

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN KUMKUAT(*FORTUNELLA SPP.*)
MEYVE VE YAPRAKLARININ FENOLİK BİLEŞİKLERİ VE
ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ**

Çağrı BÜYÜKKORKMAZ

Analitik Kimya Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. F. Zehra KÜÇÜKBAY**

Yüksek Lisans Tezi-2019

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN KUMKUAT(*FORTUNELLA
SPP.*) MEYVE VE YAPRAKLARININ FENOLİK
BİLEŞİKLERİ VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİ**

Çağrı BÜYÜKKORKMAZ

**Analitik Kimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. F. Zehra KÜÇÜKBAY**

Bu araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından TYL-2018-1108 proje numarası ile desteklenmiştir.

MALATYA

2019

	KABUL ONAY FORMU	Doküman No	
		Yayın Tarihi	
Revizyon No			
Revizyon Tarihi			
Sayfa No			
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ			
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ			

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN KUMKUAT(*FORTUNELLA SPP.*) MEYVE VE YAPRAKLARININ FENOLİK BİLEŞİKLERİ VE ANTiOKSIDAN AKTİVİTELERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. F. Zehra KÜÇÜKBAY

HAZIRLAYAN
Çağrı BÜYÜKKORKMAZ

Jürimiz tarafından 21/01/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda bu tez **oybirliği /oyçokluğu** ile başarılı bulunarak Analitik Kimya Anabilim Dalı **Yüksek Lisans** Tezi olarak kabul etmiştir.

Jüri Üyelerinin Unvanı Adı Soyadı

1. Prof. Dr. F. Zehra KÜÇÜKBAY (Başkan, Danışman)
2. Prof. Dr. Yücel KADIOĞLU (Üye)
3. Prof. Dr. Sema ERDEMOĞLU (Üye)

İmza


O N A Y

Bu tez, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../20... tarih ve 20.../..... sayılı Kararıyla da uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Yusuf TÜRKÖZ
Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Turunçgiller	4
2.2. Turunçgil Çeşitleri	7
2.2.1 Portakal (Citrus sinensis [L.] Osb.)	7
2.2.2. Altıntop (Greyfurt) (<i>Citrus paradisi Macf.</i>)	7
2.2.3. Mandarin (Citrus Nobilis Lour).....	8
2.2.4. Limon (Citrus limon Burm. F.).....	8
2.2.5. Kamkat (Citrus Fortunella).....	8
2.3. Dünyada ve Türkiye’ de Turunçgiller ve Turunçgiller Ekonomisi	9
2.4. Kamkat (Citrus Fortunella).....	10
2.5. Serbest Radikaller	12
2.6. Antioksidanlar.....	13
2.6.1. Enzimatik Antioksidanlar	13
2.6.2. Enzimatik Yapıda Olmayan Doğal Antioksidanlar	14
2.7. Uçucu Yağlar	17
3. MATERYAL VE METOT	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Bitki Örnekleri	19
3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Ekipmanlar	20
3.1.3. Meyvelerin Liyofilize Edilmesi	20
3.2. Ekstraktların Hazırlanışı	21
3.3. Kimyasalların Hazırlanışı	24
3.4. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler	25
3.4.1. Serbest Radikal Yakalama Kapasitesi Tayini (DPPH Yöntemi)	25
3.4.2. İndirgeme Kapasite Tayini.....	27
3.4.3. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesi Tayini	29

3.4.4. Toplam Fenolik Miktarı Tayini	30
3.4.5. Toplam Flavonoid Miktarı Tayini	31
4. BULGULAR.....	33
4.1. Serbest Radikal Yakalama Kapasitesi (DPPH Yöntemi)	33
4.2. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesi.....	41
4.3. İndirgeme Kapasitesi Tayini.....	49
4.4. Toplam Fenolik İçerik Tayini	57
4.5. Toplam Flavonoid Miktarı.....	65
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR	80
EKLER.....	85
EK-1. Özgeçmiş.....	85

TEŐEKKÜR

Çalıőmam boyunca bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, tez danıőmanım Prof. Dr. F. Zehra KÜÇÜKBAY'a, çalıőmam boyunca engin tecrübelerinden faydalandığım Prof. Dr. Hasan KÜÇÜKBAY'a, laboravutar çalıőmalarım sırasında büyük yardımları olan doktora öğrencisi Zehra TEKİN'e, çalışma materyalim olan kamkat bitki numunelerini temin ettiğim Mersin Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve ziraat yüksek mühendisi M. Murat HOCAGİL'e teőekkür ederim.

TYL-2018-1108 proje numarası ile projemize maddi destek sağlayan **İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'** ne teőekkür ederim.

Hayatımın her aőamasında varlıkları ve dualarıyla her zaman yanımda olan, güç veren, destek olan, yol gösteren Anneme, Babama, Kardeőime ve kıymetli Eőime teőekkür ederim.

Çağrı BÜYÜKKORKMAZ

ÖZET

Türkiye'de Yetiştirilen Kumkuat(*Fortunella Spp.*) Meyve ve Yapraklarının Fenolik Bileşikleri ve Antioksidan Aktiviteleri

Giriş/Amaç: Bu çalışmada kumkuat (kamkat) bitkisi ve ondan elde edilmiş 6 adet hibritin, yaş ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyveleri ile yapraklarından çeşitli çözümler kullanılarak elde edilen ekstraktlarında, bitkinin antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarına bakılmıştır.

Materyal/Metot: Mersin Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden toplanan kamkat (anaç tür ve 6 adet hibrit) meyve ve yapraklarından çeşitli çözümler kullanılarak ekstraktlar elde edilmiştir. Ekstraktların Blois yöntemi kullanılarak Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi, Dinis yöntemi kullanılarak Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesi, Oyaizu yöntemi kullanılarak indirgeme kapasitesi in-vitro olarak çalışılmıştır. Ayrıca ekstraktların toplam fenolik madde ve flavonoid madde miktarları ise sırasıyla Folin-Ciocalteu ve Zhishen yöntemine göre tayin edilmiştir.

Bulgular: Kamkat meyve ve yapraklarından elde edilen ekstraktların antioksidan kapasiteleri artan derişimle birlikte artmaktadır. Anaç tür ile hibritleri arasında majör bir farklılık görülmemiştir. Kamkat yapraklarının serbest radikal yakalama kapasitesi ile fenolik ve flavonoid madde miktarı meyvelerine göre daha fazladır.

Sonuç: Kamkat meyve ve yapraklarının ihtiva ettiği fenolik ve flavonoid madde miktarına bağılı olarak antioksidan kapasitesinin de arttığı ve kamkat yaprakların fenolik, flavonoid içerik ve antioksidan kapasitesinin meyvelerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu özellikleri değerlendirildiğinde kamkat meyve ve yapraklarının gıda, kimya, farmakoloji vs, gibi alanlar için iyi bir kaynak olduğunu söyleyebiliriz. Kabuğu ile tüketilmesi sebebiyle farklı fitokimyasalları, besin olarak almamızı sağlayan kamkat meyvesi iyi bir alternatiftir.

Anahtar Kelime: Antioksidan aktivite, Demir indirgeme, DPPH, *Fortunella Spp.*, Kamkat, Metal şelatlama, Toplam fenolik içerik, Toplam flavonoid içerik, Uçucu yağ.

ABSTRACT

Grown in Turkey Kumquat (*Fortunella* spp.) Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Fruits and Leaves

Background/Aim: In this study, the antioxidant capacity, total phenolic and flavonoid substances of the Kumquat plant and its six hybrid extracts obtained from fresh and lyophilized dried fruits and leaves were examined.

Materials/Methods: Extracts from kumquat (rootstock and 6 hybrid) fruits and leaves collected from Mersin Alata Horticultural Research Institute were obtained using various solvents. Free Radical Capture Activity of the extracts using the Blois method, the activity of chelating Iron (II) Ions using the Dinis method, and the reduction capacity using the Oyaizu method were studied in vitro. In addition, total phenolic and flavonoid contents of extracts were determined according to Folin-Ciocalteu and Zhishen methods, respectively.

Results: The antioxidant capacity of extracts from kumquat fruits and leaves increases with increasing concentration. There was no major difference between the rootstock species and their hybrids. The free radical trapping capacity of kumquat leaves and the amount of phenolic and flavonoids are higher than that of fruits.

Conclusions: It has been observed that the antioxidant capacity of kumquat leaves and phenolic, flavonoid content and antioxidant capacity of the kumquat leaves are higher than the fruits. Evaluating these properties, kumquat fruits and leaves can be said to be a good source for areas such as food, chemistry, pharmacology, etc. Kumquat fruit is a good alternative that allows us to take different phytochemicals as nutrients due to its consumption with its bark.

Key words: Antioxidant activity, Iron reduction, DPPH, *Fortunella* Spp., Kumquat, Metal chelating, Total phenolic content, Total flavonoid content, Essential oil.

SİMGELER VE KISALTMALAR

TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	: United States Department of Agriculture / ABD Tarımsal Bakanlığı
FAO	: Food and Agriculture Organization / Gıda ve Tarım Örgütü
SOD	: Süperoksit Dismutaz
CAT	: Katalaz
GSH	: Glutasyon
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
OH-	: Hidroksil Radikali
O₂⁻	: Oksijen Radikali
Cm	: Santimetre
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
BHA	: Butillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Butillendirilmiş hidroksitoluen
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
QUE	: Quercetin eşdeğeri
m	: Metre
nm	: Nanometre
g	: Gram
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
mL	: Mililitre
rpm	: Devir/Dakika (Revolution per minute)
°C	: Santigrad Derece
dk	: Dakika
%	: Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Türkiye Turunçgiller Üretim Haritası	4
Şekil 2.2. 2014 Yılı Turunçgil Türleri Dünya Üretim Payları (%).....	9
Şekil 2.3. Kamkat bitkisi (<i>Citrus Fortunella</i>).....	10
Şekil 2.4. Serbest Radikal Oluşum Mekanizmaları	12
Şekil 3.1. Kamkat meyvesi ve yaprağı	19
Şekil 3.2. Olgunlaşma sürecindeki kamkat meyvesi	19
Şekil 3.3. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kamkat Bahçesi	20
Şekil 3.4. Christ Alpha 1-2 LC plus Liyofilizatör	20
Şekil 3.5. Kamkat meyvesi liyofilizasyon öncesi ve sonrası.....	21
Şekil 3.6. Çoklu Soxhlet Ekstraktörü	23
Şekil 3.7. Rotary Evaporatör	23
Şekil 3.8. DPPH çözeltisinin, artan derişime bağlı renk değişimi.....	26
Şekil 3.9. İndirgeme kapasitesi tayini renk dönüşümü	27
Şekil 3.10. Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi renk dönüşümü	30
Şekil 3.11. Folin-Ciocalteu reaktifini artan derişime bağlı renk değişimi.....	31
Şekil 3.12. Toplam flavonoid miktarı içeriği renk dönüşümü.....	32
Şekil 4.1. Anaç kamkat bitkisine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	34
Şekil 4.2. Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	35
Şekil 4.3. Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	36
Şekil 4.4. Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	37
Şekil 4.5. Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	38
Şekil 4.6. Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	39

Şekil 4.7. Kamkat meyvesi YP.188 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği	40
Şekil 4.8. Anaç kamkat bitkisi yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	42
Şekil 4.9. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	43
Şekil 4.10. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	44
Şekil 4.11. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	45
Şekil 4.12. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	46
Şekil 4.13. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	47
Şekil 4.14. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği	48
Şekil 4.15. Anaç kamkat bitkisine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	50
Şekil 4.16. Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	51
Şekil 4.17. Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	52
Şekil 4.18. Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	53
Şekil 4.19. Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	54
Şekil 4.20. Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	55
Şekil 4.21. Kamkat bitkisi YP.188 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği	56
Şekil 4.22. Gallik asit standart kalibrasyon grafiği	57
Şekil 4.23. Anaç kamkat bitkisi toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	58
Şekil 4.24. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	59
Şekil 4.25. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	60
Şekil 4.26. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	61
Şekil 4.27. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	62
Şekil 4.28. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	63
Şekil 4.29. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği	64
Şekil 4.30. Quercetin standart kalibrasyon grafiği	65
Şekil 4.31. Kamkat bitkisi toplam flavonoid miktarı bar grafiği	66
Şekil 4.32. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği	67

Şekil 4.33. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği	68
Şekil 4.34. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği	69
Şekil 4.35. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği.....	70
Şekil 4.36. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği.....	71
Şekil 4.37. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği.....	72



TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 2.1. Enzimatik ve Enzimatik Olmayan Antioksidanlar	15
Tablo 2.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	16
Tablo 3.1. Yaş meyvenin liyofilizasyon sonrası madde miktarı değişimi	21
Tablo 4.1. Anaç kamkat bitkisine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	34
Tablo 4.2. Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	35
Tablo 4.3. Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	36
Tablo 4.4. Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	37
Tablo 4.5. Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	38
Tablo 4.6. Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	39
Tablo 4.7. Kamkat meyvesi YP.188 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi	40
Tablo 4.8. Anaç kamkat bitkisi yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	42
Tablo 4.9. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	43
Tablo 4.10. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	44
Tablo 4.11. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	45
Tablo 4.12. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	46
Tablo 4.13. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	47
Tablo 4.14. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi	48
Tablo 4.15. Anaç kamkat bitkisine ait indirgeme kapasitesi	50
Tablo 4.16. Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait indirgeme kapasitesi	51
Tablo 4.17. Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait indirgeme kapasitesi	52
Tablo 4.18. Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait indirgeme kapasitesi	53

Tablo 4.19. Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait indirgeme kapasitesi	54
Tablo 4.20. Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait indirgeme kapasitesi	55
Tablo 4.21. Kamkat bitkisi YP.188 hibritine ait indirgeme kapasitesi	56
Tablo 4.22. Anaç kamkat bitkisi toplam fenolik madde miktarı.....	58
Tablo 4.23. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam fenolik madde miktarı.....	59
Tablo 4.24. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam fenolik madde miktarı.....	60
Tablo 4.25. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam fenolik madde miktarı.....	61
Tablo 4.26. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam fenolik madde miktarı	62
Tablo 4.27. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam fenolik madde miktarı	63
Tablo 4.28. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam fenolik madde miktarı	64
Tablo 4.29. Anaç kamkat bitkisi toplam flavanoid miktarı	66
Tablo 4.30. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam flavanoid miktarı.....	67
Tablo 4.31. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam flavanoid miktarı.....	68
Tablo 4.32. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam flavanoid miktarı.....	69
Tablo 4.33. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam flavanoid miktarı	70
Tablo 4.34. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam flavanoid miktarı	71
Tablo 4.35. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam flavanoid miktarı	72

1. GİRİŞ

Turunçgiller; turunç, limon, portakal, altıntop(greyfurt), mandarin, lime, bergamot ve kamkat gibi birçok türü bulunan, yüksek ekonomik değere sahip, Citrus cinsi meyve ağacı türlerini içine alan bir bitki topluluğudur. Dünyada en fazla üretimi yapılan ve aynı zamanda uluslararası ticarete konu olan meyve grubudur. Taze olarak tüketiminin yanında, meyve suyu ve uçucu yağ endüstrisi için de önemli bir hammadde kaynağıdır. Yüksek oranda C vitamini ve mineral maddeler içermesi nedeniyle sağlık açısından tavsiye edilen meyveler arasında yer alır. Ekolojik istekleri sebebiyle sadece subtropik iklim kuşağının sulama sıkıntısı olmayan yerlerinde yaygın olarak yetiştirilebilmektedir (1).

Turunçgillerin anavatanı Arap Yarımadası'nın doğusundan, Filipinler'in doğusuna kadar ve Himalayalar ile Hindistan'dan Avustralya'ya kadar olan bölgeyi içine alan geniş bir coğrafya olmasına rağmen, asıl anavatanı Güneydoğu Asya'dır. Birinci derece anavatanı; Çin kıyıları, Güneydoğu Çin (Tayland, Vietnam, Kamboçya, Malezya) ile Çin'in güney kıyıları ve Sarı Irmak vadisi içleridir (2).

Turunçgil yetiştiriciliği için en uygun iklim 35. Kuzey ile 35. Güney enlemleri arasında görülmektedir. Turunçgiller bu iklim kuşakları dışında bazı mikroklima iklim alanlarında da yetiştirilebilmektedir. Türkiye'de Akdeniz, Ege ve kısmen de Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde yetiştirilmektedir (1).

Turunçgiller ailesinin küçük mücevheri Kamkat "*Citrus fortunella*" olarak adlandırılmaktadır. Meyve adını İskoçyalı bahçecilik uzmanı Robert Fortune (1812-1880)'un soyadından almaktadır. Robert Fortune, Çin'de yaşadığı dönemde farklı bitkileri toplamış ve koleksiyon haline getirmiştir. İngiltere'ye geri döndüğünde bu bitkileri yanında getirmiştir. Batı, koleksiyon içindeki kamkatla bu sayede tanışmış ve Fortune' ı onurlandırmak amacıyla, bu bitkilerin cins adına Fortunella denmiştir. Kimi ülkelerde "kumquat ya da komquot" adlarıyla anılan bu türe "altın portakal" da denilmektedir. 19. yüzyılda Avrupa ve Kuzey Amerika'ya yetiştirilmeye başlayan kamkat, sera ve saksıda yetiştirildiği gibi günümüzde süs bitkisi olarak balkonlarda, bahçelerde ve çevre düzenlemesinde de kullanılmaktadır. Çin, Japonya, Amerika'da geniş alanlarda; Porto Riko, Guatemala, Kolombiya, Brezilyada daha küçük ölçeklerde;

Güney Hindistan'ın sadece deniz seviyesinden yüksek olan kesimlerinde yetiştirilmektedir. Avustralya ve Güney Afrika'da sınırlı miktarlarda yetiştirilmektedir. Şekli minik bir limona, rengiyse portakala benzemektedir. Fakat limon ve portakal kabuğu soyularak tüketilirken; kamkat kabuğu ile birlikte tüketilebilmektedir. Kokusu bergamotu anımsatır, tadı tatlıdır ve elinizde tuttuğunuzda kalıcı bir koku bırakmaktadır (3).

Kamkat, taze tüketiminin yanında şekerleme, marmelat, likör, şarap gibi ürünlere işlenerek değerlendirilebilmektedir. Kabuğundan elde edilen uçucu yağ ve biyoaktif bileşenler parfümeri, eczacılık ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (4).

Kamkatlar mineraller, askorbik asit, karotenoidler, flavonoidler ve esansiyel yağlar içeren mükemmel bir besin kaynağıdır (5). Flavonoid içeriği ile dikkate değer antioksidan özellikler içerdiği belirtilmektedir (6).

Diğer narenciyelere kıyasla kamkatın su içeriği düşük, enerji değeri ise yüksektir. Toplam protein, karbonhidrat, yağ ve diyet lif içeriği bakımından da diğer narenciye meyvelerinden zengindir (7).

Kamkat kabuklarındaki toplam fenolik ve flavonoid içeriği meyvesinden elde edilenlere göre daha yüksektir aynı şekilde olgun olmayan kamkatın fenolik ve flavonoid içeriği olgun kamkattan daha yüksektir. Ayrıca fenolik içerik ile antioksidan aktiviteler arasında bir korelasyon vardır (8).

Yapılan birçok çalışmada kamkat uçucu yağlarının antimikrobiyal etkisinden bahsedilmiştir. Ayrıca kamkat uçucu yağları hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakterilere karşı inhibe edici olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, gıda endüstrisi için antimikrobiyal bir kaynak geliştirmek amacıyla uçucu yağlar üzerine çok sayıda çalışma vardır. Kamkat uçucu yağları bazı böcek ve hayvanlara karşı itici ajan olması gibi fonksiyonel özelliklere de sahiptir (9).

Kamkatın uçucu yağ kompozisyonu, diğer aromatik bitkilerde olduğu gibi meyvenin lezzet ve aroma profiline katkıda bulunmakta, ayrıca polifenoller, flavonoidler ve karotenoidler gibi besinsel değeri olmayan fitokimyasal madde içeriğiyle de insan sağlığında önemli rol oynamaktadır.

Kamkat hem besinsel hem fitokimyasal içeriğiyle, gıda ve farmakoloji alanında gitgide önem kazanan bir konumdadır. Ayrıca biyoaktif bileşenlerindeki yararlı etkiler, yeni yapılan bilimsel araştırmalara ilham kaynağı olmuştur (7).



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Turunçgiller

Turunçgil meyveleri, tür ve çeşit yönünden zengin olması, çok uzun süreler hasat ve muhafaza edilebilmesi, taşımaya uygunluk ve sanayi hammaddesi olma gibi özellikleri nedeniyle, dünyada ve Türkiye'de, üretim, tüketim, endüstri ve ticarete konu olan ender meyvelerin oluşturduğu bir “aile” konumundadır (10).

Turunçgil meyveleri; turunç, limon, altıntop(greyfurt), portakal ve mandarin gibi ticari değeri yüksek olan Citrus cinsi meyve ağacı türlerini içine alan bir bitki topluluğudur (1).

C vitamini içeren, insan sağlığına önemli yararları bulunan turunçgiller; sofralık taze tüketiminin yanında reçel, marmelat ve meyve suyu olarak değerlendirilmekte olup bunun yanında kozmetik sektöründe de ham madde olarak kullanılmaktadır (11).

Narenciye ürünleri olarak da adlandırılan turunçgiller, Subtropik iklim alanlarında yetişmektedir. Anavatanı Çin, Güneydoğu Asya ve Hindistan olan turunçgillerin ekolojik şartların uygun olması nedeniyle Türkiye’de de bölgesel olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’de en çok Akdeniz ve Ege Bölgesinin sahil kesimlerinde, kısmen de Doğu Karadeniz Bölgesinde yetiştirilmektedir. Türkiye’deki toplam turunçgilin % 70’ i Çukurova bölgesinde üretilmektedir (12). (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. Türkiye Turunçgiller Üretim Haritası (45)

Turunçgil yetiştiriciliğinde üretimi engelleyen en önemli iklim etmeni don olayıdır. Bazı Turunçgil türlerinin düşük sıcaklıklara dayanıklılığı aşağıdaki gibidir.

- Limon..... 0 °C
- Portakal..... -2 °C
- Altıntop..... -3 °C
- Mandarin.....-4 °C
- Turunç.....-5-6 °C
- Üç Yapraklı Limon.....-15 °C'nin altında zarar görür.

Turunçgillerin için en ideal sıcaklık 26-28 °C'dir. En yüksek fotosentez etkinliğine bu sıcaklık diliminde ulaşırlar. Eğer diğer iklim koşulları da uygun ise 400 metre rakıma kadar turunçgil yetiştirmek mümkündür. Turunçgiller için optimum hava oransal nemi % 60-70 dir.

Turunçgil yetiştiriciliğinde toprağın hava alan bir yapıda sahip olması çok önemlidir çünkü turunçgil kökleri yüksek oranda oksijene ihtiyaç duyar ve havasızlık durumunda boğulma tepkisi gösterirler, bu yüzden toprağın havalananan-süzek bir karakter taşıması gereklidir. Ayrıca toprak besin maddelerince zengin, rutubet ihtiva eden, derin ve tınlı yapıda olmalıdır. Anaçlardan turunç hafif kireçli, üç yapraklı limon ise asit karakterli topraklarda daha iyi gelişir. Toprağın pH'sı 5,5-6,5 dolaylarında olmalıdır. Toprak derinliği en az 1,5-2 m olmalıdır (1).

Rutaceae familyasına ait olan Turunçgillerin çok çeşitli türleri vardır. Bunların bir kısmı ülkemizde yetiştirilmekte, bir kısmı ise henüz tanınmamaktadır.

Ülkemizde en çok bilinen ve tüketilen turunçgil türleri; Portakal, Altıntop (Greyfurt), Mandarin ve Limondur. Ayrıca son dönemlerde "turunçgiller ailesinin küçük mücevheri" olarak adlandırılan kamkat türünün de üretiminin arttığını ve marketlerde yerini aldığını söyleyebiliriz.

Turunçgillerin Sistematiği Yapısı

Takım: *Geraniales*

1.1. Alt Takım: *Geraniine*

2. Familya: *Rutaceae*

2.1. Alt Familya:

2.1.1. *Rutoideae*

2.1.2. *Dictylomatoideae*

2.1.3. *Flindersioideae*

2.1.4. *Spatheloiadeae*

2.1.5. *Toddelloideae*

2.1.6. *Rhabdodenolroideae*

2.1.7. *Aurantioideae*

3. Oymak/ Tribü :

3.1. *Clauseneae*

3.2. *Citreae*

3.2.1. *Triphasiineae*

3.2.2. *Balsamocitrineae*

3.3.3. *Citrineae*

4. Cins: *Citrus*

4.1. Alt Cins:

4.1.1. *Papeda*

4.1.2. *Eucitrus*

4.1.2.1. *Citrus taohibana* (Mak.) Tan.

4.1.2.2. *Citrus medica* = AĞAÇ KAVUNU

4.1.2.3. *Citrus indica* Tan.

4.1.2.4. *Citrus grandia*(Linn.) = ŞADOK (syn. Pumelo)

4.1.2.5. *Citrus aurantifolia*(Christm.) = LAYM (Misket Limon)

4.1.2.6. *Citrus limon* (Linn.) Burm. = LİMON

4.1.2.7. *Citrus reticulata* = MANDARİN

4.1.2.7.1. *Citrus nobilis* = SATSUMA (RİZE) MANDARİNİ

4.1.2.8. *Citrus paradisi* Macf.= ALTINTOP (Syn. Grapefruit, Greyfurt)(Şadok'un bir varyasyonu)

4.1.2.9. *Citrus limetta*, *Citrus lumia* (TATLI LİMON)

4.1.2.10. *Citrus sinensis*(Linn.) = PORTAKAL

4.1.2.11. *Citrus aurantium*= TURUNÇ

4.1.2.11.1. *Citrus aurantium*(Linn.) = BERGAMOT

4.1.3. *Fortunella spp.* = Kamkat(Syn. Kumkuat, Kumkat)

4.1.4. *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. = ÜÇ YAPRAKLI LİMON

Ayrıca ,farklı türler melezlenerek yeni hibridler geliştirilmiştir.

- TANGELO (Mandarin x Altıntop) hibridi
- TANGOR (Mandarin x Portakal) hibridi,
- CITRANGE (Üç Yapraklı Limon x Portakal) hibridi (13)

2.2. Turunçgil Çeşitleri

2.2.1 Portakal (*Citrus sinensis* [L.] Osb.)

Portakallar morfolojik özelliklerine göre dört gruba ayrılmıştır.

- Normal Portakallar (Hamlin, Valencia, Yafa, Salustiana, Pera, Kozan Portakalı, Finike Yerli, Alanya Dilimli)
- Göbekli Portakallar (Washington Navel, Navelina, Navelate, Lane Late, Newhall)
- Kan (Pigmentli) Portakalları (Moro, Sanguinelli, Tarocco)
- Şeker (Asitsiz) Portakalları (Succari)

2.2.2. Altıntop (Greyfurt) (*Citrus paradisi Macf.*)

Altıntoplar meyvenin morfolojik karakterlerine göre altı grupta sınıflandırılmıştır.

- Marsh Seedless
- Redblush (Ruby Red)
- Rio Red
- Henderson
- Star Ruby
- Oroblanco

2.2.3. Mandarin (Citrus Nobilis Lour)

Mandarinler meyvenin morfolojik karakterlerine göre beş grupta sınıflandırılmıştır.

- Normal Mandarinler (Klemantin, Marisol, Encore, Fortune, Fremont, Lee, Robinson, Nova)
- Satsuma Mandarini (Owari, Clausellina, Miyagawa (Miyagawa Wase), Okitsu (Okitsu Wase))
- Akdeniz Mandarini (Yerli Mandarin)
- King Mandarini
- Mandarin Melezleri (Minneola Tangelo, Orlando Tangelo, Page, Ellendale, Ortanique)

2.2.4. Limon (Citrus limon Burm. F.)

Limonlar meyvenin morfolojik karakterlerine göre sekiz grupta sınıflandırılmıştır.

- Eureka
- Küt diken
- İtalyan Memeli
- Lamas
- Lisbon
- Interdonato
- Kıbrıs
- Meyer (2)

2.2.5. Kamkat (Citrus Fortunella)

Kamkatlar meyvenin morfolojik karakterlerine göre dört grupta sınıflandırılmıştır.

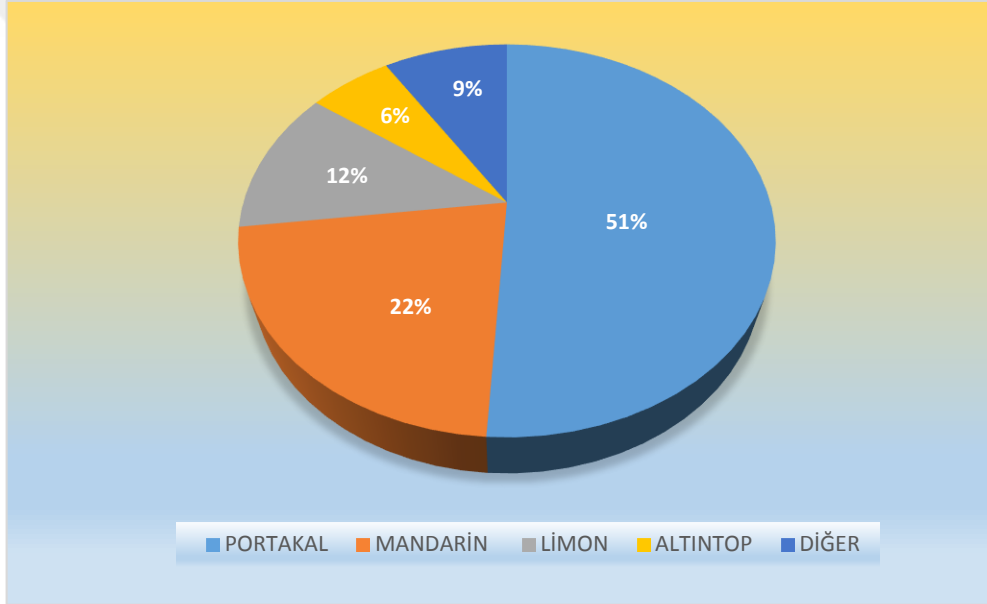
- Hong Kong
- Marumi

- Meiwa
- Nagami (3)

Bu türlerin yanı sıra şadok, ağaç kavunu, bergamot gibi üretimi yapılan turunçgil türleri de vardır (3).

2.3. Dünyada ve Türkiye’ de Turunçgiller ve Turunçgiller Ekonomisi

Food and Agriculture Organization (FAO) / Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre, 2014 yılı itibarıyla dünyada toplam 72,3 milyon ton portakal, 30,4 milyon ton mandarin, 16,3 milyon ton limon, 8,4 milyon ton altıntop ve 12,4 milyon ton diğer turunçgiller olmak üzere toplam 139,7 milyon tonun üzerinde turunçgil üretimi gerçekleşmiştir (Şekil 2.2.) (14).



Şekil 2.2. 2014 Yılı Turunçgil Türleri Dünya Üretim Payları (%)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye'nin turunçgil üretimi son on yılda % 44'lük artışla yaklaşık 4,29 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. 2007 yılında toplam turunçgil üretim alanı 111 bin hektar iken % 23 artışla 2016 yılında 135 bin hektar alana çıkmıştır (15).

2016 yılında 3,5 milyar dolar değerinde, 3,6 milyon ton turunçgil dış satımı ile İspanya ilk sırada yer almaktadır. Türkiye ise 894 milyon dolar dış satım ve 1,7 milyon ton ihracat ile 5. sırada yer almaktadır. Turunçgil üretiminde önemli ülkelerden biri olan Brezilya'nın ilk 10 dış satım ülkeler listesinde yer bulamamasının nedeni üretimlerinin

önemli bir kısmını meyve suyu özellikle de portakal suyu olarak değerlendirmesidir (11).

