50_2	50704	56783	63623	59765	56728	53618	49396	60353	38482	62415	69041	28299	75042	54582	93570							
50_4	42748	44613	36713	41449	40140	60175	32438	81395	31002	40718	85407	42949	49437	71202	75781	43193						
55_1	79508	81149	66541	64893	67899	79844	67238	52496	45306	64241	43766	60012	63649	42287	63625	44943	49992					
58_1	61378	62048	74481	64421	68600	60853	59995	90370	57255	71957	96543	43802	88660	80704	107817	51886	65424	73640				
58_2	30661	26679	55309	48725	44840	46276	32831	109317	51867	55365	116360	34405	80659	97427	106666	53174	53210	84774	56614			
58_5	113891	109653	73490	78015	85365	121058	93522	110586	81906	75919	88090	107590	61475	90832	26123	102334	83509	68616	117146	119614		
66_2	26422	27766	44848	42992	34584	49694	24300	104327	40623	42673	110338	39206	65371	95194	94963	53873	41889	76717	63906	28015	107059	

Path analizi, korelasyon katsayılarını doğrudan ve dolaylı etkilerine ayırır, böylece her karakterin araştırılan karaktere katkısı dolaylı seçim için uygun özelliklerin belirlenmesine olanak sağlar. Bu tez çalışmasında yapılan analizler içerisinde pratikte yer elması bitkisinin üretimi, tüketimi ve depolanmasında ana faktörlerden bir olduğu için yumrudaki suda çözülebilir kuru madde miktarı üzerine dolaylı ve direkt etki eden faktörler path analizi ile incelenmiştir. Temel bileşenler analizinde ilk 8 temel bileşen içerisindeki öz değeri $|0,3|$ 'den büyük olan 14 parametre çalışmaya konu edilmiştir.

Tablo 2.49. İncelenen parametrelerin bir birleri üzerine dolaylı etkileri.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	Toplam
X1		-0.097	-0.001	0.011	-0.012	-0.013	0.006	0.009	0.031	0.022	-0.034	-0.034	0.030	0.028	-0.055
X2	0.103		-0.011	-0.047	-0.009	0.026	-0.030	-0.028	0.006	0.029	0.021	0.021	-0.053	-0.003	0.024
X3	0.001	-0.005		0.026	0.008	0.032	0.014	0.001	0.003	-0.010	0.009	0.009	0.016	-0.014	0.089
X4	-0.044	-0.184	0.217		0.000	0.113	0.187	0.163	-0.198	-0.025	-0.151	-0.151	0.390	-0.167	0.152
X5	-0.003	0.002	-0.004	0.000		-0.003	0.012	0.011	0.003	0.002	0.003	0.003	-0.002	0.004	0.030
X6	0.011	0.021	0.055	0.024	0.010		0.013	0.019	0.037	0.003	0.000	0.000	-0.012	-0.031	0.149
X7	-0.010	-0.046	0.046	0.072	-0.084	0.024		0.165	-0.043	-0.042	-0.045	-0.045	-0.004	0.019	0.008
X8	-0.048	-0.132	0.014	0.199	-0.239	0.111	0.520		-0.238	0.003	-0.275	-0.275	-0.044	-0.018	-0.422
X9	0.028	-0.005	-0.006	0.044	0.013	-0.039	0.025	0.043		0.009	-0.019	-0.019	0.037	0.000	0.111
X10	0.017	-0.022	0.017	0.005	0.008	-0.003	0.021	0.000	0.007		0.047	0.047	-0.008	-0.011	0.125
X11	-0.003	-0.001	-0.001	0.003	0.001	0.000	0.002	0.004	-0.002	0.004		-0.010	0.001	0.000	-0.001
X12	0.014	0.147	-0.144	-0.496	-0.010	-0.087	-0.086	-0.099	0.197	0.046	0.108		-0.398	0.128	-0.680
X13	-0.004	-0.006	0.004	0.011	0.001	-0.002	0.000	-0.001	-0.005	0.001	-0.001	-0.001		-0.002	-0.005
X14	-0.024	-0.003	-0.025	-0.035	-0.017	-0.032	0.010	-0.003	0.000	0.012	0.001	0.001	-0.014		-0.129

İncelenen bazı parametrelerin yumrulardaki suda çözülebilir kuru madde miktarlarına dolaylı etkileri incelendiğinde, en yüksek toplam dolaylı etkinin, X12 ile gösterilen yapraklardaki H₂O₂ giderme kapasitesinde gözlendiği ancak bu etkinin negatif yönlü olduğu anlaşılmaktadır (-0,680). Dolaylı etkiler tek tek incelendiğinde ise, en yüksek değerin çiçeklerin suda çözülebilir kuru maddesi üzerinden yaprakların suda çözülebilir kuru maddesi olduğu anlaşılmaktadır. Diğer tüm parametreler arasındaki zayıf korelasyon katsayıları bu durumun en büyük sebebi olarak görülmektedir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma

Nizioł-Lukaszewska vd. (2018) yer elmasının yaprak ve yumru ekstresinin kapsamlı değerlendirmesini içeren bir çalışma planlamıştır. Yapılan araştırma sonucunda, yaprak ekstraktının yumru ekstraktlarına göre daha yüksek fenol ve flavonoid içeriği sergilediği (sırasıyla 5.07 ve 7.14 kat daha yüksek) gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da yaprakların toplam flavaoid miktarı yumrulara göre çok daha yüksek bulunmuştur (5.44 kat). Bahsedilen çalışmada yaprakların toplam flavanoid miktarı 43.20 mg Qu/g; yumruların ise 6.05 mg Qu/g olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise ortalama olarak bu değerler sırasıyla 9.641 mg Qu/g ve 52.421 mg Qu/g olarak ölçülmüştür. Nizioł-Lukaszewska vd (2020) yılında yayınladıkları diğer bir çalışmada elde ettikleri yer elması yumru ekstraktlarındaki toplam flavonoid miktarını 4.96 mg Qu/g olarak bildirmişleridir. Kim vd. (2015), yer elması unu kullanılarak yapılan yerel bir Kore yemeğinde, kullanılan yer elması unu miktarı arttıkça toplam flavonoid miktarının da arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada saf yer elması ununda 29.01 rutin eşdeğeri (mg RE/g), hiç yer elması unu içermeyen yemekte 0.76 (mg RE/g), %30 yer elması unu içeren yemekte ise 2.15 (mg RE/g) toplam flavonoid tespit edilmiştir.

