



**ADİYAMAN BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN NAR  
(*Punica granatum* L.) MEYVESİ VE YAN  
ÜRÜNLERİNİN FİTO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ  
VE ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİ**

**Zehra TEKİN**

**TEMEL ECZACILIK BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. Fatümetüzzehra KÜÇÜKBAY**

**Doktora Tezi – 2022**

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

**ADİYAMAN BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN NAR (*Punica granatum* L.)  
MEYVESİ VE YAN ÜRÜNLERİNİN FİTO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE  
ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİ**

**Zehra TEKİN**

**Temel Eczacılık Bilimleri Anabilim Dalı  
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Fatümetüzzehra KÜÇÜKBAY**

Bu Araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından  
TDK-2020-2100 Proje numarası ile desteklenmiştir.

**MALATYA  
2022**

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne**

**ETİK BEYANI**

İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak “Prof. Dr. Fatümetüzzehra KÜÇÜKBAY” danışmanlığında hazırlayıp sunduğum “Adıyaman Bölgesinde Yetiştirilen Nar (*Punica granatum* L.) Meyvesi ve Yan Ürünlerinin Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri” başlıklı Doktora tezim içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

08/12/2022

Öğrencinin;

Zehra TEKİN

İmza

# İÇİNDEKİLER

|                                                                               |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                                    | vii   |
| ABSTRACT.....                                                                 | viii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                          | ix    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                         | xi    |
| TABLolar DİZİNİ .....                                                         | xviii |
| 1. GİRİŞ .....                                                                | 1     |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                                       | 4     |
| 2.1. <i>Punica granatum</i> L. (Nar) .....                                    | 4     |
| 2.1.1. Nar Bitkisinin Dokuları .....                                          | 5     |
| 2.1.2. Nar Bitkisinin Biyoaktif Bileşikleri ve Farmakolojik Özellikleri ..... | 6     |
| 2.2. Serbest Radikaller .....                                                 | 11    |
| 2.3. Antioksidanlar.....                                                      | 12    |
| 2.4. Fenolik Bileşikler.....                                                  | 14    |
| 2.5. Antioksidan Etki Mekanizması.....                                        | 22    |
| 2.6. Nar Bitkisi ile İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar .....                   | 22    |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                    | 28    |
| 3.1. Materyal .....                                                           | 28    |
| 3.1.1. Bitki Materyali .....                                                  | 28    |
| 3.1.2. Kimyasallar ve cihazlar .....                                          | 28    |
| 3.2. Metot .....                                                              | 30    |
| 3.2.1. Örneklerin Liyofilizasyonu .....                                       | 30    |
| 3.2.2. Ekstraktların Hazırlanışı .....                                        | 31    |
| 3.2.3. Toplam Fenolik Bileşen Miktarı Tayini .....                            | 32    |
| 3.2.4. Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı Tayini .....                          | 33    |
| 3.2.5. Toplam Flavonol Bileşen Miktar Tayini .....                            | 35    |
| 3.2.6. Toplam Flavanol Bileşen Miktar Tayini.....                             | 36    |
| 3.2.7. Toplam Tanen Miktar Tayini.....                                        | 37    |
| 3.2.8. Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktar Tayini .....               | 39    |
| 3.2.9. Serbest Radikal Giderme Aktivitesi .....                               | 41    |
| 3.2.10. Fe <sup>3+</sup> İyonu İndirgeme Kapasitesi Tayini.....               | 42    |
| 3.2.11. Metal Şelatlama Aktivitesi Tayini .....                               | 44    |
| 3.2.12. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini .....                              | 46    |



|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.13. Fenolik Bileşenlerin HPLC Analizleri.....                                        | 48  |
| 3.2.14. Gözlenebilme Sınırı (LOD) ve Miktar Tayin Alt Sınırı (LOQ) .....                 | 48  |
| 3.2.15. Antosiyanin Bileşenlerin LC-MS/MS Analizleri .....                               | 49  |
| 3.3. İstatiksel Analiz .....                                                             | 50  |
| 4. BULGULAR.....                                                                         | 51  |
| 4.1. Ekstraksiyon Verimi .....                                                           | 51  |
| 4.2. Toplam Fenolik Bileşen Miktarı.....                                                 | 62  |
| 4.3. Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı.....                                               | 74  |
| 4.4. Toplam Flavonol Bileşen Miktarı.....                                                | 86  |
| 4.5. Toplam Flavanol Bileşen Miktarı .....                                               | 98  |
| 4.6. Toplam Tanen Bileşen Miktarı .....                                                  | 110 |
| 4.7. Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı.....                                   | 122 |
| 4.8. DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi .....                                       | 134 |
| 4.9. Fe <sup>3+</sup> İyonu İndirgeme Kapasitesi .....                                   | 154 |
| 4.10. Metal Şelatlama Aktivitesi.....                                                    | 174 |
| 4.11. Toplam Antioksidan Kapasite (CUPRAC).....                                          | 195 |
| 4.12. <i>P. granatum</i> L. Ekstraktlarının Fenolik Bileşiklerinin HPLC Analizleri ..... | 210 |
| 4.12.1. Gallik Asit Analiz Sonuçları.....                                                | 212 |
| 4.12.2. Şiringik Asit Analiz Sonuçları .....                                             | 215 |
| 4.12.3. Epikateşin Analiz Sonuçları.....                                                 | 216 |
| 4.12.4. Rutin Analiz Sonuçları.....                                                      | 217 |
| 4.12.5. Ellagik Asit Analiz Sonuçları .....                                              | 218 |
| 4.12.6. Punikalajin Analiz Sonuçları .....                                               | 220 |
| 4.12.7. Protokateşuik Asit Analiz Sonuçları.....                                         | 222 |
| 4.12.8. <i>p</i> -OH Benzoik Asit Sonuçları .....                                        | 224 |
| 4.12.9. Klorojenik Asit Analiz Sonuçları .....                                           | 225 |
| 4.12.10. Vanilik Asit Analiz Sonuçları.....                                              | 226 |
| 4.12.11. Kafeik Asit Analiz Sonuçları .....                                              | 227 |
| 4.12.12. Sinapik Asit Analiz Sonuçları.....                                              | 228 |
| 4.12.13. <i>trans</i> -Ferulik Asit Analiz Sonuçları.....                                | 229 |
| 4.12.14. Mirisetin Analiz Sonuçları.....                                                 | 230 |
| 4.12.15. Kuersetin Analiz Sonuçları .....                                                | 231 |
| 4.12.16. <i>p</i> -Kumarik asit Analiz Sonuçları .....                                   | 232 |
| 4.12.17. Kateşin Analiz Sonuçları .....                                                  | 233 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.12.18. Naringin Analiz Sonuçları .....                                                                 | 234 |
| 4.13. <i>P. granatum</i> L. Ekstraktlarında Antosiyanin Bileşiklerin LC-MS/MS Analizleri .....           | 235 |
| 4.13.1. Delfinidin-3-glikozit Analiz Sonuçları .....                                                     | 236 |
| 4.13.2. Siyanidin-3-glikozit Analiz Sonuçları .....                                                      | 238 |
| 4.13.3. Pelargonidin-3-glikozit Analiz Sonuçları .....                                                   | 239 |
| 4.13.4. Siyanidin-3-arabinozit Analiz Sonuçları .....                                                    | 240 |
| 4.13.5. Siyanidin-3-rutinozit Analiz Sonuçları .....                                                     | 241 |
| 4.13.6. Malvidin-3-glikozit Analiz Sonuçları .....                                                       | 242 |
| 4.13.7. Siyanidin-3-galaktozit Analiz Sonuçları .....                                                    | 243 |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                                        | 244 |
| 5.1. Ekstraksiyon Verimi .....                                                                           | 244 |
| 5.2. Fito-kimyasal Analizler .....                                                                       | 249 |
| 5.3. Antioksidan Aktivite Tayinleri .....                                                                | 259 |
| 5.4. <i>P. granatum</i> L. Yaprak Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....    | 262 |
| 5.5. <i>P. granatum</i> L. Tomurcuk Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....  | 266 |
| 5.6. <i>P. granatum</i> L. Çiçek Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....     | 270 |
| 5.7. <i>P. granatum</i> L. Çekirdek Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....  | 275 |
| 5.8. <i>P. granatum</i> L. Dane Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....      | 279 |
| 5.9. <i>P. granatum</i> L. Mezokarp Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....  | 283 |
| 5.10. <i>P. granatum</i> L. Ekzokarp Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi ..... | 287 |
| 5.11. <i>P. granatum</i> L. Meyvesinin Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....         | 291 |
| 5.12. Nar Ekşisinin Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi .....                            | 295 |
| 5.13. <i>P. granatum</i> L. Ekstraktlarının Fenolik ve Antosiyanin Bileşenleri .....                     | 299 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                               | 301 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                          | 305 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| EKLER.....                    | 334 |
| EK 1. Özgeçmiş .....          | 334 |
| EK 2. Etik Kurul Kararı ..... | 339 |



## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana yol gösteren, değerli bilgi ve deneyimi ile beni destekleyen ve bu çalışmayı yapabilmem için tüm olanakları sağlayan, öğrencisi olmaktan onur duyduğum tez danışmanım Prof. Dr. Fatümetüzzehra KÜÇÜKBAY'a en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince değerli bilgilerini benden esirgemeyen ve beni destekleyen Prof. Dr. Hasan KÜÇÜKBAY'a, tez izleme komitesi üyeleri hocalarım Prof. Dr. Turan ARABACI ve Prof. Dr. Burhan ATEŞ'e, tez çalışmamın istatistiksel analizinin yapılmasında katkı sağlayan Doç. Dr. F. Ege KARAAT'a teşekkürlerimi arz ederim.

Hayata adım attığım ilk günden bugüne kadar bana güvenen, beni destekleyen ve bugüne gelebilmemde sonsuz emeği olan canım annem ve babam Birsal ve Kasım KAZAN'a, ablam Zekiye KAZAN OYMAK, kardeşlerim M. Mahmut KAZAN ve A. Kasım KAZAN'a en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak çalışmalarım süresince tüm sıkıntılı ve stresli zamanlarda beni destekleyen ve yanımda olan eşim, hayat arkadaşım A. Kurtar TEKİN'e teşekkür ederim.

## ÖZET

### Adıyaman Bölgesinde Yetiştirilen Nar (*Punica granatum* L.) Meyvesi ve Yan Ürünlerinin Fito-kimyasal Analizleri ve Antioksidan Kapasiteleri

**Amaç:** *Punica granatum* L., yüksek besinsel bileşimi ve tıbbi özelliklere sahip, Punicaceae familyasına ait önemli bir bitkidir. Bu çalışmanın amacı, Adıyaman ilinde yetiştirilen nar meyvesinin ve atık olarak nitelendirilen kısımlarının, fito-kimyasal özelliklerinin ve antioksidan aktivitesinin yedi farklı çözen (metanol, etanol, su, asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş etanol, asitlendirilmiş su ve *n*-hekzan) kullanılarak araştırılmasıdır.

**Materyal ve Metot:** Araştırmada kullanılan meyve, yaprak ve nar ekşisi örnekleri Adıyaman (Kâhta) ilinden temin edildi. Örnekler soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak ekstrakte edildi. Ekstraktların fito-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacı ile toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları değerlendirildi. Ekstraktların antioksidan kapasitesinin belirlenmesi için DPPH, Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme gücü, metal şelatlama aktivitesi ve CUPRAC yöntemleri kullanıldı. Metanol ekstraktı en yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu için, HPLC yöntemi ile fenolik profilin belirlenmesinde metanol ekstraktı kullanıldı. Benzer şekilde antosiyanin bileşiminin LC-MS/MS yöntemi ile belirlenmesinde asitlendirilmiş metanol ekstraktı kullanıldı.

**Bulgular:** Elde edilen veriler ekstraksiyonda kullanılan çözeninin ve bitkinin farklı dokularının, ekstraktların fenolik bileşimini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde etkilediğini gösterdi. Özellikle yaprak ve tomurcuk ekstraktları antioksidan aktivitenin belirlenmesinde DPPH, Fe<sup>3+</sup> indirgeme gücü ve CUPRAC yöntemlerine göre BHT'den daha yüksek aktivite sergiledi. Punikalajin ve siyanidin-3-glikozit majör bileşenler olarak belirlendi.

**Sonuç:** Bu çalışma, nar meyvesinden ziyade narın tarımsal-endüstriyel atıklarının kozmetik, farmasötik, nutrasötik ve gıda gibi farklı endüstriler için iyi bir polifenol kaynağı olarak kullanılabilme potansiyelini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan aktivite, Fenolik bileşik, Nar çiçeği tomurcuğu, *Punica granatum* L..

## ABSTRACT

### **Antioxidant activity and Phyto-chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit in Adıyaman Grown and Its Industrial Wastes**

**Aim:** *Punica granatum* L. is the most important plant belonging to the Punicaceae family that has tremendous nutritional composition and medicinal values. The aim of this study was to investigate the antioxidant activity and phyto-chemical properties of pomegranate fruit grown in Adıyaman province and its attributed as waste tissues using seven various solvents (methanol, ethanol, water, acidified methanol, acidified ethanol, acidified water and *n*-hexane).

**Material and Method:** The fruit, leaves and pomegranate molasses samples used in this research were supplied from in Adıyaman (Kâhta) province. The sample were extracted using soxhlet extraction method with different solvents. Total phenolic, flavonoid, flavanol, flavonol, tannin and monomeric anthocyanins content were evaluated in order to determine the phyto-chemical properties of the extracts. For antioxidant capacity estimation of the extracts, DPPH, Fe<sup>3+</sup> ion reducing power, metal chelating activity and CUPRAC assays were applied. Since methanol extract has the highest phenolic content, methanol extract was used to determine the phenolic profile by HPLC method. Similarly, as acidified methanol extract has the highest monomeric anthocyanin content, acidified methanol extract was employed to identify the anthocyanin profile by LC-MS/MS method.

**Results:** The obtained data showed that the solvent used in extraction and the different tissue of plant significantly affected the phenolic composition and antioxidant activity of the extracts. Especially, the leaf and bud extracts exhibited higher activity than BHT in determination of antioxidant activity compared to DPPH, Fe<sup>3+</sup> reducing power and CUPRAC assays. Punicalagin and cyanidin-3-glucoside was determined as major components.

**Conclusion:** This study reveals the agro-industrial waste of pomegranate rather than pomegranate fruit are a good source of polyphenol that potential could be used for different industries, such as cosmetic, pharmaceutical, nutraceutical and food.

**Keywords:** Antioxidant activity, Phenolic compound, Pomegranate flower buds, *Punica granatum* L.

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                                |                                                      |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>AAE</b>                     | : Askorbik asit eşdeğeri                             |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | : $\alpha$ -Tokoferol                                |
| <b>BHA</b>                     | : Bütil Hidroksi Anisol                              |
| <b>BHT</b>                     | : Bütil Hidroksi Toluen                              |
| <b>CUPRAC</b>                  | : Cu(II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite |
| <b>DAD</b>                     | : Diode Array Dedektör                               |
| <b>DMAC</b>                    | : 4-(dimetilamino)sinamaldehit                       |
| <b>DPPH</b>                    | : 1,1'-difenil-2-pikrilhidrazil                      |
| <b>EDTA</b>                    | : Etilendiamintetrasetik asit                        |
| <b>EKE</b>                     | : Epikateşin Eşdeğeri                                |
| <b>g</b>                       | : Gram                                               |
| <b>GAE</b>                     | : Gallik Asit Eşdeğeri                               |
| <b>HPLC</b>                    | : Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi            |
| <b>KA</b>                      | : Kuru Ağırlık                                       |
| <b>KE</b>                      | : Kateşin Eşdeğeri                                   |
| <b>KUE</b>                     | : Kuersetin Eşdeğeri                                 |
| <b>LC-MS/MS</b>                | : Sıvı Kromatografisi-Ardışık Kütle Spektrometrisi   |
| <b>LOD</b>                     | : Gözlenebilme Sınırı                                |
| <b>LOQ</b>                     | : Miktar Tayin Alt Sınırı                            |
| <b>M</b>                       | : Molar                                              |
| <b><math>\mu</math>g</b>       | : Mikrogram                                          |
| <b><math>\mu</math>L</b>       | : Mikrolitre                                         |
| <b>mg</b>                      | : Miligram                                           |
| <b>mL</b>                      | : Mililitre                                          |
| <b>nm</b>                      | : Nanometre                                          |
| <b>o-</b>                      | : Orto                                               |
| <b>p-</b>                      | : Para                                               |
| <b>RNS</b>                     | : Reaktif Azot Türleri                               |
| <b>ROS</b>                     | : Reaktif Oksijen Türleri                            |
| <b>rpm</b>                     | : Dakikadaki Devir Sayısı                            |

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| <b>RSS</b> | : Reaktif Kükürt Türleri |
| <b>°C</b>  | : Santigrat Derece       |
| <b>TAE</b> | : Tannik Asit Eşdeğeri   |
| <b>TCA</b> | : Trikloroasetik Asit    |
| <b>TRE</b> | : Troloks Eşdeğeri       |
| <b>UV</b>  | : Ultraviyole            |





## ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil No    | Sayfa No                                                                                                                                                                                            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Şekil 2.1.  | Punikalajin molekül yapısı ..... 7                                                                                                                                                                  |
| Şekil 2.2.  | Ellagik asit molekül yapısı ..... 7                                                                                                                                                                 |
| Şekil 2.3.  | Gallik asit molekül yapısı ..... 8                                                                                                                                                                  |
| Şekil 2.4.  | Kateşin molekül yapısı ..... 9                                                                                                                                                                      |
| Şekil 2.5.  | Kaemferol molekül yapısı ..... 9                                                                                                                                                                    |
| Şekil 2.6.  | Kuersetin molekül yapısı ..... 10                                                                                                                                                                   |
| Şekil 2.7.  | Delfinidin-3-glikozit molekül yapısı ..... 11                                                                                                                                                       |
| Şekil 2.8.  | Siyanidin-3-glikozit molekül yapısı ..... 11                                                                                                                                                        |
| Şekil 2.9.  | Flavonoid temel molekül yapısı ..... 15                                                                                                                                                             |
| Şekil 2.10. | Flavon temel molekül yapısı ..... 16                                                                                                                                                                |
| Şekil 2.11. | Flavanon temel molekül yapısı ..... 16                                                                                                                                                              |
| Şekil 2.12. | Flavonol temel molekül yapısı ..... 17                                                                                                                                                              |
| Şekil 2.13. | Flavanol temel molekül yapısı ..... 17                                                                                                                                                              |
| Şekil 2.14. | Antosiyanin temel molekül yapısı ..... 18                                                                                                                                                           |
| Şekil 2.15. | İzoflavon temel molekül yapısı ..... 18                                                                                                                                                             |
| Şekil 2.16. | Hidroksibenzoik asit molekül yapısı ..... 19                                                                                                                                                        |
| Şekil 2.17. | Hidroksisinnamik asit molekül yapısı ..... 20                                                                                                                                                       |
| Şekil 2.18. | Kumarin temel molekül yapısı ..... 20                                                                                                                                                               |
| Şekil 2.19. | Stilben temel molekül yapısı ..... 21                                                                                                                                                               |
| Şekil 2.20. | Lignan temel molekül yapısı ..... 21                                                                                                                                                                |
| Şekil 3.1.  | <i>P. granatum</i> L. bitkisinin a) yaprak, b) tomurcuk ve c) çiçek dokuları ... 28                                                                                                                 |
| Şekil 3.2.  | Liyofilizasyon sonrası <i>P. granatum</i> L. bitkisinin a) yaprak, b) tomurcuk, c) çiçek, d) çekirdek, e) dane, f) mezokarp, g) ekzokarp dokuları ve h) bütün olarak değerlendirilen meyve ..... 30 |
| Şekil 3.3.  | Soxhlet ekstraksiyon düzeneği ..... 31                                                                                                                                                              |
| Şekil 3.4.  | Toplam fenolik bileşen miktarı tayini renk değişimi ..... 32                                                                                                                                        |
| Şekil 3.5.  | Toplam fenolik bileşen miktarı tayin prosedürü ..... 33                                                                                                                                             |
| Şekil 3.6.  | Toplam flavonoid bileşen miktarı tayini renk değişimi ..... 34                                                                                                                                      |
| Şekil 3.7.  | Toplam flavonoid bileşen miktarı tayin prosedürü ..... 34                                                                                                                                           |
| Şekil 3.8.  | Toplam flavonol bileşen miktarı tayini renk değişimi ..... 35                                                                                                                                       |
| Şekil 3.9.  | Toplam flavonol bileşen miktarı tayin prosedürü ..... 36                                                                                                                                            |

|                    |                                                                         |    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.10.</b> | Toplam flavanol bileşen miktarı tayini renk değişimi .....              | 37 |
| <b>Şekil 3.11.</b> | Toplam flavanol bileşen miktarı tayin prosedürü .....                   | 37 |
| <b>Şekil 3.12.</b> | Toplam tanen miktar tayini renk değişimi .....                          | 38 |
| <b>Şekil 3.13.</b> | Toplam tanen bileşen miktarı tayin prosedürü.....                       | 38 |
| <b>Şekil 3.14.</b> | Toplam antosiyanin bileşen miktarı tayini renk değişimi (pH 1.00) ..... | 39 |
| <b>Şekil 3.15.</b> | Toplam antosiyanin bileşen miktarı tayini renk değişimi (pH 4.50) ..... | 40 |
| <b>Şekil 3.16.</b> | Toplam antosiyanin bileşen miktarı tayin prosedürü .....                | 40 |
| <b>Şekil 3.17.</b> | DPPH serbest radikali süpürme aktivitesi tayini renk değişimi.....      | 41 |
| <b>Şekil 3.18.</b> | DPPH serbest radikal giderme aktivitesi tayin prosedürü.....            | 42 |
| <b>Şekil 3.19.</b> | Fe <sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi tayin prosedürü.....        | 43 |
| <b>Şekil 3.20.</b> | Fe <sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi tayini renk değişimi.....   | 44 |
| <b>Şekil 3.21.</b> | Metal şelatlama aktivitesi tayini renk değişimi.....                    | 45 |
| <b>Şekil 3.22.</b> | Metal şelatlama aktivitesi tayin prosedürü.....                         | 45 |
| <b>Şekil 3.23.</b> | Toplam antioksidan kapasite tayini renk değişimi.....                   | 46 |
| <b>Şekil 3.24.</b> | Toplam antioksidan kapasite tayin prosedürü.....                        | 47 |
| <b>Şekil 4.1.</b>  | Yaprak dokusundan elde edilen ekstrakt verimleri.....                   | 52 |
| <b>Şekil 4.2.</b>  | Tomurcuk dokusundan elde edilen ekstrakt verimleri .....                | 53 |
| <b>Şekil 4.3.</b>  | Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....              | 54 |
| <b>Şekil 4.4.</b>  | Çekirdek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri.....            | 55 |
| <b>Şekil 4.5.</b>  | Dane dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri.....                | 56 |
| <b>Şekil 4.6.</b>  | Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....           | 57 |
| <b>Şekil 4.7.</b>  | Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraksiyon verimleri.....             | 58 |
| <b>Şekil 4.8.</b>  | Bütün meyveden elde edilen ekstraktların verimleri .....                | 59 |
| <b>Şekil 4.9.</b>  | Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların verimleri.....                 | 60 |
| <b>Şekil 4.10.</b> | Gallik asit kalibrasyon grafiği.....                                    | 62 |
| <b>Şekil 4.11.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....          | 63 |
| <b>Şekil 4.12.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....        | 64 |
| <b>Şekil 4.13.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....            | 65 |
| <b>Şekil 4.14.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....        | 66 |
| <b>Şekil 4.15.</b> | Dane ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....             | 67 |
| <b>Şekil 4.16.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....         | 68 |
| <b>Şekil 4.17.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....         | 69 |
| <b>Şekil 4.18.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....      | 70 |
| <b>Şekil 4.19.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....      | 71 |

|                    |                                                                      |     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.20.</b> | Rutin kalibrasyon grafiği.....                                       | 74  |
| <b>Şekil 4.21.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....     | 75  |
| <b>Şekil 4.22.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....   | 76  |
| <b>Şekil 4.23.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....       | 77  |
| <b>Şekil 4.24.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....   | 78  |
| <b>Şekil 4.25.</b> | Dane ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....        | 79  |
| <b>Şekil 4.26.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....    | 80  |
| <b>Şekil 4.27.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....    | 81  |
| <b>Şekil 4.28.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları..... | 82  |
| <b>Şekil 4.29.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları ..... | 83  |
| <b>Şekil 4.30.</b> | Kuersetin kalibrasyon grafiği .....                                  | 86  |
| <b>Şekil 4.31.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....      | 87  |
| <b>Şekil 4.32.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....    | 88  |
| <b>Şekil 4.33.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....        | 89  |
| <b>Şekil 4.34.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....    | 90  |
| <b>Şekil 4.35.</b> | Dane ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....         | 91  |
| <b>Şekil 4.36.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....     | 92  |
| <b>Şekil 4.37.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....     | 93  |
| <b>Şekil 4.38.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....  | 94  |
| <b>Şekil 4.39.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....  | 95  |
| <b>Şekil 4.40.</b> | Kateşin kalibrasyon grafiği .....                                    | 98  |
| <b>Şekil 4.41.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....       | 99  |
| <b>Şekil 4.42.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....     | 100 |
| <b>Şekil 4.43.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....       | 101 |
| <b>Şekil 4.44.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....     | 102 |
| <b>Şekil 4.45.</b> | Dane ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....        | 103 |
| <b>Şekil 4.46.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....    | 104 |
| <b>Şekil 4.47.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....    | 105 |
| <b>Şekil 4.48.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....  | 106 |
| <b>Şekil 4.49.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....  | 107 |
| <b>Şekil 4.50.</b> | Epikateşin kalibrasyon grafiği.....                                  | 110 |
| <b>Şekil 4.51.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....         | 111 |
| <b>Şekil 4.52.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....       | 112 |
| <b>Şekil 4.53.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....          | 113 |

|                    |                                                                                         |     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.54.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                          | 114 |
| <b>Şekil 4.55.</b> | Dane ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                              | 115 |
| <b>Şekil 4.56.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları.....                           | 116 |
| <b>Şekil 4.57.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                          | 117 |
| <b>Şekil 4.58.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                       | 118 |
| <b>Şekil 4.59.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları.....                         | 119 |
| <b>Şekil 4.60.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....            | 123 |
| <b>Şekil 4.61.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....          | 124 |
| <b>Şekil 4.62.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....             | 125 |
| <b>Şekil 4.63.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....          | 126 |
| <b>Şekil 4.64.</b> | Dane ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları                    | 127 |
| <b>Şekil 4.65.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....          | 128 |
| <b>Şekil 4.66.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....          | 129 |
| <b>Şekil 4.67.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....       | 130 |
| <b>Şekil 4.68.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....        | 131 |
| <b>Şekil 4.69.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....   | 135 |
| <b>Şekil 4.70.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ..... | 137 |
| <b>Şekil 4.71.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....    | 139 |
| <b>Şekil 4.72.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ..... | 141 |
| <b>Şekil 4.73.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....     | 143 |

|                    |                                                                                            |     |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.74.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....    | 145 |
| <b>Şekil 4.75.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....    | 147 |
| <b>Şekil 4.76.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ..... | 149 |
| <b>Şekil 4.77.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....  | 151 |
| <b>Şekil 4.78.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonunu indirgeme kapasitesi .....       | 155 |
| <b>Şekil 4.79.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....       | 157 |
| <b>Şekil 4.80.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi.               | 159 |
| <b>Şekil 4.81.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....       | 161 |
| <b>Şekil 4.82.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi..               | 163 |
| <b>Şekil 4.83.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....       | 165 |
| <b>Şekil 4.84.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....       | 167 |
| <b>Şekil 4.85.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....    | 169 |
| <b>Şekil 4.86.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....     | 171 |
| <b>Şekil 4.87.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi .....                   | 176 |
| <b>Şekil 4.88.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi....                   | 178 |
| <b>Şekil 4.89.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi .....                    | 180 |
| <b>Şekil 4.90.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi.....                  | 182 |
| <b>Şekil 4.91.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi.....                      | 184 |
| <b>Şekil 4.92.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi ....                  | 186 |
| <b>Şekil 4.93.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi.....                  | 188 |
| <b>Şekil 4.94.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi                    | 190 |
| <b>Şekil 4.95.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi ....                | 192 |
| <b>Şekil 4.96.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi..                    | 196 |