2.4. Kamkat (*Citrus Fortunella*)

Kamkat, Rutaceae familyasından *Fortunella* cinsindeki bir turunçgil türüdür. Anavatanı Çin olup, yuvarlak-oval şekle, turuncu-sarı arası bir renge sahiptir. Kamkat, Çince’de ‘altın portakal’ anlamına gelmektedir (16).

Kamkat bitkisinin sahada ve saksıda yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Şekil 2.3). Toprak ve iklim istekleri diğer turunçgil meyveleri ile benzerlik göstermektedir. Daha dayanıklı bir meyve olan kamkat için ideal toprak tınlı ve derin topraklardır. Tohumdan yetiştirildiğinde kökler iyi gelişmediğinden, kamkat genellikle portakal anaçlarına aşı ile yetiştirilir. Kamkatı aşımak için misket limonu ve greyfurt ağaçları da uygundur (7).



Şekil 2.3. Kamkat bitkisi (*Citrus Fortunella*)

Kamkat meyve, kabuk ve yaprakları, yüksek besin değeri ve terapötik özellikleri nedeniyle geleneksel Çin halk tıbbında kullanılmaktadır (17).

Kamkatın depolanma sıcaklığı 2-4 °C’de olup, ticari amaçlı kullanılan depolarda 1-2 ay, buzdolaplarında ise 2-3 hafta bozulmadan saklanabilmektedir. Oda koşullarında ise 1-2 gün bozulmadan muhafaza edilebilmektedir. Ayrıca dondurularak da uzun süreler muhafaza edilebilir. Kamkat kabuğu ile birlikte bütün ya da dilimlenmiş olarak tüketilebilir (6).

Ayrıca meyve sahip olduğu hoş aromasından ötürü Tayvan'da yerel olarak çayının da yapıldığı bilinmektedir. Diğer turunçgil kabuklarında olduğu gibi kamkat kabuğundan da uçucu yağ da elde edilebilmektedir. Turunçgil kabuk yağları Limonen açısından zengin olup eczacılık, parfümeri, gıda endüstrisi, aromaterapi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Turunçgil kabukları kullanılarak çeşitli yöntemler sonucu elde edilebilen uçucu yağların antifungal, antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuvar biyolojik aktivite gösterdiği ve "Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen Gıda" (GRAS) listesinde yer aldığı raporlanmıştır (18).

Turunçgil türleri zengin glikozit kaynaklarıdır, özellikle de hesperidin ve naringin yönünden zengindirler. Ancak Citrus cinsinin meyvelerinde dihidrokalkon ve C glikozid flavonoidlerin varlığı yaygın değildir. Kamkat ve kalamondin küçük boy meyveler yüksek miktarda C-glikozid flavonoidleri ve dihidrokolik bileşikleri içerir (19).

Kamkatların ABD Tarımsal Araştırma Servisi, Tarım Bakanlığı (USDA, 2015) nın açıkladığı rakamlara göre besin içeriği şu şekildedir. Yenilebilir (100 gr) ham kamkatta başlıca; su 80.85 g, karbonhidrat 15.90 g, toplam şeker 9.36 g, toplam diyet lifi 6.5 g, protein 1.88 g, toplam lipit 0.86 g, kül 0.52 g, K 186 mg, Ca 62 mg, Mg 20 mg, P 19 mg, Na 10 mg, Fe 0.86 mg, Zn 0.17 mg, Mn 0.135, Cu 0.095 mg, ve 71 kcal (296 kJ) enerjidir.

Yenilebilir (100 gr) ham kamkatın vitamin bileşimi de genel olarak A vitamini (290 UI), B1 vitamini (0.03 mg), B2 vitamini (0.09 mg), B3 vitamini (0.04 mg), B5 vitamini (0.037 mg), B6 vitamini (0.03 mg), C vitamini (43-20 mg), toplam folat (17 µg), α-tokoferol olarak E vitamini (0.15 mg), toplam E vitamini (1.19 mg) kadardır. C vitamini oranının kamkat vitamin değerleri içerisinde en yüksek vitamin olduğu gözlemlenmiştir (5).

Ayrıca kamkat meyvesi askorbik asit, flavonoidler, karotenoidler, , uçucu yağ gibi sağlık açısından yararlı fitokimyasalları da içermektedir (9).

Kamkat kabuk ve çekirdeği kullanılarak elde edilen uçucu yağların önemli antioksidan aktiviteye olduğu gözlemlenmiştir. Turunçgil meyve kabukları güçlü antioksidan aktiviteye sahip olmasına rağmen, tüketilmemektedir. Diğerlerinden farklı olarak, kabuğuyla beraber tüketilen kamkat, serbest radikal yakalama ve antioksidan aktivitesi açısından diğer turunçgillerden daha avantajlı bir konumdadır (20).

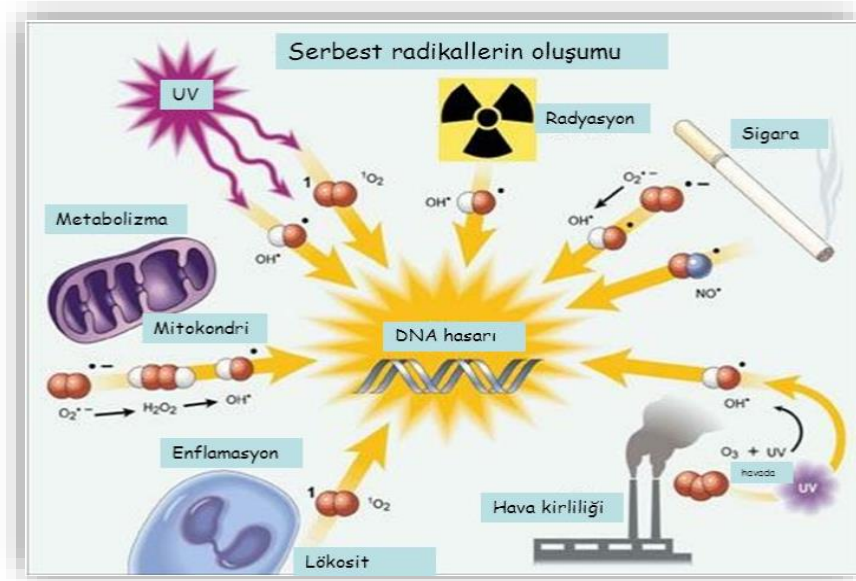
Kamkat kabuk bileşiminde terpenoid ve flavonoidler, demir, kalsiyum, A, B2 ve C vitamini içeriği ile diyet lif oranı yüksektir. Kamkat uçucu yağının bileşiminde çoğunluğu terpenoidler oluşturmakta olup, majör terpen bileşiği ise d-limonendir. Kamkat meyvesinin karakteristik fenolik bileşiği ise 3',5'-Di-C-β glukopiranozilfloretilin (7).

2.5. Serbest Radikaller

Serbest radikaller ve antioksidanlar, son yıllarda en fazla çalışılan konulardan olmuş ve gün geçtikçe çalışmalar daha da önem kazanmıştır (21).

Serbest radikaller, dış orbitallerinde bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektron içeren atom ya da moleküllere denir. Kararsız, kısa ömürlü, molekül ağırlıkları düşük ve oldukça reaktif moleküllerdir. Yalnızca diğer maddelerden elektron yakalayarak kararlı hale gelebilirler.

Mitokondride aerobik solunum sırasında reaktif süper oksit radikali (O_2^{\bullet}) ya da hidroksil radikali (OH^{\bullet}) gibi serbest radikaller ortaya çıkar. Ayrıca, bakteri ya da virüslerin vücutta nötralizasyonu sırasında da insan bağışıklık sistemi tarafından serbest radikaller üretilir. Hava kirliliği, radyasyon, stres, sigara dumanı ve pestisitler, UV ışınlar, X-rays, gamma ışınları, mikrodalga ışınları, bazı kimyasallar, diyetle alınan yağlar, aşırı güneş ışığı, oksidan ilaçlar, organik maddelerin çürümesi, gibi dış etkenler de serbest radikallerin oluşmasını artırır. (Şekil 2.4.)



Şekil 2.4. Serbest Radikal Oluşum Mekanizmaları (22)

Normal bir hücrede serbest radikallerin oluşumu ile uzaklaştırılması arasında denge vardır. Fakat bu denge, daha fazla serbest radikal oluşumu olduğunda veya antioksidan seviyeleri azaldığında bozulur. Bu durum '*oksidatif stres*' olarak adlandırılır. Yoğun ve uzun süreli olduğunda oksidatif stres ciddi hücre hasarlarına neden olabilir. Oksidatif Stres; kanser, artrit, yaşlanma, otoimmün hastalıklar, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik ve dejeneratif hastalıkların gelişiminde önemli rol oynar (21).

2.6. Antioksidanlar

Antioksidanlar, hücreleri serbest radikallerin neden olduğu zararlardan koruyan maddelerdir. Antioksidanlar serbest radikallerle etkileşime girip onları stabilize hale getirirler ve serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırırlar (21). Antioksidanlar, enzimatik ve nonenzimatik antioksidanlar olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilir.

2.6.1. Enzimatik Antioksidanlar

Süperoksit dismutaz (SOD), Katalaz(CAT), Glutasyon peroksidaz (GPx) ve Glutasyon redüktaz (GR) akciğerlerde üretilen başlıca enzimsel antioksidanlardır. (Tablo 2.3.)

Süperoksit Dismutaz

Süperoksit dismutaz serbest oksijen radikallerine karşı ilk savunma hattını oluşturur. Süperoksit dismutaz, süperoksit radikalini (O_2^-) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve oksijene (O_2) katalize eder (23, 24). Meydan gelen Hidrojen peroksit, CAT veya GSH-Px ile ortamdan uzaklaştırılabilir (25).



Katalaz

Katalaz, mitokondri ve endoplazmik retikulum gibi hücre içi organellerde bulunur. Hidrojen peroksitin, H₂O ve O₂'ye dönüşümünü katalize eder (26).



Glutatyon Peroksidaz

Glutatyon peroksidaz, hücrede sitoplazmada bulunur ve H₂O₂'den kaynaklanan oksidatif hasarın ortadan kaldırılmasını sağlar. Böylece H₂O₂'den OH⁻'nin oluşmasını önler (24).



Glutatyon Redüktaz

Glutatyon redüktaz, nikotinamit adenin dinükleotit fosfatın (NADPH) üzerinde bulunan bir elektronunu okside glutatyonun disülfid bağlarına vererek tekrardan GSH'ye dönüştürülmesini sağlar. NADPH serbest radikal hasarını önlemek için önemli bir yapıdır (23).



2.6.2. Enzimatik Yapıda Olmayan Doğal Antioksidanlar

Enzimatik antioksidanlar, vitaminler gibi düşük molekül ağırlıklı bileşikler içerir. C ve E vitaminleri, beta karoten, glutatyon, melatonin, kurkumin ve polifenoller. Bu antioksidanlar çok sayıda çalışmaya kaynak olmuştur (27) (Tablo 2.1)

Tablo 2.1. Enzimatik ve Enzimatik Olmayan Antioksidanlar (27)

İSİM	KISALTMA	İŞLEVİ
Enzimatik Antioksidanlar		
Süperoksit Dismutaz	SOD	Superoksit anyonunu nötralize eder. Lipit peroksidasyonunu önler
Katalaz	CAT	H ₂ O ₂ 'nin suya ve moleküler oksijene dönüşümünü katalize eder
Glutasyon Peroksidaz	GSH-Px	H ₂ O ₂ veya organik peroksitin su veya alkole dönüşümünü katalize eder
Heme Oksijenaz	HMOX	Heme biliverdin ve sonra biliverdin'e indirgenir, bu sayede antioksidan özellikler gösterir. Süperoksit ve ROS oluşumunu azaltır
Tiyoredoksin	TRX	Trx sistemi, reaktif oksijen ve azot türlerini uzaklaştırmak için elektronlara tiyole bağımlı peroksidazlara (peroksiroksinler) sahiptir
Peroksiredoksin	PRX	H ₂ O ₂ , ROOH ve ONOO- moleküllerini süpürür
Glutasyon S-Transferaz	GST	Elektrofilik substratların glutation'a (GSH) konjugasyonunu ve hidroperoksitlerde indirgemeyi katalize eder
Glutasyon Redüktaz	GR	NADPH'nin GSH'ye dönüşümünü katalize eder
Enzimatik Olmayan Antioksidanlar		
All-Trans-Retinol	Vitamin A	Lipid peroksidasyonunu inhibe eder.
Askorbik Asit	Vitamin C	Hidrojen peroksit, süperoksit ve hidroksil radikallerini nötralize eder
Alfa Tokoferol	Vitamin E	Hidrojen atomu transferi yoluyla lipit peroksil radikallerini nötralize eder
Beta-karoten		Tekli moleküler oksijeni nötralize eder
Glutasyon		Birkaç detoksifiye edici enzim için kofaktördür. C ve E vitaminlerini yeniler.
Melatonin		HO· ve peroksil radikallerini, CO ₃ ·-, NO ₂ ·, O ₂ · ve HOCl'i nötralize eder
Polifenoller		Serbest Fe ve Cu'yu şelatlayarak Haber Weiss / Fenton reaksiyonlarını inhibe eder. Nispeten stabil fenoksil radikalleri oluşturmak için bir elektron kabul ederek lipitlerin ve proteinlerin oksidasyonunu inhibe eder.
Kurkumin		Serbest radikalleri süpürür.
Cu, Mn, Se, Zn		SOD ve GTPx gibi antioksidan enzimlerin kofaktörleridirler.

Fenolik Bileşikler

Bitkilerin tüm kısımlarında bulunan, bir aromatik halka üzerinde bir veya çok sayıda hidroksil grubu taşıyan sekonder metabolitlerdir. Çoğu suda çözünür ve basit yapılardan karmaşık yapılara kadar birçok çeşidi vardır. Doğada bilinen aktif doğal antioksidanlar arasında olup serbest radikalleri bağlayarak, metallere şelatları oluşturarak ve lipoksijenaz enzimini inhibe ederek etki gösterirler. Antioksidan

aktiviteleri yapılarında bulunan hidroksil gruplarının sayısı ve moleküler pozisyonlarından kaynaklanmaktadır (28, 32).

Fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki temel gruba ayrılırlar. Flavonoidler; flavonoller, flavanoller, antosiyaninler, izoflavonoidler, flavonlar, flavononlar olarak sınıflandırılırken fenolik asitler, hidroksibenzoik asit ve hidroksisinamik asit olmak üzere iki alt gruba ayrılır ve flavonoidlerin prekürsörüdür. (Tablo 2.2)

Tablo 2.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (33)

Fenolik Grup	Örnek
Fenolik Asitler	
Hidroksibenzoik asitler	Gallik asit
Stilbenler	Resveratrol
Hidroksisinamik asit	Kafeik asit, p-kumarik asit
Flavonoidler	
Antosiyaninler	Depihidin-3-glikozid, Malvidin-3-glikozid
Flavonoller	Kuersetin, kaemferol
Flavanoller	Kateşin, epikateşin
İzoflavonoidler	Genistein, diadzein
Flavonlar	Rutin, apigenin, luteolein
Flavononlar	Naringin, naringenin, mirisetin

Flavonoidler

Flavonoidlerin çoğu bitkisel yapılara renk vermektedir ve bu sayede bitkisel pigmentler olarak da adlandırılmaktadırlar. Örneğin, antosiyaninler, bitkilerin yaprakları, çiçekleri ve meyvelerine mavi, kırmızı, mor, menekşe rengini veren pigment maddeleridir. Renksiz olan flavonoidler de mevcuttur.

Yapılan çalışmalarda flavonoidlerin serbest radikal süpürücü, enzim aktivitelerini düzenleyici, antibiyotik, antihistaminik, antidiyaretik, antiülser ve antiinflamatuvar özellikleri keşfedilmiş ve çalışmalar daha da yoğunlaşmıştır (34).

C vitamini (Askorbik asit)

Suda çözünebilen yapıdaki C vitamini, öncelikle serbest radikalleri süpürerek hücre içi ve hücre dışı sulu faz antioksidan kapasitesi sağlar. Plazma seviyelerinin yaşla birlikte azaldığı gösterilmiştir. En çok bulunduğu kaynaklar arasında portakal, tatlı kırmızıbiber ve domates bulunur (27).

Turunçgillerde bulunan önemli antioksidanlardan biri Askorbik asittir. Askorbik asit hücre dışı sıvılarda askorbat halinde bulunmaktadır. Askorbat, Fe^{+3} 'yı Fe^{+2} 'ya ve Cu^{+2} 'yı Cu^{+} 'ya indirgeme yeteneğine sahiptir. İndirgenmiş bu metallerin prooksidan aktivitesi yükselmekte ve $O_2^{\cdot -}$, H_2O_2 ve $\cdot OH$ üretmektedir. Böylelikle, askorbat hem bir prooksidan hem de bir antioksidan olarak etki göstermektedir. Genelde düşük derişimlerdeki askorbat prooksidan, olma eğiliminde, yüksek konsantrasyonlarda ise antioksidan olarak davranmaktadır (50).

E Vitamini (Alfa tokoferol)

Yağda çözünebilen yapıdaki E vitamini, hücre zarının hidrofobik iç bölgesinde yoğunlaştırılır ve lipit peroksidasyonu sırasında üretilen peroksil radikaline bir elektron verir. α -tokoferol, E vitamininin en aktif şekli ve hücrede bulunan ana membran kaynaklı antioksidandır. E vitamini kanser hücrelerinin apoptozunu etkiler ve serbest radikal oluşumunu engeller (27).

Karotenoidler (β -karoten)

Karotenoidler bitkilerde bulunan pigmentlerdir. Öncelikle, β -karotenin, peroksil (ROO), hidroksil ($\cdot OH$) ve süperoksit radikalleriyle ($O_2^{\cdot -}$) reaksiyona girdiği bulunmuştur. Hem karotenoidler hem de retinoik asitler, transkripsiyon faktörlerini düzenleyebilir. Karotenoidler ayrıca hücrelerin apoptozunu da etkiler. Retinoik asidin (RA) antiproliferatif etkileri çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Diyetteki en iyi β -karoten kaynakları patates, karaciğer, ıspanak, balık ve havuçtur (27).

2.7. Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar, bitkilerin kabuk, yaprak, meyve veya kök kısımlarından çeşitli yöntemler ile elde edilen, oda koşullarında sıvı halde bulunan, renksiz veya açık sarı renkli olan, kuvvetli kokulu, uçucu, doğal bir üründür. Hoş kokulu olması dolayısıyla

esans ya da eterik yağ olarak da anılmaktadır. Su ile karışmadıklarından dolayı yağ olarak tanımlansalar da yapı olarak sabit yağlardan farklı özelliktedirler (35).

Uçucu yağlar, uzun zamandan beri farklı amaçlarla, birçok bilimsel çalışmada kullanılmış ve ulusal ve uluslararası ticarete konu olmuştur. Bu sektörlerin başında kozmetik, gıda sanayi, ilaç, aromaterapi ve fitoterapi bulunmaktadır (36).

Uçucu yağların bileşiminde terpenik veya terpenik olmayan uçucu bileşikler bulunur. Hepsi hidrokarbonlar ve onların oksijenli türevlerinden ibarettirler. Bazıları azot veya kükürt içerebilirler. Alkol, asit, ester, epoksit, aldehit, keton, amin, sülfid, vs. formlarında bulunabilirler. Terpenik olmayan hidrokarbonlar metandan türeyen parafin (alkan ve alkenler) türevleridir. Terpenler ise izopren ünitelerinin birbirine bağlanması sonucu oluşurlar. Monoterpenler, seskiterpenler ve hatta diterpenler çoğu uçucu yağların terkbine girerler. Ek olarak, fenilpropanoitler, yağ asitleri ve esterleri ile onların bozunma ürünleri de uçucu yağlarda bulunabilirler (10).

3. MATERYAL VE METOT

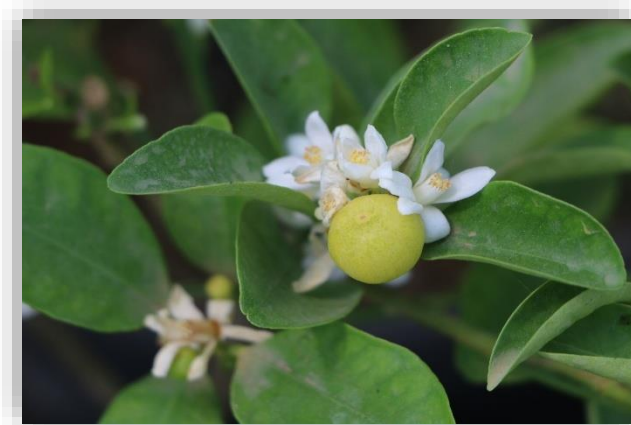
3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Örnekleri

Kamkat meyvesi ve yaprağı (Şekil 3.1-3.2) Mersin Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden toplanmıştır (Şekil 3.3). Yaprak örnekleri kasım ayında, meyve örnekleri ise ocak ayında temin edilmiştir. Toplanan bitki yaprakları örnekleri oda koşullarında ve gölgede kurutulup analizlerde kullanılmak üzere kuru ve serin ortamda saklanmıştır. Kamkat bitkisinin, bilimsel araştırmalarda kullanılmak üzere birçok hibriti bulunan enstitüden anaç tür ile birlikte EP (Eski Parsel); EP.4, EP.29, EP.31 ile YP (Yeni Parsel); YP.117, YP.141, YP.188 hibritleri çalışılmak üzere seçilmiştir.



Şekil 3.1. Kamkat meyvesi ve yaprağı



Şekil 3.2. Olgunlaşma sürecindeki kamkat meyvesi



Şekil 3.3. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kamkat Bahçesi

3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Ekipmanlar

Çalışmada kullanılan kimyasal ve çözenler analitik saflıkta olup Sigma, Aldrich ve Riedel-de Haen marka kullanılmıştır.

Çalışmada, Liyofilizatör (Christ Alpha 1-2 LC plus), vortex (Fisons), rotary evaporatör (Laborota 4000-efficient Heidolph), spektrofotometre (Shimadzu UV-1601), çalkalamalı su banyosu (Clifton 100-400rpm; termostatlı), inkübatör (EnoLab MB-80), analitik terazi (Gec Avery), santrifüj (Nüefuge CN180), pH-metre (WTW pH 330i), ısıtıcı ve manyetik karıştırıcı (Chiltern HS31), dağıtıcı ve mikro pipetler (Eppendorf) kullanılan ekipmanlardır.

3.1.3. Meyvelerin Liyofilize Edilmesi

Yaş meyveler dondurulduktan sonra küçük parçalara bölünmüş ve Liyofilizatörde 72 saat boyunca kurutulmuştur.



Şekil 3.4. Christ Alpha 1-2 LC plus Liyofilizatör



Şekil 3.5. Kamkat meyvesi liyofilizasyon öncesi ve sonrası

Liyofilizasyon işlemi sonunda yaş meyvelerin madde miktarındaki azalma ortalama %80,53 olmuştur. (Tablo 3.1)

Tablo 3.1. Yaş meyvenin liyofilizasyon sonrası madde miktarı değişimi

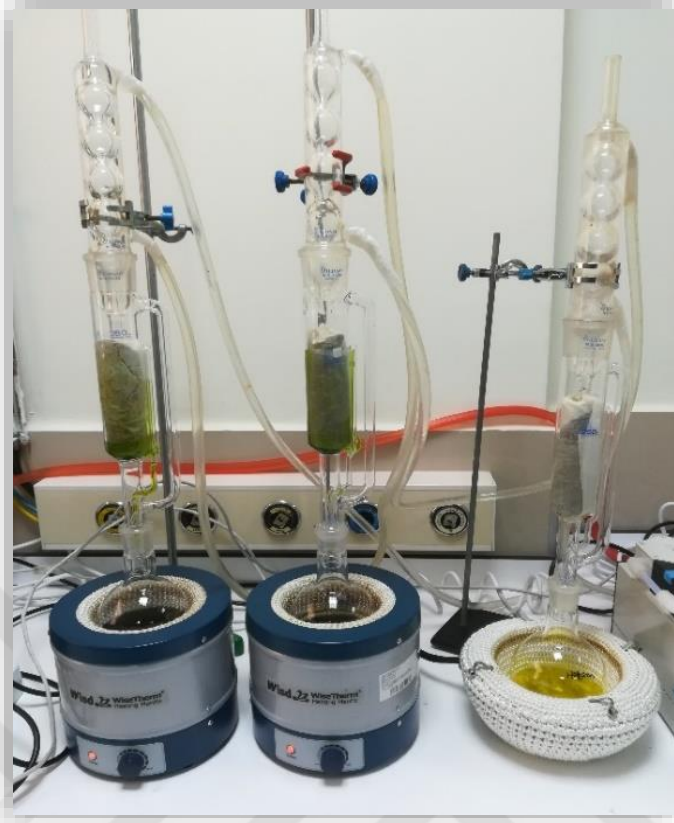
	Yaş Tartım (g)	Kuru Tartım (g)	% Değişim
Kamkat (Anaç)	306,54	55,74	81,82
EP.4	321,62	53,4	83,40
EP.29	326,25	69,88	78,58
EP.31	332,01	68,28	79,43
YP.117	327,91	61,71	81,18
YP.141	356,89	74,81	79,04
YP.188	330,08	65,07	80,29
		ORTALAMA	80,53

3.2. Ekstraktların Hazırlanışı

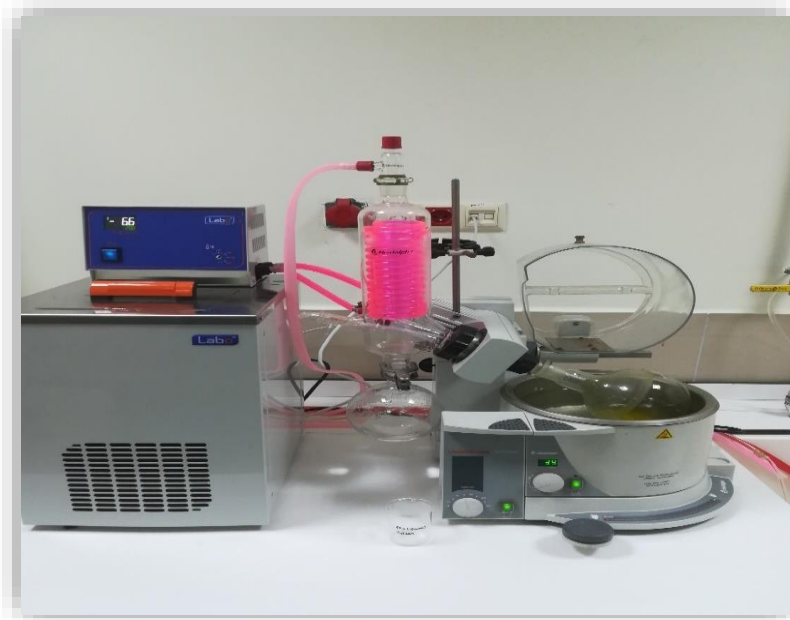
Ekstraktların hazırlanmasında Soxhlet Ekstraktörü (Şekil 3.6) kullanılmıştır. Soxhlet Ekstraktörü katı bir örnekten yağ elde etmek amaçlı kullanılmasına rağmen bir katıdan bir bileşiğin ekstrakte edilmesinin zor olduğu şartlarda da kullanılabilir. Örnek, filtre kâğıdı içerisinde Soxhlet ekstraktörüne yerleştirilir. Ayrıca ekstraktöre, içerisinde çözücü bulunan şilifli bir cam balon ve geri soğutucu takılır. Çözücüye ısı işlem uygulanır ve buharlaştırılır. Çözücünün sıcak buharı geri soğutucuda yoğunlaşarak örneğin üzerine düşer ve örneği çözmeye başlar. Örneği içeren ekstraksiyon tüpü

yoğunlaşan çözücü ile tam dolduğunda, bypass seviyesine ulaşır ve sifon yaparak çözücü tekrar şilifli cam balona boşalır. Bu yoğunlaşma, yükselme ve sifon döngüsüne ‘geriakım’ adı verilir ve bu döngü sürekli tekrar eder. Her döngüde, örneğin içerdiği bir miktar yağ çözücüde çözünür ama çözücü ile birlikte cam balona ulaştığında orada kalır, döngüye tekrar katılmaz. Yalnızca saf çözücü örneği ekstrakte etmek için döngüye katılır. Bu durum, Soxhlet ekstraksiyonunun en önemli avantajıdır. Bu sebeple, bir cam balonda örneği çözücü içerisinde ısıtarak ekstrakte etme yöntemiyle karşılaştırıldığında Soxhlet ekstraktörü ile uygulanan bu yöntemin verimi daha yüksektir. Bu ekstraksiyon neticesinde arta kalan çözücü ile ekstraktı ayırmak için rotary buharlaştırıcı (Şekil 3.7) kullanılabilir (48, 49).

Dalından toplanan yaş meyveler, Liyofilize edilerek kurutulan meyveler ve oda sıcaklığında ve gölgede kurutulan yapraklarından 20 gram alınmıştır. Çözücünün polaritesi, dielektrik sabiti, dipol momenti ve viskozitesi difüzyon hızını etkilediğinden dolayı ekstraksiyon verimini de etkilemektedir (51, 52). Bu sebeple bu çalışmada litaratür taraması sonucu, çözgen olarak (260 mL) saf metanol, %80 metanol, %60 metanol, %50 metanol ve saf su, ek olarak kamkat yaprakları için %1 asitlendirilmiş etanol, %0,05 asitlendirilmiş etanol ve hekzan çözümleri kullanılmış ve soxhlet ekstraksiyonları yapılmıştır. Ekstraksiyon sonunda elde edilen çözeltiler rotary evaporatörde (Şekil 3.7) 40°C’de konsantre edildikten sonra kalan kısım açık havada bekletilmiş ve çözgenlerin tamamına yakının uzaklaştırılması sağlanmıştır. Tartımı alınan ekstraktlar analiz süresine kadar buzdolabında +4 °C’de koyu renk viallerde muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.6. Çoklu Soxhlet Ekstraktörü



Şekil 3.7. Rotary Evaporatör

3.3. Kimyasalların Hazırlanışı

1.0 mM DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil): 0.0394 gram tartılan DPPH bir miktar etanolde çözülür ve toplam hacim etanol ile 100 mL'ye tamamlanır.

0.1 mM DPPH: Hazırlanan 1 mM DPPH çözeltisinden 10 mL alınarak, etanol ile toplam hacim 100 mL'ye tamamlanır.

0.2 M KH₂PO₄: 13.61 gram KH₂PO₄ tartıldıktan sonra bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 500 mL'ye tamamlanır.

0.2 M K₂HPO₄: 17.418 gram K₂HPO₄ tartılarak bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 500 mL'ye tamamlanır.

pH 6.6, Fosfat Tamponu (KH₂PO₄/K₂HPO₄): Hazırlanan 0.2 M KH₂PO₄'tan 312.50 mL ve 0.2 M K₂HPO₄'tan 187.50 mL alınarak toplam hacim saf su ile 1000 mL'ye tamamlanır ve seyreltik asit/baz kullanılarak pH 6.6'ya ayarlanır.

% 1 K₃Fe(CN)₆: 1 gram K₃Fe(CN)₆ alınarak bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 100 mL'ye tamamlanır.

% 10 TCA (Trikloroasetik Asit): 10 gram TCA alınarak bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 100 mL'ye tamamlanır.