Sawicka vd (2021) Polonya ve Litvanya’ da farklı ekolojik koşula sahip iki lokasyonda, iki yer elması çeşidi ile yürüttükleri bir çalışmada, yumruların askorbik asit düzeylerinin 5.20 ile 5.81 mg/100g arasında değişikliklerini bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise yer elması yumrularındaki askorbik asit miktarları 1.795 ile 11.072 mg/100g arasında değişmiş, ortalama 5.541 mg/100g olmuştur. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar paralellik göstermektedir. Kaya-Mert (2021) yürüttüğü lisansüstü tez çalışmasında, tek çeşide ait yer elması yumrularında farklı kurutma teknikleri sonucu askorbik asit

miktarlarını ölçmüştür. Çalışmasında askorbik asit miktarlarının 2.19 – 4.26 mg/100g arasında değiştiğini bildirmiştir. Bilenka vd. (2019) farklı ısı uygulamalarıyla elde ettikleri yer elması yumru ekstraktlarında askorbik asit tayini yapmışlardır. Çalışma sonucunda taze örneklerde 7.8 mg/100g; kurutma işlemi uygulanarak elde edilen ekstraktlarda ise 3.2-3.6 mg/100g aralığında askorbik asit miktarları tespit edilmiştir.

László vd. (2018), yedi farklı yer elması klonunda fotosentetik pigment miktarlarını araştırdıkları bir çalışmada, klonlar arasında klorofil içerikleri bakımından istatistiki anlamada ciddi farklılıklar bulunduğunu tespit etmişlerdir. En yüksek klorofil a miktarı, 'Tápióisima' ekotipinin yapraklarında (8.478 mg/g DM), bulunmuştur. Diğer altı ekotip/çeşitin ise hemen hemen aynı değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (6.013-7.800 mg mg/g). Yapraklarda en yüksek klorofil b miktarı Alba (2.307 mg/g) ve Tápióisima (1.585 mg/g) ekotiplerinde bulunmuş, diğer beş ekotipin değerleri ise 0.807-1.249 mg/g aralığında değişmiştir. Yaprakların karotenoid içeriği ile ilgili olarak, en yüksek içeriğin Fuza (4.042 mg/g) ve Tápióisima'da (3.987 mg mg/g) ölçülmüştür. Her ne kadar kullanılan yöntemler farklı olsada, gen havuzu arasındaki varyasyon farkını karşılaştırmak için yapılan kıyaslamada, tez çalışmasında değerlendirilen gen havuzunun yapraklardaki klorofil içeriği yönünden daha çeşitli olduğu görülmektedir. Puangput vd. (2017), üç farklı yer elması çeşidinin kuraklığa verdiği tepkiyi inceledikleri bir çalışmada, normal koşullarda yetiştirilen bitkilere ait yaprak SPAD değerlerinin 30.1 ile 35.6 arasında olduğunu (ortalama 33.2) bildirmişlerdir. Ayrıca kullanılan çeşitlerin tamamının farklı istatistiki gruplarda yer aldığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar hem rakamsal değerler hem de klonların dağılımı yönünden bizim çalışmamızla uyumludur.

Chaimala vd. (2021) farklı altı yer elması çeşidi ile yaptıkları kuraklık denemesinde, control grubu bitkilerin yapraklarında SPAD değerlerinin 34.4 ile 48.9 arasında değiştiğini, ortalama olarak 41.7 değerinin tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Nizioł-Lukaszewska vd. (2020) farklı yöntemlerle elde ettikleri yer elması ekstraktlarının pH değerlerinin 5.1 ile 6.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kaya-Mert (2021) yürüttüğü lisansüstü tez çalışmasında, tek çeşide ait yer elması yumrularında pH değerinin 6.18 olduğunu bildirmiştir.

Johanson vd. (2015) 11 farklı yer elması klonundeki FRAP düzeylerini, farklı hasat dönemlerinde, yumru ve yaprak örneklerinde ayrı ayrı incelemiştir. Çalışma sonucunda FRAP düzeylerinin 9 Eylül / 14 Ekim / 7 Aralık periyodunda çok keskin şekilde azaldığı görülmüştür. İlk hasat döneminde yapraklardaki ortalama FRAP düzeyinin (41.1 mmol/100 g) yumrulardakinin (10.13 mmol/100 g) yaklaşık 4 katı olduğu, ancak bir sonraki hasat döneminde bu oranın 3 kata indiği, son hasatta ise yumrulardaki miktarın yaprakların üzerine çıktığı görülmüştür. Bu sonuçlar, elde edilen FRAP düzeyleri diğer çalışmalarla karşılaştırılırken yetiştiricilik tekniklerinin yorum hatalarına yol açabileceğini göstermektedir. Bizim çalışmamızda da yapraklardaki FRAP seviyesi yumrulardakinden fazla bulunmuştur. Michalska-Ciechanowska vd. (2019) üç farklı yer elması çeşidinde farklı potasyum (K) gübreleme düzeylerinin polifenolik bileşiklerdeki ve antioksidan kapasitesindeki değişiklikleri değerlendirmek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda tüm uygulamalarda elde edilen FRAP düzeyleri 0.59 μ mol Trolox/g ile 2.13 μ mol Trolox/g arasında değişmiştir. Bizim çalışmamızdan elde edilen tüm organlara ait sonuçlar (aynı birime sahip: μ mol Trolox / g) bu çalışmadan elde edilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Amarowicz vd. (2020) üç farklı azot dozu uygulamasının üç farklı yer elması çeşidinin antioksidan kapasitesindeki değişimleri incelemiştir. Tüm çalışmada, örneklerdeki FRAP kapasitesi 81.9 – 110.9 mol Fe²⁺/g aralığında bulunmuştur. Çalışmada aynı azot dozuna konu edilen aynı klona ait örneklerde FRAP içeriği yönünden ciddi varyasyon olduğu bildirilmiştir (86.2, 90.6, 110.9 mol Fe²⁺/g). Klonlar arasındaki bu varyasyon bizim çalışmamızdaki bulgularla örtüşmektedir. Mu vd. (2021) farklı depolama sıcaklıklarının yer elması yumrularının antioksidan kapasitesi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, FRAP sonuçlarını mg TE/g birimi ile ifade etmişlerdir. Depolanmayan örneklerde (bizim çalışmamızda olduğu gibi) bu sonuç 17.39 (mg Tloroks/g) olurken, tüm uygulamalar da 13.62-25.30 (mg Tloroks / g) aralığında değişmiştir. Petkova vd. (2012) farklı ekstraksiyon yöntemlerinin yer elması yumrularının antioksidan kapasitesine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, tüm yöntemlerle elde edilen FRAP düzeylerinin 17.27-105.31 mM Tloroks/g olduğunu belirtmiştir.