|                     |                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.97.</b>  | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                                                                               | 197 |
| <b>Şekil 4.98.</b>  | Çiçek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi ....                                                                                                   | 199 |
| <b>Şekil 4.99.</b>  | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi                                                                                                     | 200 |
| <b>Şekil 4.100.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                                                                                   | 202 |
| <b>Şekil 4.101.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                                                                               | 203 |
| <b>Şekil 4.102.</b> | Egzokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                                                                               | 205 |
| <b>Şekil 4.103.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                                                                            | 206 |
| <b>Şekil 4.104.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                                                                             | 208 |
| <b>Şekil 4.105.</b> | 250 nm dalga boyunda standart mix (1: Protokateşuik asit, 2: Punikalajin, 3: <i>p</i> -OH benzoik asit, 4: Vanilik asit, 5: Rutin ve 6: Ellagik asit) kromatogramları ..... | 210 |
| <b>Şekil 4.106.</b> | 280 nm dalga boyunda standart mix (1: Gallik asit, 2: Kateşin, 3: Şiringik asit, 4: Epikateşin ve 5: Naringin) kromatogramları .....                                        | 210 |
| <b>Şekil 4.107.</b> | 320 nm dalga boyunda standart mix (1: Klorojenik asit, 2: Kafeik asit, 3: <i>p</i> -kumarik asit, 4: Sinapik asit ve 5: <i>trans</i> -ferulik asit) kromatogramları .....   | 211 |
| <b>Şekil 4.108.</b> | 360 nm dalga boyunda standart mix (1: Mirisetin ve 2: Kuersetin) kromatogramları .....                                                                                      | 211 |
| <b>Şekil 4.109.</b> | Gallik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                       | 212 |
| <b>Şekil 4.110.</b> | Şiringik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                     | 215 |
| <b>Şekil 4.111.</b> | Epikateşin kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                        | 216 |
| <b>Şekil 4.112.</b> | Rutin kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                             | 217 |
| <b>Şekil 4.113.</b> | Ellagik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                      | 218 |
| <b>Şekil 4.114.</b> | Punikalajin kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                       | 220 |
| <b>Şekil 4.115.</b> | Protokateşuik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                | 222 |
| <b>Şekil 4.116.</b> | <i>p</i> -OH benzoik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                         | 224 |
| <b>Şekil 4.117.</b> | Klorojenik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                   | 225 |
| <b>Şekil 4.118.</b> | Vanilik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                      | 226 |
| <b>Şekil 4.119.</b> | Kafeik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                       | 227 |

|              |                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4.120. | Sinapik asit kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                                         | 228 |
| Şekil 4.121. | <i>trans</i> - ferulik asit kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                          | 229 |
| Şekil 4.122. | Mirisetin kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                                            | 230 |
| Şekil 4.123. | Kuersetin kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                                            | 231 |
| Şekil 4.124. | <i>p</i> -kumarik asit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                              | 232 |
| Şekil 4.125. | Kateşin kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                                             | 233 |
| Şekil 4.126. | Naringin kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                                            | 234 |
| Şekil 4.127. | LC-MS/MS ile tayin edilen bileşiklerin mix standart (delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3-rutinozit, siyanidin-3-arabinozit, siyanidin-3-galaktozit, pelargonidin-3-glikozit ve malvidin-3-glikozit) kromatogramları..... | 235 |
| Şekil 4.128. | Delfinidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                               | 236 |
| Şekil 4.129. | Siyanidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                                | 238 |
| Şekil 4.130. | Pelargonidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                             | 239 |
| Şekil 4.131. | Siyanidin-3-arabinozit kalibrasyon grafiği .....                                                                                                                                                                                              | 240 |
| Şekil 4.132. | Siyanidin-3-rutinozit kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                                | 241 |
| Şekil 4.133. | Malvidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                                  | 242 |
| Şekil 4.134. | Siyanidin-3-galaktozit kalibrasyon grafiği.....                                                                                                                                                                                               | 243 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

| <b>Tablo No</b>    |                                                                                              | <b>Sayfa No</b> |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Tablo 3.1.</b>  | HPLC cihaz özellikleri .....                                                                 | 29              |
| <b>Tablo 3.2.</b>  | LC-MS/MS cihaz özellikleri .....                                                             | 29              |
| <b>Tablo 3.3.</b>  | Fenolik bileşiklerin HPLC analizi için yöntem şartları.....                                  | 48              |
| <b>Tablo 3.4.</b>  | Antosiyanin bileşiklerin LC-MS/MS tayini için yöntem şartları.....                           | 49              |
| <b>Tablo 4.1.</b>  | Yaprak dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri.....                                   | 51              |
| <b>Tablo 4.2.</b>  | Tomurcuk dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri.....                                 | 52              |
| <b>Tablo 4.3.</b>  | Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....                                   | 53              |
| <b>Tablo 4.4.</b>  | Çekirdek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri.....                                 | 54              |
| <b>Tablo 4.5.</b>  | Danelerden dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....                              | 55              |
| <b>Tablo 4.6.</b>  | Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....                                | 56              |
| <b>Tablo 4.7.</b>  | Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....                                | 57              |
| <b>Tablo 4.8.</b>  | Bütün meyve dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri .....                             | 58              |
| <b>Tablo 4.9.</b>  | Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların verimleri .....                                     | 59              |
| <b>Tablo 4.10.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin ekstraksiyon verimine etkisi .....           | 60              |
| <b>Tablo 4.11.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin verime etkisi .....                                               | 61              |
| <b>Tablo 4.12.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....                               | 63              |
| <b>Tablo 4.13.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....                             | 64              |
| <b>Tablo 4.14.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....                                | 65              |
| <b>Tablo 4.15.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....                             | 66              |
| <b>Tablo 4.16.</b> | Dane ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....                                  | 67              |
| <b>Tablo 4.17.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....                              | 68              |
| <b>Tablo 4.18.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....                              | 69              |
| <b>Tablo 4.19.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....                           | 70              |
| <b>Tablo 4.20.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları .....                           | 71              |
| <b>Tablo 4.21.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam fenolik bileşen miktarına etkisi..... | 72              |
| <b>Tablo 4.22.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin toplam fenolik bileşen miktarına etkisi .....                     | 73              |
| <b>Tablo 4.23.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....                             | 75              |
| <b>Tablo 4.24.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....                           | 76              |
| <b>Tablo 4.25.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....                               | 77              |



|                    |                                                                                                |     |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.26.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....                             | 78  |
| <b>Tablo 4.27.</b> | Dane ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....                                  | 79  |
| <b>Tablo 4.28.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....                             | 80  |
| <b>Tablo 4.29.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....                              | 81  |
| <b>Tablo 4.30.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....                           | 82  |
| <b>Tablo 4.31.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları .....                           | 83  |
| <b>Tablo 4.32.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam flavonoid bileşen miktarına etkisi..... | 84  |
| <b>Tablo 4.33.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavonoid bileşen miktarına etkisi ...                       | 85  |
| <b>Tablo 4.34.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....                                | 87  |
| <b>Tablo 4.35.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....                              | 88  |
| <b>Tablo 4.36.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....                                  | 89  |
| <b>Tablo 4.37.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....                              | 90  |
| <b>Tablo 4.38.</b> | Dane ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....                                   | 91  |
| <b>Tablo 4.39.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....                               | 92  |
| <b>Tablo 4.40.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....                               | 93  |
| <b>Tablo 4.41.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....                            | 94  |
| <b>Tablo 4.42.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları .....                            | 95  |
| <b>Tablo 4.43.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam flavonol bileşen miktarına etkisi.....  | 96  |
| <b>Tablo 4.44.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavonol bileşen miktarına etkisi .....                      | 97  |
| <b>Tablo 4.45.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....                                 | 99  |
| <b>Tablo 4.46.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....                               | 100 |
| <b>Tablo 4.47.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....                                 | 101 |
| <b>Tablo 4.48.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....                               | 102 |
| <b>Tablo 4.49.</b> | Dane ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....                                  | 103 |
| <b>Tablo 4.50.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....                              | 104 |
| <b>Tablo 4.51.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....                              | 105 |
| <b>Tablo 4.52.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....                            | 106 |
| <b>Tablo 4.53.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları .....                            | 107 |
| <b>Tablo 4.54.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam flavanol bileşen miktarına etkisi.....  | 108 |
| <b>Tablo 4.55.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavanol bileşen miktarına etkisi....                        | 109 |
| <b>Tablo 4.56.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                   | 111 |

|                    |                                                                                                             |     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.57.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                              | 112 |
| <b>Tablo 4.58.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                                 | 113 |
| <b>Tablo 4.59.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                              | 114 |
| <b>Tablo 4.60.</b> | Dane ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                                  | 115 |
| <b>Tablo 4.61.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları.....                                               | 116 |
| <b>Tablo 4.62.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                              | 117 |
| <b>Tablo 4.63.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları .....                                           | 118 |
| <b>Tablo 4.64.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları.....                                             | 119 |
| <b>Tablo 4.65.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam tanen bileşen miktarına etkisi.....                  | 120 |
| <b>Tablo 4.66.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin toplam tanen bileşen miktarına etkisi .....                                      | 121 |
| <b>Tablo 4.67.</b> | Yaprak ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                                | 122 |
| <b>Tablo 4.68.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                              | 123 |
| <b>Tablo 4.69.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                                 | 124 |
| <b>Tablo 4.70.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                              | 125 |
| <b>Tablo 4.71.</b> | Dane ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları                                        | 126 |
| <b>Tablo 4.72.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                              | 127 |
| <b>Tablo 4.73.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                              | 128 |
| <b>Tablo 4.74.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                           | 130 |
| <b>Tablo 4.75.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....                            | 131 |
| <b>Tablo 4.76.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına etkisi ..... | 132 |
| <b>Tablo 4.77.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına etkisi.....                       | 133 |
| <b>Tablo 4.78.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                       | 134 |

|                    |                                                                                                                      |     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.79.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                              | 136 |
| <b>Tablo 4.80.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                                 | 138 |
| <b>Tablo 4.81.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                              | 140 |
| <b>Tablo 4.82.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                                  | 142 |
| <b>Tablo 4.83.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                              | 144 |
| <b>Tablo 4.84.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                              | 146 |
| <b>Tablo 4.85.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                           | 148 |
| <b>Tablo 4.86.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....                            | 150 |
| <b>Tablo 4.87.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ile nar ekşisi ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi ..... | 152 |
| <b>Tablo 4.88.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi .....                                    | 153 |
| <b>Tablo 4.89.</b> | Uygulama dozunun DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi..                                                  | 153 |
| <b>Tablo 4.90.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonunu indirgeme kapasitesi .....                                 | 154 |
| <b>Tablo 4.91.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....                                 | 156 |
| <b>Tablo 4.92.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi.                                         | 158 |
| <b>Tablo 4.93.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....                                 | 160 |
| <b>Tablo 4.94.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi..                                         | 162 |
| <b>Tablo 4.95.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....                                 | 164 |
| <b>Tablo 4.96.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....                                 | 166 |

|                     |                                                                                                    |     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.97.</b>  | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....            | 168 |
| <b>Tablo 4.98.</b>  | Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesi .....             | 170 |
| <b>Tablo 4.99.</b>  | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesine etkisi..... | 172 |
| <b>Tablo 4.100.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesine etkisi...                        | 173 |
| <b>Tablo 4.101.</b> | Uygulama dozunun $Fe^{3+}$ iyonu indirgeme kapasitesine etkisi .....                               | 173 |
| <b>Tablo 4.102.</b> | Standart antioksidanların metal şelatlama aktivitesi .....                                         | 174 |
| <b>Tablo 4.103.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi .....                                 | 175 |
| <b>Tablo 4.104.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi .....                               | 177 |
| <b>Tablo 4.105.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi.....                                   | 179 |
| <b>Tablo 4.106.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi .....                               | 181 |
| <b>Tablo 4.107.</b> | Dane ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi.....                                    | 183 |
| <b>Tablo 4.108.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi .....                               | 185 |
| <b>Tablo 4.109.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi.....                                | 187 |
| <b>Tablo 4.110.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi....                              | 189 |
| <b>Tablo 4.111.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının ve EDTA'in metal şelatlama aktivitesi .....                             | 191 |
| <b>Tablo 4.112.</b> | Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin metal şelatlama aktivitesine etkisi .....          | 193 |
| <b>Tablo 4.113.</b> | Ekstraksiyon çözücülerinin metal şelatlama aktivitesine etkisi .....                               | 194 |
| <b>Tablo 4.114.</b> | Uygulama dozunun metal şelatlama aktivitesine etkisi .....                                         | 194 |
| <b>Tablo 4.115.</b> | Yaprak ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi..                            | 195 |
| <b>Tablo 4.116.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                      | 197 |
| <b>Tablo 4.117.</b> | Çiçek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi ....                          | 198 |
| <b>Tablo 4.118.</b> | Çekirdek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi                            | 200 |
| <b>Tablo 4.119.</b> | Dane ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                          | 201 |
| <b>Tablo 4.120.</b> | Mezokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                      | 203 |
| <b>Tablo 4.121.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                      | 204 |
| <b>Tablo 4.122.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                   | 206 |

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.123.</b> Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi .....                                 | 207 |
| <b>Tablo 4.124.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam antioksidan kapasiteye etkisi .....                      | 209 |
| <b>Tablo 4.125.</b> Ekstraksiyon çözücülerinin toplam antioksidan kapasiteye etkisi .....                                           | 209 |
| <b>Tablo 4.126.</b> Standart bileşiklere ait RT, LOD, LOQ ve geri kazanım parametreleri                                             | 213 |
| <b>Tablo 4.127.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının gallik asit miktarları .....                       | 214 |
| <b>Tablo 4.128.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının ellagik asit miktarları .....                      | 219 |
| <b>Tablo 4.129.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarındaki punikalajin miktarları .....                     | 221 |
| <b>Tablo 4.130.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarındaki protokateşuik asit miktarları .....              | 223 |
| <b>Tablo 4.131.</b> Antosiyanin standartlarına ait RT, ana iyon ve yavru iyon parametreleri .....                                   | 236 |
| <b>Tablo 4.132.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarındaki delfinidin-3-glikozit miktarları.....            | 237 |
| <b>Tablo 5.1.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin ekstraksiyon verimleri...                                         | 245 |
| <b>Tablo 5.2.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları.....               | 251 |
| <b>Tablo 5.3.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları.....             | 252 |
| <b>Tablo 5.4.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları.....              | 253 |
| <b>Tablo 5.5.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları.....              | 255 |
| <b>Tablo 5.6.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları.....                 | 256 |
| <b>Tablo 5.7.</b> Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları..... | 258 |
| <b>Tablo 5.8.</b> Nar bitkisinin farklı dokularının ve standartların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması .....            | 260 |

|                    |                                                                                                                                    |     |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 5.9.</b>  | Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....      | 265 |
| <b>Tablo 5.10.</b> | Tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....    | 268 |
| <b>Tablo 5.11.</b> | Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....       | 272 |
| <b>Tablo 5.12.</b> | Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....    | 276 |
| <b>Tablo 5.13.</b> | Dane ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları.....         | 280 |
| <b>Tablo 5.14.</b> | Mezokarp ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....    | 284 |
| <b>Tablo 5.15.</b> | Ekzokarp ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....    | 288 |
| <b>Tablo 5.16.</b> | Bütün meyve ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları ..... | 292 |
| <b>Tablo 5.17.</b> | Nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları .....  | 296 |

# 1. GİRİŞ

Son yıllarda sağlıklı bir yaşam tarzını benimseyerek uzun bir ömür yaşama konusundaki farkındalığın artması, vücudumuzun çeşitli stres, enfeksiyon ve diyabet, yaşlanma, kardiyovasküler ve kanser gibi çeşitli patolojilere karşı savaşıma kabiliyetini geri kazandırabilecek, besinsel olarak zengin içeriğe sahip doğal gıda ürünlerine olan ihtiyacı arttırmıştır (1).

Günümüzde, sentetik antioksidanların vücuda verdiği olası yan etkilerin açıklandığı bilimsel çalışmalar doğrultusunda, antioksidan etkisi başta olmak üzere sağlık üzerine olumlu etkileri olan doğal kaynakların kullanımına ilişkin tüketici talepleri giderek artmaktadır. Bu doğrultuda, doğal kaynaklardan elde edilen ve koruyucu tıpta fonksiyonel gıdalar olarak kullanılabilecek hedef bileşiklerin biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi ve gıda takviyesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasına yönelik yapılan çalışmalar hız kazanmıştır.

Doğal antioksidan özelliği taşıyan her türlü bitki materyalinden ve diğer canlı organizmalardan türetilen fito-kimyasal bileşenler, oksidatif stresi önleme ve düzensiz oksidatif stresi dengeleme potansiyeline sahiptir (1). Bu bileşenler, yalnızca bitkilerin kullanılan kısımlarından değil, aynı zamanda ekonomik ve çevresel faktörler düşünüldüğünde gıda yan ürünlerinden, meyve işleme tesislerinde ve tarımsal arazilerde atık olarak nitelendirilen ve değerlendirilmeyen kabuk, çekirdek, çiçek ve yaprak gibi bitkinin farklı dokularından da elde edilebilmektedir.

Her yıl büyük miktarlarda bitkisel ürün kaynaklı atık oluşmaktadır. Tarımsal hammaddeleri reçel, pekmez, meyve suyu, bitkisel yağ vs. katma değerli ürünlere dönüştüren gıda sektörü, aynı zamanda bertaraf edilemeyen yüksek miktarda atığa da neden olmaktadır. Bu durum hem ekonomik kayba hem de küresel ısınma gibi geri dönüşü olmayan çevresel etkilere yol açmaktadır (2). Bu bağlamda, meyve işleme endüstrilerinde atık olarak öngörülen çeşitli bitki organlarının yüksek katma değerli bileşikler olarak değerlendirilmesi, sadece çevresel sorunların iyileştirilmesine değil aynı zaman da yüksek besin değerine sahip çeşitli kullanım alanlarına yönelik fonksiyonel gıdaların üretilmesi için gerekli doğal kaynağa olan ihtiyacın karşılanmasında da büyük bir rol oynayacak ve ekonomiye katkı sağlayacaktır.

Meyvelerin yenilebilir kısımlarının yanı sıra yenilmeyen kısımlarının da yüksek besinsel ve fonksiyonel içeriğe sahip olduğunun farkına varılması ile meyvenin atık olarak öngörülen kısımları zengin ekstraktlara dönüştürülerek geri kazanımı ile değerlendirilebilir. Atık olarak bırakılan kısımları yüksek miktarda fonksiyonel bileşen içeren nar (3), portakal (4) ve muz (5) gibi birçok meyve örneği verilebilir.

Muz, *Musaceae* familyasına ve *Musa* cinsine ait olup 130'dan fazla ülkede yetişen tropikal bir meyvedir (6). Narenciyeden sonra en çok üretilen ikinci meyve olan muz genellikle taze olarak tüketilmektedir. Ayrıca taze muzun işlenmesiyle, kurutulmuş, dondurulmuş ve kızartılmış muz, jöle, reçel, meyve suyu, sirke ve alkollü içecekler gibi ürünler de elde edilebilmektedir. Dünya meyve üretiminin %16'sını oluşturan muz meyvesinin hasatından sonra kütesinin yaklaşık %60'ı atık olarak kalmaktadır (7). Bu atıklar etanol (8, 9), biyogaz (10), hidrojen (11) ve biyodizel (12) gibi biyoyakıtlar elde etmek için bakteriyel fermentasyon ve anaerobik bozunma süreçleriyle değişime uğrayabilen ve endüstriyel açıdan büyük önem arz eden selüloz, hemiselüloz ve doğal fiberlere sahiptir (7). Ek olarak muz kabuklarının geleneksel olarak yanık, anemi, ishal, ülser, diyabet, öksürük, aşırı âdet kanaması ve böcek ısırığı gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanılması (13–15), ayrıca güçlü antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antiproliferatif aktiviteye sahip olması ve *Mycobacteria*'lara karşı sergilediği yüksek antibiyotik özelliği ile nutrasötik ve ilaç endüstrisinde daha ileri uygulamalar için umut verici bir malzeme olarak görülmektedir (14). Ancak ülkemizde TÜİK istatistiklerine göre 2021 yılında yaklaşık 883 ton yerli muz üretilmesine rağmen, zengin içeriğe sahip olduğu düşünülen kabukları değerlendirilmemektedir (16).

Antik çağlardan beri (M.Ö. 3000-4000) tıbbi uygulamalarından (17) dolayı artan bir üne sahip olan nar bitkisi, Hipokrat, Pliny, Dioscorides ve Soranüs'ün yazılı kaynaklarında önemli bir ilaç olarak kabul edilmiş, bitkinin farklı dokuları Ayurveda, İslam, Fars ve Çin tıbbında ishal, dizanteri, ülser, burun kanaması, idrar söktürücü, Behçet hastalığında oluşan ağız aflarının iyileştirilmesi ve diş eti kanaması gibi birçok hastalığın tedavisi için kullanılmıştır (17, 18). Günümüzde nar, taze meyve, meyve suyu, şarap ve sos olarak kullanılmakla birlikte, nar yaprakları çay ve kurutulmuş nar çekirdekleri baharat olarak kullanılmaktadır (19).



Nar, yenilebilir ve yenilmeyen kısımlarında başta polifenoller olmak üzere antioksidanlar açısından son derece zengin bir meyvedir. Literatürden edinilen bilgilere göre bir ton nar suyu üretiminde, dokuz ton yan ürün oluşmaktadır (20–22).

Narın çeşitli dokularının kimyasal bileşiminin incelediği çalışmalar bitkinin; steroller, yağ asitleri, terpenoidler, alkaloidler, gallotanenler, kateşinler, antosiyaninler ve özellikle de hidrolize edilebilir tanenler olmak üzere zengin polifenol içeriğe sahip olduğunu göstermiştir (23, 24). Bu polifenoller; antioksidan, antimikrobiyal, antikanser, antiateroskleroz, antialzheimer, antihipertansif aktivite ve lipid ve glukoz metabolizmasının düzenlenmesi gibi çeşitli farmakolojik etkiler göstermektedir (17, 24). Nar bitkisinin fito-kimyasal bileşenlerinin tür ve içerikleri ve dolayısıyla antioksidan aktivitesi, iklim değişikliği, cins, olgunluk, yetiştiği bölge, toprak tipi, sıcaklık ve ışık gibi faktörlerden etkilenmektedir (25–28). Sözü edilen bu değişkenler bitkinin kalitesini etkilerken doğal olarak fito-kimyasal bileşiminin ve farmakolojik etkisinin değişimine de neden olmaktadır.

Bu bağlamda, ülkemizde Adıyaman ilinin Kâhta ilçesinde yetiştirilen nar bitkisinin “Hicaznar” çeşidinin dane, çekirdek, yaprak, kabuk (mezokarp/ekzokarp), çiçek, tomurcuk ve bütün meyve dokuları ile bu narlardan üretilen nar ekşisinin farklı polaritedeki çözücülerle ekstraksiyonundan elde edilen ekstraktların fito-kimyasal özelliklerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucuna göre, nar bitkisinin özellikle atık olarak nitelendirilen dokularının yüksek katma değerli bileşikler olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. *Punica granatum* L. (Nar)

Nar (*Punica granatum* L.), Mrytales takımı, *Punicaceae* familyası, *Punica* cinsine ait, yaprak döken, 5 metreye kadar büyüyeabilen çalı veya ağaç formunda; gövdesi koyu gri ağaç kabuğu ile pürüzsüz ve genç dalları dörtgen şeklinde bazen dikenli; yaprakları karşılıklı, basit ve tam kenarlı ve çiçekleri koyu kırmızı, turuncu-kırmızı veya nadiren beyaz renkli olan bir bitkidir (18, 29, 30).

*Punica cinci*, *P. granatum* L. ve *P. protopunica* Balf. olmak üzere iki tür içermektedir (38). Anavatanı İran olan nar, daha sonra Afganistan, Hindistan, İtalya, Türkmenistan, Afrika, Rusya, Ukrayna, İspanya, İsrail, Avustralya gibi dünyanın birçok ülkesine yayılmış ve bu yayılım genetik çeşitliliği oluşturmuştur (28, 31, 32). Dünyanın en büyük nar germplazmı koleksiyonu 1117 katılım ile Türkmenistan'da bulunurken, ülkemiz de ise bu koleksiyon 370 katılımdan oluşmaktadır. Dünya çapında toplam nar üretim alanının ise 300.000 hektardan fazla olduğu ve ekim alanının yaklaşık %76'sının Hindistan, Türkiye, İran, Çin ve ABD'de bulunduğu tahmin edilmektedir (28). Meyvenin dünya genelinde üretimi 2017 yılında 3.8 milyon ton iken (33), TÜİK verilerine göre Türkiye'de üretim 2017 yılında 502.606 tondan 2021 yılında 647.676 tona ulaşarak artış göstermiştir (16). Ülkemizde sıklıkla tüketilen ticari nar çeşitleri ise "Hicaznar, Onurnar, Hicrannar, Esinnar, Katırbaşı, Suruç, Zivzik ve Yılmaznar" olarak bilinmektedir (34, 35).

Antik çağlardan beri (M.Ö. 3000-4000) farklı uygarlıklar narın, meyve olarak tüketilmesinin yanında iyi şansın, kalıcılığın, esenliğin, kadınlığın, doğurganlığın, bilginin, ölümsüzlüğün, bolluğun ve bereketin bir sembolü olduğuna inanmışlardır (17, 36). İncil ve Kur'an-ı Kerimde de bahsedilen nar meyvesi Budizim, Yahudilik, Hristiyanlık gibi farklı dinlerde önemli bir rol oynamaktadır. Antik Mısır'da meyve olarak tüketilip ölümden sonraki hayatı sembolize etmek için mezarların ve duvarların boyanmasında kullanılmıştır. M.Ö. 1550 yılına ait Ebers papirüslerinde narın tenya paraziti tedavisinde kullanıldığı yine Kızılderililer tarafından diyabet tedavisinde kullanılması narın tıbbi kullanımının da bilindiğini göstermektedir (37, 38). Ayrıca Pliny, Hipokrat, Soranus ve Dioscorides'in yazılarında bitkinin farklı dokularının ilaç olarak kullanımının tarif edildiği görülmektedir (39).

Nar bitkisi Ayurvedik tıp sisteminde, antiparaziter ve antidiyarik bir ajan olarak ve kan toniği, aft, dizanteri, ülser tedavisinde (17, 39); Unani tıbbında diyabet tedavisinde; Yunan ve Arap tıbbında idrar söktürücü olarak ve öksürük, göğüs ağrısı, sarılık, safra rahatsızlıklarını tedavisinde; Fars tıbbında baş ağrısı, ülser, ağız kokusu, dış eti kanaması ve Behçet hastalığının tedavisinde; İslam geleneğinde sarılık, öksürük, dalak ve dış eti rahatsızlıklarının tedavisinde; Çin tıbbında ise, dış eti iltihabı, ishal, mide ağrısı, mide bulantısı, hazımsızlık, ishal, anoreksiya ve hemoroid tedavisinde kullanılmaktadır (17).