% 0.1 FeCl₃: 0.05 gram FeCl₃ alınarak bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 50 mL'ye tamamlanır.

% 3.5 HCl: 9.46 mL derişik HCl'den alınıp üzeri saf su ile toplam hacim 100 mL'ye tamamlanır.

2 mM FeCl₂: 0.0254 gram FeCl₂ tartıldıktan sonra bir miktar % 3.5'lik HCl ile çözülür ve toplam hacim % 3.5 lik HCl ile 100 mL'ye tamamlanır.

5mM Ferrozin: 0.0616 gram ferrozin tartılarak bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 25 mL'ye tamamlanır.

1N Folin-Ciocalteu Reaktifi: Folin-Ciocalteu reaktifi (2N), eşit hacimlerde (V/V) saf su ile seyreltilerek hazırlanır.

% 2 Na₂CO₃: 2 gram Na₂CO₃ tartılarak bir miktar saf su ile çözülür ve toplam hacim saf su ile 100 mL'ye tamamlanır.

% 5 NaNO₂: 5 gram NaNO₂ tartılarak bir miktar saf suda çözülür ve toplam hacim saf su ile 100 mL'ye tamamlanır.

% 10 AlCl₃: 10 gram AlCl₃ tartılarak bir miktar saf suda çözülür ve toplam hacim saf su ile 100 mL'ye tamamlanır.

1 M NaOH: 10 gram NaOH tartılarak bir miktar saf suda çözülür ve toplam hacim saf su ile 250 mL'ye tamamlanır.

Quercetin: 1mg/mL olacak şekilde 1mg quercetin 1 mL saf suda çözülerek stok çözelti hazırlanır.

Gallik Asit: 1 mg/mL olacak şekilde 10 mg Gallik asit 10 mL saf su ile çözülerek hazırlanır.

BHA: 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözülerek hazırlanır.

BHT: 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözülerek hazırlanır.

α -tokoferol: 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözülerek hazırlanır.

EDTA: 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözülerek hazırlanır.

3.4. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler

3.4.1. Serbest Radikal Yakalama Kapasitesi Tayini (DPPH Yöntemi)

Serbest radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesinde Blois yöntemine göre 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanıldı (37). Yöntem, ekstraktların bir proton veya elektron verebilme yeteneğinin, mor renkli DPPH çözeltisinin renginin giderilmesi (violeden sarıya) esasına dayanır (Şekil 3.8). Reaksiyon karışımının absorbansının düşmesi yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin göstergesidir.

Tüm ekstraktlar ve standart olarak kullanılan BHA, BHT ve α -tokoferol, 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözüldü. Numune ve standartlardan 50, 100, 150, 250 ve 500 μ L olmak üzere 5 farklı farklı hacimde deney tüplerine alındıktan sonra toplam hacim 3 mL olacak şekilde etanol ilave edildi. Tüplere 1000 μ L 0.1 mM DPPH eklenip vortekslendi. Karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyonu yapılan karışımın absorbansı 517 nm'de UV-Görünür Alan Spektrofotometresinde ölçüldü. Yöntem aşağıda özetlenmiştir.

Reaktifler	S1	S2	S3	S4	S5	N1	N2	N3	N4	N5	Kör	Kontrol
Bileşik	-	-	-	-	-	50 µL	100 µL	150 µL	250 µL	500 µL	-	-
Standart	50 µL	100 µL	150 µL	250 µL	500 µL	-	-	-	-	-	-	-
EtOH	2950 µL	2900 µL	2850 µL	2750 µL	2500 µL	2950 µL	2900 µL	2850 µL	2750 µL	2500 µL	-	3000 µL
DPPH	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	1000 µL	4000 µL	1000 µL

Hazırlanan deney tüpleri vorteksle iyice çalkalanır.



Karanlıkta 30 dk. inkübasyona bırakılır.



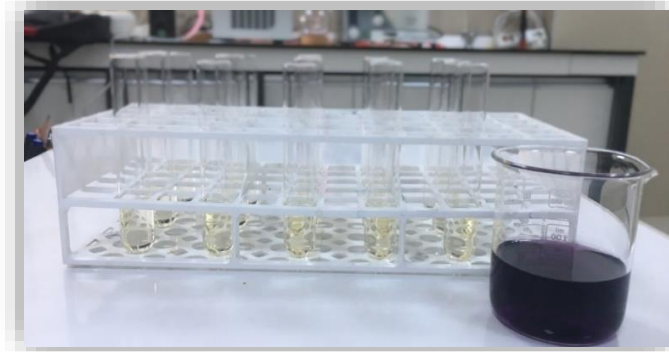
Karışımın 517 nm'de absorbansı ölçülür.

Sonuçlar aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Serbest Radikal Giderme Aktivitesi} = \frac{A_K - A_{N/S}}{A_K} \times 100$$

A_K = Kontrol reaksiyonunun absorbansı

$A_{N/S}$ = Numune veya standardın absorbansı

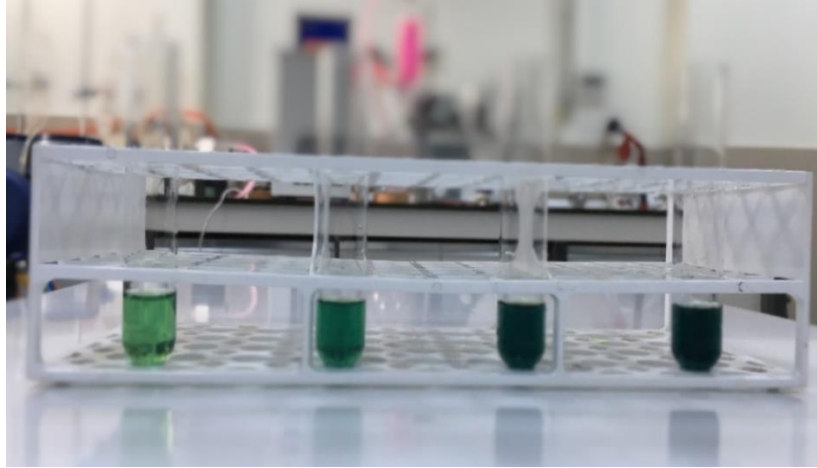


Şekil 3.8. DPPH çözeltisinin, artan derişime bağlı renk değişimi

3.4.2. İndirgeme Kapasite Tayini

İndirgeme kapasitesi tayininde Oyaizu yöntemi kullanıldı (38). Bu yöntemde ortamda bulunan indirgen madde Fe^{3+} iyonlarını Fe^{2+} iyonlarına indirger ve $FeCl_3$ ilavesi ile kompleks oluşur (Şekil 3.9). Oluşan kompleksin absorbansı, 700 nm’de UV-Görünür Alan Spektrofotometresinde ölçülür. Reaksiyon karışımının absorbansındaki artış numunenin indirgeme gücü ile doğru orantılıdır.

Tüm ekstraktlar ve standart olarak kullanılan BHA, BHT ve α - tokoferol, 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözüldü. Numune ve standartlardan 100, 250 ve 500 μ L olmak üzere 3 farklı hacimde deney tüplerine alındı ve toplam hacim 3500 μ L olacak şekilde sırasıyla üzerlerine 3400, 3250, 3000 μ L 6.6 pH’daki fosfat tamponu eklendi. Daha sonra % 1’lik $K_3(Fe(CN)_6)$ ’ den 2500 μ L ekleyip vortekslendikten sonra 50 °C’de su banyosunda 20 dk inkübasyona bırakıldı. Daha sonra deney tüplerine % 10’luk trikloroasetik asitten (TCA) 2500 μ L eklenip 3000 rpm’de 10 dk santrifüjlendi. Oluşan süpernatant kısımlarından boş tüplere 1250 μ L alınıp üzerlerine 1250 μ L’ye saf su ilave edildikten sonra % 0.1’lik $FeCl_3$ ’den 500 μ L ilave edildi. Oluşan karışım vortekslenerek, absorbansı 700 nm’de UV-Görünür Alan Spektrofotometresinde ölçüldü.



Şekil 3.9. İndirgeme kapasitesi tayini renk dönüşümü

Yöntem aşağıda özetlenmiştir.

Reaktif	S1	S2	S3	S4	N1	N2	N3	N4
Bileşik	-	-	-	-	100 µL	250 µL	500 µL	750 µL
Standart	100 µL	250 µL	500 µL	750 µL	-	-	-	-
Fosfat	3400 µL	3250 µL	3000 µL	2750 µL	3400 µL	3250 µL	3000 µL	2750 µL
Tamponu								
K ₃ Fe(CN) ₆	2500 µL	2500 µL	2500 µL	2500 µL	2500 µL	2500 µL	2500 µL	2500 µL

Hazırlanan deney tüpleri vorteksle iyice çalkalanır.



Su banyosunda 50 °C de 20 dk. inkübasyona bırakılır.



Tüplere % 10'luk TCA'dan 2500 µL ilave edilir ve ardından 3000 rpm de 10 dk santrifüjlenir.



Süpernatat kısmından 1250 µL alınır ve üzerine 1250 µL saf su eklenir.



% 0,1 lik FeCl₃ den 500 µL eklenir ve vortekslenir.



Karışımın 700 nm'de absorbansı ölçülür.

Reaktifler	KÖR
TCA	2500 µL
Saf Su	2500 µL
FeCl ₃	500 µL

3.4.3. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesi Tayini

Metal şelatlama özelliği olan antioksidan maddeler serbest demiri bağlamak suretiyle onu etkisizleştirirler ve böylece fenton reaksiyonları (Fenton Reaksiyonu: $Fe^{+2} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{+3} + HO^{\bullet} + HO^{-}$) sonucu oluşan hidroksil ve peroksit gibi radikal oluşumunu inhibe ederler (53). Bu çalışmada örneklerin Fe^{+2} iyonlarını şelatlama etkisi incelenmiştir. Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesinin belirlenmesinde Dinis yöntemi kullanıldı (39). Tüm ekstraktlar ve standart olarak kullanılan EDTA, 1 mg/mL olacak şekilde etanolde çözüldü. Numune ve standartlardan 50, 100, 150, 250 ve 500 μ L olmak üzere 5 farklı farklı hacimde deney tüplerine alındı ve üzerlerine toplam hacim 3750 μ L olacak şekilde sırasıyla 3700, 3650, 3600, 3500 ve 3250 μ L etanol eklendi. Daha sonra 2mM $FeCl_2$ 'den 50 μ L ilave edilip vortekslemeden sonra, oda sıcaklığında 10 dk inkübasyona bırakıldı. Ardından 5mM ferrozinden 200 μ L ilave edildi. Oluşan mor renk karışım (Şekil 3.10) oda sıcaklığında 25 dk bekletildikten sonra, 562 nm'de UV-Görünür Alan Spektrofotometresinde ölçüldü. Yöntem aşağıda özetlenmiştir.

Reaktifler	S1	S2	S3	S4	S5	N1	N2	N3	N4	N5	Kör	Kontrol
Bileşik	-	-	-	-	-	50 μ L	100 μ L	150 μ L	250 μ L	500 μ L	-	-
Standart	50 μ L	100 μ L	150 μ L	250 μ L	500 μ L	-	-	-	-	-	-	-
EtOH	3700 μ L	3650 μ L	3600 μ L	3500 μ L	3250 μ L	3700 μ L	3650 μ L	3600 μ L	3500 μ L	3250 μ L	3750 μ L	3750 μ L
$FeCl_2$ Vorteksleme ve 10 dk. bekleme	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L	50 μ L
Ferrozin	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	200 μ L	-	200 μ L

Hazırlanan deney tüpleri vorteksle iyice çalkalanır.



Oda sıcaklığında 25 dk. inkübasyona bırakılır.



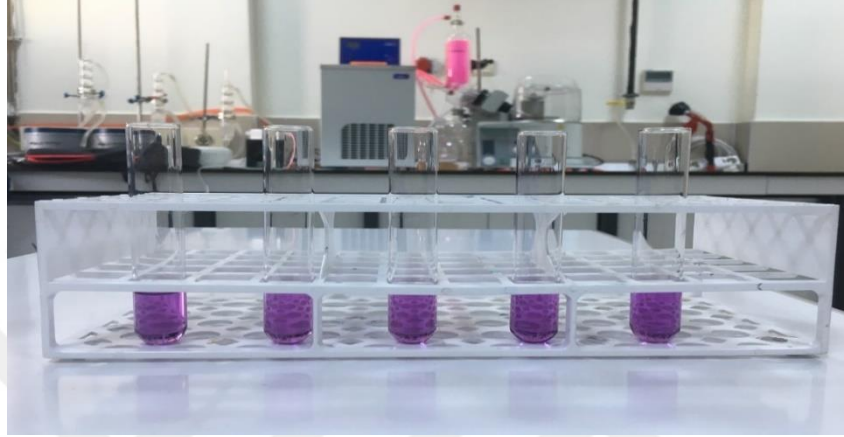
Karışımın 562 nm'de absorbansı ölçülür.

Sonuçlar aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi} = \frac{A_K - A_{N/S}}{A_K} \times 100$$

A_K = Kontrol reaksiyonunun absorbansı

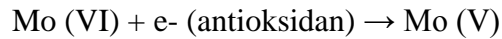
$A_{N/S}$ = Numune veya standardın absorbansı



Şekil 3.10. Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi renk dönüşümü

3.4.4. Toplam Fenolik Miktarı Tayini

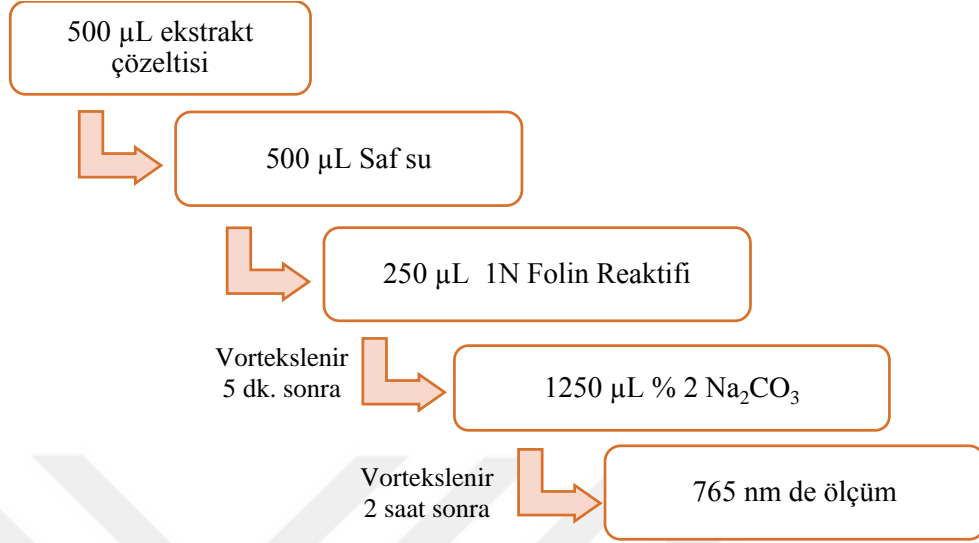
Toplam fenolik içerik miktarının belirlenmesinde Folin-Ciocalteu yöntemi kullanıldı. Bu yöntemde kullanılan Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR), molibdofosfotungstik heteropoliasittir ($3H_2O.P_2O_5.13WO_3.5MoO_3.10H_2O$). Bu yöntemin temeli fenolik bileşikler ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdenyum'a elektron transfer edilmesine dayanmaktadır. Fenolik bileşikler sadece bazik koşullarda ($pH = 10$) FCR ile reaksiyona girer. (40).



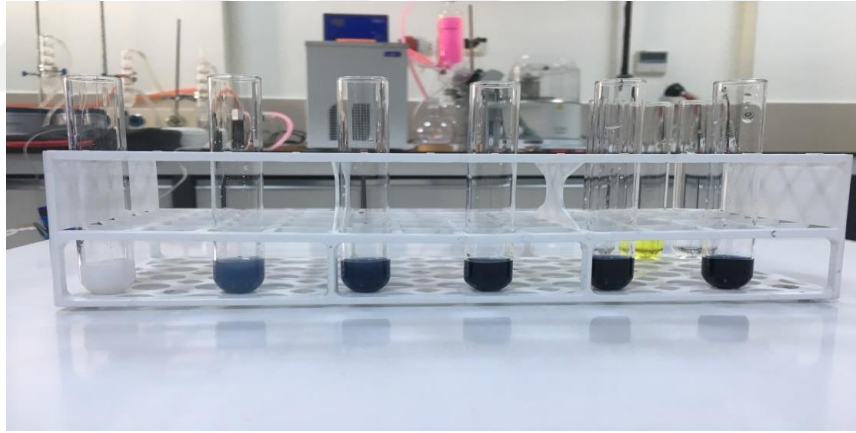
Ticari olarak elde edilen 2N Folin-Ciocalteu reaktifi, 1/1 (V/V) oranla saf su ile seyreltilerek günlük olarak hazırlandı.

Deney tüplerine, 1 mg/mL olarak hazırlanan ekstraktlardan 500 μ L alındı ve üzerine 500 μ L saf su ilave edildi. Bu karışımın üzerine 250 μ L 1 N Folin reaktifi ilave edildikten sonra vortekslenerek 5 dk inkübasyona alındı. Sonra üzerine % 2 Na_2CO_3 'dan 1250 μ L eklenip vortekslenerek oda sıcaklığında 2 saat bekletildi. Oluşan

karışımın absorbanı 765 nm'de UV-Görünür Alan Spektrofotometresinde ölçüldü (Şekil 3.4.4.). Yöntem aşağıda özetlenmiştir.



Bitkilerin fenolik madde içeriği, mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt olarak verildi.

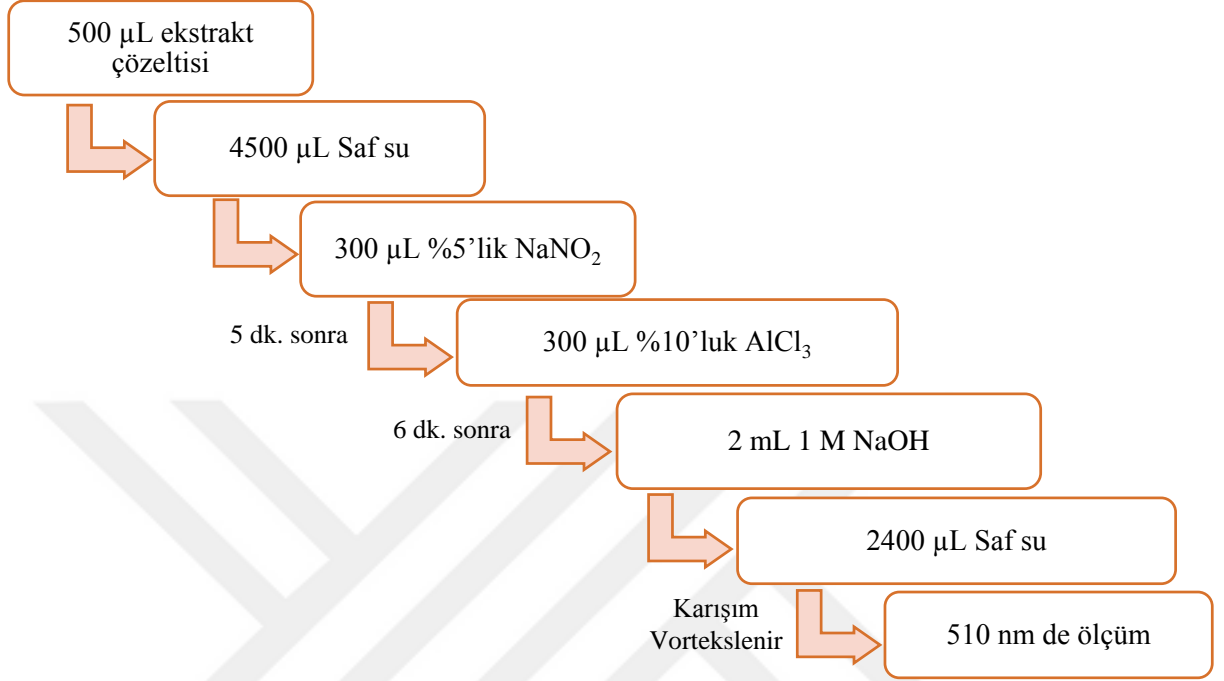


Şekil 3.11. Folin-Ciocalteu reaktifi artan derişime bağı renk değişimi

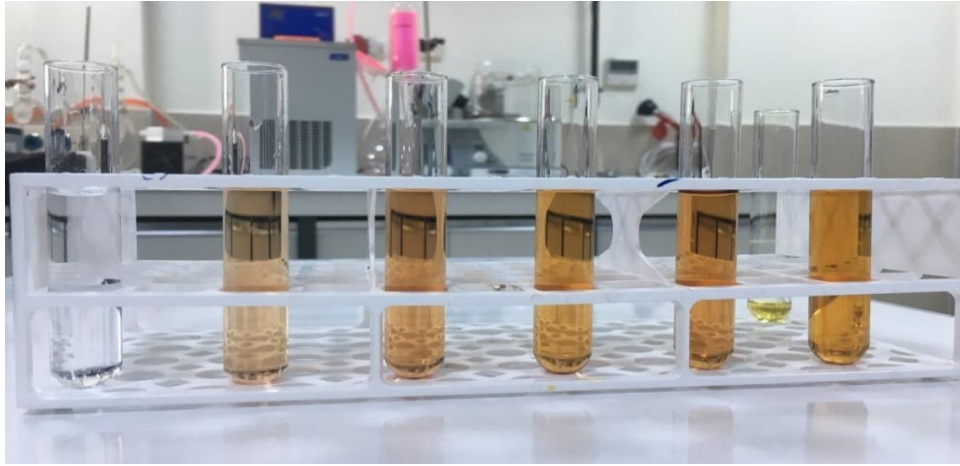
3.4.5. Toplam Flavonoid Miktarı Tayini

Toplam flavonoid miktarı tayininde Zhishen ve ark. tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı (41). Tüm ekstraktlar ve standart olarak kullanılan quercetin çözeltisi, 1 mg/mL etanolde çözüldü. Deney tüplerine hazırlanan ekstraktlardan 500 µL alındı ve toplam hacim 5000 µL olacak şekilde üzerine saf su ilave edildi. Bu karışımın üzerine % 5'lik NaNO₂ çözeltisinden 300 µL eklenip 5 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldıktan sonra % 10'luk AlCl₃ çözeltisinden 300 µL ilave edildi. Daha sonra, 6 dk

bekletildikten sonra 1.0 M NaOH çözeltisinden 2 mL eklendi ve saf su ile 20 mL'ye tamamlandı. Oluşan çözeltinin absorbansı 510 nm'de UV-Görünür Alan Spektrofotometresinde ölçüldü. Yöntem aşağıda özetlenmiştir.



Bitkilerin toplam flavonoid miktarı, mg quercetin eşdeğeri (QUE)/g ekstrakt olarak verildi.



Şekil 3.12. Toplam flavonoid miktarı içeriği renk dönüşümü

4. BULGULAR

4.1. Serbest Radikal Yakalama Kapasitesi (DPPH Yöntemi)

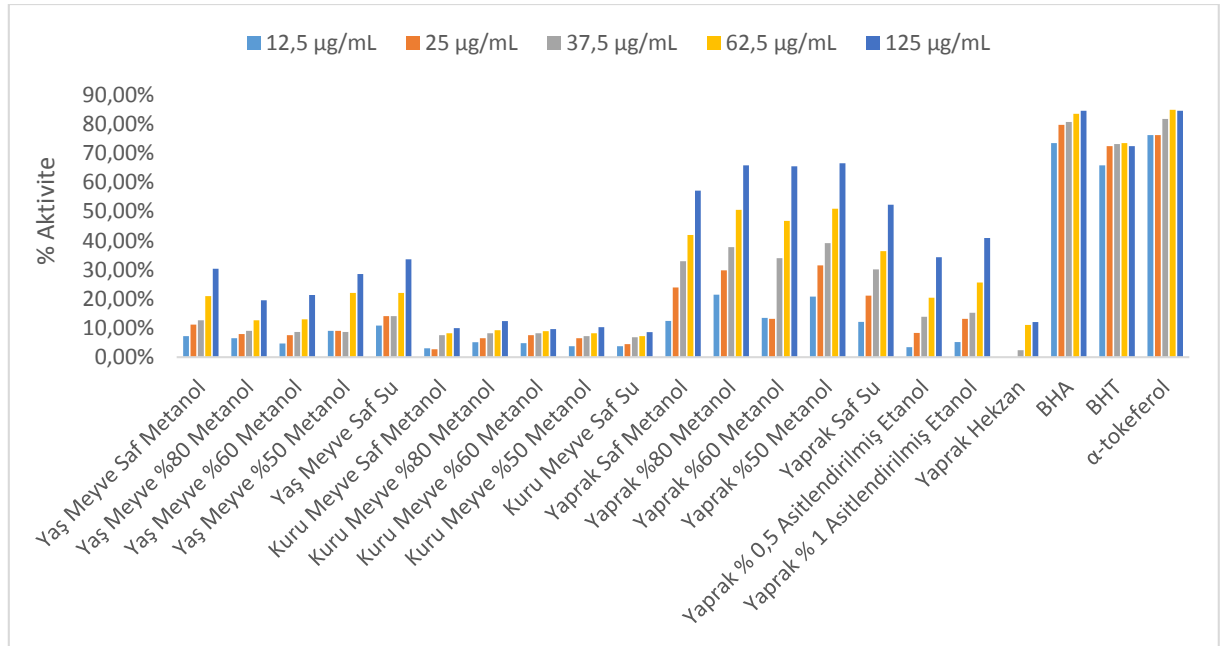
Kamkatın yaş ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyveleri ile yapraklarının, saf metanol, %80 metanol, %60 metanol, %50 metanol ve saf su çözgen ekstraktları, ayrıca yaprakların %1 asitlendirilmiş etanol, % 0,05 asitlendirilmiş etanol ve hekzan çözgen ekstraktlarının serbest radikal yakalama aktiviteleri Blois yöntemine göre incelendi (37).

Bu yöntemle göre, % aktivite oranı ne kadar fazla ise serbest radikal yakalama kapasitesi o kadar fazladır. Derişim arttıkça aktivitenin de arttığı tespit edilmiştir. Renk dönüşümünün aktivite ile orantılı olarak koyu mor renkten sarı renge dönüştüğü gözlemlendi.

En yüksek serbest radikal yakalama aktivitesi kamkat yapraklarında olduğu ayrıca kamkat meyvesinin kurutulduğunda aktivitesinin düştüğü gözlemlenmiştir. Anaç kamkat türü ile hibritleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Ekstraktlar, BHA, BHT ve α -Tokoferol standartlarıyla kıyaslandığında serbest radikal yakalama aktivitelerinin standartların altında kaldığı belirlenmiştir.

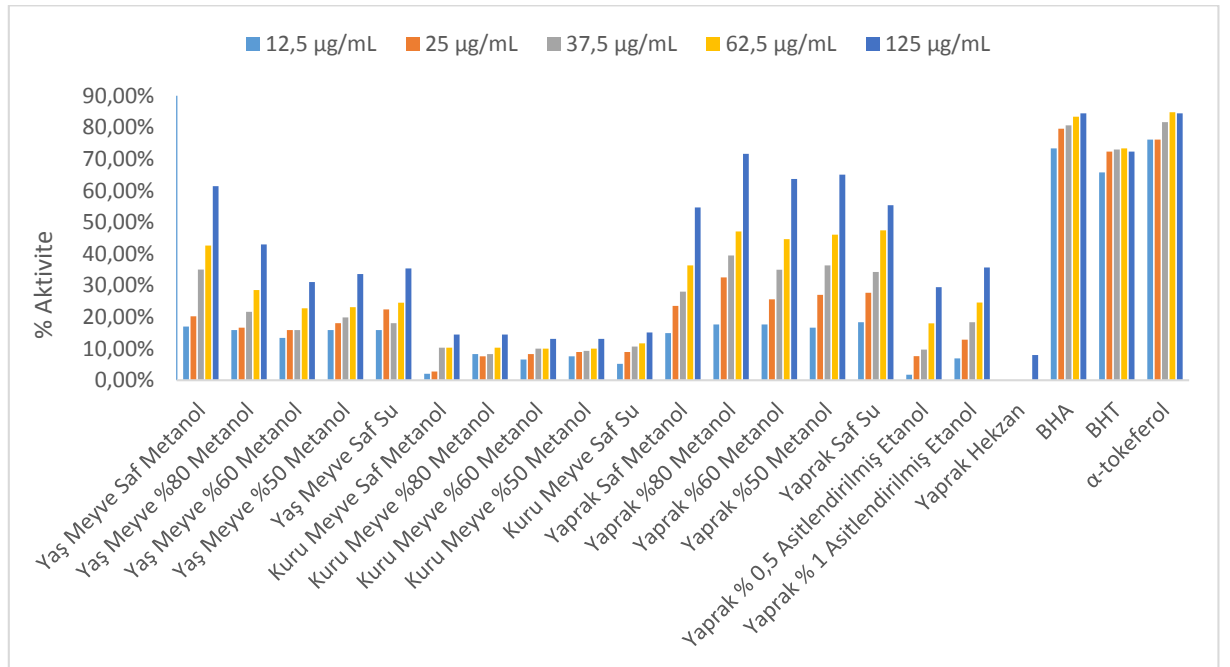
Tablo 4.1. Anaç kamkat bitkisine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12,5 µg/mL	25 µg/mL	37,5 µg/mL	62,5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	7,22	11,19	12,64	20,94	30,32
Yaş Meyve %80 Metanol	6,50	7,94	9,03	12,64	19,49
Yaş Meyve %60 Metanol	4,69	7,58	8,66	13,00	21,30
Yaş Meyve %50 Metanol	9,03	9,03	8,66	22,02	28,52
Yaş Meyve Saf Su	10,83	14,08	14,08	22,02	33,57
Kuru Meyve Saf Metanol	3,09	2,75	7,56	8,25	9,97
Kuru Meyve %80 Metanol	5,15	6,53	8,25	9,28	12,37
Kuru Meyve %60 Metanol	4,81	7,56	8,25	8,93	9,62
Kuru Meyve %50 Metanol	3,78	6,53	7,22	8,25	10,31
Kuru Meyve Saf Su	3,78	4,47	6,87	7,22	8,59
Yaprak Saf Metanol	12,46	23,88	32,87	41,87	57,09
Yaprak %80 Metanol	21,45	29,76	37,72	50,52	65,74
Yaprak %60 Metanol	13,49	13,15	33,91	46,71	65,40
Yaprak %50 Metanol	20,76	31,49	39,10	50,87	66,44
Yaprak Saf Su	12,11	21,11	30,10	36,33	52,25
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	3,46	8,30	13,84	20,42	34,26
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	5,19	13,15	15,22	25,61	40,83
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	2,42	11,07	12,04
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α-tokoferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43