Yungen (1992) farklı dikim sıklığının yer elması yumrularındaki kuru madde oranına etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda kuru madde oranlarının % 25.8 ile 28.7

arasında değiştiği bildirilmiştir. Manokhina vd. (2022) 16 farklı yer elması klonunun yem değerlerini araştırdığı bir çalışmada, yumrulardaki kuru madde oranlarının %21-27 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim alışmamızda elde edilen yumru değerlerinden dokuz adeti bu aralığta olmasına rağmen, özellikle 40_2 ve 40_1 numaralı klonların katkısı ile elde edilen ortalama değer bu aralığın çok üzerinde kalmıştır. Kaya-Mert (2021) yürüttüğü lisansüstü tez çalışmasında, tek çeşide ait yer elması yumrularında kuru madde oranını % 21.05 olarak tespit etmiştir. Sawicka vd (2021) iki farklı lokasyonda, iki yer elması çeşidi ile yürüttükleri bir çalışmada, yumruların kuru madde oranlarının çeşitler arasında %23.81 ve %21.31 arasında değiştiklerini bildirmiştir. Ayrıca aynı çeşidin, farklı ekolojik koşullarda farklı kuru madde oranları sergilediği de ispatlanmıştır. Li vd. (2020), dikim sırasında kullanılan rizom yumru büyüklüğünün bazı kalite özelliklerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, hasat edilen yumruların kuru madde oranlarının %21.6-24.0 aralığında olduğunu bildirmişleridir.

Yungen (1992) hasat tarihi ile yer elması yumrularının briks değeri arasında ilişki olup olmadığını araştırdıkları bir çalışmada, bu değerlerin 19.1 ile 21.1 arasında değiştiğini ve deneme faktörlerinden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yapraklardaki bu değerin ise 7.2-9.5 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Saengthongpinit ve Sajjaanantakul (2005) farklı hasat dönemlerinin etkisini araştırdıkları bir çalışmada yer elması yumrularında suda çözülebilir kuru madde miktarını 22.50-23.50 olarak tespit etmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızdan elde edilen değerler ile uyumludur. Dias vd. (2016) sulama suyu tuzluluğunun yer elması yumrularındaki suda çözülebilir kuru madde-Briks değerlerine etkisini inceledikleri bir çalışmada bu değerin 20.4-31.4 aralığında olduğunu, en düşük tuzluluk (1.2 ds/m) seviyesinde ise 24.0 olduğunu bildirmişlerdir. Li vd. (2020), dikim sırasında kullanılan rizom yumru büyüklüğünün etkilerini inceledikleri bir çalışmada yumru briks değerlerini 12.8-14.0 olarak bildirmiştir. Kaya-Mert (2021) yürüttüğü lisansüstü tez çalışmasında yer elması yumrularında briks değerini 15.16 olarak ölçmüştür. Bu sonuçlar, bizim çalışmamızda elde edilen değerlere kıyasla oldukça düşük bulunmuştur.

Mattila ve Hellström (2007), yer elmasının yumrularındaki fenolik asitlerin içeriğinde çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulamamıştır. Bu sonuç bizim çalışmamızdan elde edilen sonuç ile paralellik göstermektedir. Showkat vd. (2019), Dagnytral isimli yer elması çeşidinin, dört farklı organının (yumru, yaprak, iek ve

gövde) ekstrelerindeki temel fenolik maddelerin seviyelerini farklı yöntemlerle belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada 3 farklı ısıtma koşulu (20°C, 60°C ve mikrodalga fırın) kullanılmıştır. Sonuç olarak toplam fenolik içerik yapraklarda en yüksek (4.5-5.7 mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde), ardından çiçek (2.1- 2.9), yumru (0.9-1.4) ve en düşük gövde ekstraktlarında (0.1-0.2) belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen fenolik madde içeriği sıralaması tez çalışmasında elde edilen sonuç ile örtüşmektedir. Ancak toplam fenolik madde miktarları, bizim çalışmamızda yaprakta ortalama 2.33 kat, çiçekte 4.66 kat, yumruda ise 5.4 kat daha fazla bulunmuştur. Bu farklılığın genetik etmenler ve çevresel farklılıklara ek olarak kullanılan analiz yöntemi ile de ilişkili olabileceği varsayılmaktadır. Amarowicz vd., (2020) üç farklı azot dozunun 3 farklı yer elması klonunun yumrularındaki çeşitli biyokimyasal içeriğe etkileri araştırdıkları bir çalışmada, en düşük toplam fenolik içeriği azot takviyesi yapılmamış “Albik” çeşidinin yumrularında (7,81 mg/g); en yüksek içeriği ise 120 kg/ha N uygulanmış “Gute Gelbe” çeşidinin yumrularında (9.89 mg/g) elde etmiştir. Çalışmada elde edilene 9 değerlerin ortalaması ise 8.74 mg/g’ dır. Bizim çalışmamızda elde edilen ortalama fenolik madde miktarı (7.560 mg/g) bu değerlerin altında gözüktüğü de, incelenen klonların 6 tanesi, diğer çalışmanın ortalama değerinin üstünde fenolik içeriğe sahip bulunmuştur.

Li vd. (2020), dikim sırasında kullanılan rizom yumru büyüklüğünün bazı biyokimyasal içeriklerle etkisini araştırdıkları bir çalışmada, yumru büyüklüğünün pH, kuru ağırlık, titre edilebilir asitlik ve briks değerleri üzerine istatistikî olarak etki etmediğini tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen titre edilebilir asitlik miktarı 2.0 ile 2.4 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Chirsanova vd. (2011), iki farklı yer elması çeşidinin yumrularından elde edilen unlarda titre edilebilir asitlik seviyelerini, farklı hamur yoğurma sürelerinde ölçmüş ve 1.8 ile 6.6 arasında sonuçlar elde etmiştir.