Temelde antioksidan ve antiinflamatuvar moleküller olarak işlev gören sayısız biyoaktif bileşeni ile nar (25), antibakteriyel (40), antifungal (41), antiviral (42), antikanser (43), antidiyabetik (44), antidiyareik (45), antialerjik (46), antiaterojenik (47), antihipertansif (48) ve antimutajenik (49) etkiler göstermektedir. Sağlık açısından pek çok yararı bulunması nedeniyle “süper gıda” unvanını alan nar, aynı zaman da “gençlik iksiri” olarak da tanınmaktadır (25, 39).

### **2.1.1. Nar Bitkisinin Dokuları**

Nar meyvesi genel olarak kabuk (ekzokarp ve mezokarp), dane ve çekirdek olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Tarımsal-endüstriyel atık olarak nitelendirilen nar kabuğu, çeşidine bağlı olarak meyve ağırlığının yaklaşık %49-50’sini oluşturmaktadır (50, 51). Nar kabuğu çok sayıda flavonol, flavonoid (luteolin, kaemferol, kuersetin) ellagitanen, gallotanen, proantosiyanidin ve antosiyaninler gibi fenolik bileşikler; potasyum, azot, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi mineraller; şeker (glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltoz), protein, ham lifler, yağ asitleri ve organik asitler içermektedir (32, 37, 50, 51).

Nar meyvesi, ekzokarp ile sarılmış, süngerimsi beyaz bir zara gömülü beyaz, kırmızı ve mor renklere 200-1400 adet dane içerir (52). Meyve ağırlığının yaklaşık olarak %45-52’sini oluşturan daneler, %10.6 oranında şeker (fruktoz ve glikoz), %1.4 oranında pektin, %0.2-1.0 oranında ise polifenoller ve çeşitli mineraller içermektedir (53, 54).

Nar meyvesi, meyve ağırlığının yaklaşık olarak %18-20’sini oluşturan ve %12-20 oranında yağ içeren çok sayıda çekirdeğe sahiptir (32). Nar çekirdeği yağı %65-80 oranında yağ asitleri içermektedir. En önemli yağ asitleri, punisik asit başta olmak üzere

palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve araşidik asittir. Nar çekirdeği yağının hem erkeklerin hem de kadınların üreme sistemleri için kanserle mücadele önemli bir potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir (28). Yapılan çalışmalar nar çekirdeği yağının ana biyoaktif bileşeni olan punisik asidin, Alzheimer, Parkinson ve Huntington hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde önemli bir nutrasötik bileşik olduğunu göstermiştir (55).

Nar yaprakları ellagitanenler (punikalın ve punikalajin), fenolik asitler (gallik asit ve ellagik asit), flavonoidler (apigenin, luteolin ve rutin) gibi fito-kimyasallar (56) ve değerli mineraller içermektedir (57).

Nar çiçekleri yapısında bulunan gallik asit, şiringik asit, ellagik asit, tannik asit, pelargonidin-3-O-glikozit, pelargonidin-3,5-diglikozit, pelargonidin-3-glikozit, oleanolik asit, ursolik asit, maslinik asit, punikalın ve punikalajin gibi birçok fenolik bileşik ile eşsiz bir antioksidan kaynağı olarak görülmektedir (58–61).

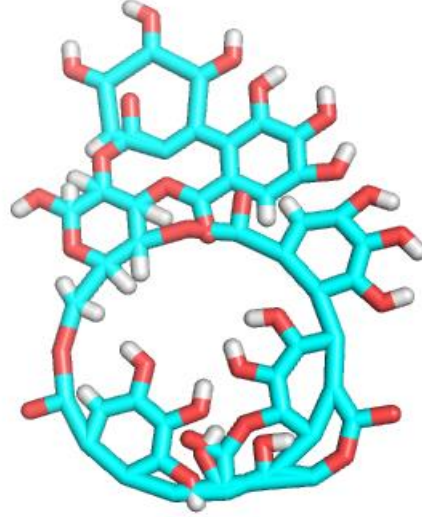
### **2.1.2. Nar Bitkisinin Biyoaktif Bileşikleri ve Farmakolojik Özellikleri**

Gıdalardaki biyoaktif bileşikler, metabolik süreçlerde etkisi olan ve sağlığa faydalı etkileri bulunan fito-kimyasallar olarak tanımlanır. Bu bileşenler, bitkinin yetiştiği, iklim, toprak, bölge, yetiştirilme şekli, cinsi ve hasat zamanındaki olgunluğu gibi çeşitli faktörlerden etkilenecek değişiklik göstermektedir (62). Narda tanımlanan ve doğrudan veya dolaylı olarak sağlığa yararları atfedilen fenolik bileşiklere punikalajin, gallik asit, ellagik asit, kateşin ve kuersetin örnek olarak verilebilir.

Fenolik bileşikler; aromatik bir hidrokarbon grubuna bağlı, bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubundan oluşan bileşiklerdir. Moleküldeki fenollerin sayısına bağlı olarak bileşikler basit fenoller veya polifenoller olarak tanımlanırlar. Nar bitkisinde bulunan en önemli fenolik bileşikler hidrolize edilebilir tanenler ve flavonoidlerdir(28).

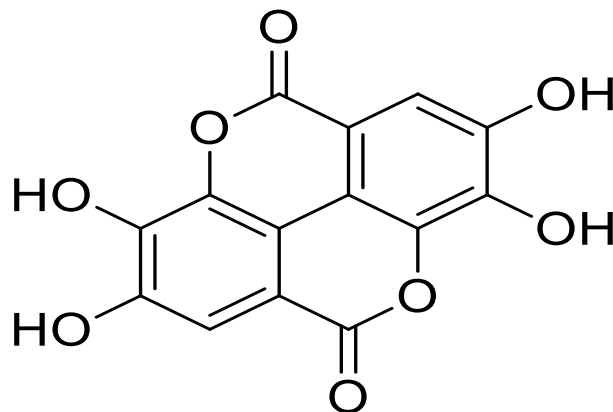
Hidrolize edilebilir tanenler (gallotanenler ve ellagitanenler), gallik asitten türetilen fenolik bileşiklerdir. Nar bitkisinin ekzokarp, mezokarp ve dane dokularında en bol bulunan ellagitanen punikalajin (Şekil 2.1) olup narın temel aktif bileşeni olarak bilinmektedir. Bileşik, süperoksit anyon, singlet oksijen ve hidroksil radikal giderme özelliğine sahip olduğu için serbest radikal süpürücü (antioksidan) olarak kabul edilir (63). Punikalajin ayrıca, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar, antibakteriyel,

hepatoprotektif, antidiyabetik, antiobezite, antiaterosklerotik ve antikanser gibi geniş farmakolojik aktiviteye sahiptir (63–65).



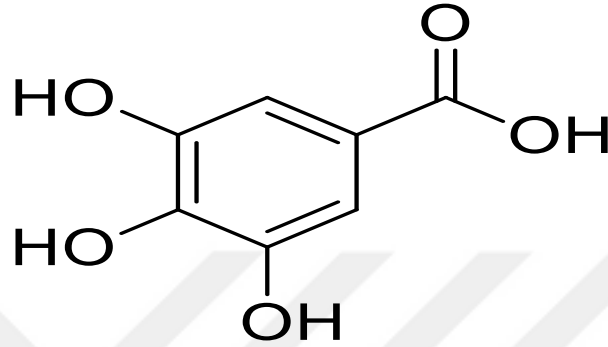
**Şekil 2.1.** Punikalajin molekül yapısı

Nar bitkisinde bulunan bir diğer önemli fenolik bileşik ellagik asittir. Bitkinin çekirdek, ekzokarp, mezokarp ve dane dokularında bol miktarda bulunan ellagik asidin, bir çok hastalığı tedavi edici potansiyele sahip olduğu bilinmektedir (28, 66). Yapısında bulunan hidroksil grupları sayesinde hidrojen donörü olarak davranır ve çeşitli reaktif oksijen türlerini gidererek ve serbest radikal oksidasyon zincirini bloke ederek antioksidan aktivite göstermektedir.



**Şekil 2.2.** Ellagik asit molekül yapısı

Ellagik asit (Şekil 2.2) ayrıca, kanser hücrelerinin apoptozunu indüklemeye, kanser hücrelerinin büyümesini, istilasını ve kanser hücrelerindeki enzimlerin ekspresyonunu inhibe edebilme özellikleri ile kanser oluşumunu önleyebilme ve kontrol edebilme yeteneğine sahiptir (50). Antioksidan ve antikanser aktivitelerine ek olarak bileşik; antialerjik, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal (67), antitirozinaz ve antiviral (68) gibi çeşitli farmakolojik aktivitelere sahiptir (28, 69).



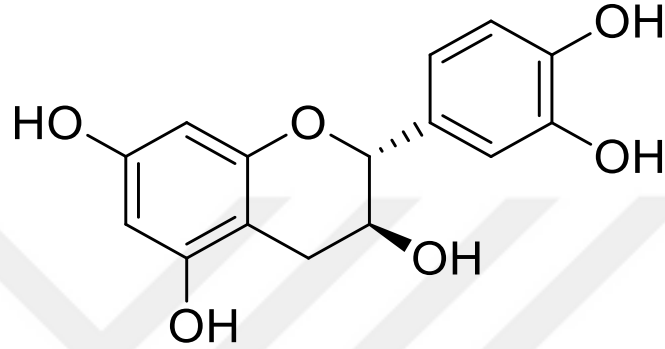
**Şekil 2.3.** Gallik asit molekül yapısı

Başlıca fenolik asitlerden biri olarak kabul edilen gallik asit (Şekil 2.3), nar bitkisinin kabuk, çekirdek, çiçek, dane ve yaprak dokularında bulunmaktadır. Gallik asit antioksidan, antitirozinaz (70), antiinflamatuvar (71), antikanser (72), antidiyabet (73), antiobezite (74), antimikrobiyal (75), antimiokardiyal iskemi (34, 76), antiülser (77) ve antiviral gibi birçok farmakolojik aktiviteye sahip olmasının yanı sıra doğada yüksek miktarda bulunması onu yeni güçlü farmakoforların tasarlanmasında öncü bir bileşik haline getirmiştir (78).

2-fenil benzopiron yapısına sahip olan flavonoidler, polifenollerin büyük bir kısmını oluştururlar. Flavonoidler biyolojik olarak çeşitli özelliklere sahip olduğu için yapı-aktivite ilişkileri bilim insanlarının yoğun ilgisini çekmektedir. Flavonoidler yapısal olarak birbirine benzemesine rağmen, küçük yapısal modifikasyonlar, hidroksil gruplarının sayısı ve spesifik konumları flavonoidlerin biyolojik aktivitelerini ve bu aktivitelerin etkinlik derecesini belirlemektedir (79). Nar bitkisinde bulunan en önemli flavonoidler kateşin, epikateşin, kaemferol, kuersetin, luteolin, rutin ve antosiyaninlerdir (28).

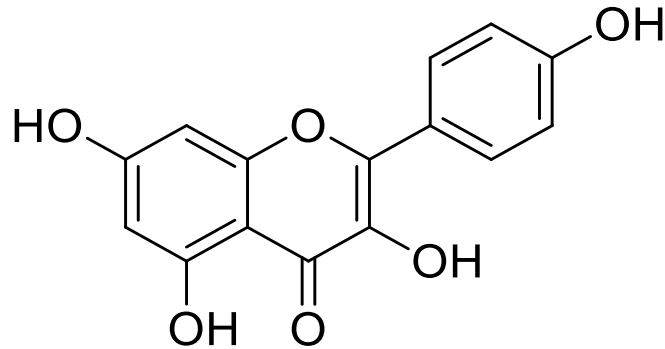
Kateşin (Şekil 2.4) insan diyetinin en önemli bileşenlerinden biridir. İnsan diyetindeki yüksek kateşin seviyesi genellikle kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi yaygın kronik hastalık riskinin azalmasıyla ilişkilendirilebilir. Kateşinlerin sağlığa yararlı

etkileri, singlet oksijen, peroksinitrat, hipokloröz asit ve peroksi radikalleri gibi serbest radikalleri gidererek sergiledikleri güçlü antioksidan aktivitelerine atfedilir (80). Bileşik antioksidan aktiviteye ek olarak, antimutajenik, antialerjik, antidiyabetik, antihipertansif, antiobezite, antiplatelet, antiinflamatuvar, antiproliferatif, kemopreventatif ve nöroprotektif etkiler göstermektedir (81–84). Kateşin ve epikateşin nar bitkisinin mezokarp, ekzokarp, meyve (85), çekirdek, yaprak (34), çiçek, kök ve ağaç kabuğu (86) dokularında bulunmaktadır.



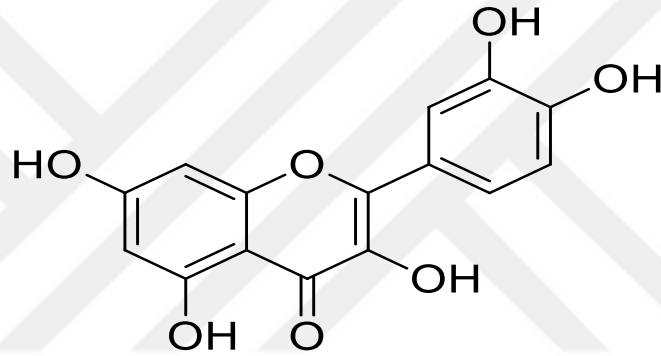
**Şekil 2.4.** Kateşin molekül yapısı

Bitki türevli polifenoller arasında kaemferol (Şekil 2.5), antioksidan, antikanser ve antiinflamatuvar kullanımları gibi çeşitli terapötik uygulamalara sahip değerli bir fonksiyonel gıda bileşenidir (87). Nar bitkisinin kabuk (51) ve çiçek (88) dokularında bulunan kaemferol, akciğer, kolon, yemek borusu, pankreas, yumurtalık, meme, mide, prostat ve mesane gibi kanser türlerine karşı antiproliferatif ve proapoptotik aktiviteye sahiptir (87, 89–92).



**Şekil 2.5.** Kaemferol molekül yapısı

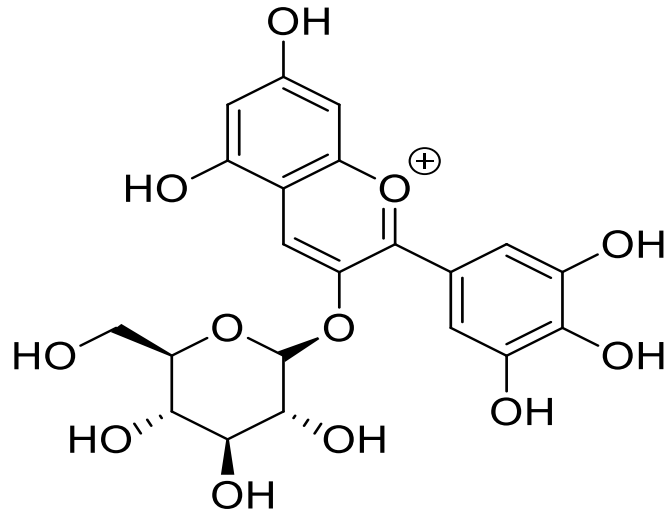
Kuersetin (Şekil 2.6), biyolojik ve farmasötik özellikleri nedeniyle birçok araştırmacının dikkatini çeken ve doğada bulunan en yaygın flavonollerden biridir. Nar bitkisinin yaprak, çiçek, çekirdek, meyve ve kabuk dokularında bulunan kuersetin (34, 88), yapısında bulunan 3-hidroksikromon, 5-hidroksikromon ve 3',4'-dihidroksil grupları ile metal iyonlarını ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  ve  $Cu^{2+}$ ) şelatlayarak ve peroksil radikallerini temizleyerek antioksidan aktivite göstermektedir (93). Antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri, kardiyovasküler hastalıkların ve kanserin önlenmesi ve tedavisi ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca yapılan *in vivo* ve *in vitro* araştırmalar kuersetinin antibakteriyel, antitümör, antianjiyogenik (94), antiviral, antidiyabetik, antihipertansif, antiobezite, antiateroskleroz, antihiperkolesterolemik aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir (95–100).



**Şekil 2.6.** Kuersetin molekül yapısı

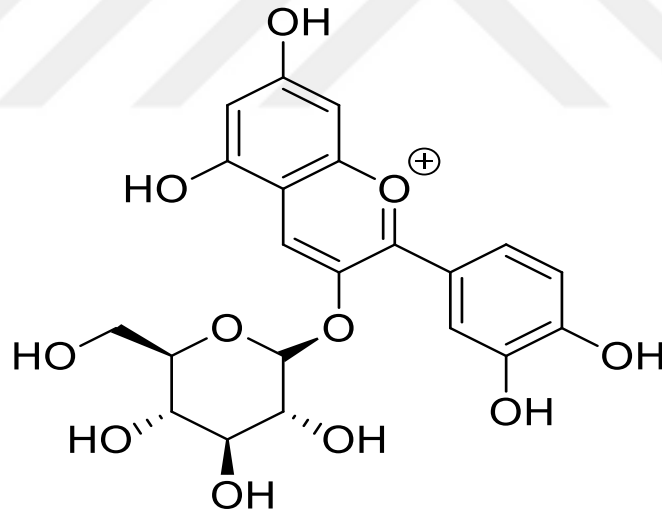
Kimyasal olarak antosiyaninler, 2-fenil benzopirilyum tuzlarının polihidroksi veya polimetoksi türevleridir. Antosiyaninler sahip olduğu yapısal özellikler (pozitif yük, aromatik hidroksil gruplarının sayısı ve düzeni, yapısal konjugasyonun kapsamı ve halka yapısında elektron veren ve elektron çeken sübstitüentler) sayesinde serbest radikallere karşı etkili bir hidrojen donörü olarak davranır ve radikal oluşumunu önlerler (101). Nar bitkisinin dane, kabuk, yaprak ve çiçek dokularında bulunmaktadır (102).





**Şekil 2.7.** Delphinidin-3-glikozit molekül yapısı

Delphinidin-3-glikozit (Şekil 2.7) ve siyanidin-3-glikozit (Şekil 2.8) nar bitkisinde en bulunan antosiyanin bileşiklerdir. Antosiyaninler antioksidan aktivitelerinin yanı sıra antikanser, antidiyabetik, antimikrobiyal, antiinflamatuar, antiplatelet, antimutajenik ve antiproliferatif etkilerde göstermektedir (103–107).



**Şekil 2.8.** Siyanidin-3-glikozit molekül yapısı

## 2.2. Serbest Radikaller

Biyolojik sistemlerde, genellikle oksijenden türetilen ve reaktif oksijen türleri (ROS) olarak tanımlanan çeşitli serbest radikaller mevcuttur. ROS, hücresel metabolizmanın yan ürünleri olup (108) reaktif azot türleri (RNS), reaktif kükürt türleri (RSS) ve birçoğu serbest radikal olan farklı türleri içermektedir (109). ROS, reaktif türlerin en önemli grubudur ve serbest radikallere ek olarak eşleşmemiş elektronları

olmayan ancak oldukça reaktif özellik gösteren  $H_2O_2$ ,  $^1O_2$ ,  $HClO$  ve  $O_3$  türleri de içermektedir. Bir veya daha fazla eşlememiş elektrona sahip olan ve yüksek reaktiviteye yol açan serbest radikaller, bir atom veya molekül bir elektronu kaybettiğinde veya kazandığında ya da bir kovalent bağın homolitik bölünmesi sırasında oluşurlar (109). Ayrıca, beslenme faktörleri (kahve, alkol, katkı maddeleri ve işlenmiş yiyecekler) çevresel kirleticiler, sigara, UV radyasyon, X ışınları, iyonlaştırıcı radyasyon, ilaç, ozon, böcek ilaçları, aşırı egzersiz, kimyasal çözücüler ve hava kirleticiler (formaldehit, benzen, klor, toluen, ozon) serbest radikal oluşumuna neden olan dış faktörlerdir (110, 111).

ROS canlı organizmalar için protein fonksiyonunun modülasyonu, çeşitli hormonların üretimi ve hücre sinyallerinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (112). ROS'un aşırı üretimi ise, hücre içerisinden uzaklaştırılma kapasitesinin yetersiz olması durumunda hücre içerisinde birikerek kanser, iltihaplanma ve nörodejeneratif hastalıklarla ilişkili hücrelerde ciddi hasara yol açan oksidatif strese neden olur (109, 112).

İnsan vücudu dahil olmak üzere tüm canlı organizmalar, ROS'ni ve serbest radikalleri temizleyen endojen ve eksojen antioksidan bileşikler üreterek kendilerini koruyabilirler. İnsan vücudu, çok sayıda hastalığa ve diğer oksitleyici ajanlara neden olan serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı koyan doğal bir enzimatik ve enzimatik olmayan savunma sistemine sahiptir. ROS'nin insan vücudundan atılması, hastalıkların önlenmesinde ve insidansının azaltılmasında yardımcı olur (110).

### 2.3. Antioksidanlar

Antioksidanlar, serbest radikal reaksiyonlarını inhibe edebilen, hücre hasarını geciktirebilen veya önleyebilen, oksitlenebilme potansiyeline sahip substratlardan daha düşük konsantrasyonlarda bulunarak oksidasyonu geciktiren veya önleyen moleküller olarak tanımlanmaktadır (109). Antioksidanlar, ROS'nin oksidatif süreçlerini ve zararlı etkilerini azaltmak için hem gıda sistemlerinde hem de insan vücudunda hayati bir rol oynamaktadır. Antioksidan bileşikler, işleme ve depolama sırasında gıda ve farmasötik ürünlerin bozulmasının ana nedenlerinden biri olan lipid peroksidasyon sürecini geciktirerek serbest radikalleri giderebilir ve gıda ürünlerinin besinsel nitelikleri üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın ürünlerin raf ömrünün uzatılabilmesine olanak sağlamaktadır (110). Sağlıklı bir yaşam sürdürmek için insan antioksidan savunma sisteminin görevi, ROS'nin sağlığı geliştirici rollerini sürdürmelerini engellemeden aşırı

miktarda oluşabilecek ROS'ni gidermektir. Hücresel antioksidan sistemi, endojen (enzimatik) ve eksojen (enzimatik olmayan) türler olmak üzere bir dizi biyoaktif bileşenden oluşmakta (113, 114) ve redoks homeostazı olarak bilinen, hücrelerde var olan doğal dengeyi korumak için ROS'nin miktarını kontrol etmektedir.

Süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz ve katalaz enzimleri en iyi bilinen enzimatik antioksidanlardır ve ROS için yüksek afiniteye sahip olduklarından oksidatif stres durumunda etkin bir koruma sağlarlar (113).

Bir metalloenzim olan süperoksit dismutaz, metal kofaktörlerine göre insan vücudunda CuZn-SOD, Mn-SOD ve daha az oranda Fe-SOD olmak üzere 3 formda bulunmaktadır (113). SOD, süperoksit radikal anyonunun ( $O_2^{\bullet-}$ ) hızlı dismutasyonunu katalizleyerek, katalaz ve peroksidaz tarafından uzaklaştırılabilen bir yan ürün olan hidrojen peroksit üretir ve metal katalizli reaksiyonlar yoluyla  $\bullet OH$  oluşumu tehlikesini azaltarak (109, 111) antioksidan savunma sisteminde önemli bir rol oynar.

Tüm canlı organizmalarda bulunan ve serbest radikallerin oluşumunu önleyen antioksidan savunma sisteminde rol oynayan katalaz (114), hidrojen peroksitin toksik olmayan su ve oksijen ürünlerine ayrışma reaksiyonunu katalize eder (113). Ayrıca, hidrojen peroksit konsantrasyonunun düşük olduğu durumlarda metanol, etanol, formik asit ve fenoller gibi hidrojen donörleriyle reaksiyona girerek peroksidaz aktivitesi sergiler ve bileşiklerin oksidasyon reaksiyonlarını gerçekleştirir (111).

Glutatyon peroksidaz, mitokondri ve sitozolde elektron donörü olarak indirgenmiş glutatyon kullanarak  $H_2O_2$  veya organik hidroperoksitlerin suya veya karşılık gelen alkollere indirgenmesini katalize eden önemli bir endojen antioksidandır (115, 116). Glutatyon peroksidaz enzimleri, prooksidanların detoksifikasyonunun yanı sıra peroksit homeostazının sürdürülmesinde, karsinogenezde, ferroptosis dahil olmak üzere hücre ölümünün düzenlenmesinde ve sperm kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar (117).

Endojen antioksidanlar vücudu ROS'ne karşı korumada yetersiz kaldıklarında, hücresel antioksidan sisteminin eksojen antioksidanlar ile desteklenmesi gerekmektedir. E vitamini, karotenoidler ve polifenoller vücutta sentezlenmedikleri için diyetle alınması gereken, önemli fizyolojik fonksiyonlara sahip eksojen antioksidanlardır (113).

Yağda çözünen bir vitamin olan E vitamini, tüm hücre zarlarında bulunan güçlü bir antioksidandır. E vitamini doğal olarak alfa, beta, gama, delta tokoferoller ve alfa, beta, gama, delta-tokotrienoller olmak üzere sekiz şekilde bulunabilir. E vitamini türevleri arasında biyolojik olarak en aktif olan molekül  $\alpha$ -tokoferoldür (118). E vitamini, ROS'ne karşı lipid zarlarını korumakla birlikte, insanlarda antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser ve antiaterojenik aktiviteler üzerinde doğrudan etkiler göstermekte ve gen transkripsiyonunun düzenlenmesinde görev almaktadır (119).

Karotenoidler, bitkiler, algler, mantarlar ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen ve onların kırmızı, turuncu ve sarı renklerinden sorumlu olan doğal lipofilik pigmentlerdir (120). Elektron taşıma ajanı olarak hareket eden karotenoidler, organları, dokuları ve hücreleri singlet oksijenin, oksijen radikallerinin ve lipid peroksitlerin zararlı etkilerinden koruyan doğal antioksidanlardır (121). Karotenoidler aynı zamanda, göz, kemik ve kardiyovasküler sağlıkta, antioksidan, antitümör, antiaging ve antiinflamatuvar ajanlar olarak kanserin önlenmesinde, bilişsel performansın ve bağışıklık fonksiyonunun artırılmasında kullanılmaktadır (120).

Oksidatif süreçleri önlemek ve gıdaların depolanması sırasında lezzetini, dokusunu ve rengini korumak için ticari olarak sentetik antioksidanlarda kullanılmaktadır. Bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi tolüen (BHT), alfa-tokoferol ( $\alpha$ -TOK), tersiyer bütıl hidrokinon ve propil gallat gibi sentetik antioksidanlar gıda, kauçuk, plastik, mineral yağ, hayvan yemi, bebek maması ve gıda ambalajlarında ve ayrıca petrol, kozmetik ve farmasötik ürünlerde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (122, 123). Ancak sentetik antioksidanlara uzun süreli maruziyet DNA hasarı, kanserli tümörlerin gelişmesi, mitokondriyal disfonksiyon ve kalsiyum homeostazını bozulmasına neden olarak erkek kısırlılığını tetikleyen testis sitotoksitesinin gelişmesi, (124), oksidatif stres indüksiyonu ve endokrin bozucu (125), gibi etkiler göstererek sağlık için risk oluşturmaktadır. Bu nedenle farmakolojik olarak güçlü, toksisitesinin az olduğu düşünülen, doğal kaynaklardan elde edilen ve antioksidan özellik gösteren fenolik bileşiklerin kullanımı tercih edilmektedir (123).