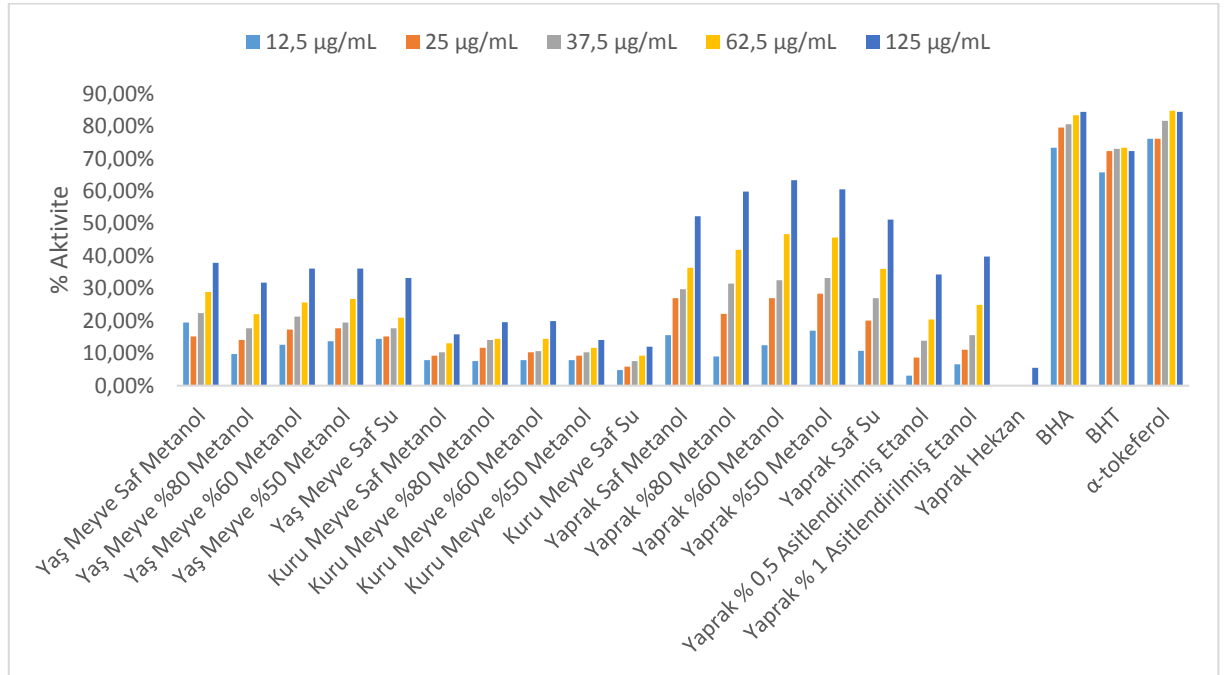
Tablo 4.2. Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	16,97	20,22	35,02	42,60	61,37
Yaş Meyve %80 Metanol	15,88	16,61	21,66	28,52	42,96
Yaş Meyve %60 Metanol	13,36	15,88	15,88	22,74	31,05
Yaş Meyve %50 Metanol	15,88	18,05	19,86	23,10	33,57
Yaş Meyve Saf Su	15,88	22,38	18,05	24,55	35,38
Kuru Meyve Saf Metanol	2,06	2,75	10,31	10,31	14,43
Kuru Meyve %80 Metanol	8,25	7,56	8,25	10,31	14,43
Kuru Meyve %60 Metanol	6,53	8,25	9,97	9,97	13,06
Kuru Meyve %50 Metanol	7,56	8,93	9,28	9,97	13,06
Kuru Meyve Saf Su	5,15	8,93	10,65	11,68	15,12
Yaprak Saf Metanol	14,88	23,53	28,03	36,33	54,67
Yaprak %80 Metanol	17,65	32,53	39,45	47,06	71,63
Yaprak %60 Metanol	17,65	25,61	34,95	44,64	63,67
Yaprak %50 Metanol	16,61	26,99	36,33	46,02	65,05
Yaprak Saf Su	18,34	27,68	34,26	47,40	55,36
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	1,73	7,61	9,69	17,99	29,41
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	6,92	12,80	18,34	24,57	35,64
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	7,96
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α-tokoferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43

**Şekil 4.2.** Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği

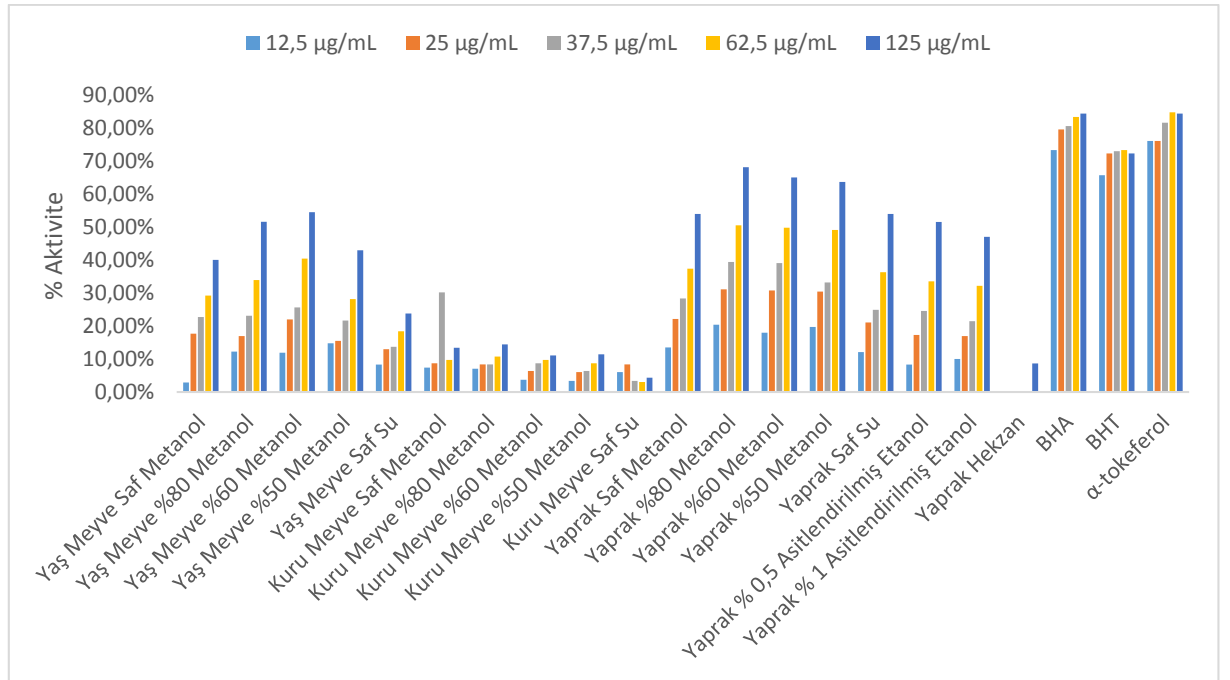
Tablo 4.3. Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	19,49	15,16	22,38	28,88	37,91
Yaş Meyve %80 Metanol	9,75	14,08	17,69	22,02	31,77
Yaş Meyve %60 Metanol	12,64	17,33	21,30	25,63	36,10
Yaş Meyve %50 Metanol	13,72	17,69	19,49	26,71	36,10
Yaş Meyve Saf Su	14,44	15,16	17,69	20,94	33,21
Kuru Meyve Saf Metanol	7,90	9,28	10,31	13,06	15,81
Kuru Meyve %80 Metanol	7,56	11,68	14,09	14,43	19,59
Kuru Meyve %60 Metanol	7,90	10,31	10,65	14,43	19,93
Kuru Meyve %50 Metanol	7,90	9,28	10,31	11,68	14,09
Kuru Meyve Saf Su	4,81	5,84	7,56	9,28	12,03
Yaprak Saf Metanol	15,57	26,99	29,76	36,33	52,25
Yaprak %80 Metanol	9,00	22,15	31,49	41,87	59,86
Yaprak %60 Metanol	12,46	26,99	32,53	46,71	63,32
Yaprak %50 Metanol	16,96	28,37	33,22	45,67	60,55
Yaprak Saf Su	10,73	20,07	26,99	35,99	51,21
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	3,11	8,65	13,84	20,42	34,26
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	6,57	11,07	15,57	24,91	39,79
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	5,54
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α-tokoferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43

**Şekil 4.3.** Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği

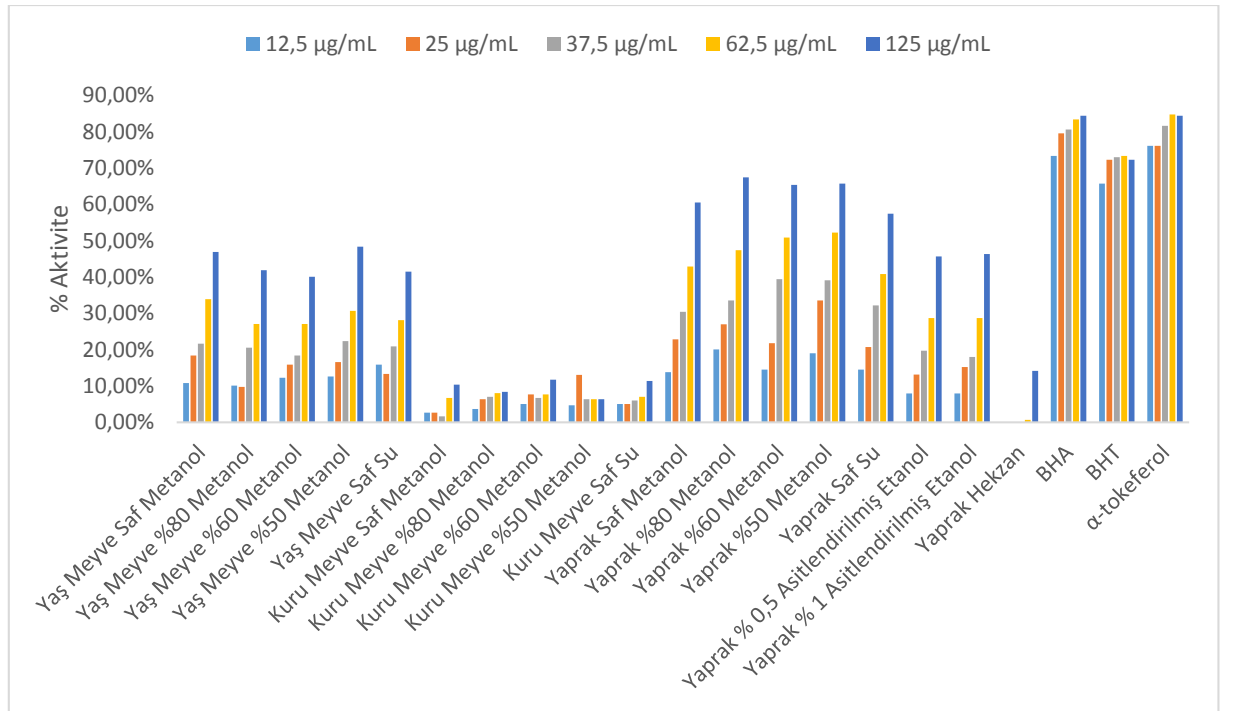
Tablo 4.4. Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	2,89	17,69	22,74	29,24	40,07
Yaş Meyve %80 Metanol	12,27	16,97	23,10	33,94	51,62
Yaş Meyve %60 Metanol	11,91	22,02	25,63	40,43	54,51
Yaş Meyve %50 Metanol	14,80	15,52	21,66	28,16	42,96
Yaş Meyve Saf Su	8,30	13,00	13,72	18,41	23,83
Kuru Meyve Saf Metanol	7,38	8,72	30,20	9,73	13,42
Kuru Meyve %80 Metanol	7,05	8,39	8,39	10,74	14,43
Kuru Meyve %60 Metanol	3,69	6,38	8,72	9,73	11,07
Kuru Meyve %50 Metanol	3,36	6,04	6,38	8,72	11,41
Kuru Meyve Saf Su	6,04	8,39	3,36	3,02	4,36
Yaprak Saf Metanol	13,49	22,15	28,37	37,37	53,98
Yaprak %80 Metanol	20,42	31,14	39,45	50,52	68,17
Yaprak %60 Metanol	17,99	30,80	39,10	49,83	65,05
Yaprak %50 Metanol	19,72	30,45	33,22	49,13	63,67
Yaprak Saf Su	12,11	21,11	24,91	36,33	53,98
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	8,30	17,30	24,57	33,56	51,56
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	10,03	16,96	21,45	32,18	47,06
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	8,65
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α -tokoferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43

**Şekil 4.4.** Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği

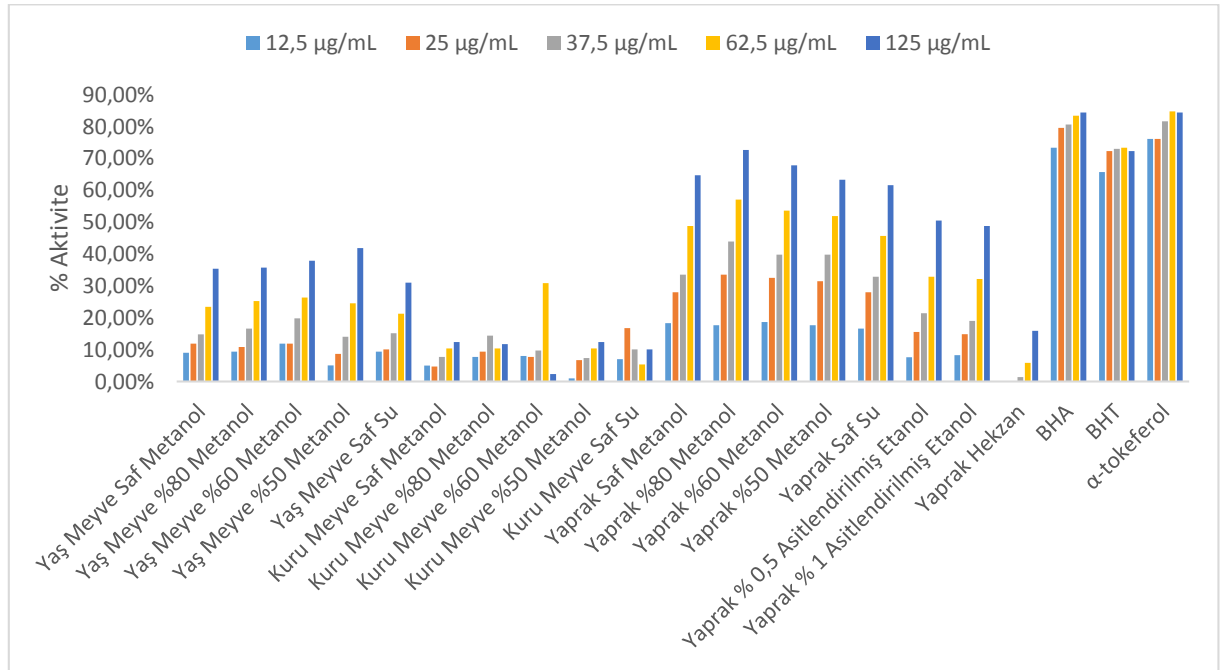
Tablo 4.5. Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	10,83	18,41	21,66	33,94	46,93
Yaş Meyve %80 Metanol	10,11	9,75	20,58	27,08	41,88
Yaş Meyve %60 Metanol	12,27	15,88	18,41	27,08	40,07
Yaş Meyve %50 Metanol	12,64	16,61	22,38	30,69	48,38
Yaş Meyve Saf Su	15,88	13,36	20,94	28,16	41,52
Kuru Meyve Saf Metanol	2,68	2,68	1,68	6,71	10,40
Kuru Meyve %80 Metanol	3,69	6,38	7,05	8,05	8,39
Kuru Meyve %60 Metanol	5,03	7,72	6,71	7,72	11,74
Kuru Meyve %50 Metanol	4,70	13,09	6,38	6,38	6,38
Kuru Meyve Saf Su	5,03	5,03	6,04	7,05	11,41
Yaprak Saf Metanol	13,84	22,84	30,45	42,91	60,55
Yaprak %80 Metanol	20,07	26,99	33,56	47,40	67,47
Yaprak %60 Metanol	14,53	21,80	39,45	50,87	65,40
Yaprak %50 Metanol	19,03	33,56	39,10	52,25	65,74
Yaprak Saf Su	14,53	20,76	32,18	40,83	57,44
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	7,96	13,15	19,72	28,72	45,67
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	7,96	15,22	17,99	28,72	46,37
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	0,69	14,19
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α -tokoferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43

**Şekil 4.5.** Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği

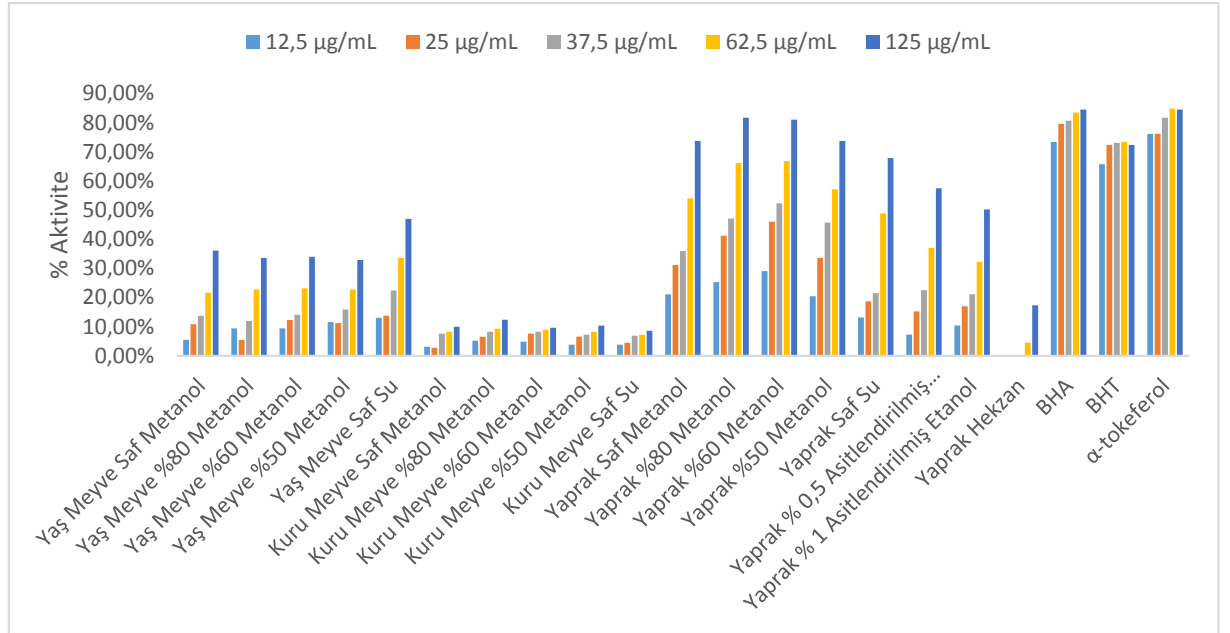
Tablo 4.6. Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	9,03	11,91	14,80	23,47	35,38
Yaş Meyve %80 Metanol	9,39	10,83	16,61	25,27	35,74
Yaş Meyve %60 Metanol	11,91	11,91	19,86	26,35	37,91
Yaş Meyve %50 Metanol	5,05	8,66	14,08	24,55	41,88
Yaş Meyve Saf Su	9,39	10,11	15,16	21,30	31,05
Kuru Meyve Saf Metanol	5,03	4,70	7,72	10,40	12,42
Kuru Meyve %80 Metanol	7,72	9,40	14,43	10,40	11,74
Kuru Meyve %60 Metanol	8,05	7,72	9,73	30,87	2,35
Kuru Meyve %50 Metanol	1,01	6,71	7,38	10,40	12,42
Kuru Meyve Saf Su	7,05	16,78	10,07	5,37	10,07
Yaprak Saf Metanol	18,34	28,03	33,56	48,79	64,71
Yaprak %80 Metanol	17,65	33,56	43,94	57,09	72,66
Yaprak %60 Metanol	18,69	32,53	39,79	53,63	67,82
Yaprak %50 Metanol	17,65	31,49	39,79	51,90	63,32
Yaprak Saf Su	16,61	28,03	32,87	45,67	61,59
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	7,61	15,57	21,45	32,87	50,52
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	8,30	14,88	19,03	32,18	48,79
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	1,38	5,88	15,92
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α-tokoferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43

**Şekil 4.6.** Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait serbest radikal yakalama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.7. Kamkat meyvesi YP.188 hibritine ait % serbest radikal yakalama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	5,42	10,83	13,72	21,66	36,10
Yaş Meyve %80 Metanol	9,39	5,42	11,91	22,74	33,57
Yaş Meyve %60 Metanol	9,39	12,27	14,08	23,10	33,94
Yaş Meyve %50 Metanol	11,55	11,19	15,88	22,74	32,85
Yaş Meyve Saf Su	13,00	13,72	22,38	33,57	46,93
Kuru Meyve Saf Metanol	3,09	2,75	7,56	8,25	9,97
Kuru Meyve %80 Metanol	5,15	6,53	8,25	9,28	12,37
Kuru Meyve %60 Metanol	4,81	7,56	8,25	8,93	9,62
Kuru Meyve %50 Metanol	3,78	6,53	7,22	8,25	10,31
Kuru Meyve Saf Su	3,78	4,47	6,87	7,22	8,59
Yaprak Saf Metanol	21,11	31,14	35,99	53,98	73,70
Yaprak %80 Metanol	25,26	41,18	47,06	66,09	81,66
Yaprak %60 Metanol	29,07	46,02	52,25	66,78	80,97
Yaprak %50 Metanol	20,42	33,56	45,67	57,09	73,70
Yaprak Saf Su	13,15	18,69	21,45	48,79	67,82
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	7,27	15,22	22,49	37,02	57,44
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	10,38	16,96	21,11	32,18	50,17
Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	4,50	17,30
BHA	73,36	79,58	80,62	83,39	84,43
BHT	65,74	72,32	73,01	73,36	72,32
α-tokeferol	76,12	76,12	81,66	84,78	84,43



4.2. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesi

Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi Dinis yöntemine göre incelenmiştir (39). Bu çalışmada bitki ekstraktlarının, çözeltideki Fe^{2+} iyonlarını bağlayabilmek için ferrozin ile etkileşim aktivitesi değerlendirildi. Absorbans değerinin artması Fe^{2+} iyonlarının şelatlama aktivitesinin güçlü olduğunu gösterir.

Kamkatın yaş ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyvelerinden elde edilen ekstraktlarının şelatlama aktivitesi göstermediği gözlemlendi. Kamkat yapraklarında ise, saf metanol ekstraktları aktivite gösterirken, sulu çözümlerden elde edilen ekstraktların aktivite göstermediği belirlenmiştir. Ayrıca kamkat yapraklarının %0,5 ve %1 asitlendirilmiş etanol ekstraktları ile hekzan çözümlerinde şelatlama aktivitesi tespit edilmiştir.

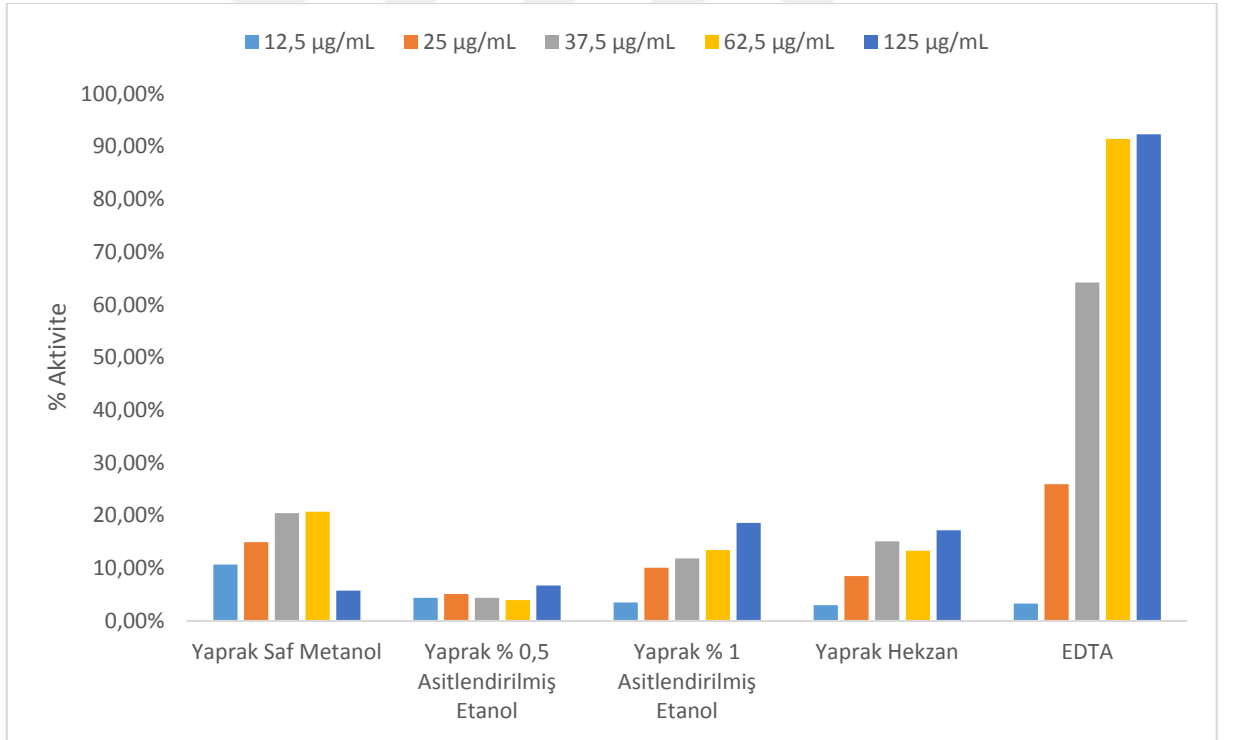
Ekstraktların göstermiş olduğu şelatlama aktivitesi ile derişim arasında bir korelasyon olmadığı tespit edilmiştir.

İyi bir şelatlayıcı olan EDTA' nın standart kabul edildiği bu çalışmada, şelatlama aktivitesi gösteren bütün ekstraktlar standartın altında aktivite vermiştir.

Anaç kamkat türü ile hibritleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4.8. Anaç kamkat bitkisi yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

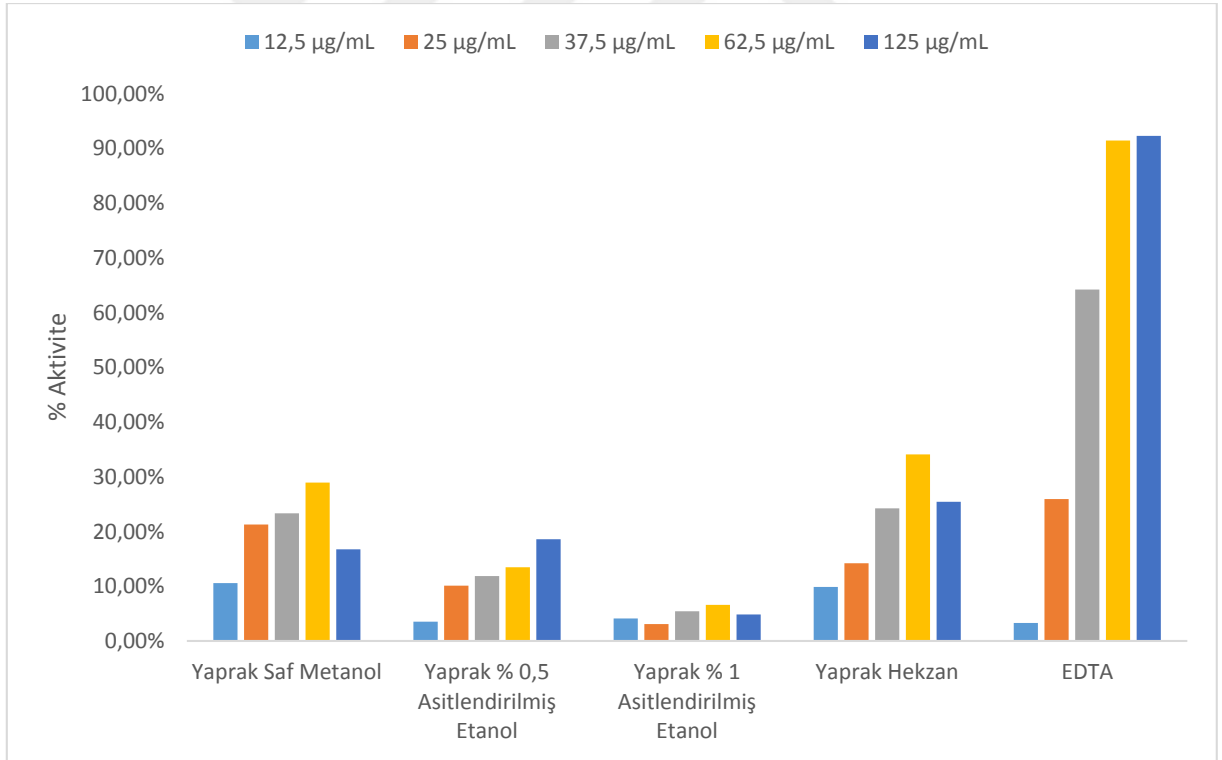
Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	10,70	14,95	20,44	20,71	5,76
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	4,39	5,12	4,39	3,95	6,73
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	3,51	10,10	11,86	13,47	18,59
Yaprak Hekzan	2,99	8,52	15,10	13,30	17,19
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.8. Anaç kamkat bitkisi yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.9. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

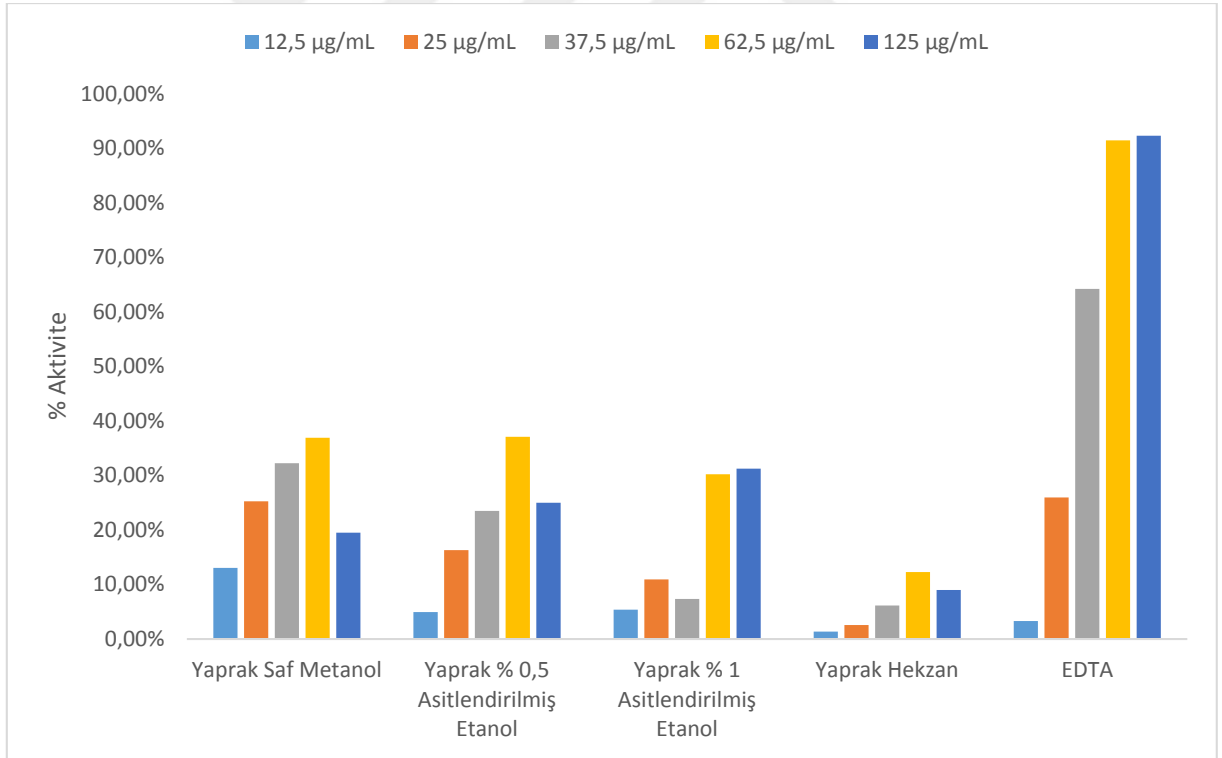
Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	10,56	21,26	23,32	28,94	16,74
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	3,51	10,10	11,86	13,47	18,59
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	4,10	3,07	5,42	6,59	4,83
Yaprak Hekzan	9,87	14,20	24,22	34,08	25,41
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.9. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.10. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