Showkat vd. (2019), bir yer elması çeşidinin, dört farklı organının (yumru, yaprak, çiçek ve gövde) ekstrelerindeki antioksidan kapasite seviyelerini farklı yöntemlerle belirlemeye çalışmıştır. Çalışmasında, organların DPPH kapasitelerinin büyükten küçüğe doğru yaprak>çiçek>yumru>gövde şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Nizioł-Łukaszewska vd. (2018) benzer bir çalışmada yer elması yaprak ve yumru ekstresinin antioksidan kapasitelerini karşılaştırdıkları bir çalışmada yaprakların DPPH seviyesinin yumrulardan çok daha yüksek olduğunu bildirmişleridir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Amarowicz vd. (2020) farklı azot dozlarının üç farklı yer elması çeşidinin antioksidan kapasitesindeki değişimleri farklı bileşenler üzerinden incelemişlerdir. Tüm çalışmada, örneklerindeki DPPH kapasitesi 40.9 – 49.9 $\mu\text{mol Trolox/g}$ aralığında bulunmuştur. Çalışmada aynı azot dozuna konu edilen aynı klona ait örneklerde DPPH içeriği yönünden ciddi varyasyon olduğu bildirilmiştir.

Plangklang ve Tangwongchai (2011) farklı depolama koşullarının yer elması yumrularının DPPH kapasitesi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada depolanmayan grupta sonuçları 62.48 ve 73.71 $\mu\text{gTE/g}$ taze ağırlık olarak bulmuşlardır.

Singthong ve Thongkaew (2020) yürüttükleri bir çalışmada inceledikleri yer elması klonunun yumrularındaki DPPH seviyesini 93.74 mg TEAC/g bulmuşlardır.

Yapılan literatür taramasında, yer elmasında organlara bağlı suda çözülebilir protein içerikleri ile ilgili yapılmış çalışmaya rastlanılmamıştır. Yer elması yumruları için %5,3–%10,4 (kuru ağırlık) protein içeriği rapor edilirken, toprak üstü kısımlarının %1.1–6,1 (kuru ağırlık) protein içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Gunnarson vd., 2014). Organlara bağlı olarak toplam protein içerikleri karşılaştırıldığında, düşük protein içeriği genellikle sapta (en düşük değerler geç hasatta %1.6-4.5 ile) ve köke yakın kısımlarda (geç hasatta en düşük değerlerle %1.6-2.6 ile) bulunmuştur. Yer elmasının yapraklarında protein içeriğinin çok daha yüksek olduğu (%7,1–%24,5, en düşük değerler geç hasatta; bulunmuştur. (Gunnarson vd., 2014). Oysa bizim çalışmamızda çözünür protein içeriği en yüksek çiçeklerde ve yapraklarda tespit edilmiştir. Bu farklılığın incelenen protein profilinin farklılığından meydana geldiği varsayılmaktadır.

Petkova vd. (2012) farklı ekstraksiyon yöntemlerinin dört yer elması genotipinin yumrularının antioksidan kapasitelerini araştırdıkları bir çalışmada, tüm yöntemlerle elde edilen ABTS düzeylerinin 12.1-46.8 mM Tloroks/g olduğunu belirtmiştir.

Amarowicz vd. (2020) farklı azot dozu uygulamalarının üç farklı yer elması çeşidinin antioksidan kapasitesindeki değişimleri incelemişlerdir. Tüm çalışmada, örneklerdeki ABTS kapasitesi 36.5 – 43.4 $\mu\text{mol Trolox/g}$ aralığında bulunmuştur. Çalışmada aynı azot dozuna konu edilen aynı klonu ait örneklerde ABTS içeriği yönünden ciddi varyasyon olduğu bildirilmiştir. Klonlar arasındaki bu varyasyon ve elde edilen değerler, bizim çalışmamızdaki bulgularla örtüşmektedir. Choi vd. (2018), mor bir yer elması çeşidinin antioksidatif ve anti-diyabetik etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda toplam fenolik bileşik içeriği $0.46 \pm 0.01 \text{ mg/g}$ ve toplam flavonoid içeriği $10.98 \pm 0.28 \text{ mg/g}$ olarak bulunmuştur. Antioksidan fonksiyonunu belirlemek için DPPH ve ABTS radikal süpürme aktivitesi ve FRAP testleri yapılmış ve sırasıyla $\%80.49 \pm 0.50$, $\%31.36 \pm 0.11 \text{ mM TE/g}$ ve $37.96 \pm 0.57 \text{ mM TE/g}$ değerleri elde edilmiştir. Michalska-Ciechanowska vd. (2019) ABTS radikal süpürücü aktivite testinde yer elmasının 3 çeşidindeki antioksidan kapasitenin 0.87 ile 3.28 mmol Trolox/kg arasında değiştiğini kaydetmiştir.

Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin dört yer elması klonunda yumrularının antioksidan kapasitesini inceleyen Petkova vd. (2012), CUPRAC metodunu da çalışmada kullanmıştır. Çalışma sonucunda tüm yöntemlerle elde edilen CUPRAC düzeylerinin 52.9-259.7 mM Trolox/g aralığında değiştiğini bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen bu yüksek varyasyon hem aynı çeşidin farklı ekstraksiyon yöntemi, hem de aynı çeşidin farklı hasat tarihinde izlenmiştir.

Terziç vd. (2012) yumru ve yapraklarındaki N, P, Ca, Mg, K, Fe, Mn, Zn, Cu konsantrasyonları ile Ca/P ve K/(Ca + Mg) oranlarına göre yer elmaları arasındaki genetik değişkenliği belirlemiştir. Yaprak ve yumrulara analiz edilen temel elementlerin konsantrasyonları önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Yapraklarda analiz edilen tüm temel elementler arasında Ca en bol (36 g/kg) iken yumru köklerde dokuz elementten dördü yüksek bulunmuştur. Slimstad et al. (2010) yirmi yer elmasına ait gövde ve yumrulara morfolojik özellikleri ve şekerler/frukto-oligosakkaritlerin içeriğini araştırmıştır. Çalışmanın sonunda, sadece yumrulardaki kuru madde içeriği ile toplam frukto-oligosakkarit (FOS) içeriği ($r=0.255$) arasında zayıf bir ilişki bulunmuştur. Zaldariene vd. (2010), yer elması yumrularında ham lif ve ham kül arasında düşük korelasyon katsayısı hesaplamıştır.