#### **2.4. Fenolik Bileşikler**

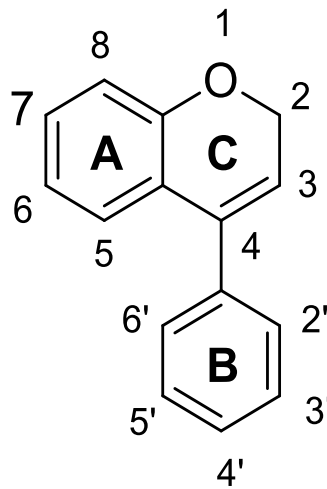
Fenolik bileşikler, farklı kimyasal yapıya ve aktivitelere sahip bitkilerde yaygın olarak bulunan ikincil metabolitler olup şikimik asit ve fenilpropanoid yolları aracılığıyla sentezlenirler. (126). Fenolik bileşikler bitkilerin enzim aktivitesi, besin alımı, fotosentez

ve protein sentezi fonksiyonlarında ve biyotik ve abiyotik stres koşullarında adaptasyon sürecinde rol oynarlar (127, 128). Meyve, sebze, tahıl, baklagil, çay, şarap ve kahve gibi çeşitli bitkisel ürünlerde bulunan fenolik bileşikler, bitki besinlerinin renk, tat, koku gibi organoleptik özelliklerinden de sorumludurlar (129).

Fenolik bileşikler gıdalarda burukluk, acılık, lezzet, renk, koku ve oksidatif stabiliteyi manipüle etmek için kullanılırken, yapılan epidemiyolojik çalışmalar ve bunlara eşlik eden meta-analizler sonrasında sağlık açısından günlük diyetle bitki fenolikleri alımının diyabet, kanser, osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar ve nörodejeneratif hastalıklara karşı korunmada da önemli bir rol oynadığını göstermiştir (127).

Kimyasal olarak fenolik bileşikler, aromatik bir hidrokarbon grubuna bağlı hidroksil grupları ile karakterize edilen (130) ve 10000 bitki bileşiğinden oluşan geniş bir ailedir (131). Molekül yapılarındaki fenol birimlerinin sayısına, konumlarına ve fenol birimleri arasındaki bağlantılara bağlı olarak flavonoidler ve flavonoid olmayanlar şeklinde sınıflandırılabilirler (132).

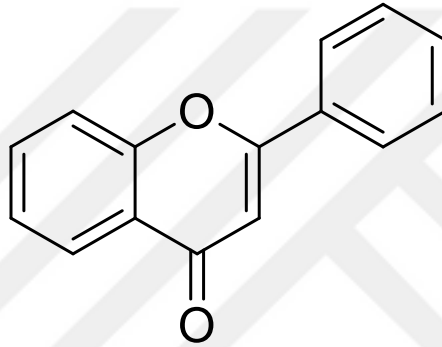
Flavonoidler insan diyetindeki başlıca polifenollerdir. Tohumların, çiçeklerin, meyvelerin, yaprakların ve ağaç kabuklarının çeşitli renklerinden sorumlu fitokimyasallardır (133). Yapısal olarak flavonoidler (Şekil 2.9) A, B ve C olarak adlandırılan C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> şeklinde 3 halka ile düzenlenmiş 15 karbon atomlu bir flavan çekirdeğinden oluşur.



**Şekil 2.9.** Flavonoid temel molekül yapısı

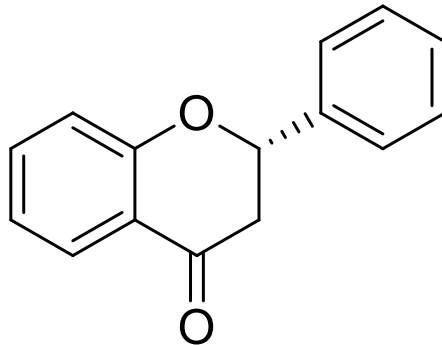
Flavonoidler, flavonlar, flavanonlar, flavonoller, flavanoller, antosiyaninler ve izoflavonlar olmak üzere altı alt gruba ayrılırlar (127, 129). Flavonoidlerin biyolojik ve oksidatif özellikleri, onların antifungal (134), antibakteriyel, antialerjik (135), kardiyoprotektif (136), antidiyabetik, antiobezite (137), antiinflamatuvar (138), antikanser (139), antiviral (140) ve antioksidan aktivitelerinden sorumludur (133, 141).

Flavonlar (Şekil 2.10), flavonoidlerin en büyük sınıflarından biridir. Flavonların hetero halkasında C2 ve C3 atomları arasında bir çift bağın bulunması karakteristiktir. Bitkilerde hem serbest (aglikon) hem de glikozitleri halinde bulunurlar. Flavonların çoğu kereviz, çay, kırmızı biber ve portakalda bulunan 7-O- glikozitleridir. Apigenin ve luteolin en yaygın flavon bileşikleridir (142).



**Şekil 2.10.** Flavon temel molekül yapısı

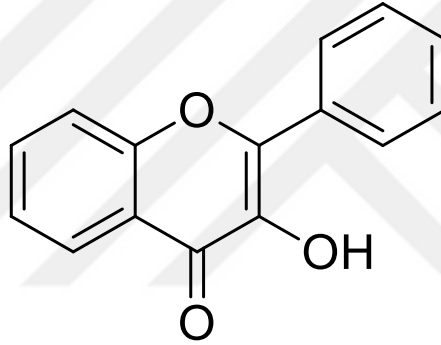
Dihidroflavonlar olarak da bilinen flavanonlar (Şekil 2.11), doymuş bir C halkasına sahiptir. Diğer flavonoidlerden C2 ve C3 karbon atomları arasındaki çift bağın doymuş olması ile yapısal olarak farklılık göstermektedir. En yaygın bulunan flavanonlara, narenciye meyvelerinin sularının ve kabuklarının acı bir tada sahip olmasına neden olan portakalda bulunan hesperidin ve naringin, greyfurtta bulunan naringenin örnek olarak verilebilir (142).



**Şekil 2.11.** Flavanon temel molekül yapısı

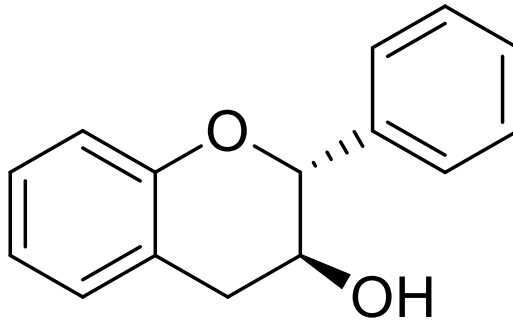
Antiviral (143) ve antiinflamatuvar (144) etki gösteren flavanonlar ayrıca tümör (145), yaşlanma (146) ve kardiyovasküler hastalıkları (147) iyileştirme ve tedavi etme potansiyeline sahip bileşiklerdir (148).

Flavonoller (Şekil 2.12), C3 pozisyonunda hidoksil grubu içeren 2-fenilbenzo- $\gamma$ -piran çekirdeği içerdiklerinden 3-hidroksiflavonlar olarak da adlandırılırlar. Mirisetin, kuersetin ve kaemferol başta olmak üzere meyvelerde (elma, üzüm, dut), sebzelerde (soğan, salatalık, domates) ve içeceklerde (çay, kırmızı şarap) en fazla bulunan flavonoidlerdir (129, 149). Bugüne kadar bitkilerden 450'den fazla flavonol aglikon ve 900'den fazla flavonol glikozit tanımlanmış olup antioksidan (150), antiviral (151), antibakteriyel (152), antikanser (153) ve kardiyoprotektif (154) gibi çeşitli farmakolojik aktivitelere sahip oldukları belirlenmiştir. (142).



**Şekil 2.12.** Flavonol temel molekül yapısı

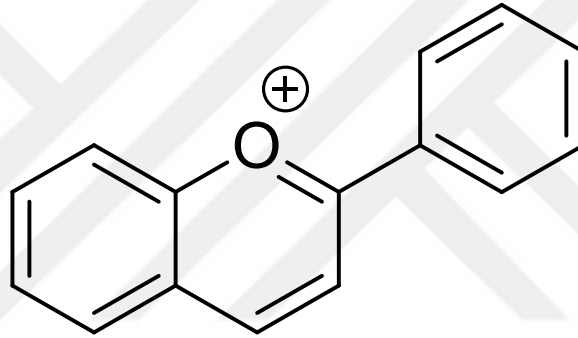
Flavanoller (tanenler) genel olarak C2 ve C3 arasında çift bağın ve C halkasının 4. pozisyonunda karbonil grubunun olmaması ve 3. pozisyonuna hidoksil grubu olması ile karakterize edilirler (142). Doğada flavan-3-ol, flavan-4-ol, izoflavan-4-ol ve flavan-3,4-ol olmak üzere dört şekilde bulunmaktadır (155). Kateşin, epikateşin, gallokateşin ve epigallokateşin bitkilerde yaygın olarak bulunan flavanollerdir (127).



**Şekil 2.13.** Flavanol temel molekül yapısı

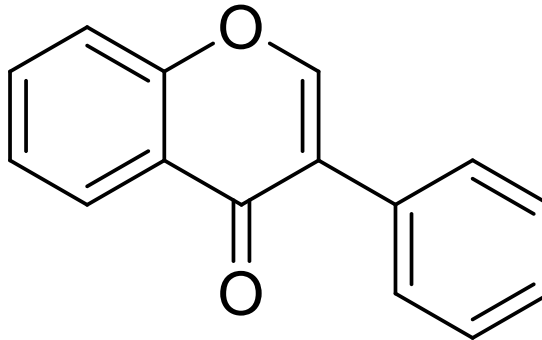
Flavanoller (Şekil 2.13), antioksidan (156), antikanser (157), antiinflamatuvar (158), antimikrobiyal (159), antiviral (160), kardiyoprotektif ve nöroprotektif ajanlar olarak çeşitli özellikler sergilemektedir (155).

Antosiyaninler (Şekil 2.14), meyvelere, sebzelere ve diğer renkli bitki dokularına kırmızı, mavi, mor hatta siyah renkleri vererek cilt pigmentasyonundan önemli bir rol oynayan flavonoid türüdür. Kimyasal olarak antosiyaninler polihidroksi ve polimetoksi türevlerinin glikozitleridir. Bugüne kadar bitkilerde 650'den fazla antosiyanin bileşiği tanımlanmıştır. Doğada en bol bulunan antosiyaninler delfinidin, siyanidin, malvidin, petunidin ve pelargonidindir (142). Antosiyaninler antimikrobiyal (159), antitümör (161), antiobezite (162), antioksidan (163), antiinflamatuvar (164), antikarsinojenik (165) ve antidiyabetik (105) olmak üzere geniş biyolojik aktiviteye sahip bileşiklerdir (104).



**Şekil 2.14.** Antosiyanin temel molekül yapısı

İzoflavonlar (Şekil 2.15), 1,2-difenilpropanın 2,3-doymamış, 4-oksi türevleridir. Memelilerde östrojen reseptörlerine bağlanarak psödohormonal aktivite gösterdiklerinden fitoöstrojen olarak da bilinirler (166). Moleküler yapıları ve boyutları nedeniyle östrojenlere benzeyen fitoöstrojenler genellikle baklagillerde bulunan ve östrojenik veya antiöstrojenik etki gösteren bileşiklerdir.

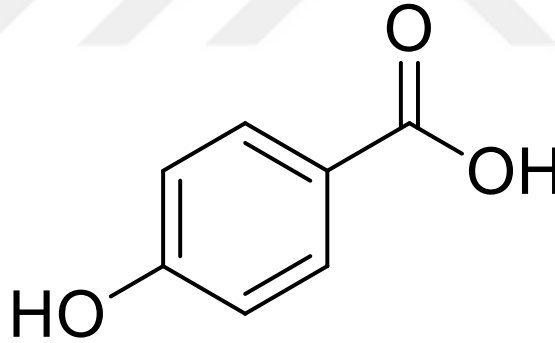


**Şekil 2.15.** İzoflavon temel molekül yapısı



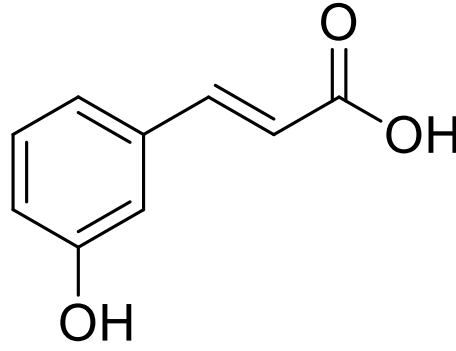
Bitkilerde fitoöstrojenler hormon olarak değil, stres ve patojenlerin saldırısı durumunda bitkilerde sentezlenen ve biriken düşük molekül ağırlıklı ikincil metabolitler olarak görev yaparlar. Bu aktif savunma bileşikleri ayrıca fungistatik, antibakteriyel (167), antiviral (168), antioksidan ve antiinflamatuvar (169) özelliklere ve anjiyogenezide önleyerek kötü huylu tümörlere karşı mücadelede önemli bir fonksiyona sahiptir (170).

Flavonoid olmayan bileşikler ise başlıca fenolik asitler, kumarinler, stilbenler ve lignanlardan oluşmaktadır. Fenolik asitler genel olarak, bir karboksilik asit grubuna sahip fenolik bileşikler olarak tanımlanır ve yapılarında bulunan karbon zincirinin uzunluğuna göre hidroksibenzoik asitler (Şekil 2.16) ve hidroksisinnamik asitler (Şekil 2.17) olmak üzere iki alt gruba ayrılır (132). Hidroksibenzoik asitler C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> yapısında, yedi karbon atomlu benzoik asit türevleridir. Gallik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, salisilik asit, ellagik asit, protokateşuik asit, şiringik asit ve vanilik asit bitkilerde en bol bulunan hidroksibenzoik asitlerdir. Hidroksisinnamik asitler, sinamik asitlerin türevi olup C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> yapısına sahip bileşiklerdir. *p*-kumarik asit, sinamik asit, kafeik asit, ferulik asit, sinapik asit, izoferulik asit ve *p*-hidroksisinnamik asit en yaygın hidroksisinnamik asitlerdir (171).



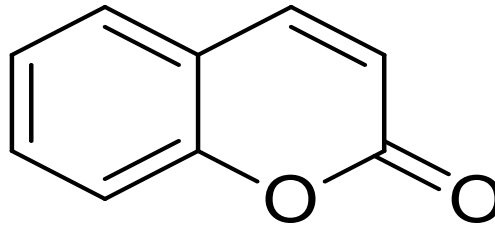
**Şekil 2.16.** Hidroksibenzoik asit molekül yapısı

Fenolik asitler, reaktif oksijen türlerini temizleme ve endojen antioksidan enzimlerinin seviyelerini artırma kapasitesine sahiptir. Yapısında bulunan -OH grupları sayesinde göstermiş olduğu antioksidan aktivitenin (172) yanı sıra gastroprotektif, antidiyabetik (173), kardiyoprotektif (174), kemopreventif (175), nöroprotektif (176) ve antiinflamatuvar (177) aktivitelere de sahiptir (132).



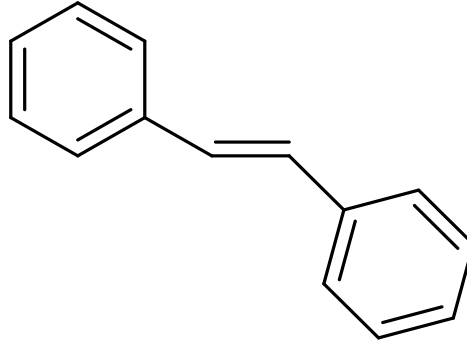
**Şekil 2.17.** Hidroksisinnamik asit molekül yapısı

Benzopiron türevlerinin alt sınıflarından biri olan kumarinler (Şekil 2.18), 1,2-benzopiron yapısı ile karakterize edilirler (178). Gıdaların kendine özel kokusundan sorumlu olan bu bileşikler, yüksek bitkilerde ikincil metabolitler olarak üretilmektedir. Bitkilerde büyüme hormonlarının ve büyüme düzenleyicilerinin aktivitesinde ve fotosentezde görev alan bu bileşikler, kimyasal yapılarına bağlı olarak antimikrobiyal (179), antioksidan (180), antikanser (181), antikoagülan (182), antiviral (183), antitüberküloz ve anti-HIV ajanları olarak aktivite göstermektedir (184, 185). Ayrıca sağladığı odunsu ve vanilya kokusu sayesinde duş jelleri, şampuan, diş macunu, sabun, tıraş köpükleri, vücut kremleri, güneş kremleri ve rujlar gibi kozmetik ürünlere ve tütün ürünlerine de eklenmektedir (185).



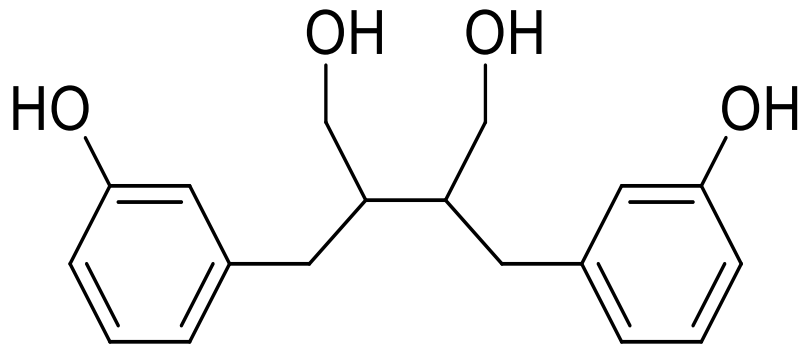
**Şekil 2.18.** Kumarin temel molekül yapısı

1,2-difeniletilen çekirdeği ile karakterize edilen stilbenler (Şekil 2.19), iyileştirici özellikleri nedeniyle ilaç araştırma ve geliştirmede önemli potansiyele sahip bileşiklerdir (186). Stilbenler kırmızı şarap, yer fıstığı, üzüm ve çilek de bol miktarda bulunmaktadır. Antioksidan (187), antiinflamatuvar, antiproliferatif (188), antikanser (189) aktivitesi ile en çok çalışılan stilben resveratrol (3,4',5-trihidroksistilben) olarak bilinmektedir.



**Şekil 2.19.** Stilben temel molekül yapısı

Lignanlar (Şekil 2.20) , bitkilerde yaygın olarak bulunan ve insan sağlığını olumlu yönde etkileyen geniş bir fizyolojik fonksiyon yelpazesine sahip ikincil bitki metabolitlerinden biridir (190). İki veya daha fazla fenilpropanoid biriminden oluşan (191) ve 1,4-diarilbütan kimyasal yapısına sahip fenolik bileşiklerdir (190). Keten tohumu ve susam (132) başta olmak üzere bir çok bitkinin kök, yaprak, tohum, çiçek, meyve ve gövde kısımlarında bulunurlar (191). En yaygın lignanlar, secoisolariciresinol, matairesinol, lariciresinol, pinoresinol ve mediaresinol (132) olup antiviral, antitümör, antikanser, antioksidan, östrojenik, antiöstrojenik, antimikrobiyal ve kardiyoprotektif özellikler sergilemektedirler (132, 190, 192).



**Şekil 2.20.** Lignan temel molekül yapısı

## 2.5. Antioksidan Etki Mekanizması

Gıdalardaki fenolik bileşenlerin antioksidan aktiviteleri genel olarak hidrojen atomu transferi (HAT) ve tek elektron transferi (SET) mekanizmaları ile gerçekleşmektedir.

Hidrojen atomu transfer mekanizması, fenolik antioksidanların, serbest radikaller ile reaksiyona girerek, serbest radikallere bir -H atomu sağlayıp onların radikal olmayan nötr türler oluşturmak üzere stabilize edilmesine dayanmaktadır (193). Oksijen radikalini absorplama kapasitesi (ORAC), toplam radikal tutma parametresi (TRAP) ve krosin ağartma yöntemi HAT mekanizmasına dayanan yöntemler arasında yer almaktadır.

Tek elektron transfer mekanizması, potansiyel antioksidanların metaller, karboniller ve radikaller dahil olmak üzere oksidan etki gösteren bileşikleri indirgemek için bir elektron transfer etme yeteneğine dayanmaktadır (110). SET mekanizmasına dayanan yöntemler ise, bakır(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC), troloks eşdeğeri antioksidan kapasite yöntemi (TEAC), demir(III) indirgeyici antioksidan gücü ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin belirlendiği yöntemlerdir.

## 2.6. Nar Bitkisi ile İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Bekir ve ark.(194), Gabsi çeşidi nar yapraklarından, farklı polaritelere sahip (*n*-hekzan, diklormetan, etil asetat, etanol ve metanol) çözücüler kullanarak elde ettikleri ekstraktların fito-kimyasal içeriklerini, antioksidan, antiinflamatuvar, antikolinesteraz aktivitelerini ve MCF-7 göğüs kanseri hücre hattına karşı sitotoksik aktivitesini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının ( $127.3 \pm 1.6$  mg GAE/g kuru ağırlık (KA)) metanol ekstraktına; en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının ( $76.9 \pm 2.45$  mg KUE/g KA) etanol ekstraktına; en yüksek tanen ve antosiyanin bileşen miktarlarının ise sırasıyla  $260.8 \pm 11.5$  mg KE/kg KA,  $3.73 \pm 0.02$  mg Cy3GE/g KA değerleri ile *n*-hekzan ekstraktına ait olduğu belirlenmiştir. Ek olarak metanol ve etanol ekstraktlarının güçlü antioksidan, antikolinesteraz ve antiinflamatuvar aktivite sergiledikleri ancak sitotoksik aktivitenin standart olarak kullanılan doksorubisinden daha düşük etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Nar yapraklarının antidiyabetik ve antihiperlipidemik etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada (195), albino sıçanlara alkoksan monohidrat enjeksiyonu

uygulanarak diyabet modeli oluşturulmuştur. Normal kontrol, diyabetik kontrol, diyabetik test ve diyabetik standart olmak üzere oluşturulan dört farklı sıçan grubundan, nar yapraklarının verildiği sıçan grubunun toplam kolesterol, trigliserit, LDL seviyelerinin ve aterosjenik indeksinin azaldığı tespit edilmiştir.

Nar yapraklarının *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus fecalis*, *Bacillus cereus* ve *Candida albicans* olmak üzere dokuz farklı mikrobiyal patojene karşı antimikrobiyal aktivitesinin araştırıldığı farklı bir çalışmada ise, yaprakların *n*-hekzan ekstraktlarının test edilen tüm patojenlere karşı etkin olduğu belirlenmiştir (196).

Fellah ve ark. (197) tarafından yapılan bir çalışmada, *P. granatum* L. bitkisinin Gabsi ve Nabli çeşitlerinin yaprak, çiçek ve kabuk dokularının %0.1 formik asit ile asitlendirilmiş metanol çözücüsü kullanılarak ekstraksiyonları yapılmış ve elde edilen ekstraktların fenolik profili ve serbest radikal süpürme aktiviteleri araştırılmıştır. Verilen sonuçlar çerçevesinde Nabli çeşidinin yaprak ve çiçek dokularının başta antosiyaninler ve flavanoller olmak üzere bol miktarda flavonoid bileşen içerdiği, Gabsi çeşidinin yaprak dokusunun ise fenolik asitler açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek antioksidan kapasiteyi Gabsi çeşidinin kabuklarının (144.4±4.5 mg GAE/100 g) ve Nabli çeşidinin çiçek dokusunun (161.6±4.3 mg GAE/100 g) gösterdiği ifade bulunmuştur.

Deneysel epilepsi modeli oluşturulan albino farelerinde, nar yapraklarının antiepileptik aktivitesinin incelenmiş ve metanol, su ve petrol eteri çözücülerini ile elde edilen ekstraktların akut oral toksisite için 2000mg/kg'a kadar güvenli olduğu ve 6 Hz ile indüklenen nöbetlerin önemli ölçüde doza bağlı olarak hafiflettiği bulunmuştur (198).

Ali ve ark. (199), *P. granatum* L. bitkisinin yapraklarının su, metanol, *n*-hekzan, aseton ve kloroform ekstraktlarının polifenol bileşen (fenolik, flavonoid ve tanen) miktarlarını ve antioksidan potansiyellerini belirlemişlerdir. 500 µg/mL konsantrasyonunda metanol ekstraktının %78±1 DPPH aktivitesi, %90±0 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> giderme aktivitesi, %88±0 SOD aktivitesi ve %90±0 NO giderme aktivitesi sergilediği ve metanol ekstraktının tüm ekstraktlar arasında en yüksek toplam fenolik, flavonoid ve tanen içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Nar tomurcuklarının antihistaminik aktivitesinin belirlenmesine yönelik Barwal ve ark. (200), tarafından yapılan bir çalışmada, klonidin ve haloperidol kullanılarak

farelerde katelepsi oluşturulmuştur. *P. granatum* L. tomurcuklarından petrol eteri, etanol, su ve kloroform çözücülerini kullanarak soxhlet ekstraksiyon tekniği aracılığı ile elde edilen ekstraktlardan etanol ve su ekstraktlarının klonidin ile indüklenen farelerde katelepsiye inhibe ederek antihistaminik aktivite sergilediği ve bu nedenle astım tedavisinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Nimali çeşidi nar bitkisinin çiçeklenme zamanından hasat zamanına kadar olan farklı olgunlaşma aşamalarında toplam fenolik bileşen miktarının, antioksidan aktivitesinin ve  $\alpha$ - ve  $\beta$ -punikalajin içeriklerinin değerlendirildiği bir çalışmada (201), en yüksek toplam fenolik içeriğin (110.37 mg GAE/ g yaş ağırlık(YA)) nar tomurcuklarına ait olduğu ve çiçek gelişimi süresince azaldığı, benzer şekilde antioksidan aktivitenin de tomurcuklarda %275.74 ile en yüksek seviyede olduğu ve çiçeklenme süresince kademeli olarak azaldığı,  $\alpha$ - ve  $\beta$ -punikalajin içeriklerinin ise değişiklik göstermediği bulunmuştur.

*P. granatum* L. (cv. Malas) çiçeklerinin fito-kimyasal özellikleri, antioksidan ve *E. coli*, *S. aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *Klebsiella pneumonia* ve *Shigella spp.* bakteri suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitesi Abdolahi ve ark. (60) tarafından araştırılmıştır. Verilen sonuçlara göre nar çiçeklerinin etanol ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarının  $40.8 \pm 1.3$  g GAE/100, toplam flavonoid bileşen miktarının  $64.38 \pm 0.81$  mg KE/g olduğu belirlenmiştir. 100 µg/mL konsantrasyonunda etanol ekstraktının %91.04 oranında DPPH serbest radikal giderme aktivitesi sergilediği ve ayrıca *S. aureus* ve *S. epidermidis* bakteri suşlarına karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Cilt yanıkları tedavisinde nar çiçeği ekstraktlarının etkinliği gümüş sülfadiazin ile karşılaştırılmış ve (58) tedavinin 15. gününde *P. granatum* çiçek ekstraktları ile hazırlanan kremlerin uygulandığı sıçanlardaki iyileşme oranının gümüş sülfadiazin içeren kremlerle tedavi edilen sıçanlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Tedavinin 25. gününde ise *P. granatum* çiçek ekstraktlarından hazırlanan kremlerin uygulandığı sıçanlarda yaraların tamamen iyileştiği gözlenmiştir. Sunulan raporda, nar çiçeği ekstraktlarının yanık yaralanmaları için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Sri Lanka'da yetiştirilen ve nar çiçeklerini de içeren 28 farklı yenilebilir çiçeğin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik, flavonoid, karotenoid ve antosiyanin bileşen miktarları Janarny ve ark. (202) tarafından araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nar çiçeklerinin toplam fenolik, flavonoid, karotenoid ve antosiyanin bileşen miktarları

sırasıyla  $39.2 \pm 2.0$  mg GAE/g KA,  $3.6 \pm 0.1$  mg RE/g KA,  $9.8 \pm 0.2$  mg  $\beta$ -karoten/g KA ve  $1181.1 \pm 0.1$   $\mu$ g Sy3GE/g KA olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite sonuçlarına göre, en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesinin *Madhuca longifolia* ( $\%81.9 \pm 0.3$ ) çiçeğine ait olduğu, *P. granatum* çiçeğin ise  $\%65.0 \pm 0.7$  aktivite gösterdiği; en yüksek demir indirgeme gücünü ise  $3.1 \pm 0.1$  mg AAE/g KA ile *P. granatum* çiçeklerinin sergilediği belirtilmiştir. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi için fosfomolibden yöntemi kullanılmış ve *P. granatum* çiçeklerinin toplam antioksidan kapasitesinin  $11.6 \pm 1.5$  mg AAE/g KA olduğu ve en yüksek lipid peroksidasyon inhibisyonuna sahip çiçeklerin ise *Cassia auriculate* > *Jasminum sambac* > *Aponogeton crispus* > *Manihot esculenta* > *Azadirachta indica* > *Cassia fistula* > *Punica granatum* şeklinde sıralandığı belirtilmiştir. Sonuçlar, yenilebilir çiçeklerin oksidatif stresle mücadele etme ve kronik hastalıkların oluşumunu önleyebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Bekir ve ark. (203) tarafından, Chetoui, Espagnoule, Gabsi, Garsi, Rafrafi, Zaghwani ve Zehri olmak üzere yedi farklı nar çeşidine ait çiçeklerin fenolik kompozisyonu, antioksidan, antiinflamatuvar aktivitesi ve göğüs kanserine karşı antikanser etkisi araştırılmıştır. En yüksek toplam fenolik ( $330.9 \pm 11.3$  mg GAE/g KA), flavonoid ( $29.5 \pm 0.8$  mg KUE/g KA), tanen ( $30.6 \pm 0.6$  mg KE/g KA) ve antosiyanin ( $0.70 \pm 0.03$  mg Sy3GE/g KA) bileşen miktarının Chetoui çeşidine ait olduğu bulunmuştur. En yüksek ABTS radikalini giderme aktivitesini ( $IC_{50} 3.5 \pm 0.1$  mg/L) Zehri çeşidi çiçeklerinin, en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesini ( $IC_{50} 4.9 \pm 0.1$  mg/L) ise Espagnoule çeşidi çiçeklerin gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca incelenen örneklerin hepsi antiinflamatuvar etki gösterirken, antikanser aktiviteyi ise sadece Zehri ve Garsi çeşidi çiçeklerinin gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar nar bitkisinin fenolik kompozisyonunun ve biyolojik aktivitesinin nar çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ifade etmiştir.