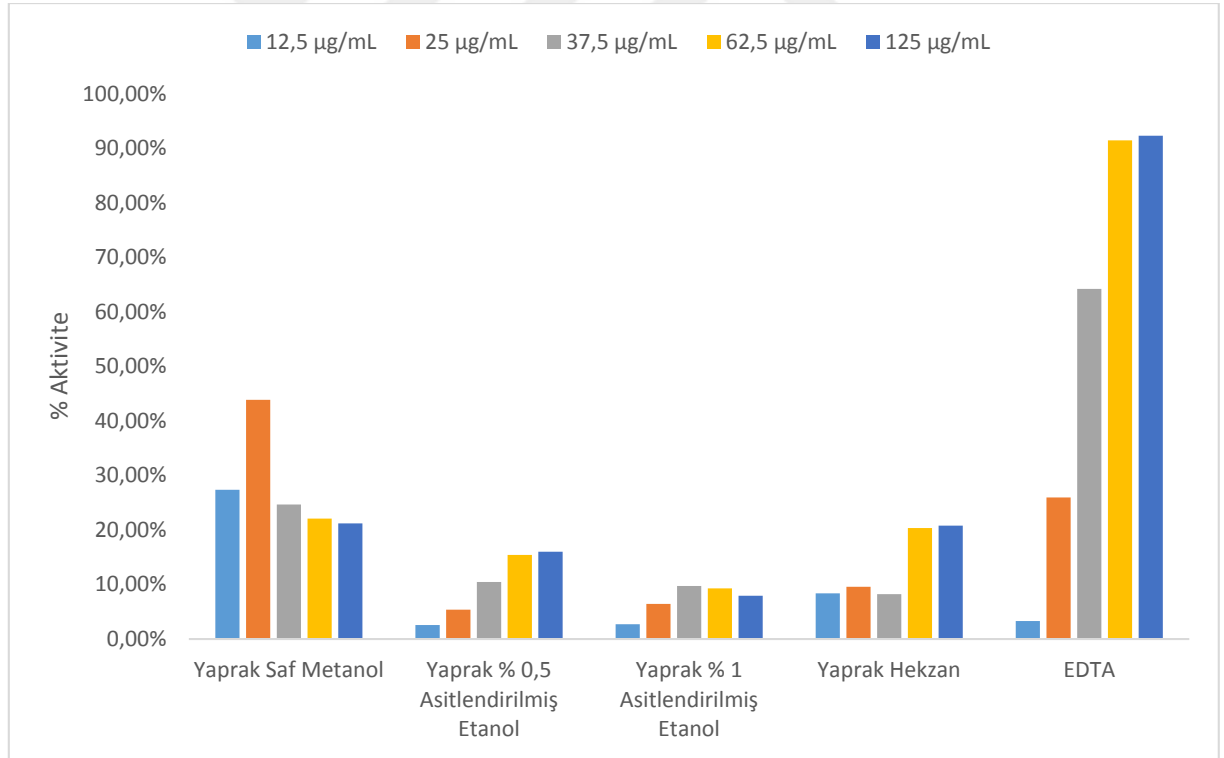
Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	13,03	25,24	32,24	36,90	19,48
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	4,93	16,29	23,47	37,07	24,96
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	5,38	10,91	7,32	30,19	31,24
Yaprak Hekzan	1,35	2,54	6,13	12,26	8,97
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.10. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.11. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

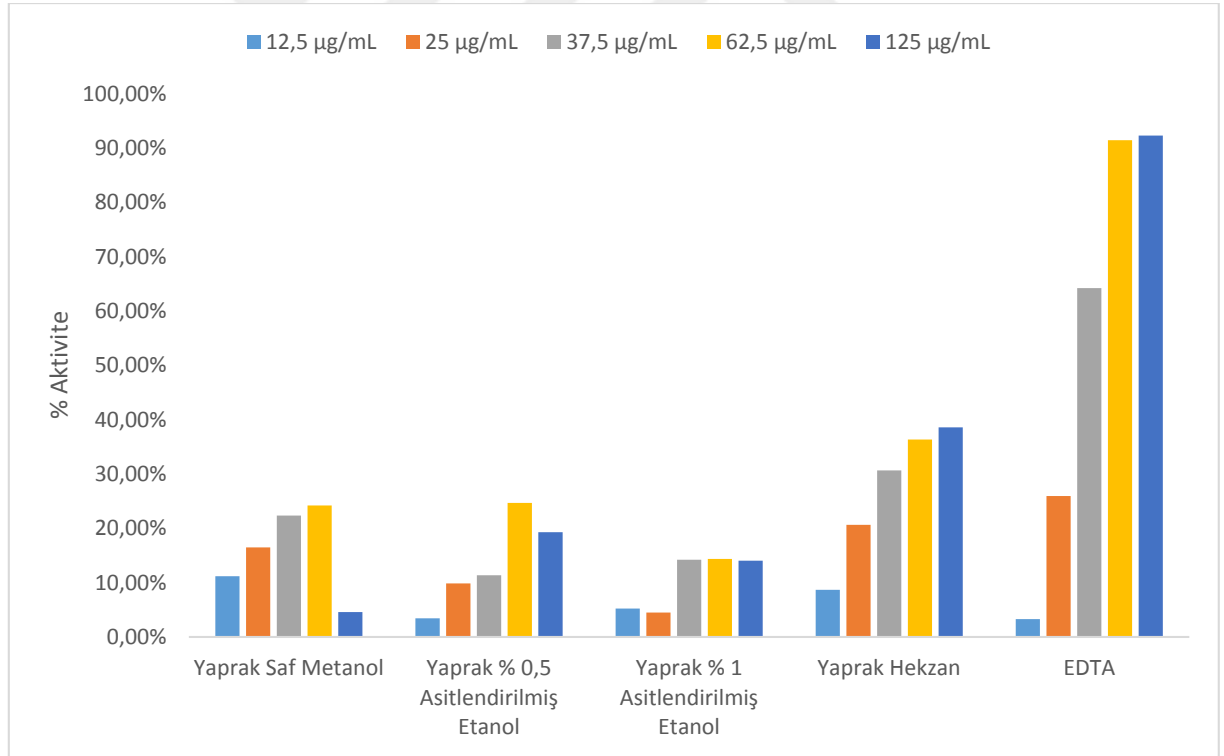
Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	27,36	43,84	24,64	22,06	21,20
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	2,54	5,38	10,46	15,40	15,99
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	2,69	6,43	9,72	9,27	7,92
Yaprak Hekzan	8,37	9,57	8,22	20,33	20,78
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.11. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.12. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

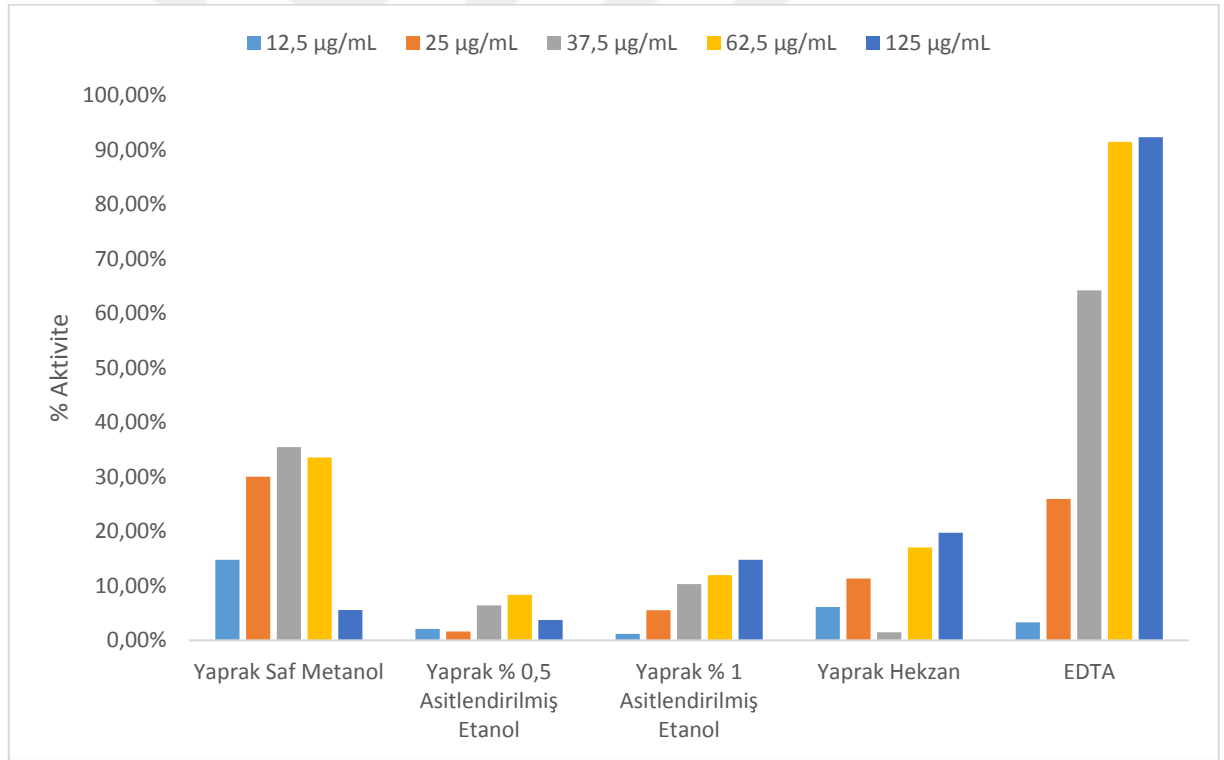
Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	11,17	16,48	22,35	24,21	4,58
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	3,44	9,87	11,36	24,66	19,28
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	5,23	4,48	14,20	14,35	14,05
Yaprak Hekzan	8,67	20,63	30,64	36,32	38,57
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.12. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.13. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

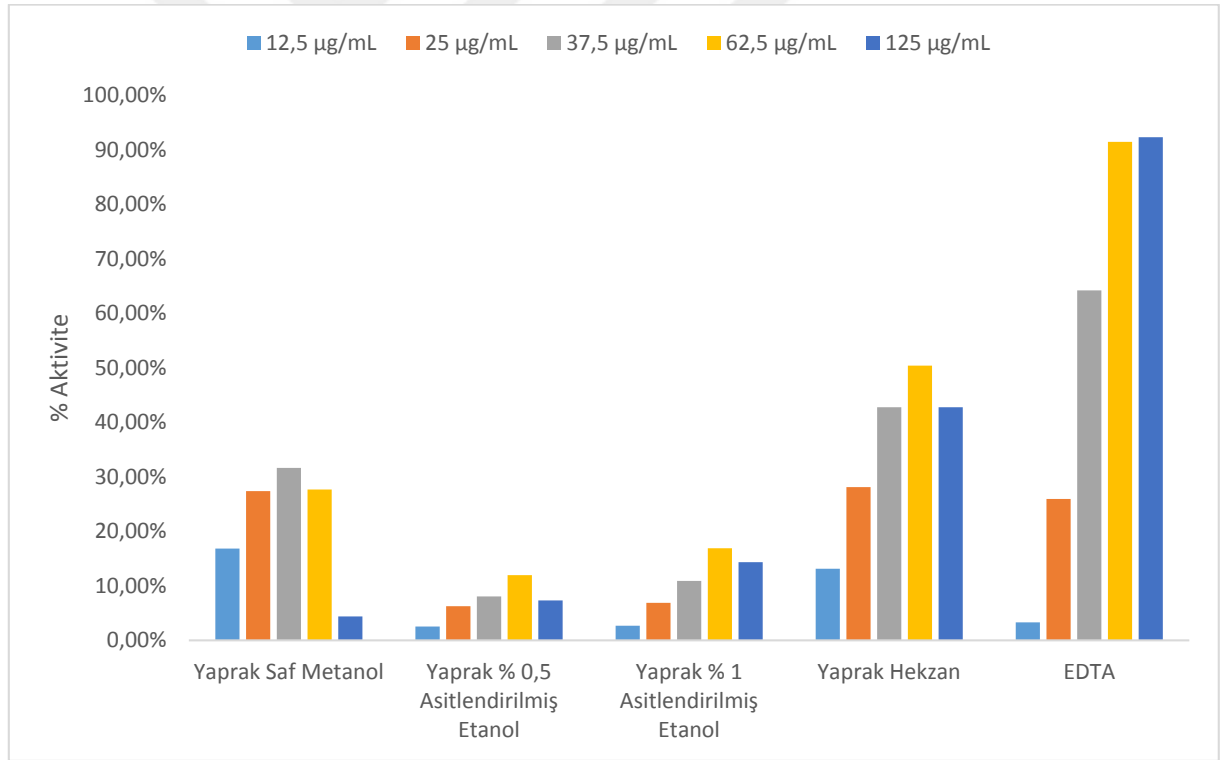
Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	14,79	30,01	35,43	33,53	5,56
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	2,09	1,64	6,43	8,37	3,74
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	1,20	5,53	10,31	11,96	14,80
Yaprak Hekzan	6,13	11,36	1,49	17,04	19,73
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.13. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

Tablo 4.14. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını % şelatlama aktivitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	12.5 µg/mL	25 µg/mL	37.5 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL
Yaprak Saf Metanol	16,84	27,38	31,63	27,67	4,39
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	2,54	6,28	8,07	11,96	7,32
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	2,69	6,88	10,91	16,89	14,35
Yaprak Hekzan	13,15	28,10	42,75	50,37	42,75
EDTA	3,30	25,93	64,18	91,40	92,26



Şekil 4.14. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti yapraklarına ait demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi bar grafiği

4.3. İndirgeme Kapasitesi Tayini

İndirgeme kapasitesi tayini Oyaizu yöntemine göre yapılmıştır (38). Ortamdaki indirgen madde Fe^{+3} iyonları antioksidan kapasitesine bağlı olarak Fe^{+2} iyonlarına indirger. $FeCl_3$ ilavesi ile oluşan Prusya mavisi rengindeki kompleksin absorpsansı 700 nm'de ölçülür. Reaksiyon karışımının absorpsansındaki artış numunenin indirgeme gücü ile doğru orantılıdır.

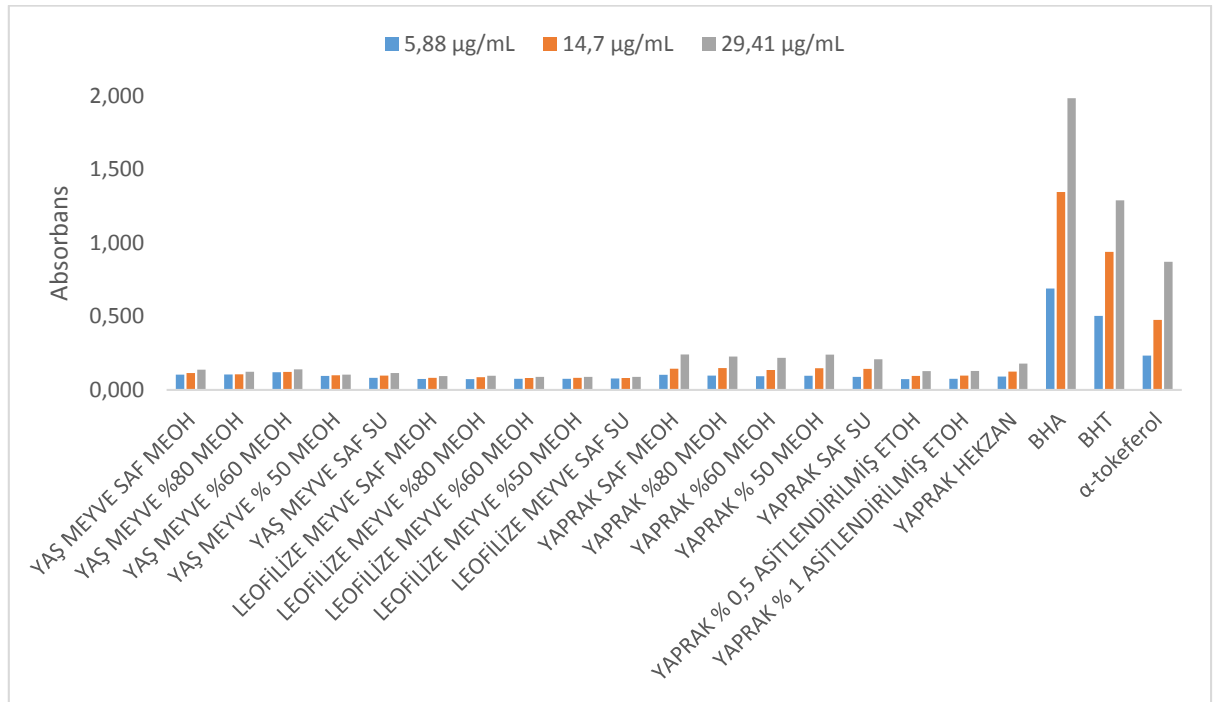
Kamkat yapraklarının Fe^{+3} iyonlarını indirgeme kapasitesi, kamkat yaş ve liyofilize edilerek elde edilen kuru meyvelerine göre daha fazladır. Kamkat meyvelerinin liyofilize edilerek kurutulması indirgeme kapasitesinde anlamlı bir değişikliğe neden olmamıştır.

Standart olarak; BHA, BHT ve α - tokoferol kullanılmıştır. Meyve ve yaprak ekstraktlarının indirgeme kapasitesi standartlardan daha düşüktür.

Derişim arttıkça indirgeme kapasitesi artmıştır. Anaç kamkat bitkisi ile hibritleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir.

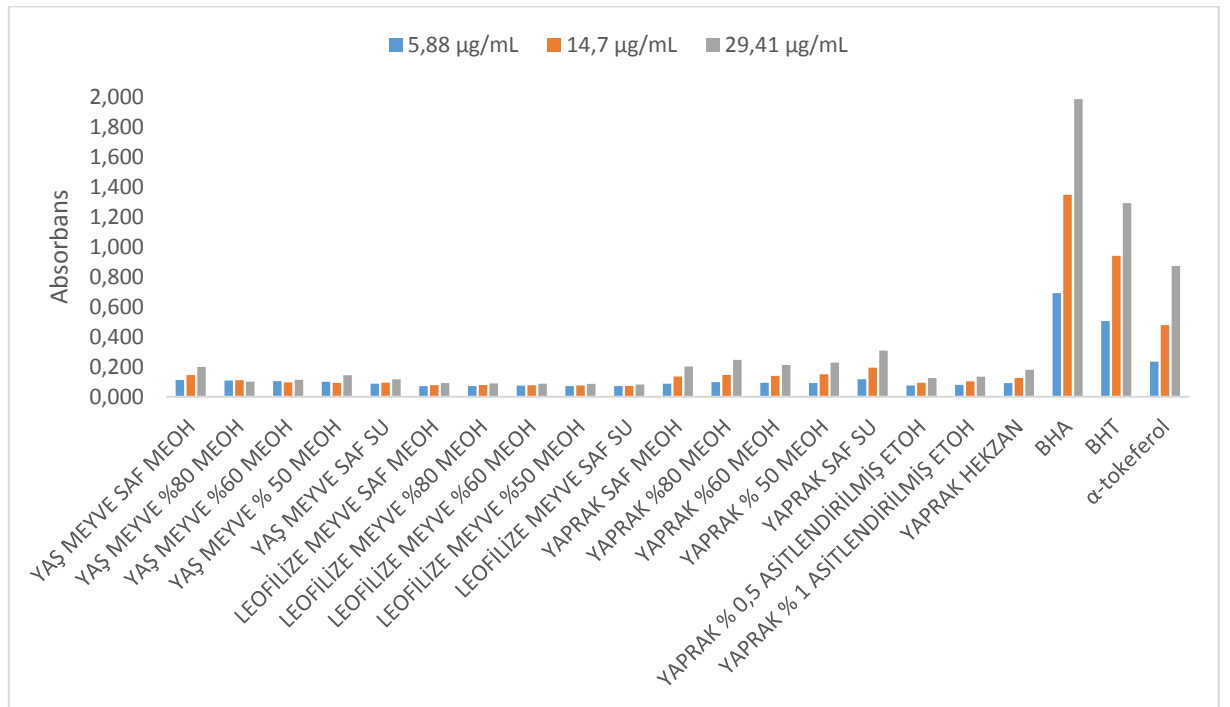
Tablo 4.15. Anaç kamkat bitkisine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,104±0,001	0,115±0,000	0,138±0,000
Yaş Meyve %80 Metanol	0,105±0,000	0,106±0,001	0,124±0,001
Yaş Meyve %60 Metanol	0,120±0,000	0,123±0,001	0,140±0,000
Yaş Meyve %50 Metanol	0,096±0,001	0,100±0,000	0,104±0,000
Yaş Meyve Saf Su	0,082±0,000	0,098±0,000	0,115±0,001
Kuru Meyve Saf Metanol	0,075±0,001	0,082±0,000	0,094±0,000
Kuru Meyve %80 Metanol	0,074±0,000	0,087±0,001	0,097±0,000
Kuru Meyve %60 Metanol	0,076±0,001	0,081±0,001	0,089±0,001
Kuru Meyve %50 Metanol	0,076±0,000	0,082±0,000	0,089±0,000
Kuru Meyve Saf Su	0,078±0,000	0,081±0,000	0,089±0,001
Yaprak Saf Metanol	0,103±0,000	0,145±0,001	0,241±0,000
Yaprak %80 Metanol	0,098±0,001	0,149±0,001	0,227±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,093±0,001	0,136±0,000	0,218±0,000
Yaprak %50 Metanol	0,097±0,000	0,148±0,001	0,240±0,000
Yaprak Saf Su	0,089±0,001	0,143±0,000	0,209±0,000
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,074±0,000	0,096±0,000	0,128±0,001
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,076±0,001	0,098±0,000	0,129±0,001
Yaprak Hekzan	0,091±0,000	0,125±0,000	0,179±0,000
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokoferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

**Şekil 4.15.** Anaç kamkat bitkisine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

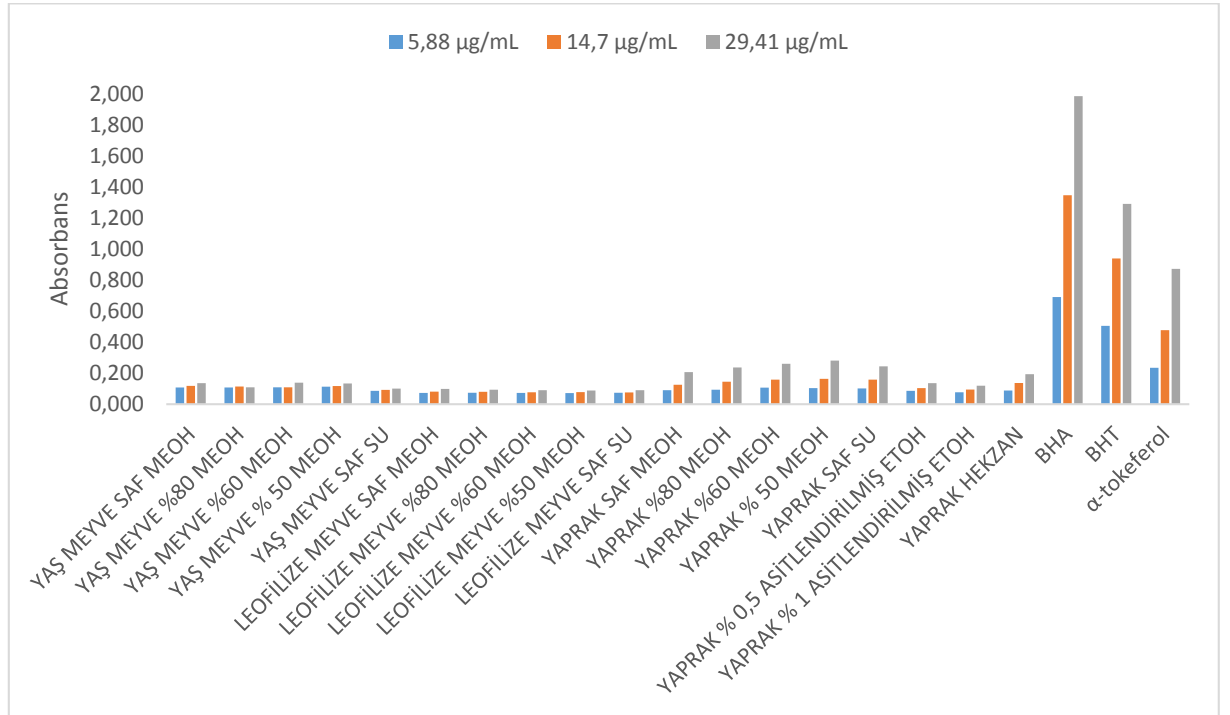
Tablo 4.16. Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,111±0,000	0,144±0,001	0,199±0,000
Yaş Meyve %80 Metanol	0,108±0,001	0,110±0,000	0,100±0,001
Yaş Meyve %60 Metanol	0,104±0,000	0,095±0,000	0,112±0,001
Yaş Meyve %50 Metanol	0,099±0,000	0,092±0,001	0,143±0,001
Yaş Meyve Saf Su	0,086±0,001	0,093±0,001	0,115±0,000
Kuru Meyve Saf Metanol	0,070±0,001	0,077±0,001	0,091±0,001
Kuru Meyve %80 Metanol	0,071±0,000	0,078±0,001	0,089±0,000
Kuru Meyve %60 Metanol	0,074±0,001	0,076±0,001	0,087±0,000
Kuru Meyve %50 Metanol	0,071±0,001	0,075±0,000	0,085±0,001
Kuru Meyve Saf Su	0,070±0,000	0,072±0,001	0,081±0,001
Yaprak Saf Metanol	0,087±0,000	0,134±0,000	0,201±0,000
Yaprak %80 Metanol	0,097±0,001	0,145±0,000	0,245±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,093±0,000	0,139±0,000	0,211±0,000
Yaprak %50 Metanol	0,091±0,000	0,149±0,000	0,227±0,000
Yaprak Saf Su	0,116±0,001	0,193±0,000	0,307±0,000
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,075±0,000	0,093±0,001	0,125±0,001
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,079±0,001	0,102±0,000	0,133±0,000
Yaprak Hekzan	0,091±0,000	0,125±0,001	0,179±0,001
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

**Şekil 4.16.** Kamkat bitkisi EP.4 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

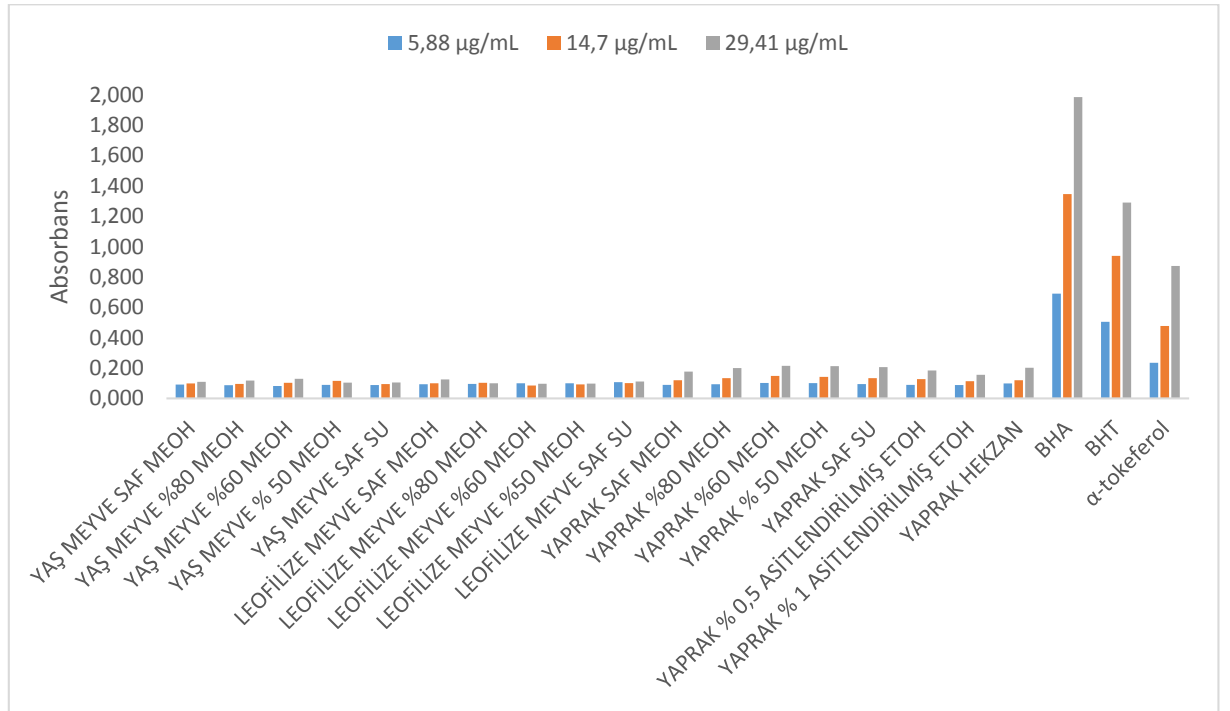
Tablo 4.17. Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,107±0,000	0,118±0,000	0,135±0,000
Yaş Meyve %80 Metanol	0,107±0,001	0,114±0,000	0,108±0,000
Yaş Meyve %60 Metanol	0,109±0,000	0,109±0,000	0,138±0,000
Yaş Meyve %50 Metanol	0,113±0,000	0,117±0,001	0,133±0,000
Yaş Meyve Saf Su	0,086±0,001	0,092±0,000	0,100±0,001
Kuru Meyve Saf Metanol	0,072±0,000	0,081±0,001	0,098±0,000
Kuru Meyve %80 Metanol	0,073±0,000	0,080±0,001	0,093±0,000
Kuru Meyve %60 Metanol	0,072±0,001	0,077±0,001	0,090±0,001
Kuru Meyve %50 Metanol	0,071±0,001	0,078±0,000	0,088±0,000
Kuru Meyve Saf Su	0,073±0,000	0,076±0,001	0,090±0,000
Yaprak Saf Metanol	0,090±0,000	0,125±0,001	0,206±0,002
Yaprak %80 Metanol	0,093±0,000	0,145±0,001	0,236±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,106±0,001	0,158±0,000	0,260±0,000
Yaprak %50 Metanol	0,103±0,000	0,163±0,000	0,281±0,000
Yaprak Saf Su	0,101±0,000	0,158±0,001	0,244±0,000
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,086±0,000	0,103±0,001	0,135±0,000
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,077±0,001	0,094±0,001	0,119±0,001
Yaprak Hekzan	0,088±0,000	0,136±0,000	0,193±0,000
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokoferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