Hanci ve Tuncer (2019), 17 yer elması klonu arasındaki varyasyonu sekiz morfolojik özellik temelinde incelemiştir. Çalışma sonucunda kümeleme analizinde, klonlar iki ana kümede gruplandırılmış, bunlarda kendi içlerinde ikişer alt kümeye ayrılmıştır. . Sınıflandırmadan elde edilen her bir ana küme, iki alt kümeye bölünmüştür. İlk grup Kayseri, Kırşehir, Yozgat ve Mersin lokasyonlarından toplanan sekiz adet yer elmasını içermiştir. Bu kümeye Nevşehir'den yalnızca bir klon dahil olmuştur (50/03). İkinci grup, Çorum, Ankara, Antalya ve Nevşehir lokasyonlarından dokuz klondan oluşmuştur. En yüksek yumru ağırlığı (75.741 g/yumru), tomurcuk sayısı (36.806) bu kümede kaydedilmiştir. Hanci (2021), ISSR belirteçlerini kullanarak yer elması klonları arasındaki genetik çeşitliliği değerlendirmiştir. İncelenen klonlar bir dendrogramda iki ana gruba ayrılmıştır. Genetik benzerlikler, ortalama 0.292 ile 0.001 ile 0.815 arasında değişmiştir. Moleküler markırlarla elde edilen bu benzerlik yüzdesi, biyokimyasal özelliklere göre eldedilen benzerlikten daha düşük bulunmuştur. Her iki çalışma sonucunda klonların dağılımı karşılaştırıldığında herhangi bir benzerlik görülmemiştir. Pinar vd. (2021) çalışmasında, bu tez çalışmasında da kullanılan yer elması klonlarının yem değerleri incelenmiş ve çalışma sonunda besin içeriklerinde klonlar arasında oldukça önemli farklılıklar bulunmuştur. Klonların eter özütü %0,65–2,42 arasında, yoğunlaştırılmış tanen ise %0,95–1,67 arasında değişmiştir. İncelenen klonlar arasında gaz-metan üretimleri, metabolize edilebilir enerji, organik madde sindirilebilirliği ve laktasyon için net enerji değerlerinde önemli farklılıklar bildirilmiştir. Bu parametrelerin en düşük değerleri 38-1 klonu için, en büyük değerler ise 33-1 klonu için elde edilmiştir.

4.2.Sonuç ve Öneriler

Tamamlanan bu tez çalışması ile, biyoaktif bileşenler yönüyle hem klonlar hem de organlar arasındaki varyasyon Türkiye’de ki bir yer elması koleksiyonunda araştırılmıştır. Dünya genelinde daha önce yapılmış güncel çalışmalar incelendiğinde, bu tez çalışmasındakine benzer şekilde yer elması bitkisinin farklı organlarındaki biyoaktif bileşenlerin karşılaştırıldığı görülmektedir (Lee vd., 2016; Nizio-Lukaszewska vd., 2018; Showkat vd., (2019). Bu çalışmalarda, araştırılan bileşiklerin bitki organlarına bağlı olarak istatistiki açıdan farklı oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmalarda klonlar arası farklılıklar incelenmemiş, tüm değerlendirme aynı klona ait bitki organlarını karşılaştırmak üzerine kurgulanmıştır.

Günümüzde gen havuzlarının detaylı karakterizasyonları gündeme geldiğinde genelde üç basamaklı bir strateji izlenmektedir: Morfolojik karakterizasyon, moleküler karakterizasyon ve biyokimyasal karakterizasyon. Bu tez çalışmasının tamamlanmasıyla, ele alınan gen havuzundaki üç aşama da tamamlanmıştır. Aktif bir gen havuzu olması nedeniyle zaman zaman ele alınan klon sayısında farklılıklar olsa da, üç veri de birbirini tamamlar niteliktedir.

Yapılan istatistiki analizler sonucunda, klonların ve örnek alınan organların ikili interaksiyon etkisi, toplam flavanoid, askorbik asit, klorofil miktarı, pH, H₂O₂ giderme kapasitesi, toplam kuru madde, SÇKM ve FRAP üzerinden antioksidan kapasite parametreleri için önemli bulunmuştur ($P > 0.05$). Ulaşılan bu sonuç, bahsedilen parametreler için hangi organın daha yüksek sonuçlar vereceğinin, klonlara farklılık gösterebileceği sonucunu doğurmaktadır. 19_4 numaralı klonun yaprakları en yüksek flavanoid ve SPAD değerlerine sahip bulunmuştur. Bu durum flavanoid miktarı ile klorofil içeriği arasında yüksek korelasyon olabileceği fikrini doğurmuş, ancak yapılan korelasyon analizi sonucunda, diğer sonuçlarında etkisiyle öngörülen bu yüksek korelasyonun aslında olmadığı anlaşılmıştır ($r: 0,136$). Benzer durum 40_2 numaralı klonun yumru örneklerinde ölçülen askorbik asit ve toplam kuru madde içeriklerinde de gözlenmiştir. Bu parametrelerin en yüksek sonuçları 40_2' nin yumrularında ölçülmüş ancak korelasyon sonucu düşük ilişkiyi işaret etmiştir ($r: -0.018$).

Toplam fenolik madde, titre edilebilir asitlik ve DPPH üzerinden antioksidan kapasite parametreleri için ise organ ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P > 0.05$). Toplam fenolik madde içeriği bakımından çiçekler ve yapraklar; titre edilebilir asitlik bakımından çiçekler; DPPH üzerinden antioksidan kapasite parametreleri için ise yapraklar en yüksek sonucu vermişlerdir. Yer elması çiçekleri bugüne kadar çok az çalışmaya konu edilmiş bir konudur. Özellikle fenolik madde ve titre edilebilir asitlik bağlamında elde edilen bu sonuçlar bundan sonra yürütülecek birçok çalışma için ilham verici olacaktır.

CUPRAC üzerinden antioksidan kapasite parametreleri için ise organlardan bağımsız olarak sadece klonlar arasındaki fark önemli çıkmıştır. Bu özellik bakımından en yüksek sonucu 50_2 ve 07_1 numaralı klonlar vermiştir.

Organ ve interaksiyon etkileri göz ardı edilerek yapılan değerlendirme de 40_2 numaralı klonun 3 özellikle en fazla öne çıkan klon olduğu görülmektedir (Askorbik asit, toplam kuru madde, suda çözülebilir kuru madde). Bu klonu ikişer özellikle 38_1 (toplam flavanoid ve çözünebilir protein), 19_4 toplam flavanoid ve spad değeri), 33_1 (DPPH ve ABTS), ve 40_1 (ph ve titre edilebilir asitlik). Bu klonlardan 19_4 dışındakiler, Hanci ve Tuncer (2019) çalışmasında, incelenen sekiz morfolojik özellik bakımından aynı gruplandırma içerisinde yer almıştır. Hanci (2021) tarafından yapılan moleküler karakterizasyon çalışmasında ise bu dört klonun dağılımları arasında herhangi bir benzerlik tespit edilememiştir. Bu çalışmaya göre öne çıkan tek durum, 40_2 numaralı klonun, bulunduğu ana küme içerisinde, diğer 19 klondan tamamen farklı bir yerde konumlanması olmuştur.