Gabsi çeşidi nar bitkisinin kabuk, çekirdek, yaprak ve çiçek dokularının fito-kimyasal içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin incelendiği bir çalışmada (204), antioksidan aktivitenin kabuk > çiçek > yaprak > çekirdek şeklinde sıralandığı; toplam fenolik bileşen miktarının  $7.94 \pm 1.25$ - $85.60 \pm 4.87$  mg GAE/g KA; toplam flavonoid bileşen miktarının  $3.30 \pm 0.52$ - $72.52 \pm 5.59$  mg RE/g KA; toplam antosiyanin bileşen miktarının  $19.62 \pm 3.12$ - $168.91 \pm 3.13$  mg Sy3GE/g KA ve toplam hidrolize edilebilir tanen miktarının  $32.86 \pm 4.24$ - $148.24 \pm 10.29$  mg TAE/g KA arasında değiştiği ve en düşük fito-kimyasal içeriğin nar çekirdeği ekstraktlarına ait olduğu belirlenmiştir.

Gözlekçi ve ark. (205), Lefan, Katırbaşı, Çekirdeksiz-IV ve Asinar olmak üzere dört farklı Türk nar çeşidinin meyve suyu, kabuk ve çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarlarını araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre nar kabuklarının toplam fenolik bileşen miktarlarının 1775.4-3547.8 µg GAE/ g YA arasında değiştiği ve Lefan> Katırbaşı> Çekirdeksiz-IV> Asinar şeklinde sıralandığı; çekirdeklerin toplam fenolik bileşen miktarlarının 177.4-117.0 µg GAE/g YA arasında değiştiği ve Asinar> Lefan> Katırbaşı> Çekirdeksiz-IV şeklinde sıralandığı ve meyve sularının toplam fenolik bileşen miktarlarının 1551.5-784.4 µg GAE/g YA arasında değiştiği ve Lefan> Asinar> Katırbaşı> Çekirdeksiz-IV olarak sıralandığı belirlenmiştir. Sonuçlar fenolik kompozisyonunun, bitki çeşidine ve dokusuna bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Nar bitkisinin kabuk, çekirdek yağı, meyve suyu ve yapraklarının obez sıçanlar üzerinde kolinesteraz aktivitesinin ve lipid profili üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada (206), nar ekstraktları ile beslenen sıçanlarda, kanda lipid profilinin düzenlendiği, beyinde lipid birikiminin engellendiği ve triglisert seviyelerinde azalma olduğu bulunmuştur. Ayrıca malonaldehit seviyesindeki azalış ile glutatyon presoksidaz ve süperoksit dismutaz seviyelerindeki artış, nar ekstraktlarının beyini oksidatif stresten koruduğunu göstermiştir.

Nar kabuğu ve nar suyu ekstraktlarının DU-145 ve PC-3 hücre hatları üzerinde prostat kanserine karşı aktivitesinin incelendiği bir araştırmada (207), meyve suyunun ve kabuğun su ekstraktlarının her iki hücre hattı üzerinde de hücrelerin çoğalmasını ve koloni oluşumunu engelleyerek antikanser aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Hatay ve Şanlıurfa illerinde geleneksel olarak üretilen nar ekşilerinin *B. subtilis* subsp. *spizizenii* ATCC 6633, *S. aureus* ATCC 6538, *B. licheniformis* ATCC 14580 ve *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 bakteri suşlarına karşı antibakteriyel ve *S. typhimurium* TA 98 ve TA 100 suşlarına karşı antimutajenik etkileri araştırılmıştır (208). Elde edilen bulgulara göre her iki nar ekşisinin de test edilen bakteri suşlarına karşı antibakteriyel aktivite sergilediği ayrıca TA 98 suşuna karşı her iki nar ekşisinin antimutajenik aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Nar kabuğunun fito-kimyasal içeriğinin, antioksidan, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve MCF-7 göğüs kanseri ve MG-63 kemik kanseri hücre hatları üzerinde sitotoksik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (209), toplam fenolik bileşen miktarı 540.26±0.02 g ekstrakt ve toplam flavonoid bileşen miktarı 22.01±0.01



mg KE/g ekstrakt olarak belirlenmiş olup yapılan HPLC analizi ile gallik asit, kafeik asit, ferulik asit, kateşin, 2,4-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, ellagik asit, vanilik asit, kuersetin, epikateşin, kaemferol, rosmarinik asit, naringenin ve punikalajin de dahil olmak üzere 14 fenolik bileşen tanımlanmıştır. Ayrıca nar kabuğu ekstraktının gösterdiği yüksek antioksidan aktivitenin yanı sıra, *S. aureus*, *E. coli*, *E. faecalis*, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivite,  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz enzimlerini inhibe ederek antidiyabetik aktivite, ksantin oksidaz ve lipoksigenaz enzimlerini inhibe ederek antiinflamatuvar aktivite gösterdiği ve MCF-7 ve MG-63 hücre hatları üzerinde sitotoksik etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Fischer ve ark. (210) tarafından yapılan araştırmada, nar bitkisinin kabuk, dane, mezokarp dokuları ve meyve suyunun fenolik kompozisyonu ve antioksidan aktivitesi incelenmiştir. 9 antosiyanin, 2 gallotanen, 22 ellagitanen, 2 gallagil esteri, 4 hidroksibenzoik asit, 7 hidroksisinnamik asit ve 1 dihidroflavonol olmak üzere toplam 48 adet fenolik bileşen tanımlanmıştır. İncelenen dokular arasında en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının ve en yüksek troloks eşdeğeri antioksidan kapasitenin bitkinin mezokarp dokusuna ait olduğu belirlenmiştir.

Nar bitkisinin genetik, besinsel, biyokimyasal ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada (211), 35 çeşit nar incelenmiş ve 26 farklı genotip tanımlanmış olup, ekzokarp, mezokarp ve dane dokularında Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Se, Pb, Br, Rb, Sr ve Mo mineralleri, epikateşin, kateşin, gallik asit, delfinidin-3,5-di-O-glikozit, siyanidin-3,5-di-O-glikozit ve pelargonidin-3,5-di-O-glikozit bileşikleri tespit edilmiştir. Ayrıca ekzokarp ve mezokarp dokularından elde edilen etanol ekstraktlarının güçlü antibakteriyel ve antifungal aktivite sergiledikleri gözlenmiştir.

### 3. MATERİYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitki Materyali

Çalışmada kullanılan nar (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar) bitkisi Adıyaman'ın Kâhta ilçesinden toplandı. Bitkinin teşhisi Prof. Dr. Turan Arabacı tarafından yapıldı ve ZT1001 kodu ile İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'na kaydedildi. Nar bitkisinin yaprak, tomurcuk ve çiçek dokuları bitkinin çiçeklenme döneminde (Şekil 3.1); meyve ise olgunlaşma döneminde toplandı. Çalışmada kullanılan nar ekşisi ise Kâhta ilçesinin yöresel pazarından temin edildi. Toplanan meyve örnekleri laboratuvarında ekzokarp, endokarp, dane ve çekirdeklerine ayrıldı. Deneyde kullanılacak dokular ve ekşi örnekleri, buzdolabında -20°C'de dondurulup ardından liyofilizatörde 72 saat bekletilerek kurutuldu. Kurutulan örnekler deneylerde kullanılacak süreye kadar buzdolabında +4°C de muhafaza edildi.



Şekil 3.1. *P. granatum* L. bitkisinin a) yaprak, b) tomurcuk ve c) çiçek dokuları

##### 3.1.2. Kimyasallar ve cihazlar

Çalışmada alüminyum klorür, asetik asit, askorbik asit, vanilin, trikloroasetik asit, sinamik asit, amonyum asetat, bakır (II) klorür ve formik asit Merck; DPPH reaktifi,  $\alpha$ -

tokoferol, sodyum asetat, (-)-epikateşin, kuersetin, kafeik asit, *p*-kumarik asit, *trans*-ferulik asit, 4-(dimetilamino)sinamaldehyt (DMAC), ferrozin ve demir(II) klorür Sigma; metanol, *n*-hekzan ve etanol Riedel-de Haën; BHA ve BHT Acros; gallik asit ve demir(III) klorür Carlo Erba firmalarından temin edilmiş olup diğer tüm kimyasallar ve çözücüler analitik saflıkta kullanıldı.

Deneysel çalışmalarda, liyofilizatör (Christ Alpha 1-2 LD Plus), mantolu ısıtıcı (Daihan WHM 12013), çalkalamalı su banyosu (Clifton 100-400 rpm), vortex (Fisons), pH metre (Jenco 6177), santrifüj (Nüefuge CN 180), spektrofotometre (Shimadzu UV-1601), döner buharlaştırıcı (Heidolph Laborota), otomatik pipetler (Eppendorf- Brand), hassas terazi (Gec Avery), HPLC (Shimadzu) ve LC-MS/MS (Shimadzu) cihazları kullanıldı.

HPLC ve LC-MS/MS cihaz özellikleri Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de verildi.

**Tablo 3.1.** HPLC cihaz özellikleri

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Cihaz                | Shimadzu HPLC           |
| Pompa ünitesi        | Shimadzu LC-20AD        |
| Otomatik örnekleyici | Shimadzu SIL-20A HT     |
| Degazer              | Shimadzu DGU-20A5R      |
| Kolon fırını         | Shimadzu CTO-10AS VP    |
| Dedektör             | SPD-M20A (DAD)          |
| Kolon                | ACE-5 C18 5 µm 250x46mm |

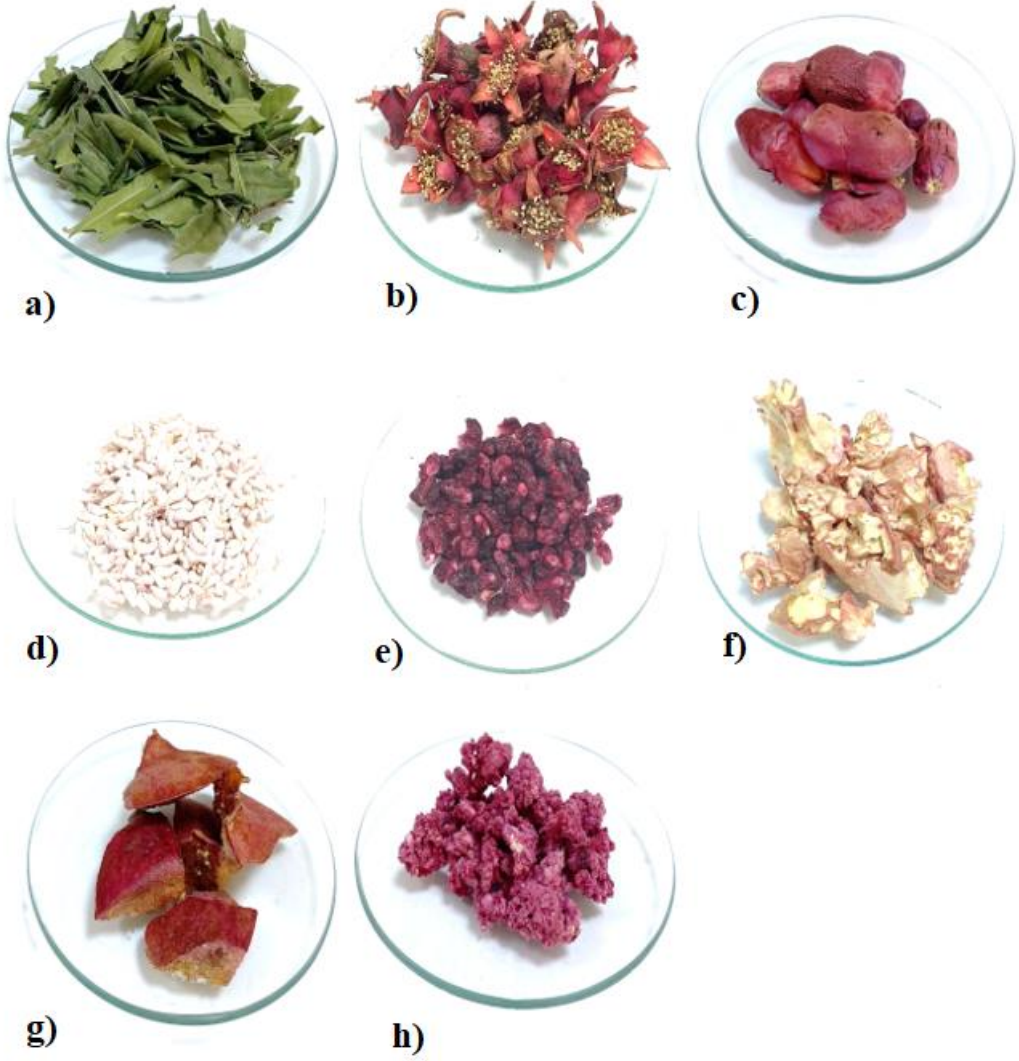
**Tablo 3.2.** LC-MS/MS cihaz özellikleri

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| Cihaz                | Shimadzu LC-MS/MS 8040      |
| Pompa ünitesi        | Shimadzu LC-20AD XR         |
| Otomatik örnekleyici | Shimadzu SIL-20AC HT        |
| Degazer              | Shimadzu DGU-20A5R          |
| Kolon fırını         | Shimadzu CTO-10AS VP        |
| Kolon                | Inertsil ODS-4 3µm 2.1x50mm |

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. Örneklerin Liyofilizasyonu

-20°C’de dondurulan örnekler beherlere alındı ve 72 saat süreyle liyofilizatörde kurutulması sağlandı. Kurutulan meyve örnekleri (Şekil 3.2) toz haline getirildikten sonra analiz süresine kadar buzdolabında +4°C’de desikatör içerisinde muhafaza edildi.



**Şekil 3.2.** Liyofilizasyon sonrası *P. granatum* L. bitkisinin a) yaprak, b) tomurcuk, c) çiçek, d) çekirdek, e) dane, f) mezokarp, g) ekzokarp dokuları ve h) bütün olarak değerlendirilen meyve

### 3.2.2. Ekstraktların Hazırlanışı

Kurutulup toz haline getirilen *P. granatum* L. bitkisinin yaprak, tomurcuk, çiçek, bütün meyve, dane, ekzokarp, endokarp, çekirdek dokuları ve nar ekşisi örneklerinden 20.00 gram tartılarak metanol (M), etanol (E), su (S), *n*-hekzan (H) ve %1.00 oranında formik asitle asitlendirilmiş metanol (F:M), etanol (F:E) ve su (F:S) olmak üzere yedi farklı çözücü kullanılarak soxhlet ekstraktörü (Şekil 3.3) aracılığıyla 4 saat süreyle ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildi.

Ekstraksiyon sonunda elde edilen ekstraktlar rotary evaporatörde 40°C’de alçak basınç altında konsantre edildikten sonra elde edilen ekstraktların tartımları alındı ve amber kaplara alınarak analiz süresine kadar buzdolabında +4°C’de muhafaza edildi.



Şekil 3.3. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği

### 3.2.3. Toplam Fenolik Bileşen Miktarı Tayini

Tüm ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarı Singleton tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlendi (212).

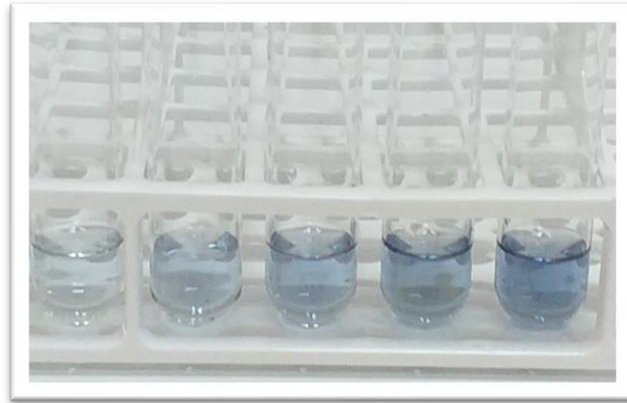
#### Prensip

Folin-Ciocalteu yöntemi, bazik ortamda molibdofosfotungstik heteropoliasit ( $3\text{H}_2\text{O} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 13\text{WO}_3 \cdot 5\text{MoO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) reaktifinde bulunan Mo(IV)'ün fenolik bileşenler varlığında Mo(V)'a indirgenerek oluşan mavi renkli kompleksin  $[(\text{PMoW}_{11}\text{O}_{40})^{-4}]$  absorbansının spektrofotometrik olarak 765 nm dalga boyunda ölçümüne dayanmaktadır (213).



#### Prosedür

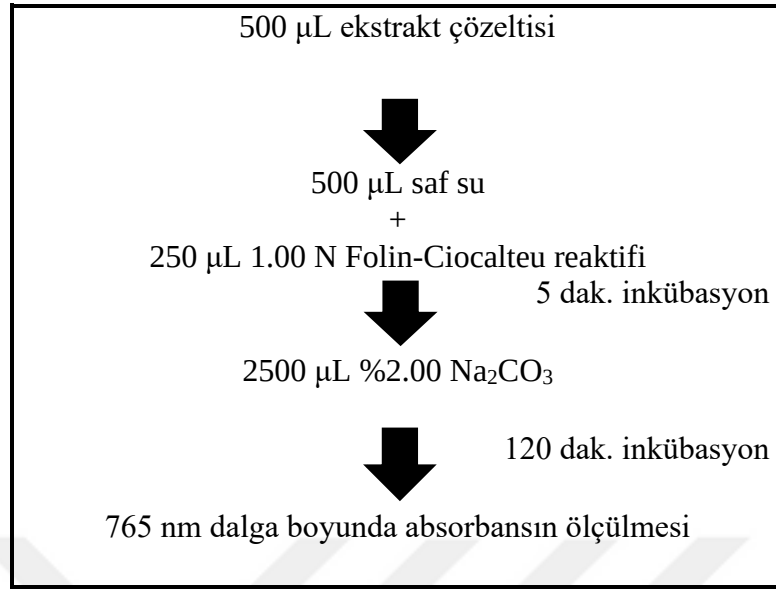
Konsantrasyonu  $1.00 \text{ mg mL}^{-1}$  olarak hazırlanan ekstrakt çözeltisinden  $500 \mu\text{L}$  alınıp, üzerine  $500 \mu\text{L}$  saf su ve  $250 \mu\text{L}$   $1.00 \text{ N}$  Folin-Ciocalteu reaktifi eklenerek vortekslendi. Karışım oda sıcaklığında 5 dakika inkübe edildikten sonra üzerine  $2500 \mu\text{L}$  %2.00 lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözeltisi ilave edildi ve vortekslenerek 120 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. Oluşan mavi renkli çözeltilerin absorbansı 765 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Toplam fenolik bileşen miktarı tayini renk değişimi

Kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için gallik asit standardının  $1.00- 200.00 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında beş farklı çözeltisi kullanıldı. Ekstraktların fenolik bileşen miktarları, kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliği kullanılarak mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt olarak belirlendi.

Prosedür Şekil 3.5’de şematize edildi.



**Şekil 3.5.** Toplam fenolik bileşen miktarı tayin prosedürü

### 3.2.4. Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı Tayini

Tüm ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarı Zhishen ve ark. tarafından önerilen kolorimetrik alüminyum klorür yöntemi kullanılarak belirlendi (214).

#### Prensip

Kolorimetrik alüminyum klorür yöntemi, alüminyum klorürün flavonoidlerin (flavonlar ve flavonoller) 4-keto, C-3 ve/veya C-5 hidroksil grupları ile kararlı bir asit kompleksi ve flavonoidlerin A ve B halkalarındaki O-hidroksil grupları ile de kararsız asit kompleksleri oluşturması (215, 216) ve oluşan bu komplekslerin bazik ortamda sodyum nitrit ile reaksiyona girerek spektrofotometrik olarak 510 nm dalga boyunda ölçülebilen renkli komplekslere dönüşmesine dayanmaktadır.

#### Prosedür

Konsantrasyonu 1.00 mg mL<sup>-1</sup> olarak hazırlanan ekstrakt çözeltisinden 500 µL alınarak üzerine 4500 µL saf su ve 300 µL %5.00’lik NaNO<sub>2</sub> ilave edilerek vortekslendi ve 5 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun ardından 300 µL %10.00’luk AlCl<sub>3</sub> ilave edilip tekrar 6 dakika inkübasyona bırakıldı. Son olarak 2000 µL 1.00 M NaOH eklendi ve toplam hacim 10.00 mL ye saf su ile tamamlandı. Oluşan pembe-turuncu renkli çözeltinin absorbansı 510 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü (Şekil 3.6).

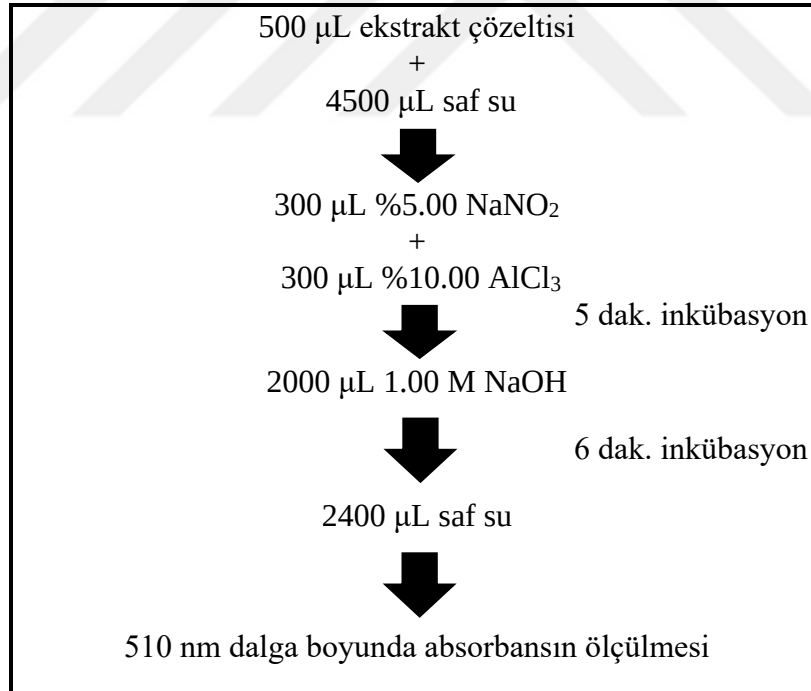




**Şekil 3.6.** Toplam flavonoid bileşen miktarı tayini renk değişimi

Kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için rutin standardının  $1.00- 25.00 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında beş farklı çözeltisi kullanıldı. Ekstraktların flavonoid bileşen miktarları, kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliği kullanılarak mg rutin eşdeğeri (RE)/g ekstrakt olarak belirlendi.

Prosedür Şekil 3.7’de şematize edildi.



**Şekil 3.7.** Toplam flavonoid bileşen miktarı tayin prosedürü



### 3.2.5. Toplam Flavonol Bileşen Miktar Tayini

Tüm ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarı Kumaran ve Karunakaran tarafından önerilen yöntemle göre belirlendi (217).

#### Prensip

Yöntemin prensibi, alüminyum klorürün flavonollerin karbonil ve hidroksil grupları ile renkli kompleksler oluşturmaya ve oluşan bu sarı renkli komplekslerin absorbansının 440 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçümüne dayanmaktadır (218).

#### Prosedür

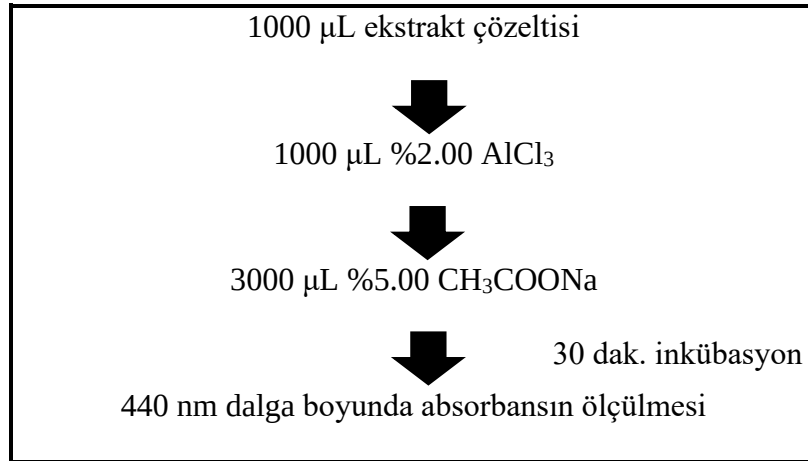
Konsantrasyonu  $1.00 \text{ mg mL}^{-1}$  olarak hazırlanan ekstrakt çözeltilerinden  $1000 \mu\text{L}$  alınarak üzerine  $1000 \mu\text{L}$  alüminyum klorür (%2.00) ve  $3000 \mu\text{L}$  sodyum asetat (%5.00) ilave edildi ve 30 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun ardından oluşan sarı renkli çözeltinin absorbansı 440 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü (Şekil 3.8).

Kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için kuersetin standardının  $1.00 - 20.00 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında altı farklı çözeltisi hazırlandı. Ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarları, kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliği kullanılarak mg kuersetin eşdeğeri (KUE)/g ekstrakt olarak belirlendi.



**Şekil 3.8.** Toplam flavonol bileşen miktar tayini renk değişimi

Prosedür Şekil 3.9’da şematize edildi.



**Şekil 3.9.** Toplam flavonol bileşen miktarı tayin prosedürü

### 3.2.6. Toplam Flavanol Bileşen Miktar Tayini

Tüm ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarlarının belirlenmesi için McMurrough ve McDowell tarafından tanımlanan *p*-dimetilaminosinamaldehit (DMAC) yöntemi kullanıldı (219).

#### Prensip

Yüksek duyarlılığa ve seçiciliğe sahip olarak antosiyaninlerin girişim yapmadan kateşin ve epikateşin gibi flavanollerin belirlendiği bu yöntem, kuvvetli asidik ortamda kromojen DMAC reaktifi ile flavanoller arasındaki kondenzasyon reaksiyonu sonucunda oluşan yeşil/turkuaz renkli ürünlerin absorbansının 640 nm de ölçülmesine dayanmaktadır (219, 220).