**Şekil 4.17.** Kamkat bitkisi EP.29 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

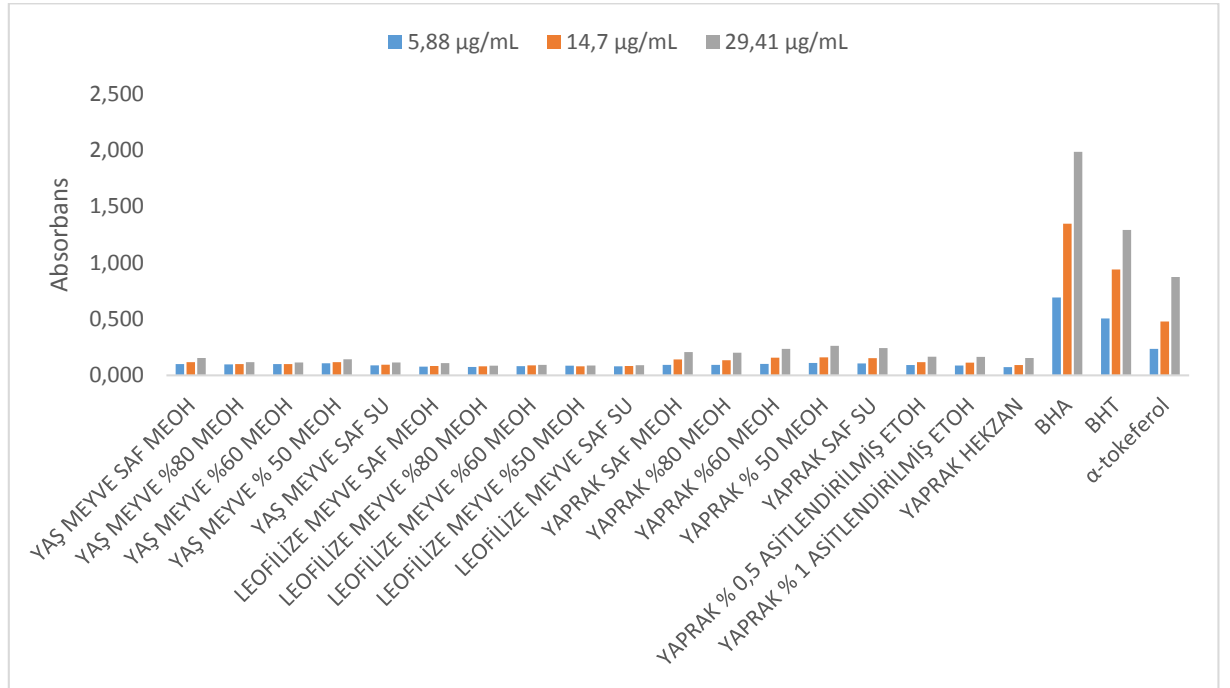
Tablo 4.18. Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,091±0,001	0,098±0,001	0,109±0,001
Yaş Meyve %80 Metanol	0,087±0,000	0,095±0,000	0,117±0,000
Yaş Meyve %60 Metanol	0,081±0,000	0,103±0,001	0,129±0,001
Yaş Meyve %50 Metanol	0,089±0,000	0,115±0,001	0,104±0,000
Yaş Meyve Saf Su	0,088±0,001	0,094±0,000	0,105±0,001
Kuru Meyve Saf Metanol	0,093±0,000	0,099±0,000	0,125±0,000
Kuru Meyve %80 Metanol	0,095±0,000	0,102±0,000	0,099±0,000
Kuru Meyve %60 Metanol	0,099±0,000	0,085±0,001	0,096±0,001
Kuru Meyve %50 Metanol	0,099±0,000	0,092±0,001	0,097±0,000
Kuru Meyve Saf Su	0,107±0,000	0,100±0,001	0,111±0,001
Yaprak Saf Metanol	0,089±0,001	0,119±0,001	0,176±0,001
Yaprak %80 Metanol	0,093±0,000	0,133±0,001	0,200±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,101±0,001	0,148±0,001	0,214±0,000
Yaprak %50 Metanol	0,100±0,001	0,142±0,000	0,212±0,001
Yaprak Saf Su	0,094±0,001	0,133±0,000	0,206±0,001
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,089±0,000	0,127±0,000	0,184±0,000
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,088±0,000	0,113±0,001	0,155±0,000
Yaprak Hekzan	0,098±0,001	0,119±0,000	0,202±0,001
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

**Şekil 4.18.** Kamkat bitkisi EP.31 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

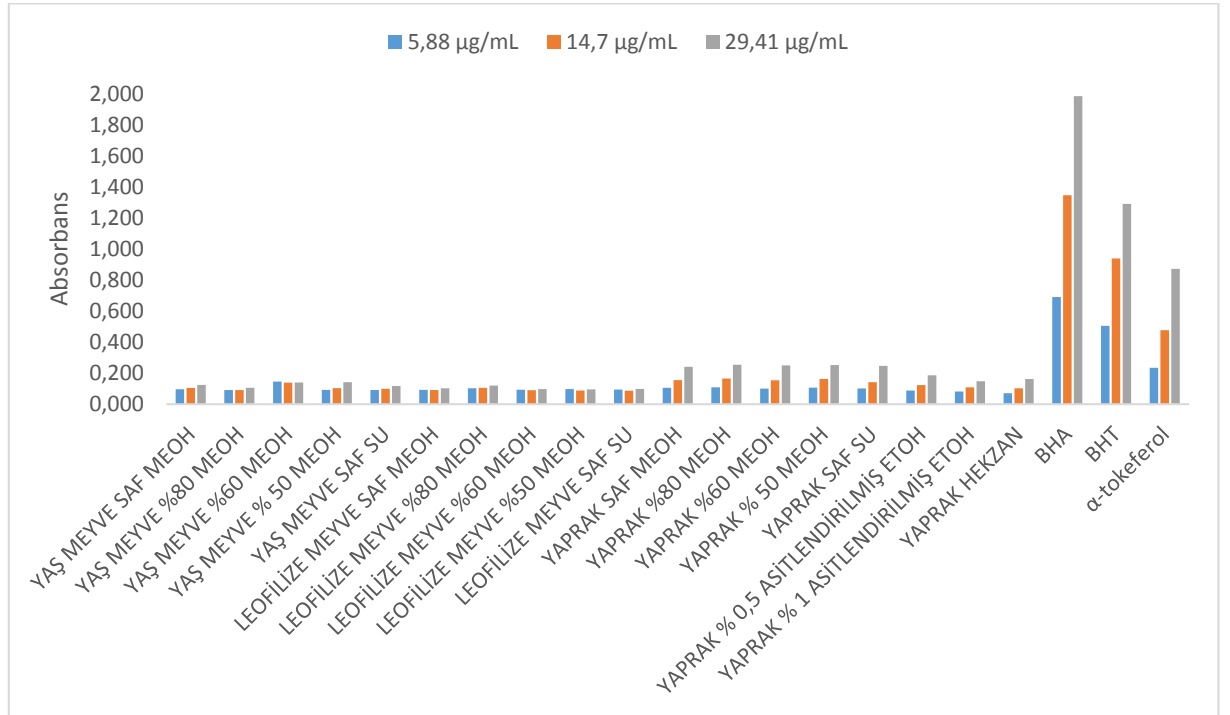
Tablo 4.19. Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,099±0,001	0,117±0,000	0,153±0,000
Yaş Meyve %80 Metanol	0,096±0,000	0,099±0,000	0,117±0,000
Yaş Meyve %60 Metanol	0,100±0,000	0,100±0,001	0,114±0,000
Yaş Meyve %50 Metanol	0,107±0,000	0,116±0,001	0,142±0,000
Yaş Meyve Saf Su	0,088±0,000	0,094±0,000	0,114±0,000
Kuru Meyve Saf Metanol	0,077±0,000	0,082±0,000	0,108±0,001
Kuru Meyve %80 Metanol	0,074±0,000	0,079±0,001	0,085±0,000
Kuru Meyve %60 Metanol	0,081±0,000	0,088±0,001	0,093±0,000
Kuru Meyve %50 Metanol	0,085±0,001	0,080±0,000	0,087±0,000
Kuru Meyve Saf Su	0,079±0,000	0,083±0,000	0,089±0,000
Yaprak Saf Metanol	0,092±0,001	0,141±0,001	0,206±0,000
Yaprak %80 Metanol	0,093±0,000	0,133±0,001	0,201±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,101±0,001	0,157±0,000	0,235±0,001
Yaprak %50 Metanol	0,109±0,001	0,159±0,001	0,262±0,001
Yaprak Saf Su	0,105±0,000	0,152±0,000	0,242±0,000
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,091±0,000	0,116±0,001	0,165±0,000
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,087±0,001	0,113±0,001	0,163±0,001
Yaprak Hekzan	0,072±0,000	0,091±0,000	0,154±0,000
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokoferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

**Şekil 4.19.** Kamkat bitkisi YP.117 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

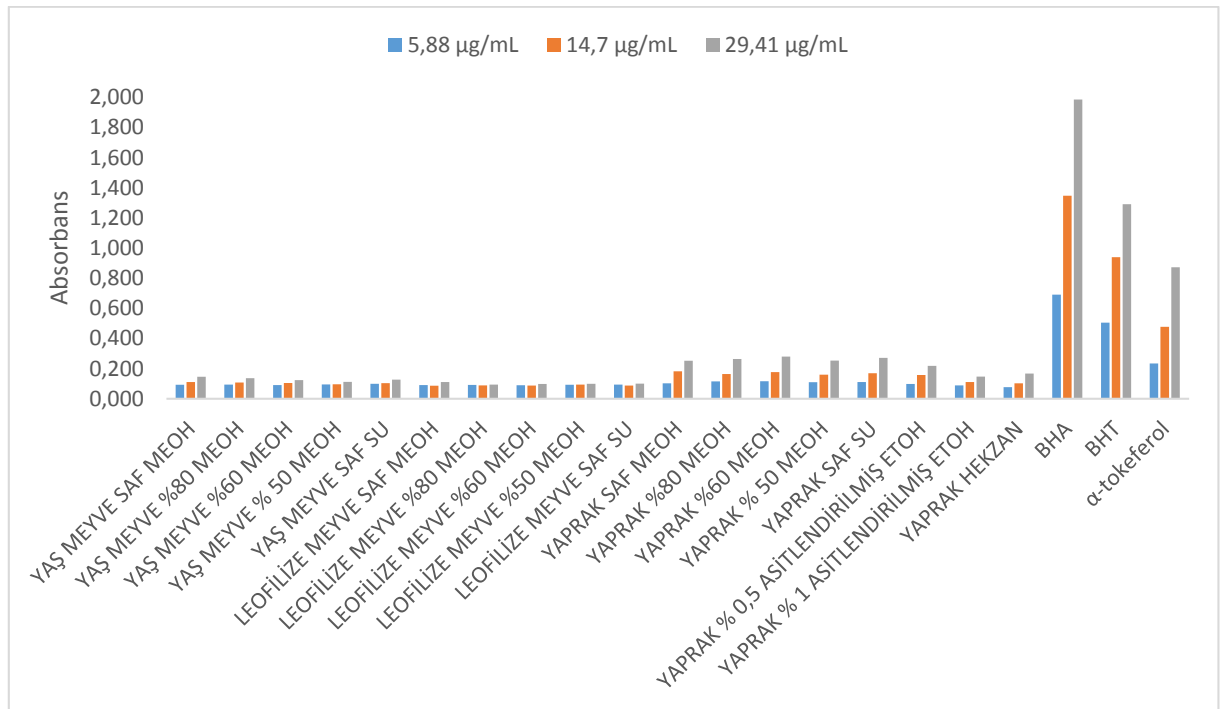
Tablo 4.20. Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,096±0,001	0,104±0,000	0,124±0,000
Yaş Meyve %80 Metanol	0,091±0,000	0,091±0,001	0,105±0,000
Yaş Meyve %60 Metanol	0,146±0,000	0,138±0,001	0,139±0,000
Yaş Meyve %50 Metanol	0,092±0,000	0,103±0,001	0,142±0,000
Yaş Meyve Saf Su	0,091±0,000	0,099±0,000	0,117±0,001
Kuru Meyve Saf Metanol	0,092±0,001	0,091±0,001	0,102±0,000
Kuru Meyve %80 Metanol	0,102±0,000	0,105±0,001	0,120±0,000
Kuru Meyve %60 Metanol	0,093±0,000	0,090±0,001	0,097±0,000
Kuru Meyve %50 Metanol	0,097±0,001	0,088±0,001	0,095±0,000
Kuru Meyve Saf Su	0,094±0,001	0,087±0,000	0,098±0,000
Yaprak Saf Metanol	0,105±0,000	0,155±0,000	0,241±0,001
Yaprak %80 Metanol	0,108±0,000	0,165±0,001	0,254±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,100±0,000	0,154±0,001	0,250±0,000
Yaprak %50 Metanol	0,106±0,001	0,162±0,000	0,252±0,002
Yaprak Saf Su	0,101±0,000	0,141±0,000	0,247±0,001
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,088±0,000	0,123±0,001	0,186±0,001
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,082±0,000	0,108±0,000	0,148±0,000
Yaprak Hekzan	0,070±0,001	0,102±0,000	0,162±0,000
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

**Şekil 4.20.** Kamkat bitkisi YP.141 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

Tablo 4.21. Kamkat bitkisi YP.188 hibritine ait indirgeme kapasitesi

Ekstraktlar ve Standartlar	5,88 µg/mL	14,7 µg/mL	29,41 µg/mL
Yaş Meyve Saf Metanol	0,092±0,001	0,111±0,000	0,146±0,000
Yaş Meyve %80 Metanol	0,094±0,000	0,107±0,001	0,136±0,001
Yaş Meyve %60 Metanol	0,090±0,000	0,104±0,001	0,123±0,000
Yaş Meyve %50 Metanol	0,095±0,000	0,096±0,001	0,112±0,000
Yaş Meyve Saf Su	0,099±0,000	0,103±0,000	0,126±0,000
Kuru Meyve Saf Metanol	0,090±0,001	0,086±0,000	0,110±0,000
Kuru Meyve %80 Metanol	0,091±0,000	0,088±0,000	0,094±0,001
Kuru Meyve %60 Metanol	0,089±0,001	0,087±0,000	0,098±0,000
Kuru Meyve %50 Metanol	0,092±0,000	0,094±0,001	0,099±0,000
Kuru Meyve Saf Su	0,093±0,000	0,087±0,001	0,100±0,000
Yaprak Saf Metanol	0,102±0,000	0,182±0,001	0,252±0,001
Yaprak %80 Metanol	0,115±0,001	0,164±0,000	0,263±0,000
Yaprak %60 Metanol	0,116±0,000	0,176±0,000	0,279±0,000
Yaprak %50 Metanol	0,109±0,001	0,159±0,000	0,253±0,001
Yaprak Saf Su	0,111±0,000	0,169±0,000	0,271±0,000
Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	0,098±0,000	0,157±0,001	0,218±0,0001
Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	0,088±0,000	0,110±0,001	0,147±0,000
Yaprak Hekzan	0,076±0,001	0,102±0,001	0,167±0,001
BHA	0,690±0,001	1,346±0,000	1,984±0,000
BHT	0,504±0,000	0,939±0,000	1,290±0,002
α-tokferol	0,234±0,000	0,477±0,001	0,872±0,000

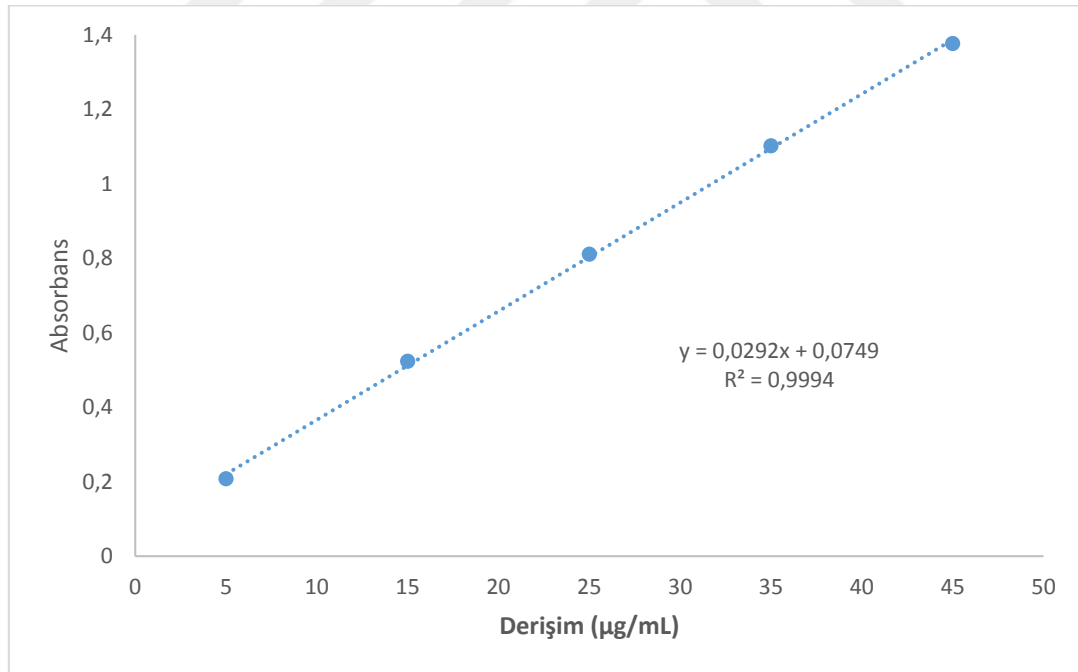
**Şekil 4.21.** Kamkat bitkisi YP.188 hibritine ait indirgeme kapasitesi bar grafiği

4.4. Toplam Fenolik İçerik Tayini

Kamkat yaş ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyveleri ile yapraklarının toplam fenolik madde miktarlarını belirlemek için Folin-Ciocalteu yöntemi kullanıldı (40). Bu yöntemle sonuçları belirlemek için gallik asit standart kalibrasyon grafiği (Şekil 4.4.1.) çizilerek bu grafik üzerinden ($y = 0,0292x + 0,0749$ ve $R^2 = 0,9994$), gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g ekstrakt) olarak hesaplandı.

En yüksek toplam fenolik madde miktarı kamkat yapraklarında olduğu belirlenirken, metanol içeren sulu çözümlerin, etanol içeren çözümlere göre daha fazla fenolik madde ekstrakte ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca hekzan ekstraktlarında çökme olması sebebiyle ölçüm alınamamıştır.

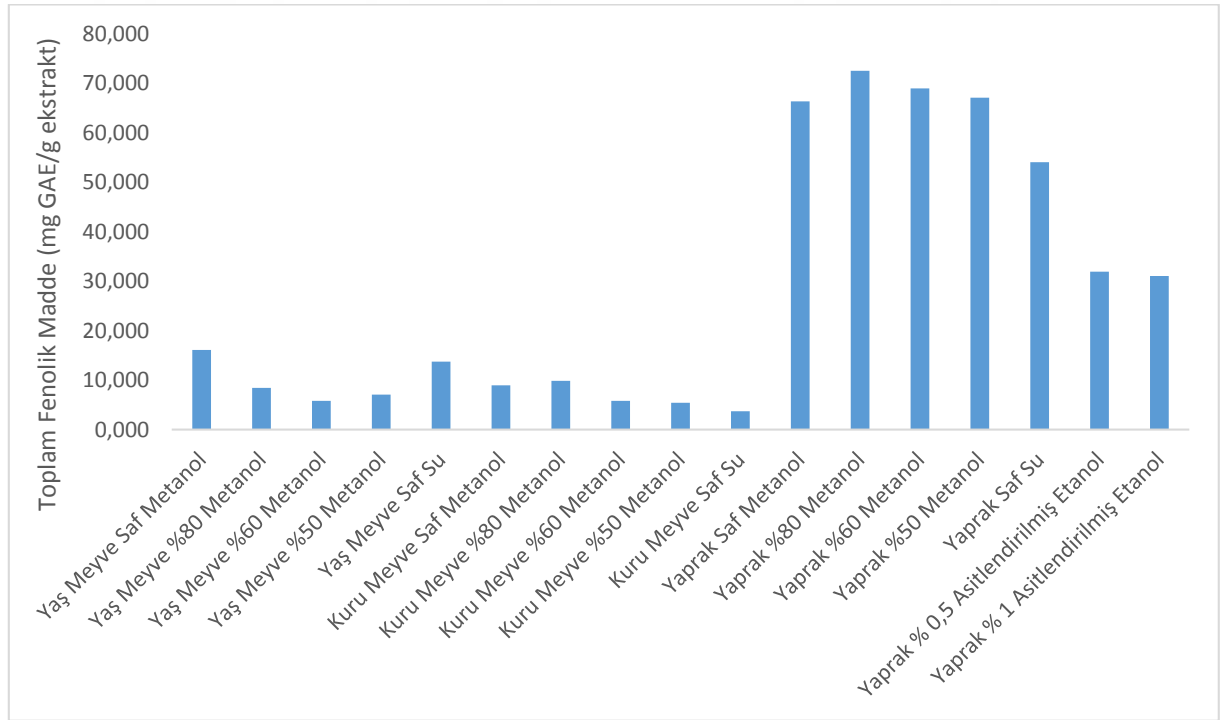
Kamkat bitkisinin yaş ve kuru meyvelerinin içerdiği toplam fenolik madde miktarları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Yine aynı şekilde kamkat bitkisinin anaç ve hibritleri benzer absorbanslar vermiştir.



Şekil 4.22. Gallik asit standart kalibrasyon grafiği

Tablo 4.22. Anaç kamkat bitkisi toplam fenolik madde miktarı

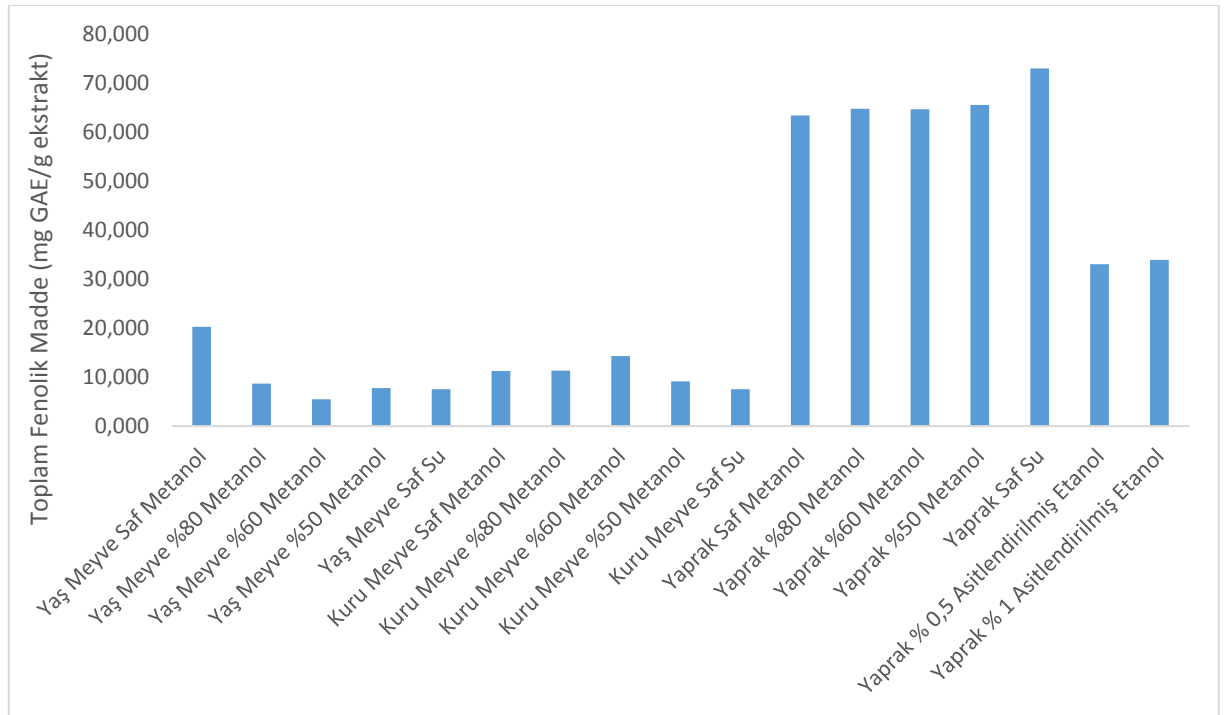
Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	16,096	Yaprak Saf Metanol	66,356
Yaş Meyve %80 Metanol	8,432	Yaprak %80 Metanol	72,548
Yaş Meyve %60 Metanol	5,808	Yaprak %60 Metanol	68,979
Yaş Meyve %50 Metanol	7,089	Yaprak %50 Metanol	67,096
Yaş Meyve Saf Su	13,747	Yaprak Saf Su	54,062
Kuru Meyve Saf Metanol	8,959	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	31,925
Kuru Meyve %80 Metanol	9,856	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	31,062
Kuru Meyve %60 Metanol	5,829	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	5,425		
Kuru Meyve Saf Su	3,705		



Şekil 4.23. Anaç kamkat bitkisi toplam fenolik madde miktarı bar grafiği

Tablo 4.23. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam fenolik madde miktarı

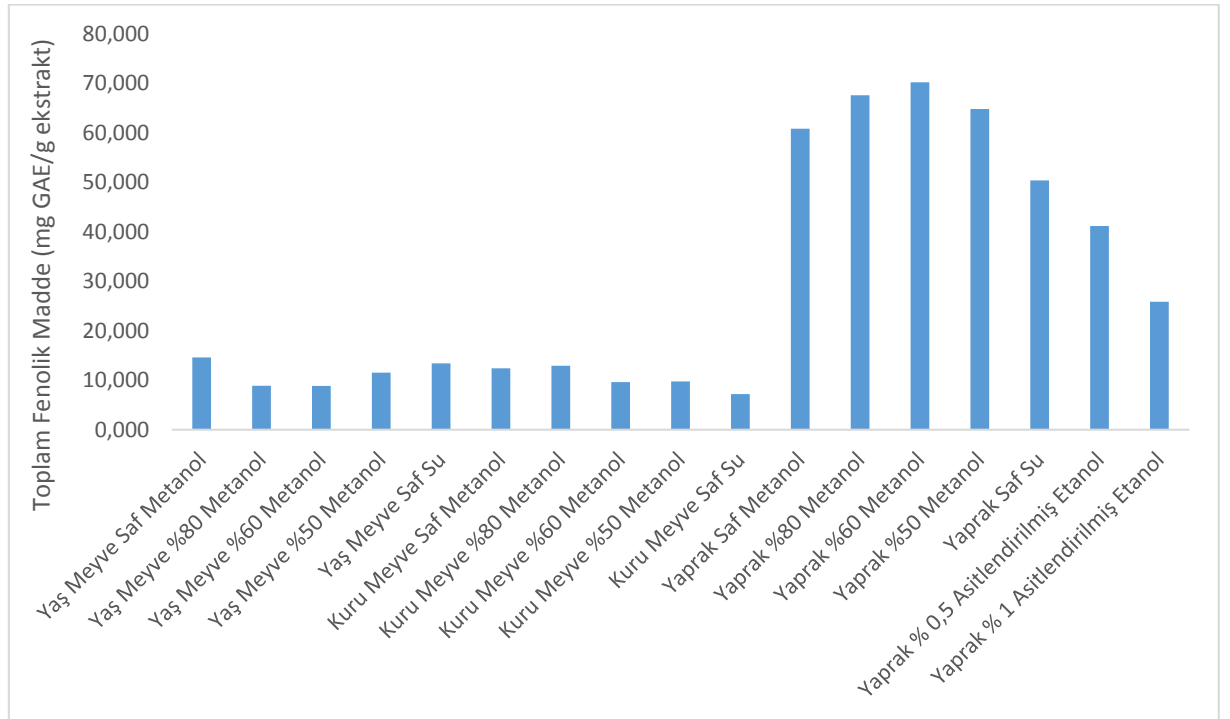
Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	20,281	Yaprak Saf Metanol	63,438
Yaş Meyve %80 Metanol	8,678	Yaprak %80 Metanol	64,797
Yaş Meyve %60 Metanol	5,479	Yaprak %60 Metanol	64,685
Yaş Meyve %50 Metanol	7,760	Yaprak %50 Metanol	65,568
Yaş Meyve Saf Su	7,534	Yaprak Saf Su	73,034
Kuru Meyve Saf Metanol	11,247	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	33,068
Kuru Meyve %80 Metanol	11,315	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	33,952
Kuru Meyve %60 Metanol	14,288	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	9,137		
Kuru Meyve Saf Su	7,521		



Şekil 4.24. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği

Tablo 4.24. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam fenolik madde miktarı

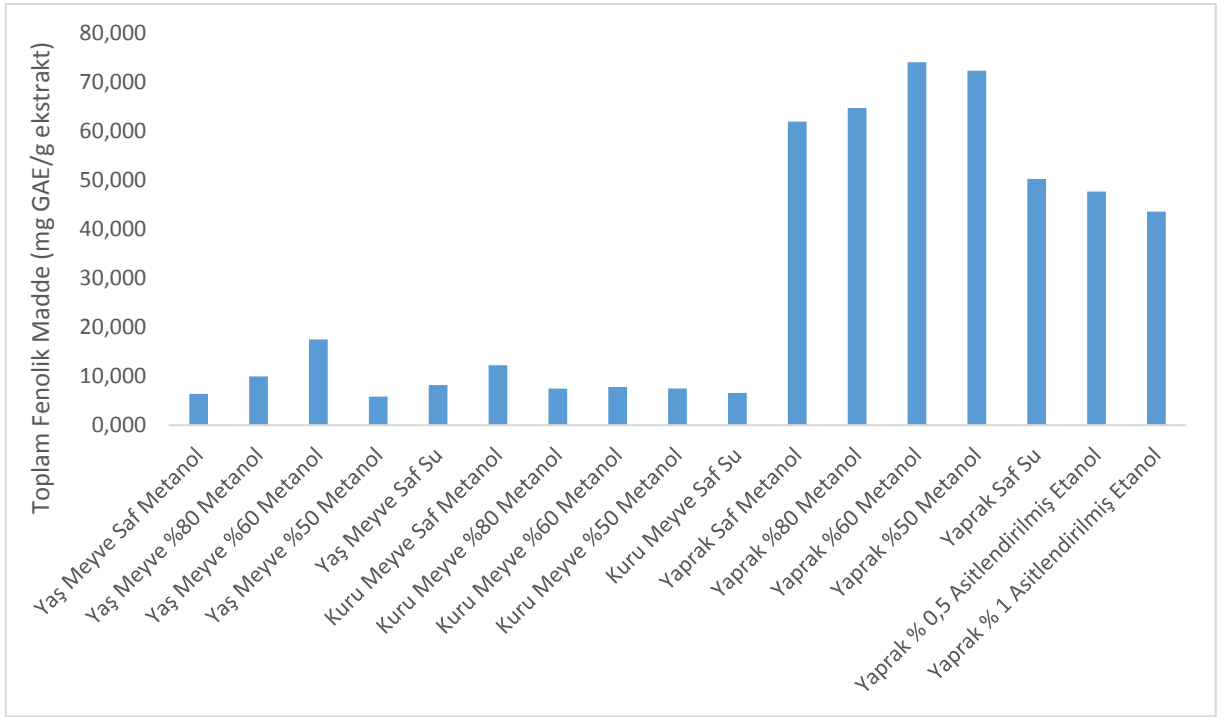
Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	14,596	Yaprak Saf Metanol	60,836
Yaş Meyve %80 Metanol	8,884	Yaprak %80 Metanol	67,589
Yaş Meyve %60 Metanol	8,842	Yaprak %60 Metanol	70,226
Yaş Meyve %50 Metanol	11,534	Yaprak %50 Metanol	64,822
Yaş Meyve Saf Su	13,404	Yaprak Saf Su	50,390
Kuru Meyve Saf Metanol	12,404	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	41,158
Kuru Meyve %80 Metanol	12,918	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	25,856
Kuru Meyve %60 Metanol	9,623	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	9,747		
Kuru Meyve Saf Su	7,205		



Şekil 4.25. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği

Tablo 4.25. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam fenolik madde miktarı