Hanci vd. (2020) tarafından yapılan inülin içeriklerine yönelik çalışmada, 38_1 numaralı klon taze ve kuru örneklerdeki en yüksek içeriğe sahip bulunmuştur. İnülin sonucu ile, bu çalışmada elde edilen en yüksek suda çözülebilir protein içeriği sonucu tamamen örtüşmektedir. Ayrıca bu klon, sadece gövde kısmıyla yapılan analizde en yüksek ham protein sonucu veren klonlar arasında yer almıştır (Pinar vd. 2021).

Elde edilen bu bulgular, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış yer elması klonlarındaki biyokimyasal içerik yönünden zenginliği ortaya çıkarmıştır. Değişen iklim koşulları ve halkın tüketim talepleri doğrultusunda her zaman yeni alternatif ürünlere ihtiyaç duyulacağı bir gerçektir. Alternatif ürün kavramı, daha önce var olan ürünlere göre üreticiye en az bir noktada avantaj/kolaylık sağlayabilecek ürünler demektir. Bu bağlamda yer elması, ülkemizin birçok bölgesi için yüksek potansiyele sahip bir ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tez çalışmasında elde edilenler ve öncesindeki diğer sonuçlar, yerelması yetiştiriciliğine başlamak isteyen üreticiler için somut veri kaynağı oluşturmuştur. Benzer şekilde yer elması kaynaklı katma değeri yüksek ürünler için de yol gösterici mahiyette kıymetli sonuçlar ortaya çıkmıştır.

KAYNAKÇA

1. Amarowicz, R., Cwalina-Ambroziak, B., Janiak, M.A., Bogucka, B. 2020. Effect of N fertilization on the content of phenolic compounds in jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers and their antioxidant capacity. **Agronomy** **10**:1215.
2. Amarowicz, R., Cwalina-Ambroziak, B., Janiak, M.A., Bogucka, B., 2020. "Effect of N Fertilization on the Content of Phenolic Compounds in Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers and Their Antioxidant Capacity". **Agronomy**, **10**, 1215.
3. Bilenka, I., Lazarenko, N., Zolovska, O., Golinskaya Y., 2019. "Features of the enzyme composition of Jerusalem artichoke tubers", Scientific Messenger LNUVMB. **Series: Food Technologies**, **21**,91, 14-19.
4. Bilenka, I., Lazarenko, N., Zolovska, O., Golinskaya, Y. 2019. Features of the enzyme composition of Jerusalem artichoke tubers. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. **Series: Food Technologies** **21**:14-19.
5. Catana, L., Catana, M., Iorga, E., Lazăr, A., Lazar, M., Teodorescu, R., Asănică, A., Belc, N., Iancu, A.A., 2018. Valorification of Jerusalem Artichoke Tubers (*Helianthus tuberosus*) for Achieving of Functional Ingredient with High Nutritional Value. "Agriculture for Life, Life for Agriculture" **Conference Proceedings**, **1**, 276 - 283.
6. Cemeroğlu, B., (Ed), 2007, "Gıda Analizleri". Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, 535s, Ankara.
7. Cemeroğlu, B.S., 2013. "Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. Gıda Analizleri, Ed: Prof. Dr. Bekir Cemeroğlu". Bizim Grup Basımevi, Ankara, 1-81.
8. Chaimala, A., Jogloy, S., Vorasoot, N., Holbrook, C. C., Kvien, C. K., Laohasiriwong, S., 2021. "The variation of relative water content, SPAD chlorophyll meter reading, stomatal conductance, leaf area, and specific leaf area of Jerusalem artichoke genotypes under different durations of terminal drought in tropical region". **Journal of Agronomy and Crop Science**, **00**, 1–15.

9. Chen, F., Long, X., Yua, M., Liu, Z., Liu, L., Shao, H., 2013., Phenolics and antifungal activities analysis in industrial crop Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves. **Industrial Crops and Products** **47**, 339-345.
10. Chirsanova, A., Capcanari, T., Gincu, E., 2021. "Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) Flour Impact On Bread Quality". **Journal of Engineering Science**, **28** (1).131-143.
11. Choi, H., Jin, K.N., Jeong, E., Kim, Y., 2018. Antioxidative and Antidiabetic Activity Analysis for 70% EtOH Extract of Purple Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Doktora Tezi, Department of Food Science & Technology, Chonbuk National University, Korea.
12. Cosgrove, D.R., Oelka, D.A., Doll, D.J., Davis, D.W., Undersander, D.J., Oplinger, E.S. 1991. Jerusalem artichoke. Alternative field crops manual. University of Wisconsin Press, Wisconsin.
13. D'Egidio M., Cecchini C., Cervigni T., Donini B., Pignatelli V. 1998. Production of fructose from cereal stems and polyannual cultures of Jerusalem artichoke. **Ind. Crops Prod.** **7**:113-119.
14. Danilcenko, H., Jariene, E., Slepeliene, A., Sawicka, B., Zaldariene, S., 2017. The Distribution of Bioactive Compounds in the Tubers of Organically Grown Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) During the Growing Period. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus**, **16**(3), 97–107.
15. Danilcenko, H., Jariene, E., Slepeliene, A., Sawicka, B., Zaldariene, S. 2017. The distribution of bioactive compounds in the tubers of organically grown Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) during the growing period. **Acta Sci. Pol.** **16**:97–107.
16. Dias, N.S., Ferreira, J.F.S., Liu, X., Suarez, D.L., 2016. "Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) maintains high inulin, tuber yield, and antioxidant capacity under moderately-saline irrigation waters". **Ind. Crops Prod.** **94**, 1009-1024.
17. Gunnarsson, I.B., Svensson, S.E., Johansson, E., Karakashev, D., Angelidaki, I. 2014. "Potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a biorefinery crop". **Ind. Crops Prod.** **56**, 231–240.
18. Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir, S.E., Apak, R. 2006. Antioxidant capacity of fresh, sun- and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*)

- assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and folin methods. **Int. J. Food Sci.** **41**:76–85.
19. Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir, S.E., Apak, R., 2006. “Antioxidant capacity of fresh, sun- and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*) assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and folin methods”. **International Journal of Food Science and Technology**, **41**, 76–85.
 20. Hanci, F. 2021. A first insight into genetic diversity of Jerusalem artichoke accessions collected from different regions of Türkiye assessed by ISSR markers. **Int. J. Agric. Environ. Food Sci.** **5**:651-655.
 21. Hanci, F., 2021. “A first insight into genetic diversity of Jerusalem artichoke accessions collected from different regions of Turkey assessed by ISSR markers”. **International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences**, **5**, 4, 651-655.
 22. Hanci, F., Tuncer, G. 2019. The investigation of the variation in tuber characteristics of Jerusalem artichoke collected from different provinces of Türkiye, Processing book of International Congress on Vocational & Technical Sciences - V, Cairo, Egypt, 24-34.
 23. Hanci, F., Tuncer, G., 2019. “The investigation of the variation in tuber characteristics of jerusalem artichoke collected from different provinces of Turkey”, International Congress on Vocational & Technical Sciences - V, Kahire, Mısır, 24 - 27 Ocak 2019, 24-34.
 24. Hanci, F., Tuncer, G., Kuzu, C. 2020. Inulin based characterization of Turkish Jerusalem artichokes. **Journal of the Bangladesh Agricultural University** **18**:551-556.
 25. Hanci, F., Tuncer, G., Kuzu, C., 2020. “Inulin Based Characterization of Turkish Jerusalem Artichokes”, **Journal of Bangladesh Agricultural University**, **18**,3, 551-556.
 26. Jantaharn, P., Mongkolthanaruk, W., Senawong, T., Jogloyd, S., McCloskey, S., 2018. Bioactive compounds from organic extracts of *Helianthus tuberosus* L. Flowers. **Industrial Crops & Products** **119**, 57–63.
 27. Jantaharn, P., Mongkolthanaruk, W., Senawong, T., Jogloyd, S., McCloskey, S. 2018. Bioactive compounds from organic extracts of *Helianthus tuberosus* L. flowers. **Ind. Crops Prod.** **119**:57–63.

28. Kays, S.J., Nottingham, S.F. 2007. Biology and chemistry of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), first ed. CRC Press, Boca Raton-Abingdon-Oxon-New York.
29. Li, M., Mendoza, J.D., Ming, L.C., 2020. "Effects of the propagule size on the tuberous rhizome production and physicochemical characteristics of Jerusalem artichoke". **Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia**, 7, 2, 34-39.
30. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J., 1951. "Protein measurement with the Folin phenol reagent". **J Biol Chem.** 193, 1, 265-275.
31. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J., 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193:265-275.
32. Manokhina, A.A., Dorokhov, A.S., Kobozeva, T.P., Fomina, T.N., Starovoitov, V.I., 2022." Jerusalem Artichoke as a Strategic Crop for Solving Food Problems". **Agronomy**, 12, 465.
33. Mathew, S., Abraham, T.E., 2006. "Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models". **Food Chemistry**, 94, 520-528.
34. Mathew, S., Abraham, T.E., 2006. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. **Food Chem.** 94:520-528.
35. Mattila, P., Hellström, J., 2007. "Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products". **J. Food Comp. Anal.**, 20, 152–160.
36. Michalska-Ciechanowska, A., Wojdyło, A., Bogucka, B., Dubis, B. 2019. "Moderation of Inulin and Polyphenolics Contents in Three Cultivars of *Helianthus tuberosus* L. by Potassium Fertilization", **Agronomy**, 9, 884.
37. Michalska-Ciechanowska, A., Wojdyło, A., Bogucka, B., Dubis, B. 2019. Moderation of inulin and polyphenolics contents in three cultivars of *Helianthus tuberosus* L. by potassium fertilization. **Agronomy** 9:884.
38. Mu, Y., Gao, W., Lv, S., Li, F., Lu, Y., Zhao, C., 2021. "The antioxidant capacity and antioxidant system of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers in relation to inulin during storage at different low temperatures". **Industrial Crops and Products**, 161, 113229.
39. Nizioł-Łukaszewska, Z., Furman-Toczek, D., Zagórska-Dziok, M., 2018. "Antioxidant activity and cytotoxicity of Jerusalem artichoke tubers and leaves

- extract on HaCaT and BJ fibroblast cells”. **Lipids in Health and Disease**, **17**, 280.
40. Nizioł-Łukaszewska, Z., Furman-Toczek, D., Zagórska-Dziok, M., 2018. Antioxidant activity and cytotoxicity of Jerusalem artichoke tubers and leaves extract on HaCaT and BJ fibroblast cells. **Lipids in Health and Dis.** **17**:280.
 41. Nizioł-Łukaszewska, Z., Ziemlewska, A., Zagórska-Dziok, M., Bujak, T., Wasilewski, T., 2020. “Innovative Model Two-Phase Makeup Remover Containing of Jerusalem Artichoke Tubers Extract”. **J. Pharm. Sci. & Res.** **12**, 9, 1237-1241.
 42. Nizioł-Łukaszewska, Z., Ziemlewska, A., Zagórska-Dziok, M., Bujak, T., Wasilewski, T., 2020. Innovative Model Two-Phase Makeup Remover Containing of Jerusalem Artichoke Tubers Extract. **J. Pharm. Sci. Res.** **12**:1237-1241.
 43. Özgür, M., Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., 2011. “Effect of Dehydration on Several Physico-Chemical Properties And the Antioxidant Activity of Leeks (*Allium porrum* L.)”. **Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca**, **39**, 1, 144-151.
 44. Petkova, N., Ivanov, I., Denev, P., Pavlov, A., 2012. “Bioactive substance and free radical scavenging activities of flour from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers - A comparative study”. **Turk. J. Agric. Nat. Sci.** **2**, 1773–1778.
 45. Pinar, H., Kara, K., Hanci, F., Kaplan, M., 2021. “Nutritional composition of herbage of different Jerusalem artichoke genotypes”. **Journal of Animal And Feed Sciences**, **30**, 2, 141-148.
 46. Plangkarn, T., Tangwongchai, R., 2011. “Quality attribute and antioxidant activity changes of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) during storage at different temperatures”. **Thai Journal of Agricultural Science**, **44**, 5, 204-212.
 47. Porra, R.J., Thompson, W.A., Kriedemann, P.E., 1989, “Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy”. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics**, **975**, 3, 384-394.