#### Prosedür

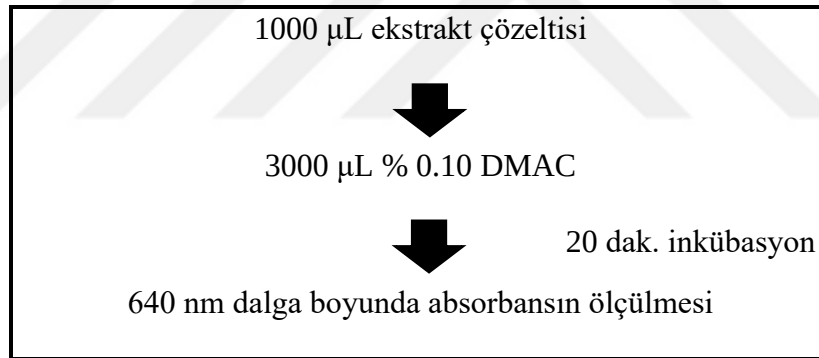
Konsantrasyonu 1.00 mg mL<sup>-1</sup> olarak hazırlanan ekstrakt çözeltilerinden 1000 µL alınarak üzerine soğutulmuş 3.00 N HCl ile hazırlanan DMAC reaktifinden 3000 µL eklenerek vortekslendi ve 20 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun ardından oluşan yeşil/turkuaz renkli çözeltilerin absorbansı spektrofotometrik olarak 640 nm dalga boyunda ölçüldü (Şekil 3.10).



**Şekil 3.10.** Toplam flavanol bileşen miktarı tayini renk değişimi

Kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için kateşin standardının  $0.10\text{--}2.00\ \mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında beş farklı çözeltisi hazırlandı. Ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarları, kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliği kullanılarak mg kateşin eşdeğeri (KE)/g ekstrakt olarak belirlendi.

Prosedür Şekil 3.11’de şematize edildi.



**Şekil 3.11.** Toplam flavanol bileşen miktarı tayin prosedürü

### 3.2.7. Toplam Tanen Miktar Tayini

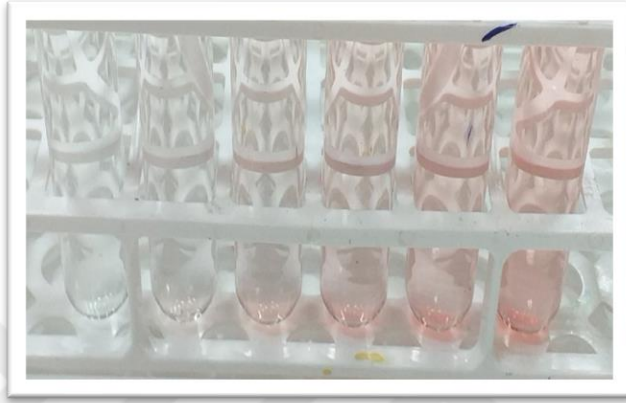
Tüm ekstraktların toplam tanen bileşen miktarlarının belirlenmesi için Broadhurst ve Jones tarafından önerilen vanilin-HCl yöntemi uygulandı (221).

#### Prensip

Vanilin-HCl yöntemi; kondense tanenlerin asidik ortamdan vanilin ile reaksiyona girerek  $500\text{ nm}$  dalga boyunda maksimum absorbans veren kırmızı renkli komplekslerin oluşumuna dayanmaktadır (221, 222).

### Prosedür

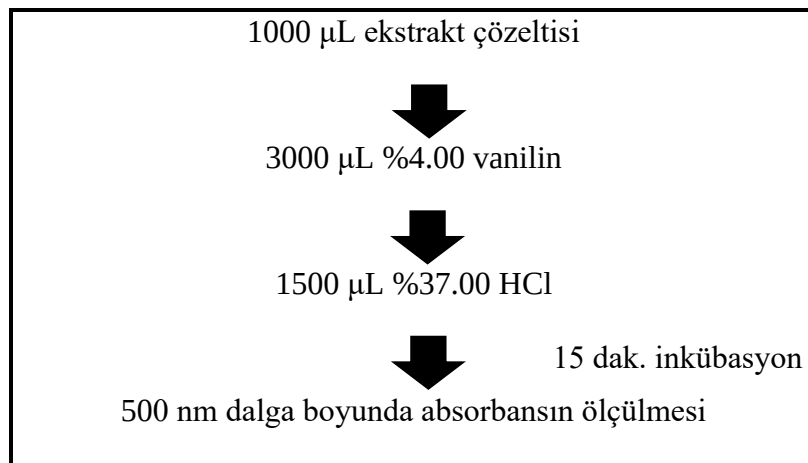
Konsantrasyonu  $1.00 \text{ mg mL}^{-1}$  olarak hazırlanan ekstrakt çözeltilerinden alüminyum folyo sarılı test tüplerine  $1000 \mu\text{L}$  alınarak üzerine  $3000 \mu\text{L}$  vanilin çözeltisi ve  $1500 \mu\text{L}$  HCl ilave edildi. 15 dakika inkübasyon sonrasında oluşan kırmızı renkli çözeltilerin (Şekil 3.12) absorbansı spektrofotometrik olarak  $500 \text{ nm}$  dalga boyunda ölçüldü.



**Şekil 3.12.** Toplam tanen miktar tayini renk değişimi

Kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için epikateşin standardının  $2.00 - 20.00 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında beş farklı çözeltisi hazırlandı. Ekstraktların toplam tanen bileşen miktarları, kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliği kullanılarak  $\text{mg epikateşin eşdeğeri (EKE)}/\text{g ekstrakt}$  olarak belirlendi.

Prosedür Şekil 3.13’de şematize edildi.



**Şekil 3.13.** Toplam tanen bileşen miktarı tayin prosedürü

### 3.2.8. Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktar Tayini

Tüm ekstraktların toplam monomerik antosiyanin bileşen miktar tayini Lee ve ark. tarafından tanımlanan pH diferansiyel yöntemi kullanılarak belirlendi (223).

#### Prensip

pH diferansiyel yöntemi; monomerik antosiyaninlerin renkli oksonium formunun pH 1.00'de, hemiketal formunun ise pH 4.50'de baskın olması sonucu, monomerik antosiyaninlerin farklı pH'larda ölçülen absorbans değerleri farkının antosiyanin konsantrasyonu ile orantılı olmasına dayanmaktadır.

#### Prosedür

Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının belirlenmesinde kullanılan pH diferansiyel yöntemi iki aşamada gerçekleştirildi.

1. Basamak; 1.00 mg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan ekstrakt çözeltilerinden 400 µL alınarak üzerine 3600 µL 0.025 M KCl (pH 1.00) tampon çözeltisinden eklendi ve 15 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun ardından çözeltilerin absorbansı spektrofotometre kullanılarak 510 nm ve 700 nm dalga boyunda ölçüldü (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14.** Toplam antosiyanin bileşen miktarı tayini renk değişimi (pH 1.00)

2. Basamak; 1.00 mg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan ekstrakt çözeltilerinden 400 µL alınarak üzerine 3600 µL 0.400 M CH<sub>3</sub>COONa (pH 4.50) tampon çözeltisinden eklendi ve 15 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun ardından çözeltilerin absorbansı spektrofotometre kullanılarak 510 nm ve 700 nm dalga boyunda ölçüldü (Şekil 3.15).



**Şekil 3.15.** Toplam antosiyanin bileşen miktarı tayini renk değişimi (pH 4.50)

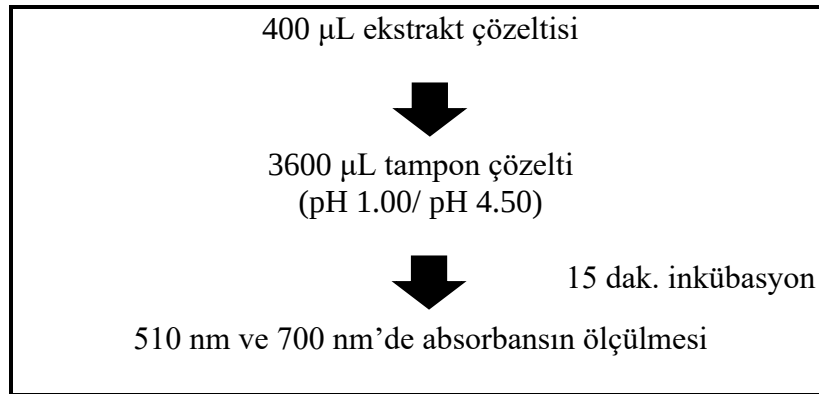
Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplandı ve mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri (Sy3GE)/kg ekstrakt olarak ifade edildi.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1.00} - (A_{510} - A_{700})_{pH4.50}$$

$$\text{Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı} = (A \times MA \times SF \times 1000) / MS$$

A; absorbans farkı, MA; siyanidin-3-glikozit molekül ağırlığı 449.2 g mol<sup>-1</sup>, SF; seyreltme faktörü, MS; siyanidin-3-glikozidin moleküler soğurum katsayısı (26900).

Prosedür Şekil 3.16’da şematize edildi.



**Şekil 3.16.** Toplam antosiyanin bileşen miktarı tayin prosedürü

### 3.2.9. Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

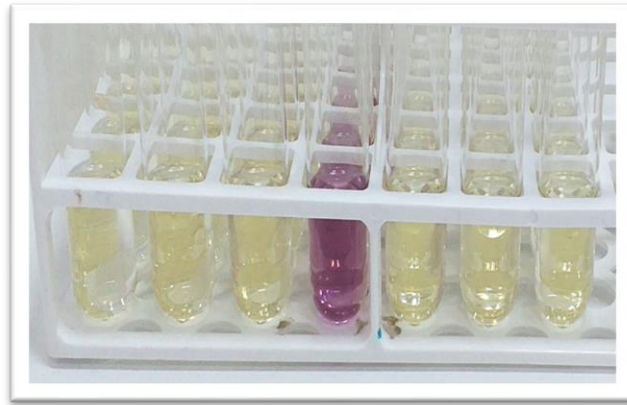
Tüm ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi, Blois tarafından tanımlanan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) reaktifinin kullanıldığı yönteme göre belirlendi (224).

#### Prensip

Yöntem, antioksidan bileşiklerin, kararlı bir serbest radikal olan mor-menek e renkli DPPH radikalini giderme aktivitesinin  l  lmesine dayanmaktadır. DPPH radikalindeki azot atomunun eşleşmemiş radikali hidrojen don rlerle etkile tiğinde bir hidrojen alarak hidrazine indirgenmektedir. 517 nm dalga boyunda maksimum absorbanı veren DPPH radikal çözeltisine antioksidanların ilave edilmesiyle absorbanıta d     meydana gelmekte ve çözeltinin rengi mor-menek eden sarıya d  nmektedir.

#### Prosedür

Deney tüplerini sırasıyla 12.50, 25.00, 37.50, 62.50 ve 125.00  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonlarında çözelti oluşturacak şekilde 1.00  $\text{mg mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan örnek ve standart (BHA, BHT,  $\alpha$ -TOK)   zeltilerden alınarak hacim etanol ile 3000  $\mu\text{L}$  ye tamamlandı.  zerine 1000  $\mu\text{L}$  0.10 mM DPPH çözeltisinden eklenen tüpler karanlıkta ve oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. 30 dakika inkübe edildikten sonra karışımların absorbanı 517 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü ( ekil 3.17).



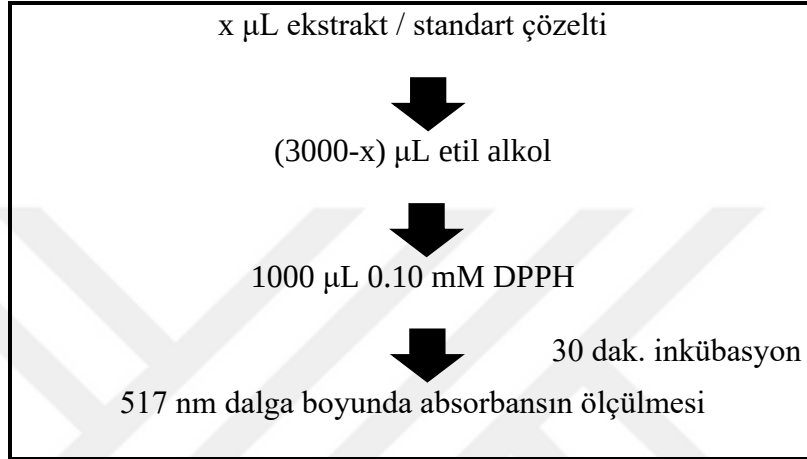
**Şekil 3.17.** DPPH serbest radikali süpürme aktivitesi tayini renk değişimi

DPPH serbest radikalini giderme aktivitesi için hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapıldı.

$$\% \text{ Serbest Radikal Giderme Aktivitesi} = \left( \frac{A_k - A_1}{A_k} \right) 100$$

$A_k$ ; kontrolün absorbansı,  $A_1$ ; numune/standartın absorbansı

Prosedür Şekil 3.18’de şematize edildi.



**Şekil 3.18.** DPPH serbest radikal giderme aktivitesi tayin prosedürü

### 3.2.10. $\text{Fe}^{3+}$ İyonu İndirgeme Kapasitesi Tayini

Örneklerin ve standart reaktiflerin demir iyonlarını indirgeme kapasitesinin belirlenmesi için Oyaizu tarafından tanımlanan yöntem uygulandı (225).

#### Prensip

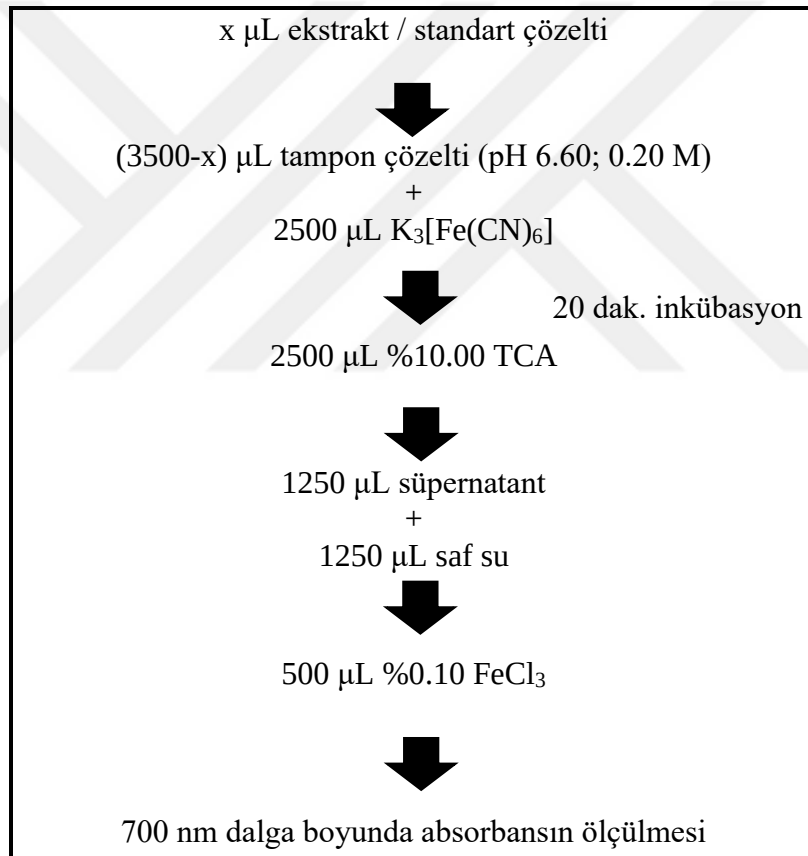
İndirgeme kapasitesi yöntemi; antioksidan bileşiklerin  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  kompleksine elektron vererek yapısında bulunan ve oksidan olarak görev yapan  $\text{Fe}^{3+}$  iyonunun  $\text{Fe}^{2+}$  ye indirgenmesi sonucu  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  kompleksinin oluşumuna dayanmaktadır. Antioksidan bileşiklerin indirgeme kapasitesi, ferrosiyanür kompleksinin  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu ile daha kararlı bir forma dönüşerek oluşturduğu Perl's Prussion mavisi kompleksinin 700 nm dalga boyunda absorbansının ölçülmesiyle belirlenir (226). Absorbans artışı çözelti ortamında bulunan  $\text{Fe}^{2+}$  miktarının arttığını ve dolayısıyla antioksidan bileşiklerin indirgeme kapasitesinin yüksek olduğunu gösterir.



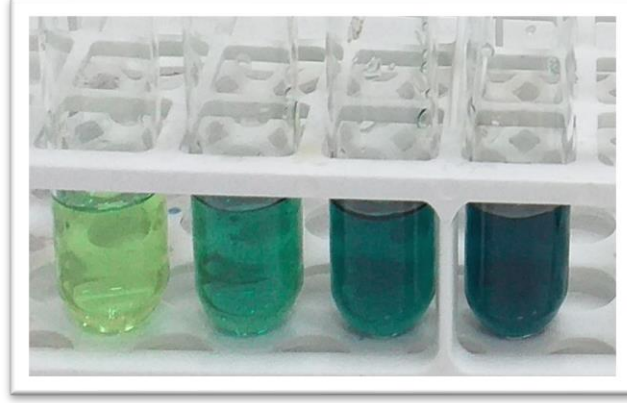
## Prosedür

1.00 mg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan ekstrakt/standart çözeltilerinden (BHA, BHT,  $\alpha$ -TOK) 100, 250, 500 ve 750  $\mu$ L olmak üzere farklı hacimlerde alınarak toplam hacim fosfat tamponu ile (pH 6.60; 0.20 M) 3500  $\mu$ L ye tamamlandı ve 2500  $\mu$ L potasyum ferrisiyanür çözeltisi eklenerek vortekslendi. 50°C de 20 dakika su banyosunda inkübe edildikten sonra üzerine 2500  $\mu$ L TCA ilave edilip 3000 rpm de 10 dakika santrifüjlenen çözeltilerin süpernatant kısımlarından 1250  $\mu$ L alınarak üzerine 1250  $\mu$ L saf su ve 500  $\mu$ L FeCl<sub>3</sub> çözeltisinden eklendi. Oluşan yeşil-mavi renkli kompleksin absorbansı 700 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü (Şekil 3.20).

Prosedür Şekil 3.19’da şematize edildi.



Şekil 3.19. Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi tayin prosedürü



**Şekil 3.20.** Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi tayini renk değişimi

### 3.2.11. Metal Şelatlama Aktivitesi Tayini

Tüm ekstraktların Fe<sup>2+</sup> şelatlama kapasitesi Carter tarafından önerilen yöntemle göre belirlendi (227).

#### Prensip

Yöntemin temel prensibi hafif asidik ortamda ferrozin gruplarına sahip bileşiklerin (ferrozin), Fe<sup>2+</sup> ile etkileşime girerek suda ve organik çözücülerde kararlı olan ve spektrofotometrik olarak 562 nm dalga boyunda ölçülebilen renkli şelat kompleksleri ([Fe(Ferrozin)<sub>3</sub>]<sup>-4</sup>) oluşturmaya dayanmaktadır. Antioksidan varlığında Ferrozin-Fe<sup>2+</sup> kompleks oluşumu engellenir ve absorbansta düşüş meydana gelir. Absorbanstaki düşüş, antioksidanın bağlanma kabiliyetinin yüksek olduğunu gösterir.

#### Prosedür

Deney tüplerini sırasıyla 12.50, 25.00, 37.50, 62.50 ve 125.00 µg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında çözelti oluşturacak şekilde 1.00 mg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan örnek ve standart (BHA, BHT, α-TOK ve EDTA) çözeltilerinden alınarak hacim sodyum asetat tamponu (pH 4.90; 0.10 M) ile 2600 µL ye tamamlandı. Üzerine 300 µL %0.01 FeCl<sub>2</sub> ve 125 µL 40.00 mM ferrozin eklenip vortekslendikten sonra oda sıcaklığında 20 dakika inkübasyona bırakıldı. Oluşan mor renkli kompleksin absorbansı 562 nm dalga boyunda ölçüldü (Şekil 3.21).

Ferrozin-Fe<sup>+2</sup> kompleks oluşumunun inhibisyon yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

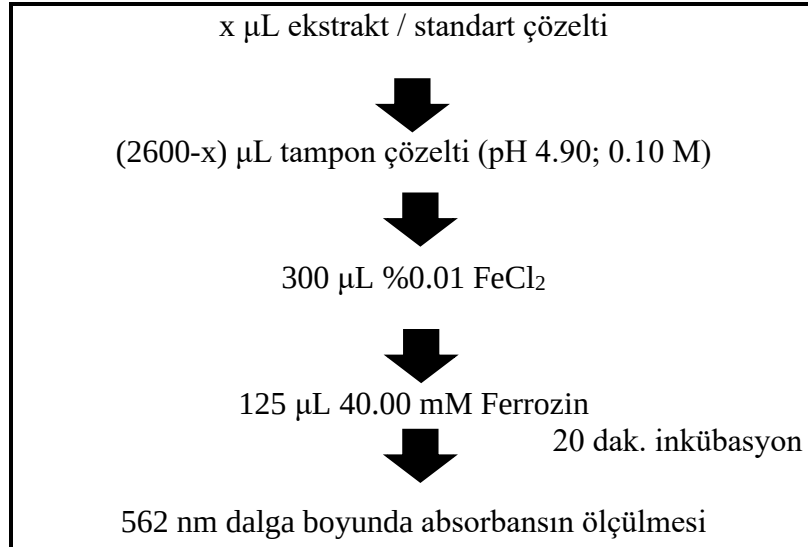
$$\% \text{ Inhibisyon} = \left( \frac{A_k - A_1}{A_k} \right) 100$$

A<sub>k</sub>; kontrolün absorbansı, A<sub>1</sub>; numune/standartın absorbansı



**Şekil 3.21.** Metal şelatlama aktivitesi tayini renk değişimi

Prosedür Şekil 3.22’de şematize edildi.



**Şekil 3.22.** Metal şelatlama aktivitesi tayin prosedürü

### 3.2.12. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini

Nar bitkisinin farklı dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla Apak ve ark. (228) tarafından önerilen bakır(II) iyonu indirgeme esaslı antioksidan kapasite (CUPRAC) ölçüm yöntemi uygulandı.

#### Prensip

Hem lipofilik hem de hidrofilik fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesinin belirlenmesine olanak sağlayan yöntem; 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin (Neocuproin-Nc)'in Cu(II) ile oluşturduğu Cu(II)-Nc kompleksinin antioksidan bileşikler varlığında indirgenerek 450 nm dalga boyunda absorbands veren renkli [Cu(I)-Nc] kompleksinin oluşmasına dayanmaktadır (228).

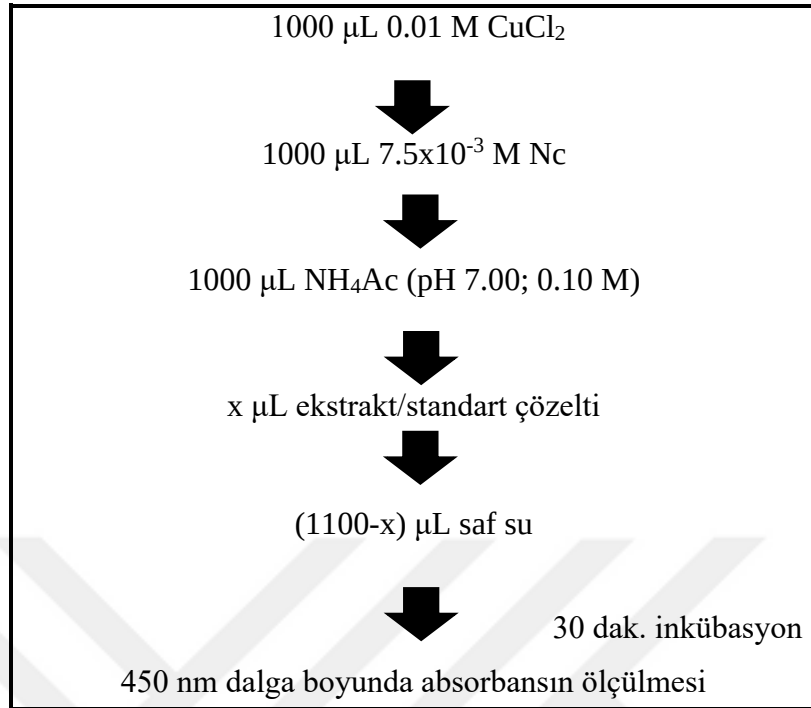
#### Prosedür

Deney tüplerine 1000 µL bakır(II) klorür (0.01 M), 1000 µL Nc ( $7.5 \times 10^{-3}$  M), 1000 µL amonyum asetat tampon çözeltisi (pH 7.00; 0.10M) ve  $1.00 \text{ mg mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ekstrakt/standart çözeltilerinden 100 µL eklenerek hacim saf su ile 4100 µL ye tamamlandı. Vortekslenen tüpler karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra 450 nm dalga boyunda absorbandsları ölçüldü (Şekil 3.23).



**Şekil 3.23.** Toplam antioksidan kapasite tayini renk değişimi

Prosedür Şekil 3.24’de şematize edildi.



**Şekil 3.24.** Toplam antioksidan kapasite tayin prosedürü

Ekstraktların ve standartların toplam antioksidan kapasiteleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı ve mg troloks eşdeğeri (TRE)/g ekstrakt olarak verildi.

$$\text{Toplam Antioksidan Kapasite} = \left(\frac{A}{\epsilon}\right) \times \left(\frac{V_t}{V_{\text{ö}}}\right) \times S_f \times \left(\frac{V_e}{m}\right)$$

A; 450 nm’de ölçülen örnek absorbansı,  $\epsilon$ ; TR bileşiğinin CUPRAC yöntemindeki molar absorplama katsayısı (16700 L mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>); V<sub>t</sub>, CUPRAC ölçüm çözeltisinin toplam hacmi; V<sub>ö</sub>, örnek hacmi (mL); S<sub>f</sub>, seyreltme faktörü; V<sub>e</sub>, hazırlanan ekstraktın hacmi; m, ekstraksiyon işleminde alınan örnek miktarı.

### 3.2.13. Fenolik Bileşenlerin HPLC Analizleri

Nar bitkisinin farklı dokularından ve nar ekşisinden elde edilen metanol ekstraktlarının fenolik bileşenleri HPLC yöntemi kullanılarak belirlendi. Çalışmada protokateşuik asit, punikalajin, *p*-OH benzoik asit, vanilik asit, rutin, ellagik asit, gallik asit, (+)-kateşin, şiringik asit, (-)-epikateşin, naringin, klorojenik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, sinapik asit, *trans*-ferulik asit, mirisetin ve kuersetin olmak üzere 18 farklı fenolik bileşen standardı kullanıldı. Örnek ekstraktları ve standartlar metanolde çözülerek hazırlandı. Gradient elüsyon kullanılarak yapılan tayinde asetonitril: su (70/30; v/v) (A) ve %2.00'lik asetik asit (B) mobil fazları kullanıldı. Fenolik bileşiklerin HPLC analizi için uygulanan yöntem şartları Tablo 3.3'de verildi.

**Tablo 3.3.** Fenolik bileşiklerin HPLC analizi için yöntem şartları

| Analiz Parametresi     | Şartlar                                                                                |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Kolon sıcaklığı        | 30°C                                                                                   |
| Hareketli faz gradient | 0-3 dk: A:B (5:95, h/h)<br>3-10 dk: A:B (15:85, h/h)<br>10-40, 40 dk: A:B (70:30, h/h) |
| Dalga boyu             | 250 nm, 280 nm, 320 nm ve 360 nm                                                       |
| Kolon akış hızı        | 1.00 mL dk <sup>-1</sup>                                                               |
| Enjeksiyon hacmi       | 10 µL                                                                                  |

Standartların maksimum soğurum yaptığı 250, 280, 320 ve 360 nm dalga boylarında alınan kromatogramlardan belirlenen alıkonma zamanları ile örnek kromatogramlarındaki alıkonma zamanları karşılaştırılarak tespit edilen pikler tanımlandı. Örneklerdeki fenolik bileşen miktarları, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standartlardan elde edilen kalibrasyon eğrilerinden yararlanarak hesaplandı.