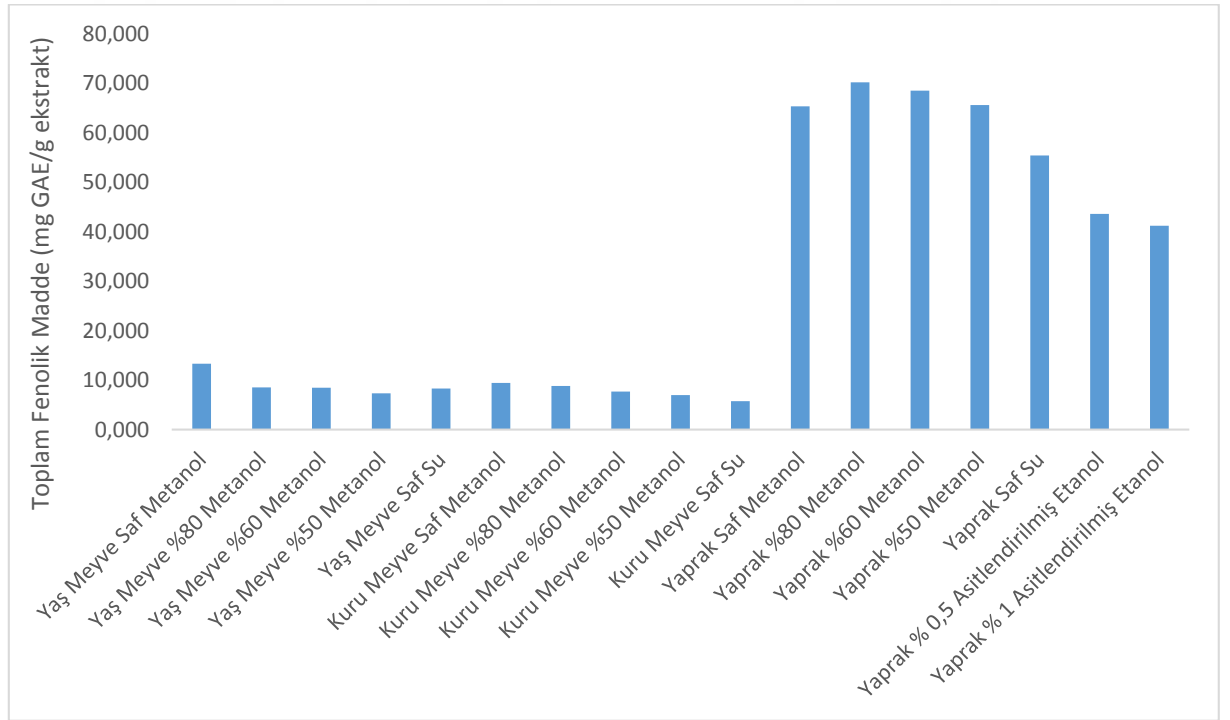
Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	6,384	Yaprak Saf Metanol	61,973
Yaş Meyve %80 Metanol	9,952	Yaprak %80 Metanol	64,739
Yaş Meyve %60 Metanol	17,500	Yaprak %60 Metanol	74,082
Yaş Meyve %50 Metanol	5,822	Yaprak %50 Metanol	72,363
Yaş Meyve Saf Su	8,164	Yaprak Saf Su	50,274
Kuru Meyve Saf Metanol	12,212	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	47,699
Kuru Meyve %80 Metanol	7,452	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	43,603
Kuru Meyve %60 Metanol	7,767	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	7,486		
Kuru Meyve Saf Su	6,568		



Şekil 4.26. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği

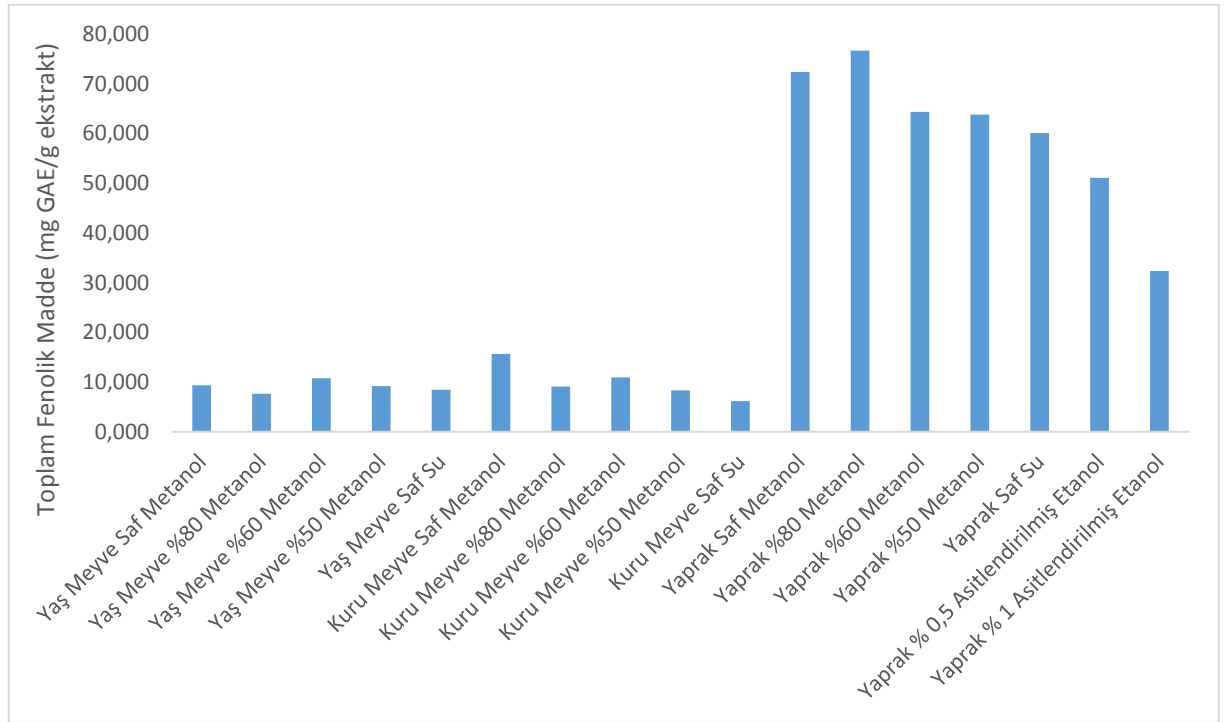
Tablo 4.26. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam fenolik madde miktarı

Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	13,322	Yaprak Saf Metanol	65,356
Yaş Meyve %80 Metanol	8,527	Yaprak %80 Metanol	70,205
Yaş Meyve %60 Metanol	8,486	Yaprak %60 Metanol	68,514
Yaş Meyve %50 Metanol	7,349	Yaprak %50 Metanol	65,616
Yaş Meyve Saf Su	8,308	Yaprak Saf Su	55,425
Kuru Meyve Saf Metanol	9,445	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	43,603
Kuru Meyve %80 Metanol	8,822	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	41,205
Kuru Meyve %60 Metanol	7,705	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	6,986		
Kuru Meyve Saf Su	5,740		

**Şekil 4.27. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği**

Tablo 4.27. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam fenolik madde miktarı

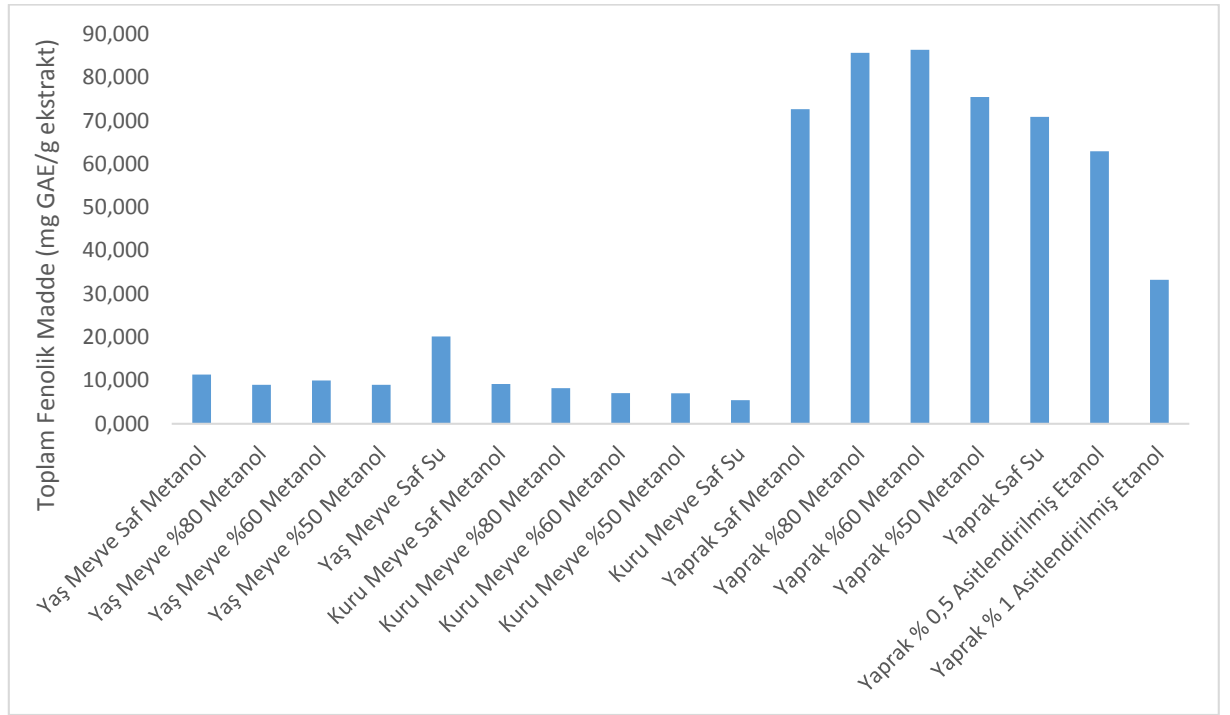
Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	9,342	Yaprak Saf Metanol	72,342
Yaş Meyve %80 Metanol	7,630	Yaprak %80 Metanol	76,658
Yaş Meyve %60 Metanol	10,740	Yaprak %60 Metanol	64,322
Yaş Meyve %50 Metanol	9,164	Yaprak %50 Metanol	63,767
Yaş Meyve Saf Su	8,432	Yaprak Saf Su	60,082
Kuru Meyve Saf Metanol	15,637	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	51,048
Kuru Meyve %80 Metanol	9,089	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	32,329
Kuru Meyve %60 Metanol	10,918	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	8,295		
Kuru Meyve Saf Su	6,144		



Şekil 4.28. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği

Tablo 4.28. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam fenolik madde miktarı

Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	11,336	Yaprak Saf Metanol	72,637
Yaş Meyve %80 Metanol	8,993	Yaprak %80 Metanol	85,651
Yaş Meyve %60 Metanol	9,986	Yaprak %60 Metanol	86,329
Yaş Meyve %50 Metanol	8,979	Yaprak %50 Metanol	75,418
Yaş Meyve Saf Su	20,144	Yaprak Saf Su	70,849
Kuru Meyve Saf Metanol	9,151	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	62,890
Kuru Meyve %80 Metanol	8,212	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	33,226
Kuru Meyve %60 Metanol	7,048	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	7,021		
Kuru Meyve Saf Su	5,418		



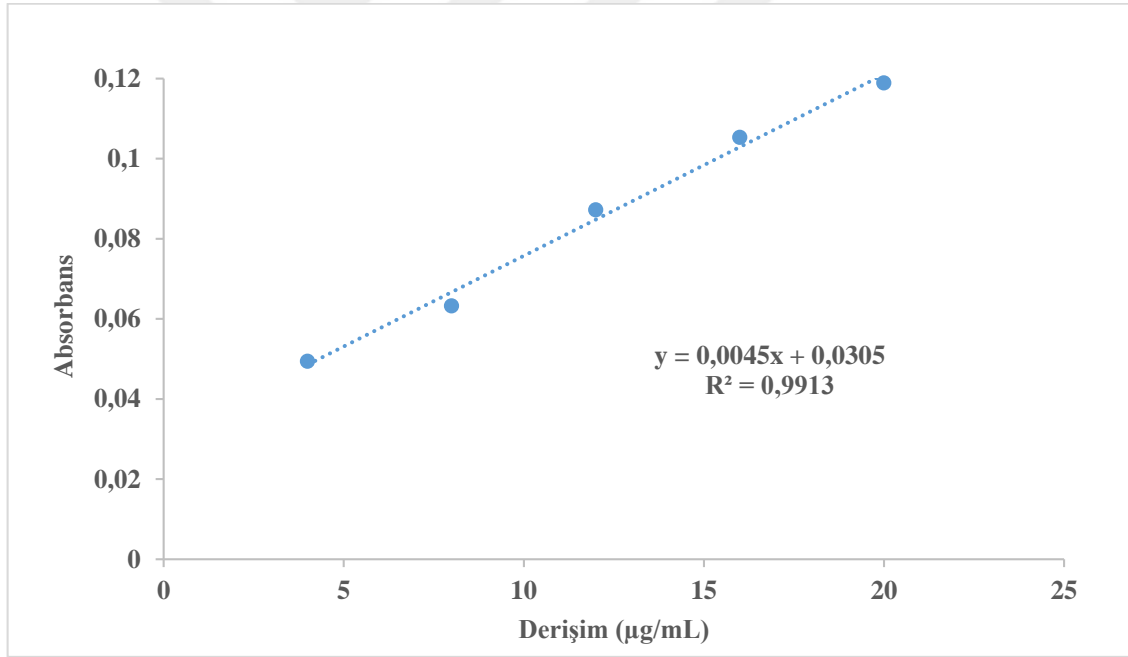
Şekil 4.29. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam fenolik madde miktarı bar grafiği

4.5. Toplam Flavonoid Miktarı

Kamkat yaş ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyveleri ile yapraklarının toplam flavonoid madde miktarını belirlemek için Zhishen yöntemi kullanıldı (41). Çalışmada standart olarak quercetin kullanıldı ve sonuçlar quercetin standart kalibrasyon grafiği (Şekil 4.5.1.) çizilerek bu grafik üzerinden ($y = 0.0185x - 0.0019$ ve $R^2 = 0.9666$), quercetin eşdeğeri (mg QUE/g ekstrakt) olarak hesaplandı.

Kamkat yapraklarının toplam flavonoid miktarı meyvelerine göre daha fazladır. Metanol ve etanol sulu çözenlerinden ekstrakte edilen miktarlar arasında benzerlik görülmüştür. Hekzan ekstraktlarında çökme olması sebebiyle ölçüm alınamamıştır.

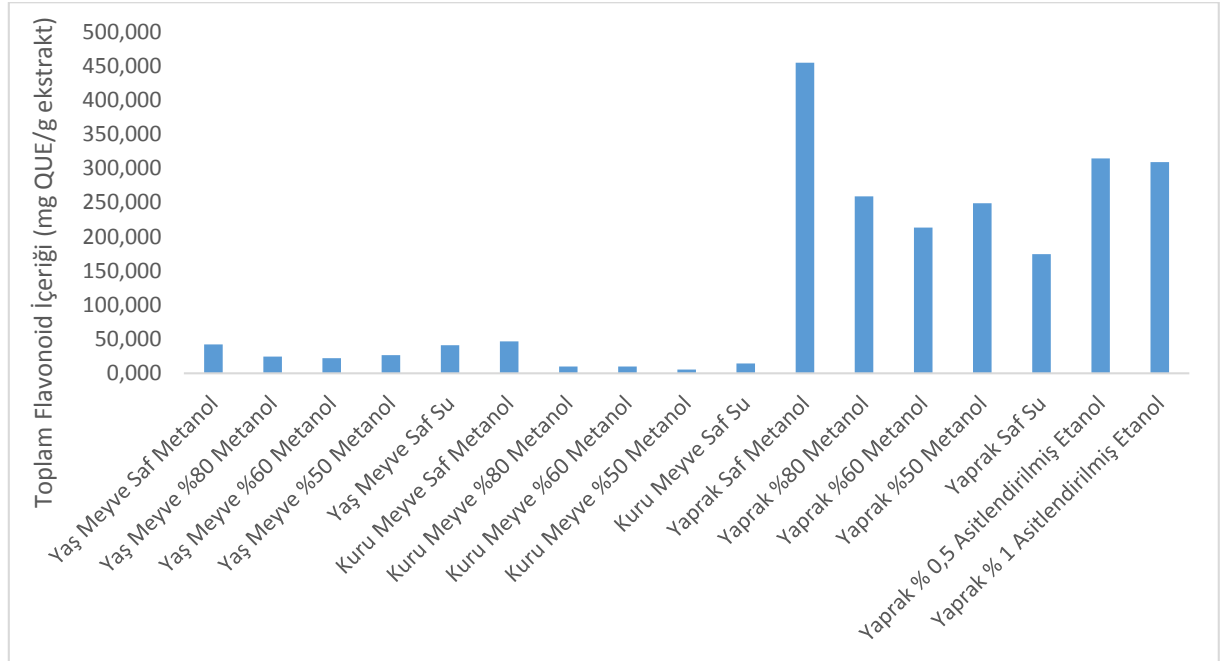
Kamkat bitkisinin yaş ve kuru meyvelerinin içerdiği toplam fenolik madde miktarları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Yine aynı şekilde kamkat bitkisinin anaç ve hibritleri benzer absorbanslar vermiştir.



Şekil 4.30. Quercetin standart kalibrasyon grafiği

Tablo 4.29. Anaç kamkat bitkisi toplam flavanoid miktarı

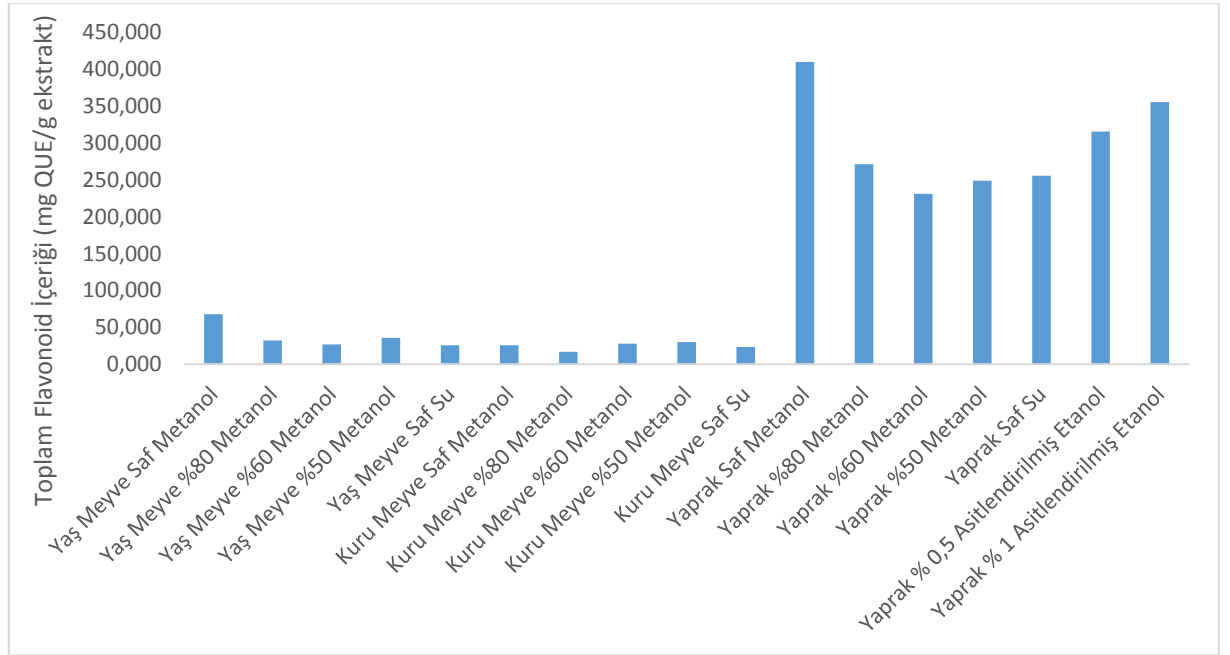
Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	42,222	Yaprak Saf Metanol	454,444
Yaş Meyve %80 Metanol	24,444	Yaprak %80 Metanol	258,889
Yaş Meyve %60 Metanol	22,222	Yaprak %60 Metanol	213,333
Yaş Meyve %50 Metanol	26,667	Yaprak %50 Metanol	248,889
Yaş Meyve Saf Su	41,111	Yaprak Saf Su	174,444
Kuru Meyve Saf Metanol	46,667	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	314,444
Kuru Meyve %80 Metanol	10,000	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	308,889
Kuru Meyve %60 Metanol	10,000	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	5,556		
Kuru Meyve Saf Su	14,444		



Şekil 4.31. Anaç Kamkat bitkisi toplam flavonoid miktarı bar grafiği

Tablo 4.30. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam flavanoid miktarı

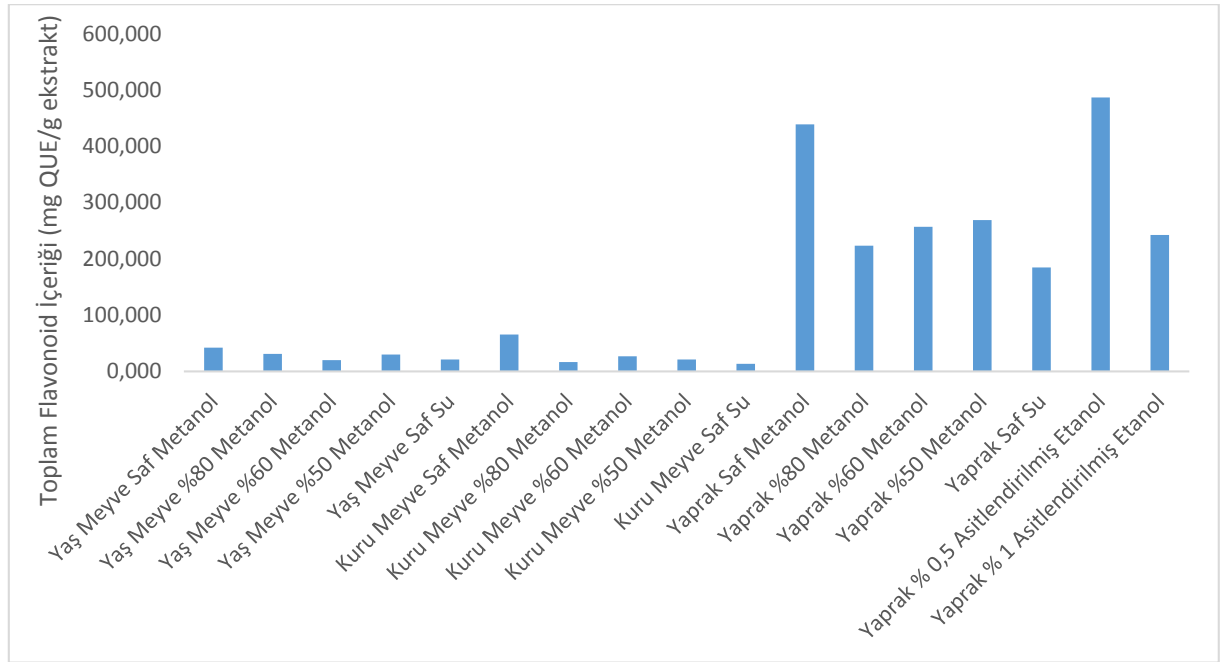
Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	67,778	Yaprak Saf Metanol	410,000
Yaş Meyve %80 Metanol	32,222	Yaprak %80 Metanol	271,111
Yaş Meyve %60 Metanol	26,667	Yaprak %60 Metanol	231,111
Yaş Meyve %50 Metanol	35,556	Yaprak %50 Metanol	248,889
Yaş Meyve Saf Su	25,556	Yaprak Saf Su	255,556
Kuru Meyve Saf Metanol	25,556	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	315,556
Kuru Meyve %80 Metanol	16,667	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	355,556
Kuru Meyve %60 Metanol	27,778	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınmadı
Kuru Meyve %50 Metanol	30,000		
Kuru Meyve Saf Su	23,333		



Şekil 4.32. Kamkat bitkisi EP.4 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği

Tablo 4.31. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam flavanoid miktarı

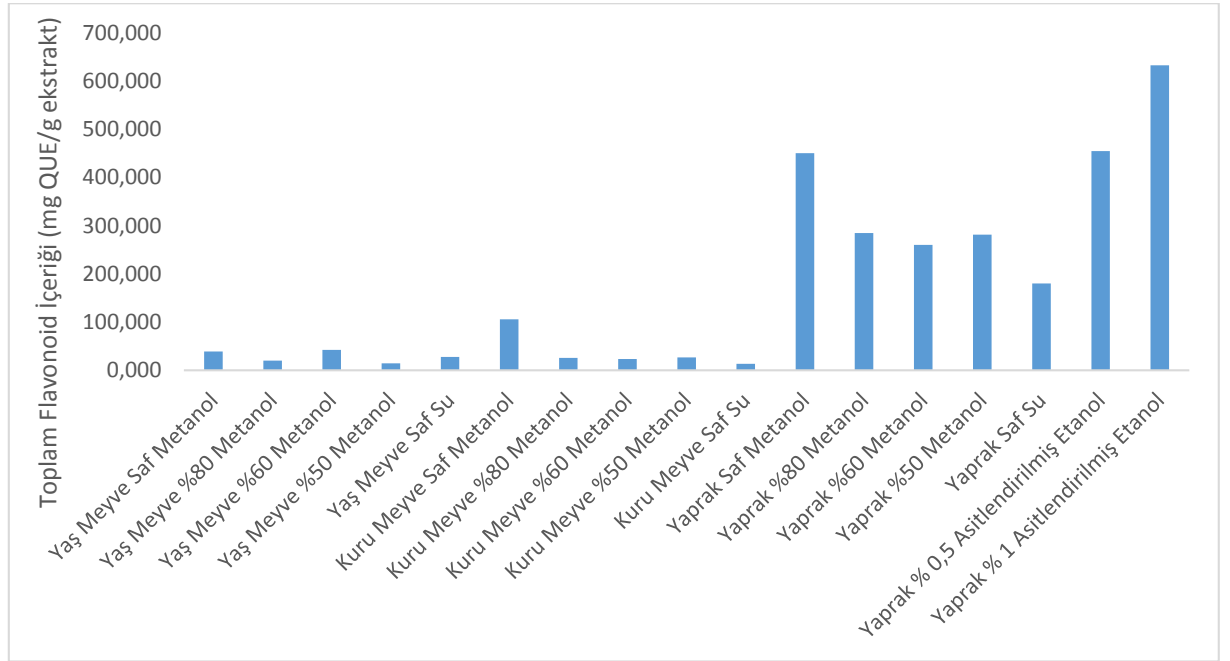
Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	42,222	Yaprak Saf Metanol	438,889
Yaş Meyve %80 Metanol	31,111	Yaprak %80 Metanol	223,333
Yaş Meyve %60 Metanol	20,000	Yaprak %60 Metanol	256,667
Yaş Meyve %50 Metanol	30,000	Yaprak %50 Metanol	268,889
Yaş Meyve Saf Su	21,111	Yaprak Saf Su	184,444
Kuru Meyve Saf Metanol	65,556	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	486,667
Kuru Meyve %80 Metanol	16,667	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	242,222
Kuru Meyve %60 Metanol	26,667	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınmadı
Kuru Meyve %50 Metanol	21,111		
Kuru Meyve Saf Su	13,333		



Şekil 4.33. Kamkat bitkisi EP.29 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği

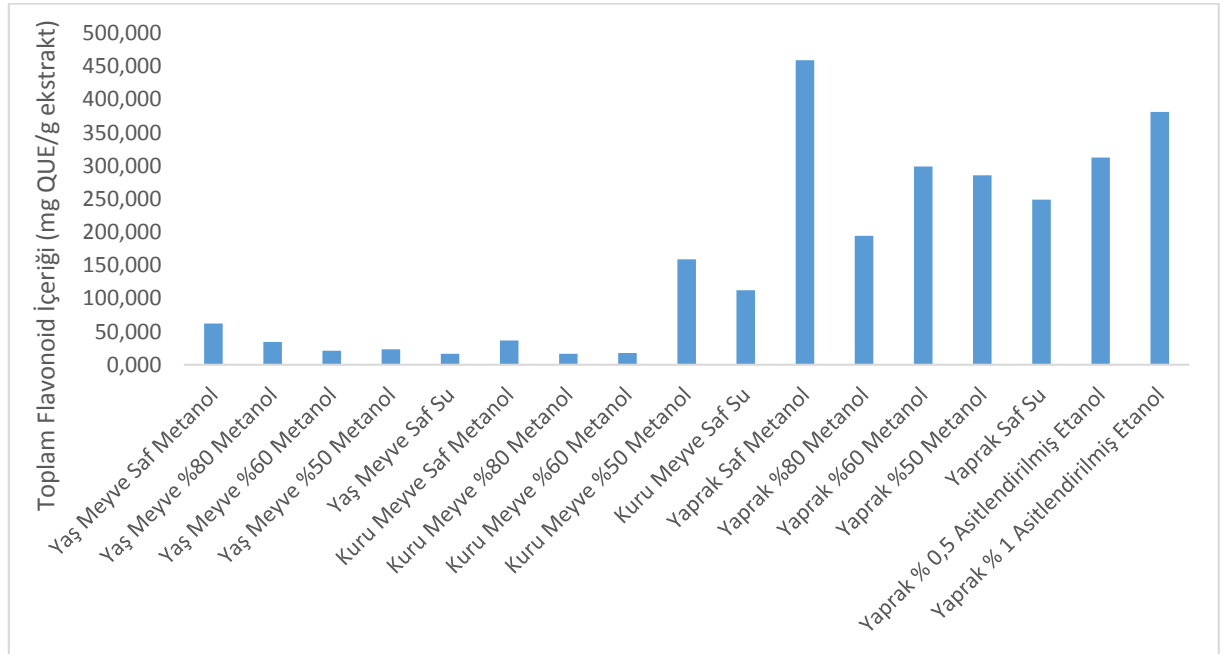
Tablo 4.32. Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam flavanoid miktarı

Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	38,889	Yaprak Saf Metanol	450,000
Yaş Meyve %80 Metanol	20,000	Yaprak %80 Metanol	284,444
Yaş Meyve %60 Metanol	42,222	Yaprak %60 Metanol	260,000
Yaş Meyve %50 Metanol	14,444	Yaprak %50 Metanol	281,111
Yaş Meyve Saf Su	27,778	Yaprak Saf Su	180,000
Kuru Meyve Saf Metanol	105,556	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	454,444
Kuru Meyve %80 Metanol	25,556	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	632,222
Kuru Meyve %60 Metanol	23,333	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınmadı
Kuru Meyve %50 Metanol	26,667		
Kuru Meyve Saf Su	13,333		

**Şekil 4.34.** Kamkat bitkisi EP.31 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği

Tablo 4.33. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam flavanoid miktarı