48. Riemschneider, R., Abedin, M.Z., Mocellin, R.P., 1976. "Qualitäts und stabilisierungsprüfung hitzekonservierter Nahrungsmittel unter verwendung von Vit. C als kriterium – Mitt I. **Alimenta**, 15,171.
49. Riemschneider, R., Abedin, M.Z., Mocellin, R.P., 1976. Qualitäts und stabilisierung prüfung hitze konservierter Nahrungsmittel unter verwendung von Vit C als kriterium-Mitt 1 (Quality and stability evaluation of food preserved by heat utilizing vitamin C as a criterion). **Alimenta** 15:171-174.
50. Ruch, R.J., Cheng, S.J., Klaunig, J.E., 1989. "Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea". **Carcinogenesis**, 10,6, 1003-1008.
51. Ruch, R.J., Cheng, S.J., Klaunig, J.E., 1989. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. **Carcinogenesis** 10:1003-1008.
52. Saengthongpinit, W., Sajjaanantakul, T., 2005. "Influence of harvest time and forage temperature on characteristic of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers". **Postharvest Biol Technology**, 37,93–100.
53. Sarsar, F.Z., El Kadi, F.Z., Kanoun, K., Reguig, S., Khodja, I., Yerou, K.O., Benali, M., 2021. "Impact of thermal processing on the bioactive compounds and antioxidant capacity of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) (*Asteraceae*): Underground parts (tubers)". **Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology**, 25,3, 51 – 57.
54. Sarsar, F.Z., El Kadi, F.Z., Kanoun, K., Reguig, S., Khodja, I., Yerou, K.O., Benali, M., 2021. Impact of thermal processing on the bioactive compounds and antioxidant capacity of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) (*Asteraceae*): Underground parts (tubers). **J. Hortic. Sci. Biotechnol.** 25:51 – 57.
55. Sawicka, B., Skiba, D., Pszczółkowski, P., Aslan, I., Sharifi-Rad, J., Krochmal-Marczak, B., 2021. "Jerusalem artichoke (*H. tuberosus* L.) as a medicinal plant and its natural products". **Cell. Mol. Biol.** 2021.
56. Sawicka, B., Skiba, D., Pszczółkowski, P., Aslan, I., Sharifi-Rad, J., Krochmal-Marczak, B., 2020. Jerusalem artichoke (*H. tuberosus* L.) as a medicinal plant and its natural products. **Cell. Mol. Biol.** 66:160-177.

57. Showkat, M.M., Falck-Ytter, A.B., Strætkvern, K.O., 2019. “Phenolic Acids in Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.): Plant Organ Dependent Antioxidant Activity and Optimized Extraction from Leaves”. **Molecules**, **24**, 3296.
58. Showkat, M.M., Falck-Ytter, A.B., Strætkvern, K.O., 2019. Phenolic acids in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.): plant organ dependent antioxidant activity and optimized extraction from leaves. **Molecules** **24**, e3296.
59. Singleton, V., Rossi, J., 1965. “Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents”. **American Journal of Enology and Viticulture**, **16**,144-158.
60. Singleton, V., Rossi, J., 1965. Colorimetry of total phenolic compounds with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* **16**,144-158.
61. Singthong, J., Thongkaew, C., 2020. “Effect of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) powder on quality of glass noodles”. **Food Research**, **4** (Suppl. 4),17-26.
62. Singthong, J., Thongkaew, C., 2020. Effect of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) powder on quality of glass noodles. **Food Res.** **4**:17-26.
63. Slimestad, R., Seljaasen, R., Meijer, K., Skar, S.L., 2010. “Norwegian-grown Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.): Morphology and content of sugars and fructo-oligosaccharides in stems and tubers”. **J. Sci. Food Agric.**, **90**, 956–964.
64. Terziç, S., Atlagiç, J., Maksimo, I., Zeremski, T., Petroviç, S., Dediç, B., 2012. “Influence of photoperiod on vegetation phases and tuber development in topinambur (*Helianthus tuberosus* L.)”. **Arch. Biol. Sci.**, **64**, 175–182.
65. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Hawkins Byrne, D. 2006. “Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity From Guava Fruit Extracts”. **J Food Compos Anal.** **19**,6-7,669-675.
66. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Hawkins Byrne, D. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **J. Food Compos. Anal.** **19**:669-675.

67. Wang, M.Y., Ma, Z.L., He, C.L., Yuan, X.Y., 2022. “The antioxidant activities of flavonoids in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves and their quantitative analysis”. **Natural Product Research**, **36**, 4, 1009-1013.
68. Wang, M.Y., Ma, Z.L., He, C.L., Yuan, X.Y., 2022. The antioxidant activities of flavonoids in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves and their quantitative analysis. **Nat. Prod. Res.** **36**:1009-1013.
69. Wettasinghe, M., Bolling, B., Pihak, L., Xiao, H., Parkin, K., 2002. “Phase II enzyme-inducing and antioxidant activities of beetroot (*Beta vulgaris* L.) extracts from phenotypes of different pigmentation”. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **50**, 6704-6709.
70. Yuan, X., Gao, M., Xiao, H., Tan, C., Du, Y., 2012. “Free radical scavenging activities and bioactive substances of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves”. **Food Chemistry**, **133**, 10–14.
71. Yuan, X., Gao, M., Xiao, H., Tan, C., Du, Y., 2012. Free radical scavenging activities and bioactive substances of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves. **Food Chem.** **133**:10–14.
72. Yungen, J.A., 1992. Jerusalem artichoke trials in Southern Oregon. Special Report 905, Oregon State University.
73. Zaldariene, S., 2010. “Chemical Composition of Different Genotypes of Organic Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) along the Ontogenesis Cycle”, Doktora Tezi, Aleksandras Stulginskis University, Akademija, Lithuania.
74. Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, M., Wei, Z., Zhang, Y., Tang, X., 2013. “Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China”. **Food Chemistry**, **136**,3, 1169-1176.
75. Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, M., Wei, Z., Zhang, Y., Tang, X., 2013. Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China. **Food Chem.** **136**:1169-1176.
76. Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. “The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals”. **Food Chemistry**, **64**,4, 555-559.
77. Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chem.** **64**:555-559.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Zelal İNAN
Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bahçe Bitkileri	2023
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bahçe Bitkileri	2020
Lise	Midyat Anadolu Lisesi, Mardin	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2023	Midyat Halkeğitim Merkezi	Öğretici

YABANCI DİL

İngilizce