### 3.2.14. Gözlenebilme Sınırı (LOD) ve Miktar Tayin Alt Sınırı (LOQ)

HPLC çalışmasında, LOD ve LOQ değerlerinin belirlenmesi için, kalibrasyon eğrisindeki en düşük derişimden (5.00 µg mL<sup>-1</sup>) daha düşük derişimlerde her standart için bir seri çözelti hazırlandı ve kromatogramları alındı. Alınan kromatogramlardan sinyal/gürültü (S/G) oranı 3 olan değer gözlenebilme sınırı, 10 olan değer ise miktar tayin alt sınırı olarak belirlendi.

### 3.2.15. Antosiyanin Bileşenlerin LC-MS/MS Analizleri

Nar bitkisinin farklı dokularından ve nar ekşisinden elde edilen asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının antosiyanin bileşenlerinin belirlenmesi için LC-MS/MS kullanıldı. Çalışmada delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3-galaktozit, siyanidin-3-arabinozit, siyanidin-3-rutinozit, pelargonidin-3-glikozit ve malvidin-3-glikozit olmak üzere yedi farklı antosiyanin bileşik standardı kullanıldı. Örnek ekstraktları ve standartlar metanolde çözülerek hazırlandı. Gradient elüsyon sistemi kullanılarak yapılan tayinde %2.00'lik asetik asit (A) ve metanol (B) kullanıldı. Antosiyanin bileşiklerin LC-MS/MS ile analizinde uygulanan yöntem şartları Tablo 3.4'de verildi.

**Tablo 3.4.** Antosiyanin bileşiklerin LC-MS/MS tayini için yöntem şartları

| Analiz Parametresi     | Şartlar                                                |
|------------------------|--------------------------------------------------------|
| Kolon sıcaklığı        | 30°C                                                   |
| Hareketli faz gradient | 0-2 dk: A:B (95:5, h/h)<br>2-12,12 dk: A:B (5:95, h/h) |
| Kolon akış hızı        | 0.3 mL dk <sup>-1</sup>                                |
| Enjeksiyon hacmi       | 10 µL                                                  |
| İyon kaynağı           | Elektro Sprey İyonizasyon                              |
| Azot gazı sıcaklığı    | 300°C                                                  |
| Azot gazı akış hızı    | 3 L dk <sup>-1</sup>                                   |
| Püskürtme basıncı      | 45 psi                                                 |

Standartların 0.05-1.00 mg mL<sup>-1</sup> derişim aralığında hazırlanan çözeltileri kullanılarak kalibrasyon eğrileri oluşturuldu ve kromatogramları alındı. Standart bileşiklerin ana iyon, yavru iyon özellikleri ve kromatogramlardan alınan alıkonma zamanları karşılaştırılarak antosiyanin bileşikleri tanımlandı.

### 3.3. İstatiksel Analiz

Nar bitkisinin yaprak, tomurcuk, çiçek, çekirdek, dane, mezokarp, ekzokarp, bütün meyve dokuları ve nar ekşisinden farklı ekstraksiyon çözücüleri kullanılarak elde edilen 63 farklı ekstraktın fito-kimyasal içeriği ve antioksidan kapasitesi belirlendi. Sonuçlara varyans analizi ve “Tukey HSD” çoklu karşılaştırma testi uygulanarak kullanılan ekstraksiyon çözücüsünün, nar bitkisinin farklı dokularının ve nar ekşisinin fito-kimyasal içeriğe ve antioksidan kapasiteye etkisi  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde değerlendirildi.





## 4. BULGULAR

### 4.1. Ekstraksiyon Verimi

Nar bitkisinin; yaprak, tomurcuk, çiçek, çekirdek, dane, mezokarp, ekzokarp, bütün meyve dokuları ve nar ekşisi örneklerinin Soxhlet ekstraksiyon tekniği kullanılarak yedi farklı çözücü ile ekstraksiyonları yapıldı. Ekstraksiyon işlemi sonucunda nar bitkisinin farklı dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların verimleri, dokuların ve çözücülerin ekstraksiyon verimi üzerine etkileri Tablo 4.1-12 ve Şekil 4.1-11’de verildi.

**Tablo 4.1.** Yaprak dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

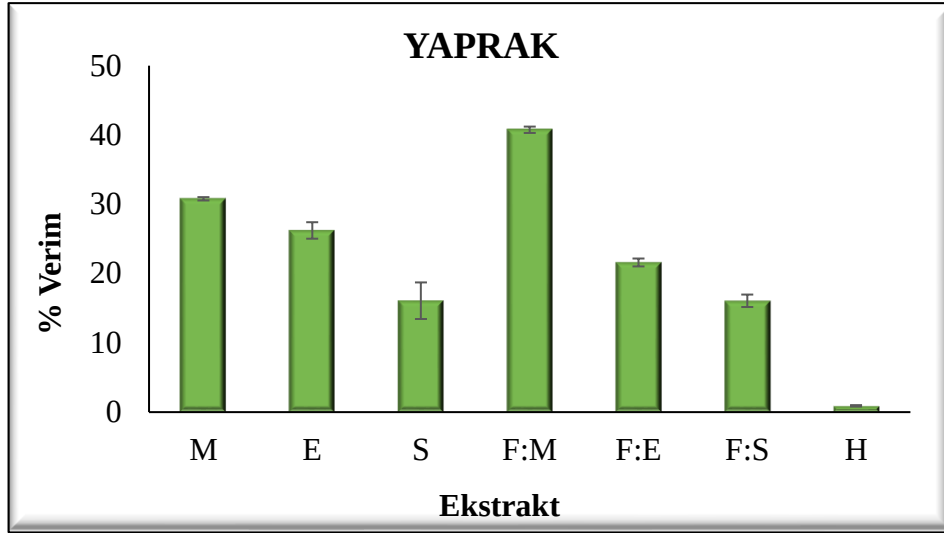
| Ekstrakt | Verim, %                |
|----------|-------------------------|
| M        | 30.79±0.24 <sup>b</sup> |
| E        | 26.22±1.19 <sup>c</sup> |
| S        | 16.08±2.64 <sup>e</sup> |
| F: M     | 40.75±0.46 <sup>a</sup> |
| F: E     | 21.60±0.57 <sup>d</sup> |
| F: S     | 16.07±0.79 <sup>e</sup> |
| H        | 0.91±0.10 <sup>f</sup>  |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Harfler, en yüksek değerden en düşük değere doğru a> b> c> d> e> f>... şeklinde sıralanmaktadır.

Yaprak dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Yaprak ekstraktlarının ekstraksiyon verimlerinin %0.91±0.10-40.75±0.46 aralığında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin F:M çözücüsü ile, en düşük ekstraksiyon veriminin ise H çözücüsü ile elde edildiği belirlendi (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Yaprak dokusundan elde edilen ekstrakt verimleri

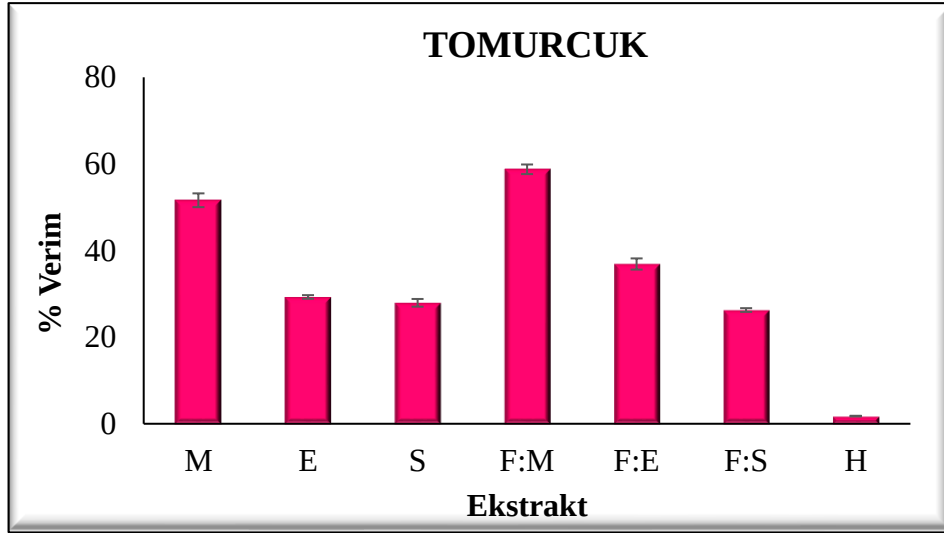
Tomurcuk ekstraktların verimleri Tablo 4.2 ve Şekil 4.2’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek ekstraksiyon veriminin  $51.61 \pm 1.59$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise  $1.77 \pm 0.07$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.2.** Tomurcuk dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %           |
|----------|--------------------|
| M        | $51.61 \pm 1.59^b$ |
| E        | $29.28 \pm 0.42^d$ |
| S        | $27.93 \pm 0.89^d$ |
| F: M     | $58.76 \pm 1.11^a$ |
| F: E     | $36.89 \pm 1.29^c$ |
| F: S     | $26.26 \pm 0.43^d$ |
| H        | $1.77 \pm 0.07^e$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.2.** Tomurcuk dokusundan elde edilen ekstrakt verimleri

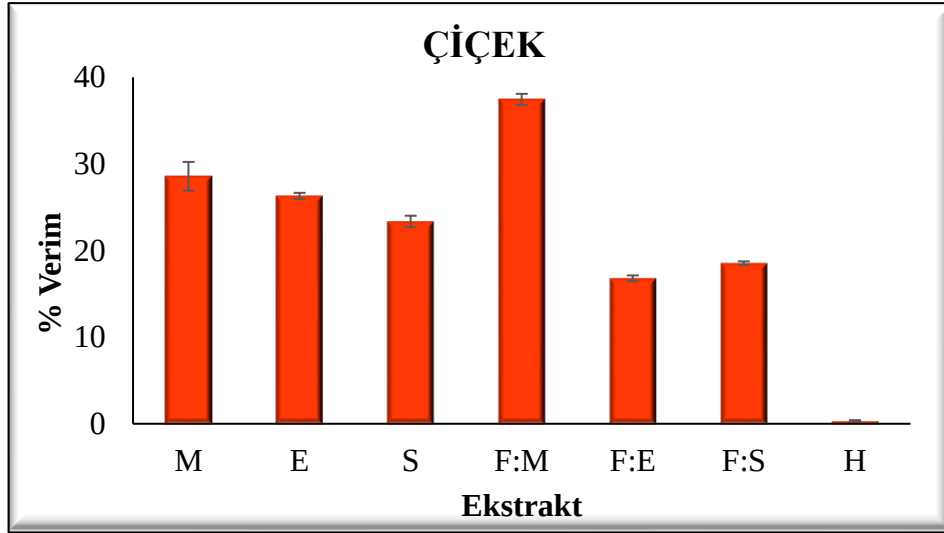
Çiçek ekstraktlarının verimleri Tablo 4.3 ve Şekil 4.3’de verildi. Sonuçlar, kullanılan çözücüler açısından değerlendirildi ve istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) anlamlı bulundu. Çiçek ekstraktlarının ekstraksiyon verimlerinin  $0.36 \pm 0.66$ - $37.45 \pm 0.64$  aralığında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin F:M, en düşük ekstraksiyon veriminin ise H çözücüsü ile elde edildiği belirlendi.

**Tablo 4.3.** Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %           |
|----------|--------------------|
| M        | $28.57 \pm 1.66^b$ |
| E        | $26.31 \pm 0.35^b$ |
| S        | $23.36 \pm 0.66^c$ |
| F: M     | $37.45 \pm 0.64^a$ |
| F: E     | $16.79 \pm 0.34^d$ |
| F: S     | $18.54 \pm 0.21^d$ |
| H        | $0.36 \pm 0.06^e$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.3.** Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

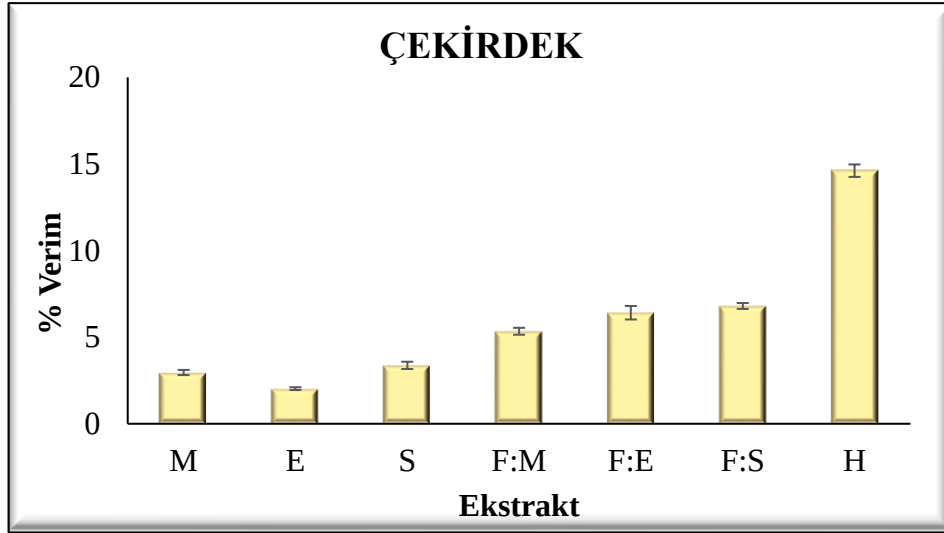
Çekirdek ekstraktların verimleri Tablo 4.4 ve Şekil 4.4’de verilmiş olup sonuçlar  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Çekirdek dokusu için ekstraksiyon verimleri  $H > F:S > F:E > F:M > S > M > E$  şeklinde sıralandı. En yüksek ekstraksiyon verimi  $14.61 \pm 0.36$ , en düşük ekstraksiyon verimi  $2.03 \pm 0.08$  olarak belirlendi.

**Tablo 4.4.** Çekirdek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %           |
|----------|--------------------|
| M        | $2.96 \pm 0.15^d$  |
| E        | $2.03 \pm 0.08^e$  |
| S        | $3.37 \pm 0.21^d$  |
| F: M     | $5.34 \pm 0.20^c$  |
| F: E     | $6.41 \pm 0.39^b$  |
| F: S     | $6.80 \pm 0.17^b$  |
| H        | $14.61 \pm 0.36^a$ |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.4.** Çekirdek dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

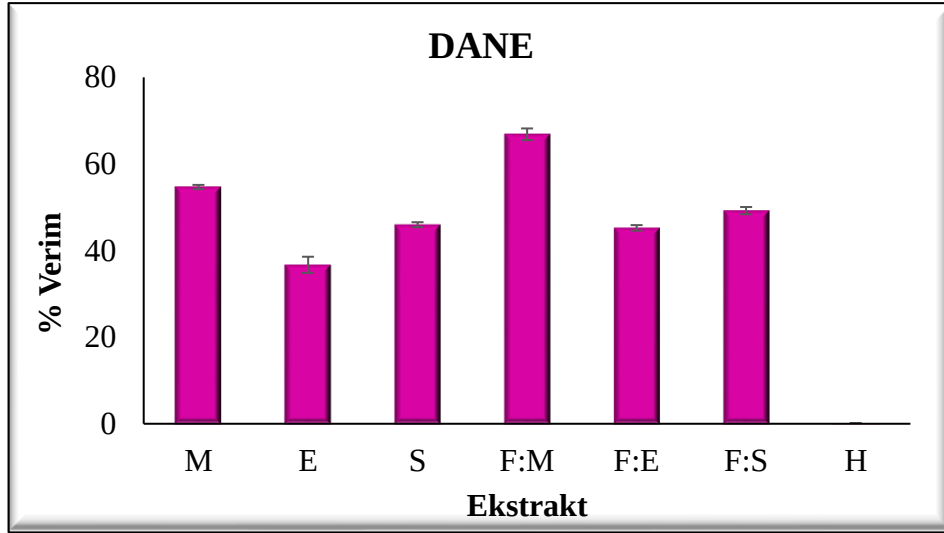
Dane dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri Tablo 4.5 ve Şekil 4.5’de verildi. Ekstraksiyon verimleri kullanılan çözücüler açısından değerlendirildi ve sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Dane ekstraktları arasında en yüksek ekstraksiyon veriminin  $66.84 \pm 1.35$  olarak F:M ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise  $0.08 \pm 0.02$  olarak H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.5.** Danelerden dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %              |
|----------|-----------------------|
| M        | $54.66 \pm 0.50^b$    |
| E        | $36.71 \pm 1.86^e$    |
| S        | $45.96 \pm 0.58^{cd}$ |
| F: M     | $66.84 \pm 1.35^a$    |
| F: E     | $45.23 \pm 0.64^d$    |
| F: S     | $49.22 \pm 0.83^c$    |
| H        | $0.08 \pm 0.02^f$     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.5.** Dane dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

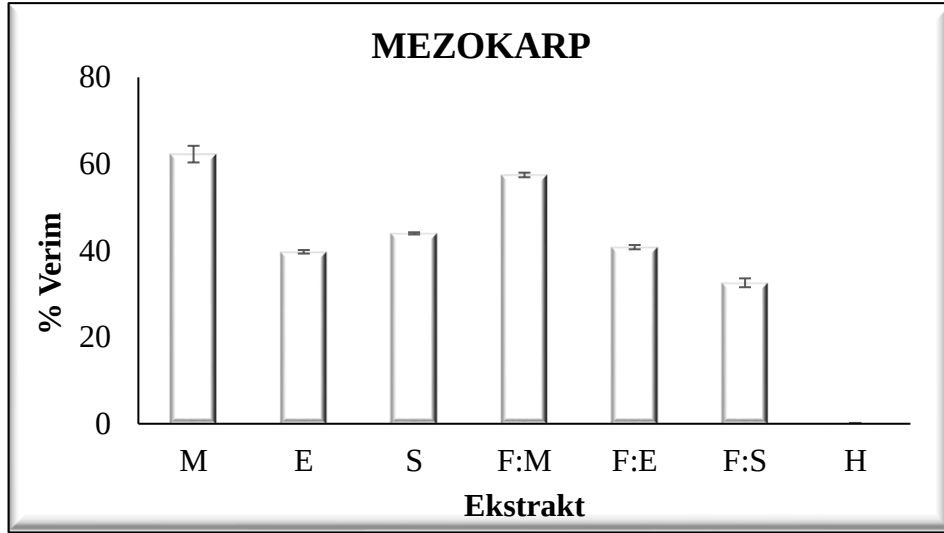
Mezokarp dokusundan farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların verimleri, kullanılan çözücüler açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak, E ekstraktı ile F:E ekstraktının verimleri birbirine yakın olduğu için aralarında anlamlı bir fark gözlenmedi. Tablo 4.6 ve Şekil 4.6'da verilen bilgilere göre mezokarp ekstraktları arasında en yüksek ekstraksiyon veriminin  $62.26 \pm 1.92$  değeri ile M ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise  $0.16 \pm 0.03$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.6.** Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %           |
|----------|--------------------|
| M        | $62.26 \pm 1.92^a$ |
| E        | $39.71 \pm 0.41^d$ |
| S        | $43.96 \pm 0.25^c$ |
| F: M     | $57.45 \pm 0.53^b$ |
| F: E     | $40.78 \pm 0.50^d$ |
| F: S     | $32.55 \pm 1.02^e$ |
| H        | $0.16 \pm 0.03^f$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.6.** Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

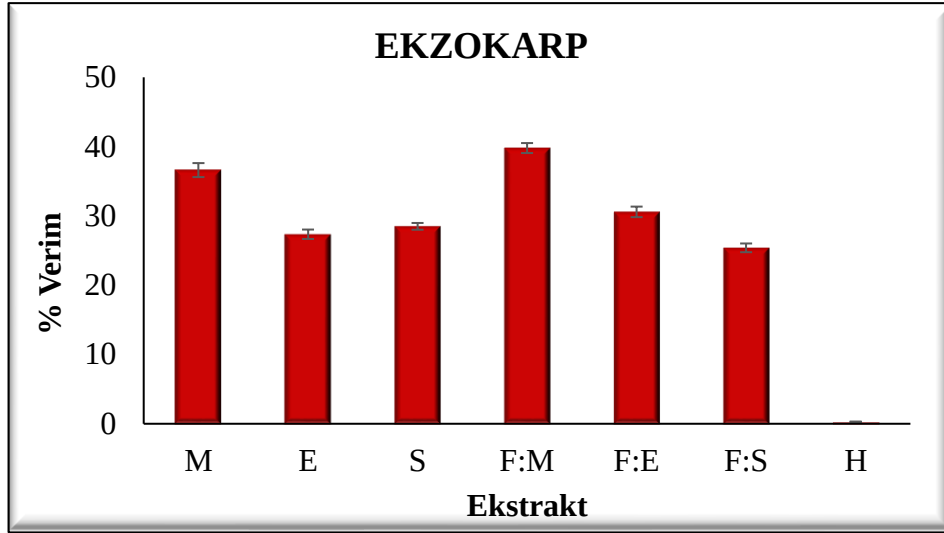
Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri Tablo 4.7 ve Şekil 4.7’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından değerlendirildi ve istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) anlamlı bulundu. En yüksek ekstraksiyon veriminin  $39.79 \pm 0.72$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise  $0.28 \pm 0.04$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.7.** Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %              |
|----------|-----------------------|
| M        | $36.61 \pm 1.01^b$    |
| E        | $27.35 \pm 0.68^{de}$ |
| S        | $28.49 \pm 0.49^{cd}$ |
| F: M     | $39.79 \pm 0.72^a$    |
| F: E     | $30.58 \pm 0.76^c$    |
| F: S     | $25.39 \pm 0.63^e$    |
| H        | $0.28 \pm 0.04^f$     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.7.** Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraksiyon verimleri

Bütün meyveden elde edilen ekstraktların verimleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.8’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından incelendi ve istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Bütün meyveden elde edilen ekstraktların verimleri  $F:M > F:E > M > E > S > F:S > H$  şeklinde sıralandı.

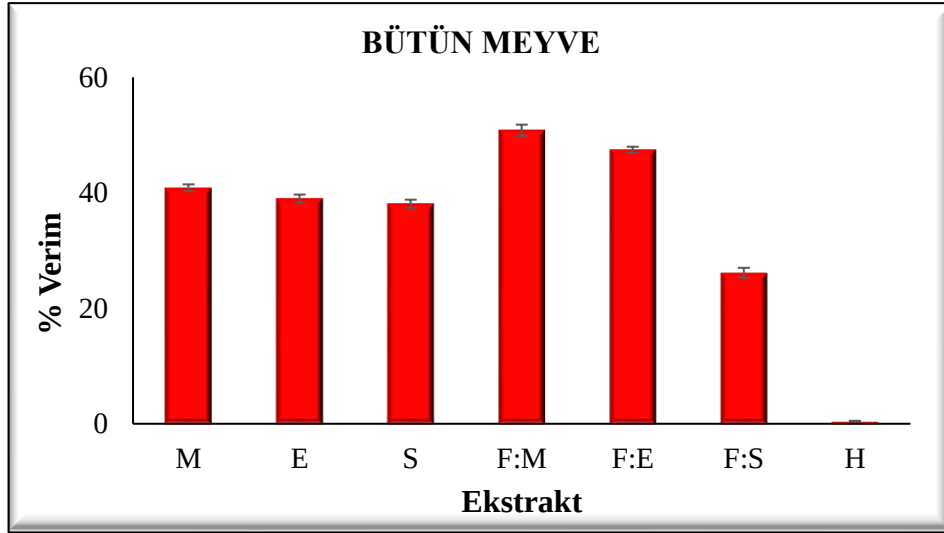
**Tablo 4.8.** Bütün meyve dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %                 |
|----------|--------------------------|
| M        | 40.87±0.59 <sup>c</sup>  |
| E        | 38.99±0.70 <sup>cd</sup> |
| S        | 38.11±0.70 <sup>d</sup>  |
| F: M     | 50.83±0.97 <sup>a</sup>  |
| F: E     | 47.45±0.53 <sup>b</sup>  |
| F: S     | 26.16±0.85 <sup>e</sup>  |
| H        | 0.45±0.06 <sup>f</sup>   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





**Şekil 4.8.** Bütün meyveden elde edilen ekstraktların verimleri

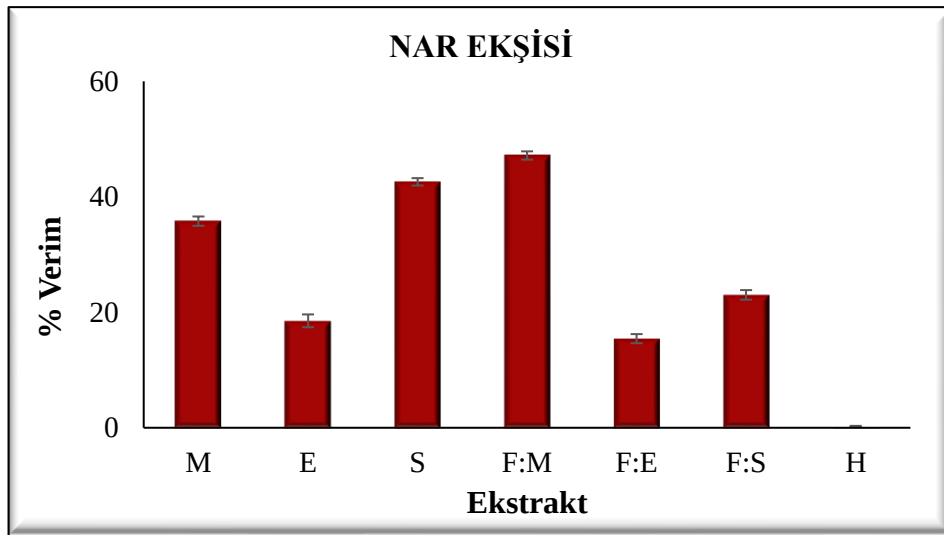
Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların verimleri Tablo 4.9 ve Şekil 4.9'da verilmiş olup ekstrakt verimleri  $47.15 \pm 0.72$  (F:M) >  $42.59 \pm 0.64$  (S) >  $35.78 \pm 0.81$  (M) >  $23.01 \pm 0.83$  (F:S) >  $18.52 \pm 1.11$  (E) >  $15.43 \pm 0.79$  (F:E) >  $0.23 \pm 0.10$  (H) olarak sıralandı. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu.

**Tablo 4.9.** Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların verimleri

| Ekstrakt | Verim, %           |
|----------|--------------------|
| M        | $35.78 \pm 0.81^c$ |
| E        | $18.52 \pm 1.11^e$ |
| S        | $42.59 \pm 0.64^b$ |
| F: M     | $47.15 \pm 0.72^a$ |
| F: E     | $15.43 \pm 0.79^f$ |
| F: S     | $23.01 \pm 0.83^d$ |
| H        | $0.23 \pm 0.10^g$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.9.** Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların verimleri

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularının ve nar ekşisinin ekstraksiyon verimleri Tablo 4.10’da verildi. Ekstraksiyon verimleri doku bazında incelendi ve istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ekstraksiyon verimine göre dokular dane> mezokarp> bütün meyve> tomurcuk>ekzokarp> nar ekşisi> yaprak> çiçek> çekirdek şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.10.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin ekstraksiyon verimine etkisi

| Dokular & Nar Ekşisi | Verim, %           |
|----------------------|--------------------|
| Yaprak               | 21.78 <sup>f</sup> |
| Tomurcuk             | 33.22 <sup>d</sup> |
| Çiçek                | 21.63 <sup>f</sup> |
| Çekirdek             | 5.93 <sup>g</sup>  |
| Dane                 | 42.67 <sup>a</sup> |
| Mezokarp             | 39.55 <sup>b</sup> |
| Ekzokarp             | 26.93 <sup>e</sup> |
| Bütün Meyve          | 34.70 <sup>c</sup> |
| Nar Ekşisi           | 26.10 <sup>e</sup> |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin ekstraksiyon verimine etkisi Tablo 4.11’de verildi. Tablo 4.11’de verilen bilgilere göre ekstraktlar F:M> M> S> F:E> E> F:S> H şeklinde sıralandı. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu.