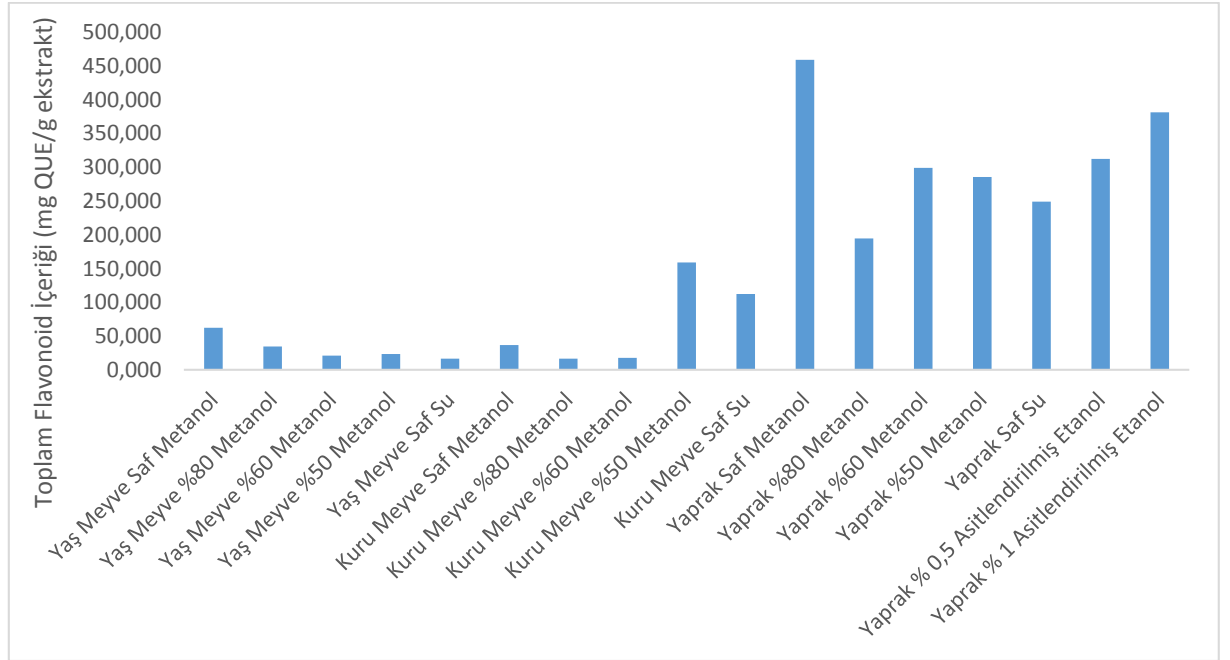
Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	36,667	Yaprak Saf Metanol	458,889
Yaş Meyve %80 Metanol	16,667	Yaprak %80 Metanol	194,444
Yaş Meyve %60 Metanol	17,778	Yaprak %60 Metanol	298,889
Yaş Meyve %50 Metanol	158,889	Yaprak %50 Metanol	285,556
Yaş Meyve Saf Su	112,222	Yaprak Saf Su	248,889
Kuru Meyve Saf Metanol	36,667	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	312,222
Kuru Meyve %80 Metanol	16,667	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	381,111
Kuru Meyve %60 Metanol	17,778	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınmadı
Kuru Meyve %50 Metanol	158,889		
Kuru Meyve Saf Su	112,222		



Şekil 4.35. Kamkat bitkisi YP.117 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği

Tablo 4.34. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam flavanoid miktarı

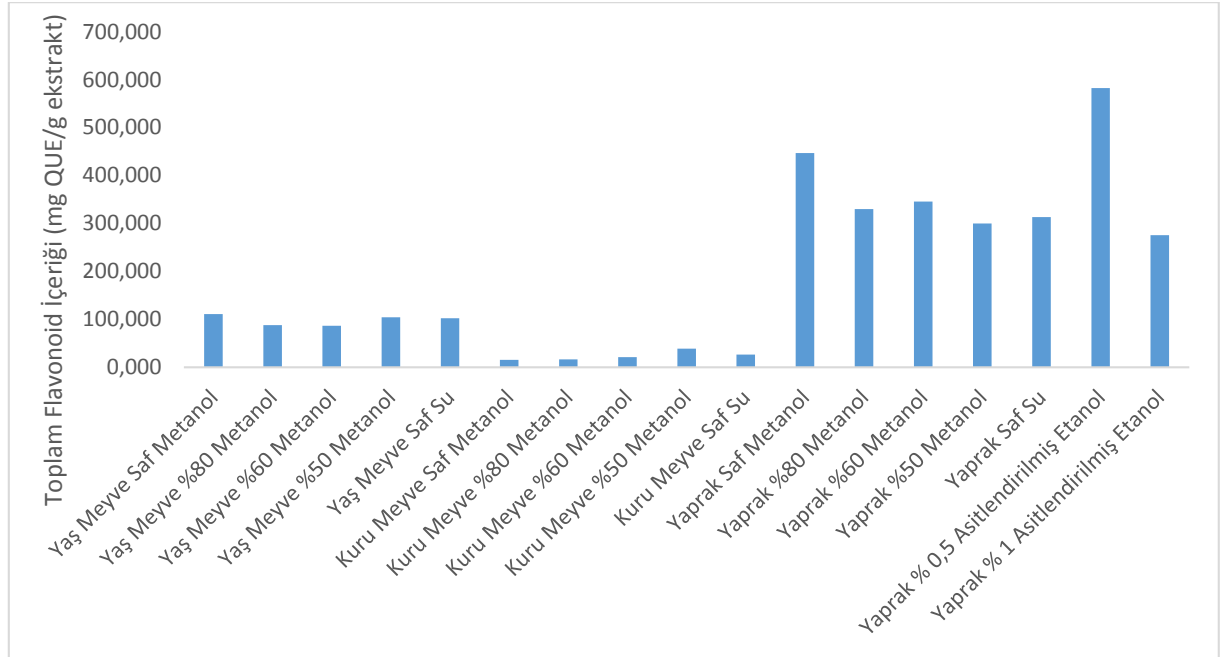
Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	313,333	Yaprak Saf Metanol	564,444
Yaş Meyve %80 Metanol	40,000	Yaprak %80 Metanol	387,778
Yaş Meyve %60 Metanol	40,000	Yaprak %60 Metanol	354,444
Yaş Meyve %50 Metanol	31,111	Yaprak %50 Metanol	357,778
Yaş Meyve Saf Su	27,778	Yaprak Saf Su	305,556
Kuru Meyve Saf Metanol	97,778	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	470,000
Kuru Meyve %80 Metanol	26,667	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	300,000
Kuru Meyve %60 Metanol	50,000	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	55,556		
Kuru Meyve Saf Su	26,667		



Şekil 4.36. Kamkat bitkisi YP.141 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği

Tablo 4.35. Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam flavanoid miktarı

Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)	Ekstraktlar	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QUE/g ekstrakt)
Yaş Meyve Saf Metanol	111,111	Yaprak Saf Metanol	446,667
Yaş Meyve %80 Metanol	87,778	Yaprak %80 Metanol	330,000
Yaş Meyve %60 Metanol	86,667	Yaprak %60 Metanol	345,556
Yaş Meyve %50 Metanol	104,444	Yaprak %50 Metanol	300,000
Yaş Meyve Saf Su	102,222	Yaprak Saf Su	313,333
Kuru Meyve Saf Metanol	15,556	Yaprak % 0,5 Asitlendirilmiş Etanol	582,222
Kuru Meyve %80 Metanol	16,667	Yaprak % 1 Asitlendirilmiş Etanol	275,556
Kuru Meyve %60 Metanol	21,111	Yaprak Hekzan	Ölçüm Alınamadı
Kuru Meyve %50 Metanol	38,889		
Kuru Meyve Saf Su	26,667		

**Şekil 4.37.** Kamkat bitkisi YP.188 hibriti toplam flavonoid miktarı bar grafiği

5. TARTIŞMA

Turunçgiller ailesinin küçük mücevheri, yapısında birçok fenolik bileşik ihtiva eden kamkat ülkemizde yenilerde tanınmaya ve üzerinde çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Kamkat yetiştiriciliğine ilgi gün geçtikçe artsa da meyve özellikleri çok fazla bilinmemekle birlikte çalışmalar devam etmektedir. Bu tez çalışmasında kamkat meyve ve yapraklarının içerdiği toplam fenolik madde ve flavonoid içeriği, antioksidan kapasitesi incelendi.

Örnekleri aldığımız Mersin Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere kamkat bitkisinin birçok hibriti sentezlenmiştir. Hibritlerin sağlık açısından değişimini incelemek için Enstitüden anaç tür ile birlikte 6 adet de hibrit örneği alındı.

Fenolik bileşiklerin çözünürlüğü ve çözümlenme dağılımı, yapılarındaki polarlık ya da apolarlık özelliklerine bağlıdır, bu nedenle çözümlenme seçimi ve yöntem seçimi en önemli basamaklardan biridir. Çalışmamızda çözümlenme olarak yaş ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyveler için metanol ve onun sulu çözümlenmeleri ile saf su, yapraklar için ise metanol ve onun sulu çözümlenmeleri, saf su, hekzan ile asitlendirilmiş etanol tercih edilmiştir. Elde edilen ekstraktlarda fenolik maddelerin çeşitlenmesine bağlı olarak farklı mekanizmalar üzerinden aktivite gösterebileceği düşünüldüğünden antioksidan kapasiteyi belirleyebilmek amacıyla üç farklı yöntem (DPPH radikal süpürme aktivitesi, indirgeme kapasitesi ve demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi) kullanıldı. Ayrıca antioksidan etkinin bitki içeriğiyle orantılı olduğunu gösterebilmek amacıyla tüm ekstraktlarda toplam fenolik içerik ve flavonoid miktarları belirlendi.

Kamkat meyve ve yapraklarından farklı çözümlenmeler kullanılarak elde edilen ekstraktların DPPH yöntemine göre serbest radikal yakalama aktiviteleri incelendi. En yüksek aktivite kamkat yapraklarında tespit edildi. Derişim ile birlikte aktivitenin de arttığı görüldü. Ayrıca kamkat yaş meyvelerinin aktivitelerinin kuru meyvelere göre daha fazla olduğu belirlendi. Türler arasında ise en yüksek aktivite (%81,66) YP.188 hibriti yaprağının %80' lik metanol çözümlenmesi kullanılarak elde edilen ekstraktında görüldü. Meyveler açısından baktığımızda ise en yüksek aktivite (%61,37) EP.4 hibritinin saf metanol çözümlenmesi kullanılarak elde edilen ekstraktında görüldü. Seçilmiş

standartların en yüksek derişimde serbest radikal yakalama aktiviteleri ise BHA (%84,43), BHT(%72,32), α - Tokeferol (% 84,43) olarak bulundu.

Kamkat bitkisinin yaş meyvelerinde ve liyofilize edilerek kurutulmuş meyvelerinde ve yapraklarının sulu çözenler kullanılarak elde edilen ekstraktlarında demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi görülemedi. Saf metanol, %1 ve %0,5 asitlendirilmiş etanol ile hekzan çözenlerinden elde edilen ekstraktlarda ise aktivite tespiti edildi. Bu çözenler içerisinde en çok aktivite açısından anlamlı farklılıklar bulunamadı. En yüksek aktivite (%50,37) kamkat yaprağının hekzan çözeni kullanılarak elde edilen ekstraktının 62,5 $\mu\text{g/mL}$ derişiminde hazırlanan örneğinde bulundu. Standart olarak hazırlanan iyi bir şelatlayıcı olarak bilinen EDTA' nın demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi en yüksek derişimde %92,26 olarak tespit edildi. Elde edilen aktiviteler değerlendirildiğinde, kamkat meyve ve yapraklarının demir (II) iyonlarını şelatlaması yönünden iyi bir şelatlayıcı olmadığını söyleyebiliriz.

Fe^{3+} iyonlarını Fe^{2+} iyonlarına indirgeme kapasitesi yönünden de kamkat bitkisi değerlendirildi. Kamkat meyve yaprakları arasında indirgeme kapasitesi yönünden majör farklılıklar görülmedi. Çalışmada elde edilen farklı çözenlerin ekstraktlarında da bu parametre açısından anlamlı farklılıklar görülmedi. Derişim ile birlikte indirgeme kapasitesinin de arttığı belirlendi. BHA, BHT ve α -Tokeferolün standart olarak kullanıldığı çalışmada örneklerin indirgeme kapasitesi standarttan düşük kalmıştır. En yüksek indirgeme kapasite (0,307) EP.4 hibrit yaprağının saf su çözeni kullanılarak elde edilen ekstraktının 29,41 $\mu\text{g/mL}$ lik derişiminde elde edildi. Meyveler içerisinde ise en yüksek indirgeme kapasitesi (0,199) EP.4 hibrit yaş meyvesinin saf metanol kullanılarak elde ekstraktının 29,41 $\mu\text{g/mL}$ lik derişiminde elde edildi. Standartların indirgeme kapasiteleri ise en yüksek derişimde BHA (1,984), BHT (1,290), α -Tokeferol (0,872) olarak bulundu.

Toplam fenolik madde miktarı yönünden baktığımızda kamkat bitkisi yapraklarının daha çok fenolik madde ihtiva ettiği görüldü. Türler arasında en çok toplam fenolik madde (86,329 mgGAE/g ekstrakt) YP.188 hibritinin %60' lık metanol çözeni kullanılarak elde edilmiş ekstraktında bulundu. Metanol çözenlerin, asitlendirilmiş etanol çözenlere oranla daha fazla fenolik madde ekstrakte ettiği görüldü. Kamkat meyvesinde ise en yüksek toplam fenolik madde (20,281 mgGAE/g ekstrakt) EP.4 hibritinin saf metanol kullanılarak elde edilmiş ekstraktında bulundu. Yaş

ve kuru meyvelerin içerdiği toplam fenolik madde miktarları arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Hekzan çözgeninden elde edilen ekstraktlarda ise çökeltme olması sebebiyle okuma yapılamadı.

Kamkat meyve ve yapraklarında en yüksek toplam flavonoid madde miktarı kamkat yapraklarında görüldü. Türler arasında ise en yüksek miktar ise (632,222 mg QUE/g ekstrakt) EP.31 hibritinin %1 asitlendirilmiş etanol çözgeni kullanılarak elde edilen ekstraktında görüldü. Metanol ve asitlendirilmiş etanollerin çözdüğü flavonoid madde miktarları arasında anlamlı farklılıklar bulunamadı. Meyve türleri arasında ise en yüksek miktar (313,333 mg QUE/g ekstrakt) YP.141 hibritinin saf metanol kullanılarak elde edilen ekstraktında bulundu. Yaş ve kuru meyvelerin içerdiği toplam flavonoid madde miktarları arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Hekzan çözgeninden elde edilen ekstraktlarda ise çökeltme olması sebebiyle okuma yapılamadı.

Kamkat meyvesinin antioksidan özellikleri, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı ile ilgili yapılmış çeşitli çalışmalarla bizim elde ettiğimiz bulgular arasında paralellik olduğu görüldü. Yapılan araştırmalarda kamkat yaprakları ile ilgili ise bu özellikleri irdeleyen bir çalışmaya rastlanılmadı. Yine aynı şekilde kamkat bitkisinin demir indirgeme ve demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesinin incelendiği bir çalışma bulunamadı.

Lou ve ark. yapmış olduğu çalışmada kamkat meyvesinin toplam fenolik madde miktarını taze meyve ve kurutulmuş meyve arasında kıyaslanmıştır. Yapılan çalışmada kurutma derecesi ve süreleri değiştirilerek toplam fenolik madde miktarındaki değişimler incelenmiştir. Bu çalışmaya göre toplam fenolik madde miktarının kurutma ile artış göstermiştir. Yaş meyvede toplam fenolik madde miktarı 15-17 mg GAE/g ekstrakt bulunurken, kuru meyvede bu oran 130 °C'de kurutulmuş meyvede 48-50 mg GAE/g ekstrakt arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada serbest radikal yakalama aktivitesi yaş meyvede %11,5 iken kuru meyvede %34,6 olarak bulunmuştur. Çalışmanın devamında kuru kamkatta, kurutma sıcaklığına bağlı olarak 58,23-91,42 mg/g aralığında değişen toplam flavonoid madde bulunmuştur (42).

Lou ve ark. yaptığı başka bir çalışmada olgun ve olgunlaşmamış kamkat kabuk ve pulp kısımlarının fenolik madde miktarları saf su, saf metanol ve farklı derişimlerdeki etanol ile de tayin edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre meyve olgunlaştıkça fenolik madde miktarı hem kabuk hem de pulp kısmında neredeyse yarısı

oranında azalmıştır. Örneğin olgun olmayan bir kamkatta 80 °C'de sıcaklıkta meyve kabuğundan saf su ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktta 30 mg GAE/g ekstrakt fenolik madde bulunurken aynı şartlarda pulp kısmında 15.4 mg GAE/g ekstrakt fenolik madde bulunmuştur. Olgun kamkatta ise aynı şartlarda kabuk kısmında 13,62 mg GAE/g ekstrakt fenolik madde bulunurken, pulp kısmında 7,99 mg GAE/g ekstrakt fenolik madde bulunmuştur. Olgun kamkata %80 lik etanol çözgeni ekstraktında kabuğunda 9,84 mg GAE/g ekstrakt fenolik madde görülürken, pulpunda 7,24 mg GAE/g ekstrakt fenolik madde görülmüştür. Metanol çözgeninde ise durum kabuğunda 10,96 mg GAE/g ekstrakt, pulpunda 8,48 mg GAE/g ekstrakt şeklindedir. Aynı çalışmada DPPH yöntemi kullanılarak serbest radikal süpürme aktivitelerine de bakılmış olgun bir kamkatın metanol çözgeni kullanılarak kabuk kısmından elde edilen ekstraktında %6,9 iken pulp kısmından elde edilen ekstraktında %4,7 serbest radikal yakalama aktivitesi görülmüştür.(8).

Özcan ve ark. yaptıkları çalışmada kamkat meyvesinin sıcak hava, vakum, mikrodalga aracılığıyla yapılan kurutmalar sonucunda toplam fenolik madde miktarı 5 mg GAE/g ekstrakt iken, çeşitli kurutma yöntemleri sonucunda 25-30 mg GAE/g ekstrakt aralığında fenolik madde miktarının değiştiği görülmüştür (43).

Jayaparakasha ve ark. çalışmalarında toz haline getirilmiş kamkat meyvesi 5 farklı çözgünde ekstrakte edilmiş ve ekstraktların radikal yakalama kapasiteleri, toplam fenolik maddde miktarları ve prostat kanseri üzerindeki inhibe edici özellikleri incelenmiştir. Folin-Ciocalteu yöntemine göre EtOAc ve MeOH-su (4:1, v/v) çözgenlerinden elde edilen ekstraktların sırasıyla en yüksek ve en düşük toplam fenoliklere sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca EtOAc ve MeOH ekstraktlarının sırasıyla en yüksek ve en düşük 1, 1-difenil-2-pikirilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivitesini sergilediği gözlemlenmiştir (44).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada Yıldız-Turgut ve ark. farklı yöntemlerle elde edilen kamkat tozlarının fonksiyonel kalite parametrelerini incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında kamkat meyvesinin toplam fenolik madde miktarını kurutma yönteminin türüne göre 2,62-6,97 mg GAE/g km arasında bulmuşlardır,

Kamkatı diğer turunçgil kıyaslayabilmek adına turunçgillerle yapılmış akademik çalışmalarda incelenmiştir.

Güzel ve ark. yaptıkları çalışmalarında turunçgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Çözgen olarak etanol ve onun sulu derişimlerini kullanmışlardır. Saf etanol ile ekstrakte edilmiş turunçgil meyvelerinin DPPH yöntemine göre serbest radikal yakalama aktiviteleri şu şekilde bulunmuştur. Limon %23,78 mandarin %19,02 portakal %16,81 greyfurt %18,14 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada toplam fenolik madde miktarı, limon 128,17 mg GAE/g ekstrakt, mandarin 110,91 mg GAE/g ekstrakt, portakal 82,69 mg GAE/g ekstrakt, greyfurt 81,24 mg GAE/g ekstrakt bulunmuştur. Çalışmanın devamında toplam flavonoid madde miktarı, limon 12,49 mg QE/g ekstrakt, mandarin 10,78 mg QE/g ekstrakt, portakal 8,19 mg QE/g ekstrakt, greyfurt 17,10 mg QE/g ekstrakt bulunmuştur. Bu kabuklar kamkattan daha fazla fenolik bileşen ihtiva etse de kamkatın kabuklarıyla birlikte tüketildiğini düşündüğümüzde fiiliyatta fenolik bileşenlerin vücuda alınımı noktasında kamkatın daha avantajlı olduğunu söyleyebiliriz (46).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada kamkat bitkisi ile birlikte ondan elde edilmiş 6 adet hibrit kullanılmıştır. Hibritler bitkiye, ziraii anlamda meyve dayanıklılıkları, yetiştirme dönemleri, meyve verimlilikleri gibi farklılıklar kazandırabilir ancak çalışmamıza konu analizler açısından majör değişiklikler sağlamamıştır. Bulgular anaç ve hibritler arasında paralellik göstermektedir.

Bu araştırma kapsamında dünyada ve ülkemizde üretimi ve tüketimi artma eğiliminde olan üzerine çalışmalar yapılan kamkat meyvesinin antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı irdelenmiştir.

Kamkat meyve ve yapraklarının serbest radikal yakalama aktiviteleri incelendiğinde kamkat yapraklarının, meyvelerine oranla daha iyi bir aktivite sağladığı görüldü. Ayrıca kamkat yaş meyvelerinin kuru meyvelere oranla daha iyi bir serbest radikal yakalayıcı olduğu bu sebeple meyveyi yaş tüketmenin kuru tüketmeye göre antioksidan madde alımı açısından daha iyi olduğu söylenebilir. Fakat kamkat meyvesinin dayanıklılık süresinin çok kısa olması sebebiyle meyve kurutularak uzun dönemler saklanabilir ve tüketilebilir. Meyveyi dondurarak saklamak ve tüketmek de alternatif olarak değerlendirilebilir.

Kamkat yapraklarının saf metanol, asitlendirilmiş etanol ve hekzan çözümleri ile elde edilen ekstraktlar, Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi gösterirken metanolün sulu çözümlerinden elde edilen ekstraktlar şelatlama aktivitesi göstermemiştir. Bu durumda çözgenin polarite değişimine bağlı olarak ekstrakte ettiği bileşenlerin değişiminden kaynaklanmaktadır. Kamkat meyvesi Demir (II) iyonlarını şelatlama aktivitesi göstermemiştir.

Ortamdaki indirgen madde Fe^{3+} iyonlarını Fe^{2+} iyonlarına indirgeme kapasitesi yönünden incelediğimiz kamkat bitkisi meyve ve yaprakları arasında anlamlı farklılıklar görülmedi. Ayrıca çalışma kapsamında kullanılan BHA, BHT ve α - Tokoferol standartları, örneklerin çok üzerinde absorbans verdiği görülmüştür.

Toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı açısından kamkat yapraklarının, meyvelerine göre daha zengin olduğu görülmüştür. Yaş ve kuru meyveden elde edilen ekstraktlar arasında bu madde miktarları açısından anlamlı farklılıklar görülmemiştir.

Kamkat bitkisinin hem meyvesi hem de yaprakları yüksek verimde uçucu yağ ihtiva etmektedir. Uçucu yağ içeriğinin zengin olması ve besinsel aktivitelerinden ötürü birçok gıdada tatlandırıcı olarak kamkat meyvesinin kullanımı uygundur.

Kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketilebilen ve bu özelliği ile fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddelerin alımında diğer turunçgillere göre fark yaratmaktadır. Kamkat ilaç endüstrisinde, farmasötik alanda veya gıda endüstrisinde, fonksiyonel gıda üretiminde farklılıklar sunan önemli bir meyvedir.

Fenolik bileşik ve esansiyel yağ açısından zengin olan kamkat yapraklarında toksikolojik testlerinin ardından çaylarda kullanılabilir. Ayrıca yapılan çalışmalarda iyi bir boyar madde olduğu gözlemlenen kamkat yapraklarının boya endüstrisine doğal bir hammadde olabilir.

KAYNAKLAR

1. Aygören E. *TEPGE*, Turunçgiller. Ankara, 2016.
2. Kafa G, Uzun A, Turgutoğlu E, Canan İ, Öztop A, Canıhoş E. *Türkiye Cumhuriyeti Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma Ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Televizyon Yoluyla Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi*. Turunçgil Yetiştiriciliği. 2010, 54(1): 208.
3. Hocagil M. *Kamkat Yetiştiriciliği*. 2013.
4. Turgut DY, Gölükcü M, Tokgöz H. Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim* 2015, 32(1): 71-80.
5. Schirra M, Palma A, D'Aquino S, Angioni A, Minello EV, Melis M, et al. Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale) fruit. *J Agric Food Chem* 2007, 56(2): 455-60.
6. Barreca D, Bellocco E, Caristi C, Leuzzi U, Gattuso G. Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Research International* 2011, 44(7): 2190-7.
7. Olcay N, Demir MK. Kamkatın (*Fortunella* spp.) Besinsel İçeriği ve Fonksiyonel Özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2019, 9(4): 2124-32.
8. Lou SN, Lai YC, Hsu YS, Ho CT. Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents. *Food Chem* 2016, 197: 1-6.
9. Wang YW, Zeng WC, Xu PY, Lan YJ, Zhu RX, Zhong K, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) peel. *Int J Mol Sci* 2012, 13(3): 3382-93.
10. Başer HC. Uçucu Yağlar ve Aromaterapi. *FitoMed* 2009, 7: 8-25.
11. Uysal O, Polatöz S. Dünyada Ve Türkiye'de Turunçgil Üretimi Ve Dış Ticareti. 2017.

12. Kayabaşı N, Etikan S. Bazı Turunçgil (Rutaceae) Yapraklarından Elde Edilen Renklerin Subjektif ve Objektif Yöntemle Değerlendirilmesi, 2019.
13. Aybak Ç, Kaygısız H. Narenciye Yetiştiriciliği. Hasat Yayıncılık Lmt Şti., 2005: 219
14. FAO I, UNICEF. WFP, WHO (2017) The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security FAO, <http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf> 16 Mayıs 2018.
15. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> 05 Haziran 2017.
16. Çakmakçı S, Topdaş EF, Çakır Y, Kalın P. Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. *J Sci Food Agric* 2016, 96(5): 1451-8.
17. Sadek ES, Makris DP, Kefalas P. Polyphenolic composition and antioxidant characteristics of kumquat (*Fortunella margarita*) peel fractions. *Plant foods for human nutrition* 2009, 64(4): 297.
18. Gölükcü M, Toker R, Tokgöz H, Çınar O, Özdemir M. Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) Kabuk Uçucu Yağ Oran ve Bileşiminin Anaçlara Göre Değişimi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2017, 31(1): 69-76.
19. Lou S-N, Ho C-T. Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. *J Food Drug Anal* 2017, 25(1): 162-75.
20. Kondo S, Katayama R, Uchino K. Antioxidant activity in meiuwa kumquat as affected by environmental and growing factors. *Environ Exp Bot* 2005, 54(1): 60-8.
21. Shinde A, Ganu J, Naik P. Effect of free radicals & antioxidants on oxidative stress: a review. *J Dent Res* 2012, 1(2): 63.
22. Ebadi M. Antioxidants and free radicals in health and disease: An introduction to reactive oxygen species, oxidative injury, neuronal cell death and therapy in neurodegenerative diseases. Arizona: Prominent Press, 2001.
23. Sen S, Chakraborty R, Sridhar C, Reddy Y, De B. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *Int. J Pharm Sci Rev Res* 2010, 3(1): 91-100.

24. Sen S, Chakraborty R. The role of antioxidants in human health. *Oxidative stress: diagnostics, prevention, and therapy* 2011, 1083: 1-37.
25. Is Y, Woodside J. Antioxidant in health and disease. *J Clin Pathol* 2001, 54(3): 176-86.
26. Limón-Pacheco J, Gonsebatt ME. The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 2009, 674(1-2): 137-47.
27. Sahiner UM, Birben E, Erzurum S, Sackesen C, Kalayci Ö. Oxidative stress in asthma: Part of the puzzle. *Pediatric Allergy and Immunology* 2018, 29(8): 789-800.
28. Nichenametla SN, Taruscio TG, Barney DL, Exon JH. A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2006, 46(2): 161-83.
29. Dimitrios B. Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology* 2006, 17(9): 505-12.
30. Serteser A, Gök V. Doğal antioksidanların biyoyararlılığı. *Gıda Mühendisliği Kongresi* 2003: 2-4.
31. Acar J, Gökmen V. Fenolik Bileşikler Ve Doğal Renk Maddeleri. *Gıda Kimyası* 1998: 435-52.
32. Kim DO, Lee CY. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2004, 44(4): 253-73.
33. Meral R, Doğan İS, Kanberoğlu GS. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2012, 2(2): 45-50.
34. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine* 1996, 20(7): 933-56.
35. Ceylan A. Tıbbi bitkiler II. Ege Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Yayınları* 1987: 481.
36. Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol Biochem* 1999, 86(6): 985-90.

37. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 1958, 181(4617): 1199-200.
38. Oyaizu M. Studies on product of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition* 1986, 44: 307-15.
39. Dinis TC, Madeira VM, Almeida LM. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Arch Biochem Biophys* 1994, 315(1): 161-9.
40. Folin O, Ciocalteu V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *Journal Of Biological Chemistry* 1927, 73(2): 627-50.
41. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 1999, 64(4): 555-9.
42. Lou S-N, Lai Y-C, Huang J-D, Ho C-T, Ferng L-HA, Chang Y-C. Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. *Food Chem* 2015, 171: 356-63.
43. Ozcan-Sinir G, Ozkan-Karabacak A, Tamer CE, Copur OU. The effect of hot air, vacuum and microwave drying on drying characteristics, rehydration capacity, color, total phenolic content and antioxidant capacity of Kumquat (*Citrus japonica*). *Food Science and Technology* 2018, 39(2): 475-484.
44. Jayaprakasha G, Murthy KC, Etlinger M, Mantur SM, Patil BS. Radical scavenging capacities and inhibition of human prostate (LNCaP) cell proliferation by *Fortunella margarita*. *Food Chem* 2012, 131(1): 184-91.
45. Türkiye Tarım Haritaları, Türkiye Turunçgil Üretim Haritası <http://cografyaharita.com/haritalarim/4cturkiye-turunccgil-uretim-haritasi2014.png>.
46. Güzel M, Akpınar Ö. Turunçgil Kabuklarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2017, 7(2): 153-67.

47. Turgut DY, Çınar O, Seçmen T. Farklı Yöntemlerle Elde Edilen Kamkat (Fortunella Margarita Swing.) Tozlarının Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda* 2019, 44(4): 605-17.
48. Soxhlet F. *Die Gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes*. Dingler's Polytechnisches Journal (Almanca) Cilt 232, 1879: 461–465.
49. Laurence M. Christopher J. *Experimental organic chemistry: Principles and Practice (Illustrated bas.)*. Wiley-Blackwell. 1989: 122–125.
50. Alpkent Z, Demir M. Gıdalarda Bulunan Antioksidan Maddeler ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Türkiye 9 Gıda Kongresi* 2006: 24-6.
51. Khiari Z, Makris DP, Kefalas P. 2009, An investigation on the recovery of antioxidant phenolics from onion solid wastes employing water/ethanol-based solvent systems, *Food Bioproc Tech* 2009, 2: 337-343.
52. Cacace JE, Mazza G. Extraction of anthocyanins and other phenolics from black currants with sulfured water, *J Agric Food Chem* 2002, 50 (21): 5939-46.
53. Arora A, Nair MG, Strasburg GM. Structure activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. *Free Radical Biology and Medicine* 1998, 24: 1355-63.

EKLER

EK-1. Özgeçmiş

1987 yılında Osmaniye'nin Kadirli ilçesinde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Mersin'de tamamladım. 2005 yılında başladığım İnönü Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünden 2009 yılında mezun oldum. 2009-2010 yılları arasında askerliğimi yedek subay olarak tamamladım. 2016 yılında İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Halen Malatya Şeker Fabrikasında Kimya Mühendisi olarak çalışmaktayım.