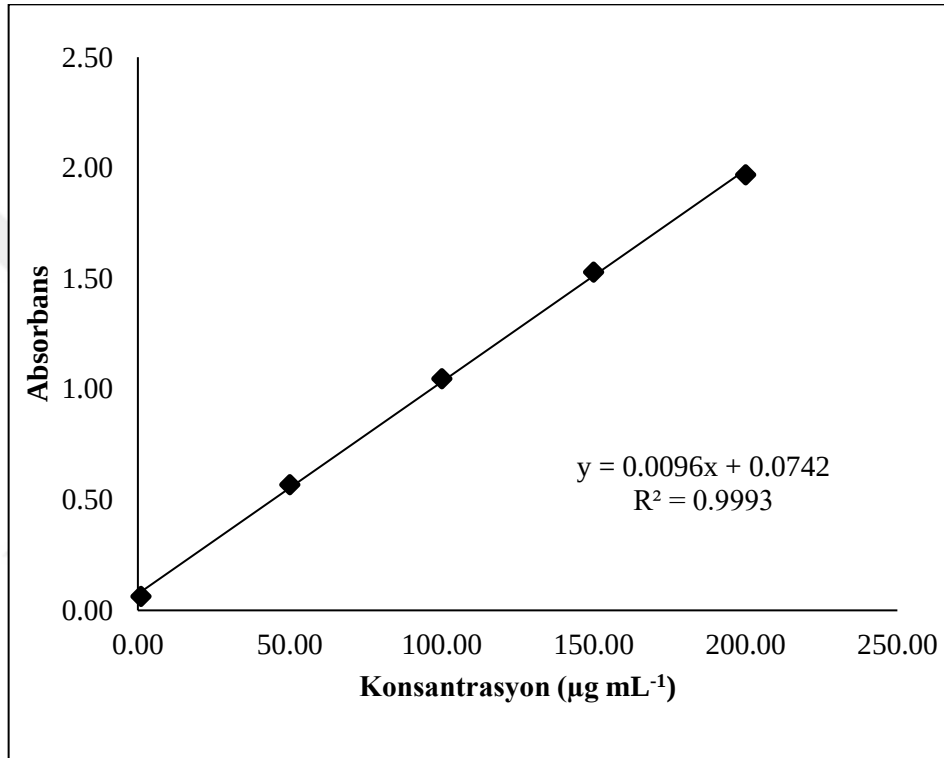
**Tablo 4.11.** Ekstraksiyon çözücülerinin verime etkisi

| Ekstraksiyon Çözücüsü | Verim, %           |
|-----------------------|--------------------|
| M                     | 38.24 <sup>b</sup> |
| E                     | 27.24 <sup>e</sup> |
| S                     | 29.98 <sup>c</sup> |
| F: M                  | 44.93 <sup>a</sup> |
| F: E                  | 29.02 <sup>d</sup> |
| F: S                  | 24.89 <sup>f</sup> |
| H                     | 2.09 <sup>g</sup>  |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.2. Toplam Fenolik Bileşen Miktarı

Tüm ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları Folin-Ciocalteu reaktifinin kullanıldığı yöntem ile tayin edildi. Gallik asit standardının 1.00-200.00  $\mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında hazırlanan çözeltileri ile kalibrasyon grafiğı oluşturuldu (Şekil 4.10). Sonuçlar, kalibrasyon grafiğınden elde edilen regresyon eşitliğı ( $y=0.0096x+0.0742$ ;  $R^2=0.9993$ ) kullanılarak hesaplandı ve mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE)/g ekstrakt olarak ifade edildi.



Şekil 4.10. Gallik asit kalibrasyon grafiğı

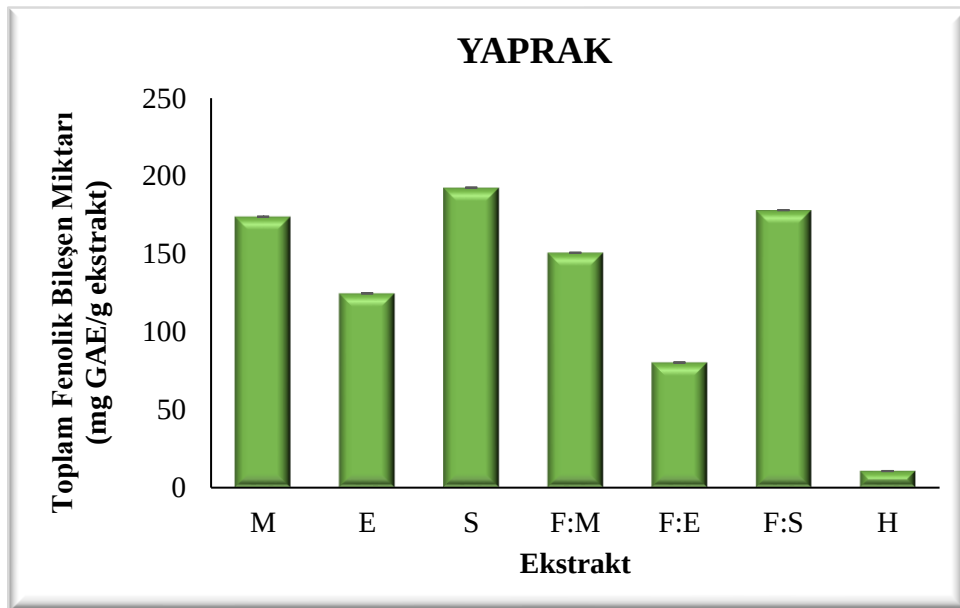
Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.12 ve Şekil 4.11’de verildi. Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam fenolik bileşen miktarı  $192.57 \pm 0.02$  mg GAE/g ekstrakt (S), en düşük toplam fenolik bileşen miktarı ise  $10.64 \pm 0.07$  mg GAE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.12.** Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $173.91 \pm 0.07^c$                                   |
| E        | $124.70 \pm 0.04^e$                                   |
| S        | $192.57 \pm 0.02^a$                                   |
| F: M     | $150.78 \pm 0.07^d$                                   |
| F: E     | $80.30 \pm 0.05^f$                                    |
| F: S     | $178.12 \pm 0.05^b$                                   |
| H        | $10.64 \pm 0.07^g$                                    |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.11.** Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

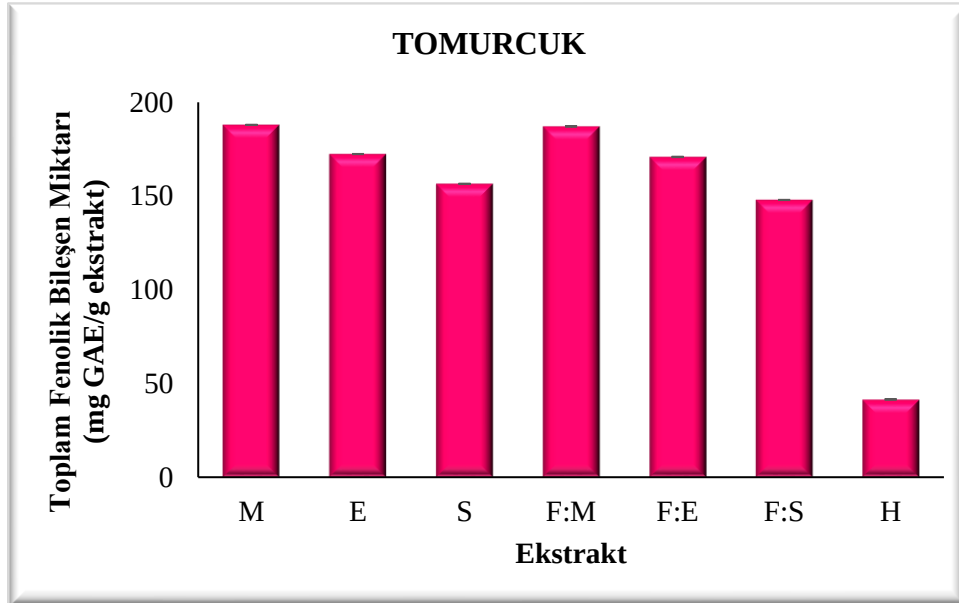
Nar tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.13 ve Şekil 4.12’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tomurcuk ekstraktları için toplam fenolik bileşen miktarlarının  $41.51 \pm 0.04$ - $187.97 \pm 0.03$  mg GAE/g ekstrakt arasında değiştiği ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.13.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı |
|----------|--------------------------------|
|          | (mg GAE/g ekstrakt)            |
| M        | $187.97 \pm 0.03^a$            |
| E        | $172.40 \pm 0.05^c$            |
| S        | $156.51 \pm 0.03^e$            |
| F: M     | $187.16 \pm 0.07^b$            |
| F: E     | $170.88 \pm 0.11^d$            |
| F: S     | $147.91 \pm 0.05^f$            |
| H        | $41.51 \pm 0.04^g$             |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.12.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

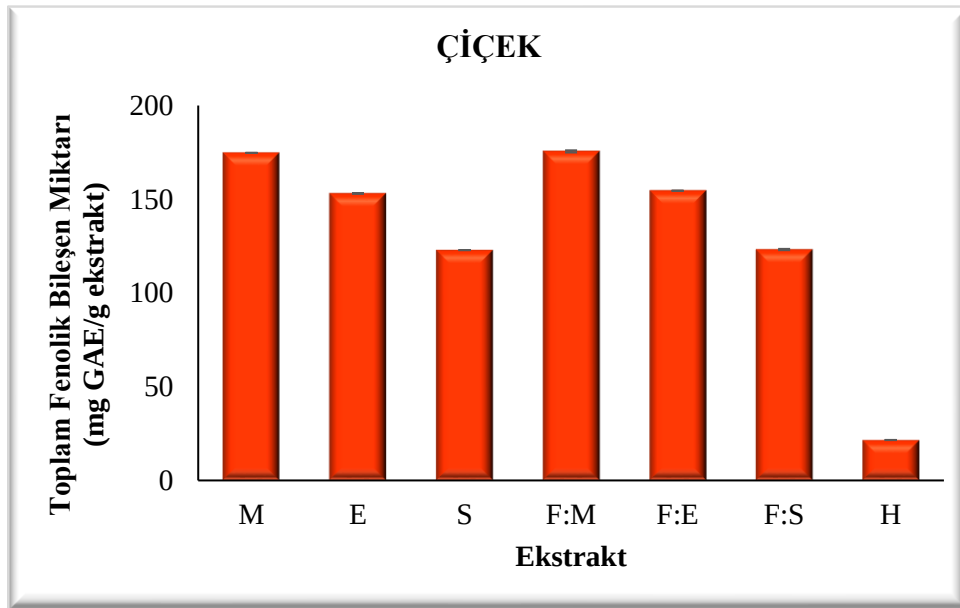
Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.14 ve Şekil 4.13’de verilmiş olup sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları F:M> M> F:E> E> F:S> S> H şeklinde sıralandı. En yüksek toplam fenolik bileşen miktarı  $175.52 \pm 0.58$  mg GAE/g ekstrakt olarak belirlendi.

**Tablo 4.14.** Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $174.74 \pm 0.06^a$                                   |
| E        | $153.09 \pm 0.06^c$                                   |
| S        | $122.87 \pm 0.04^d$                                   |
| F: M     | $175.52 \pm 0.58^a$                                   |
| F: E     | $154.54 \pm 0.07^b$                                   |
| F: S     | $123.18 \pm 0.35^d$                                   |
| H        | $21.57 \pm 0.04^e$                                    |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.13.** Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

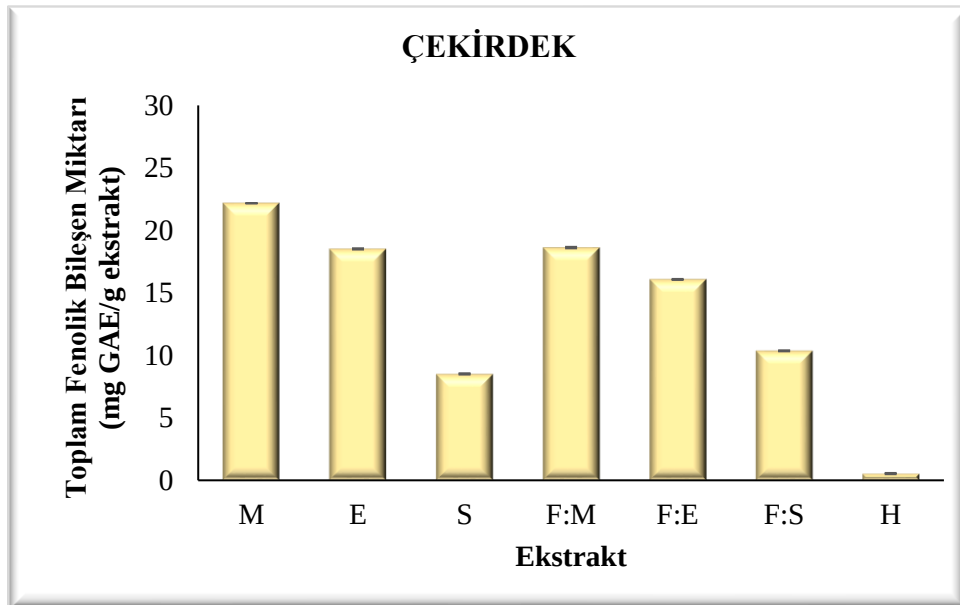
Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.15 ve Şekil 4.14’de verildi. Ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarlarının  $0.54 \pm 0.05$ - $22.17 \pm 0.02$  mg GAE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına ait olduğu belirlendi. Yapılan istatistiksel değerlendirme de sonuçlar kullanılan çözücüler açısından anlamlı ( $p \leq 0.05$ ) bulundu. Ancak E ekstraktı ile F:M ekstraktlarından elde edilen sonuçlar birbirine çok yakın olduklarından aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmedi.

**Tablo 4.15.** Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $22.17 \pm 0.02^a$                                    |
| E        | $18.52 \pm 0.05^b$                                    |
| S        | $8.51 \pm 0.05^e$                                     |
| F: M     | $18.62 \pm 0.06^b$                                    |
| F: E     | $16.07 \pm 0.04^c$                                    |
| F: S     | $10.36 \pm 0.04^d$                                    |
| H        | $0.54 \pm 0.05^f$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.14.** Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları



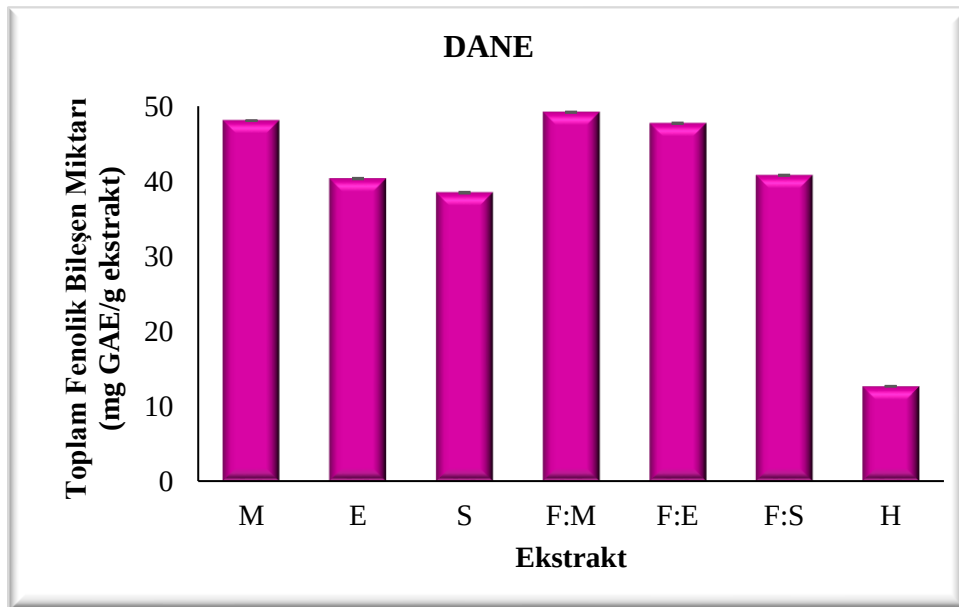
Dane dokusundan elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Tablo 4.16 ve Şekil 4.15’de verilen sonuçlara göre, dane ekstraktları arasında en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının  $49.19 \pm 0.08$  mg GAE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise  $12.65 \pm 0.05$  mg GAE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.16.** Dane ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $48.08 \pm 0.05^b$                                    |
| E        | $40.35 \pm 0.09^e$                                    |
| S        | $38.47 \pm 0.11^f$                                    |
| F: M     | $49.19 \pm 0.08^a$                                    |
| F: E     | $47.72 \pm 0.09^c$                                    |
| F: S     | $40.79 \pm 0.08^d$                                    |
| H        | $12.65 \pm 0.05^g$                                    |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.15.** Dane ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

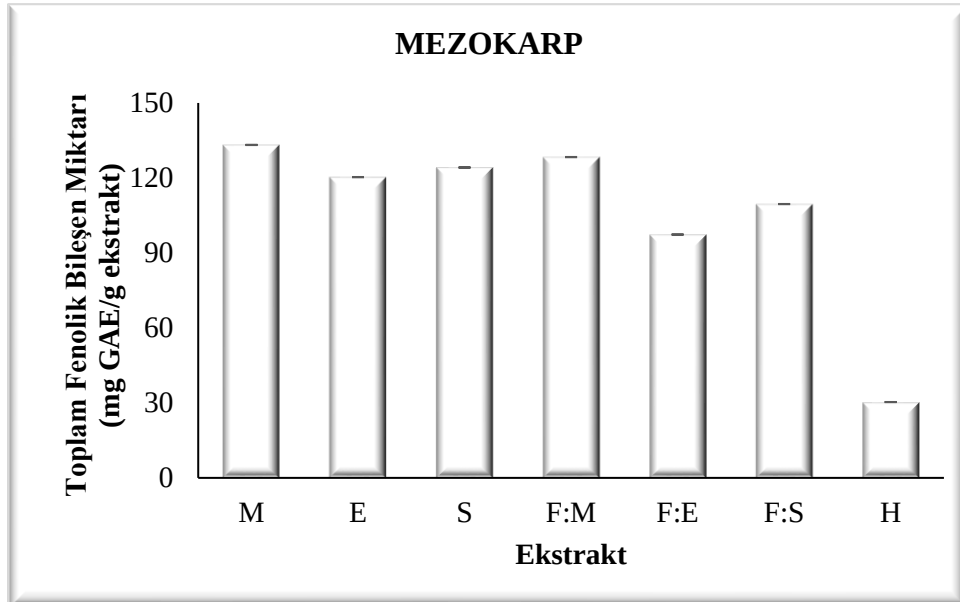
Mezokarp dokusunda elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları, Tablo 4.17 ve Şekil 4.16’da verildi. Sonuçlar, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Mezokarp dokusu için toplam fenolik bileşen miktarının  $30.33 \pm 0.03$ - $133.22 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve  $M > F:M > S > E > F:S > F:E > H$  şeklinde sıralandığı belirlendi.

**Tablo 4.17.** Mezokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $133.22 \pm 0.06^a$                                   |
| E        | $120.32 \pm 0.06^d$                                   |
| S        | $124.18 \pm 0.08^c$                                   |
| F: M     | $128.35 \pm 0.05^b$                                   |
| F: E     | $97.35 \pm 0.05^f$                                    |
| F: S     | $109.55 \pm 0.04^e$                                   |
| H        | $30.33 \pm 0.03^g$                                    |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.16.** Mezokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

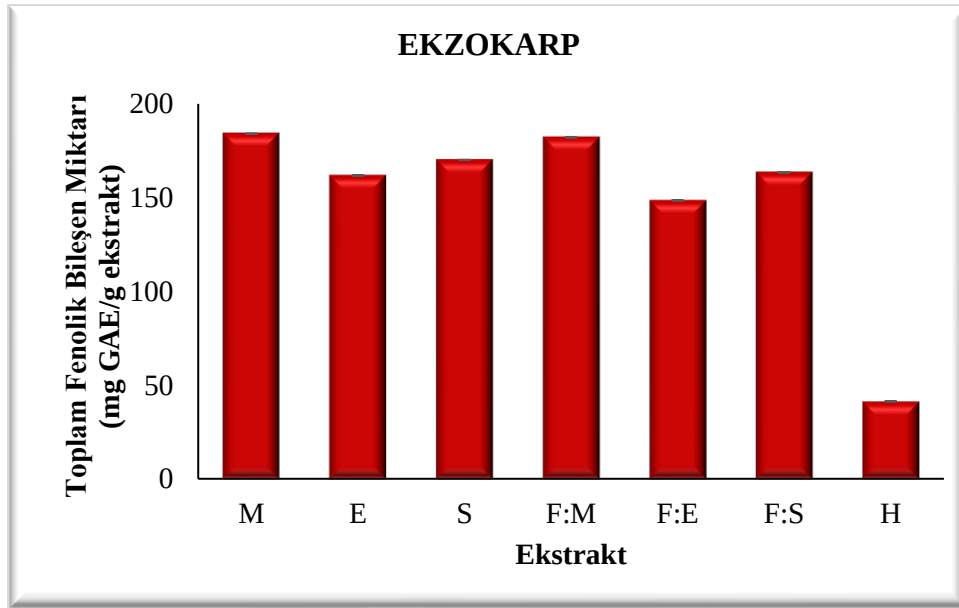
Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları, kullanılan çözücüler açısından değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Tablo 4.18 ve Şekil 4.17’de verilen sonuçlara göre, en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına ( $184.09 \pm 0.05$  mg GAE/g ekstrakt), en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise ( $41.28 \pm 0.04$  mg GAE/g ekstrakt) H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.18.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $184.09 \pm 0.05^a$                                   |
| E        | $161.80 \pm 0.08^e$                                   |
| S        | $170.10 \pm 0.08^c$                                   |
| F: M     | $182.09 \pm 0.06^b$                                   |
| F: E     | $148.47 \pm 0.07^f$                                   |
| F: S     | $163.40 \pm 0.03^d$                                   |
| H        | $41.28 \pm 0.04^g$                                    |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.17.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

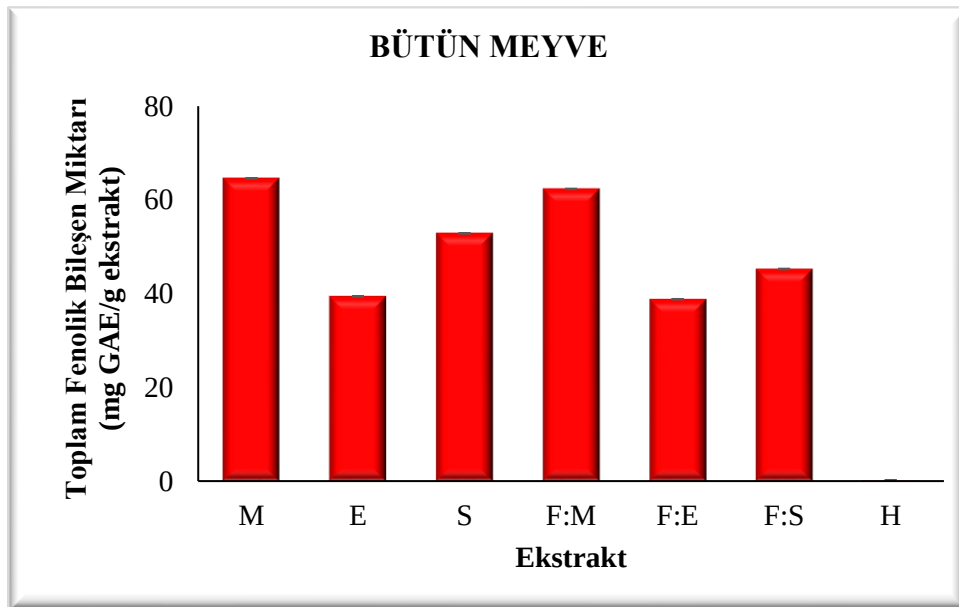
Bütün olarak değerlendirilen meyveden elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.19 ve Şekil 4.18’de verildi. Ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarlarının  $0.16 \pm 0.05$ - $64.16 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Sonuçlar, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu.

**Tablo 4.19.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $64.61 \pm 0.06^a$                                    |
| E        | $39.41 \pm 0.06^e$                                    |
| S        | $52.87 \pm 0.03^c$                                    |
| F: M     | $62.34 \pm 0.05^b$                                    |
| F: E     | $38.81 \pm 0.05^f$                                    |
| F: S     | $45.26 \pm 0.07^d$                                    |
| H        | $0.16 \pm 0.05^g$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.18.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

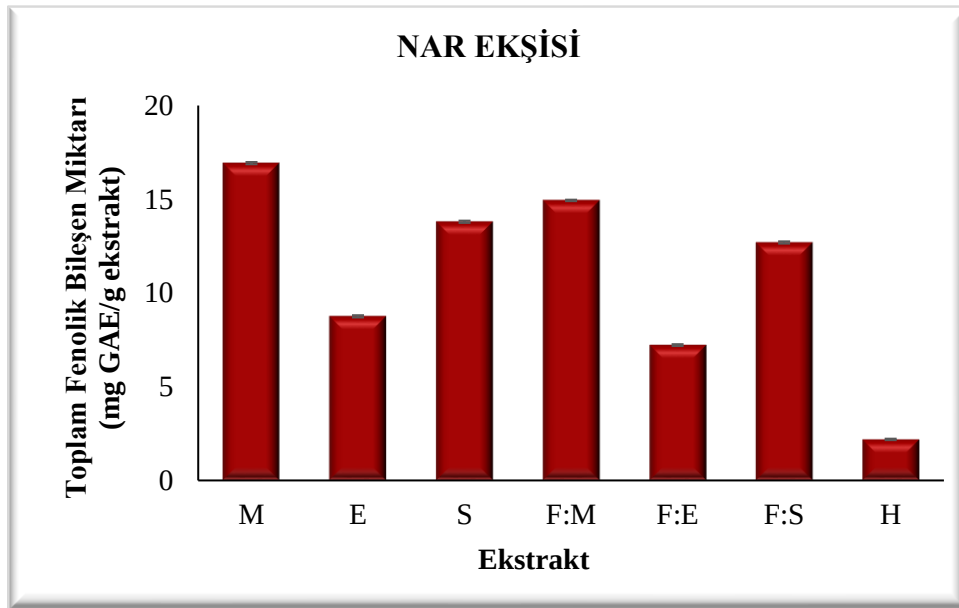
Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.20 ve Şekil 4.19’da verildi. Sonuçlar, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Nar ekşisi için toplam fenolik bileşen miktarına göre ekstraktlar,  $M > F:M > S > F:S > E > F:E > H$  şeklinde sıralandı. En yüksek toplam fenolik bileşen miktarının  $16.93 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt değeri ile M ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.20.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br>(mg GAE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $16.93 \pm 0.06^a$                                    |
| E        | $8.75 \pm 0.06^e$                                     |
| S        | $13.80 \pm 0.06^c$                                    |
| F: M     | $14.94 \pm 0.04^b$                                    |
| F: E     | $7.22 \pm 0.05^f$                                     |
| F: S     | $12.69 \pm 0.06^d$                                    |
| H        | $2.19 \pm 0.04^g$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.19.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları Tablo 4.21’de verilmiş olup sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam fenolik bileşen miktarına göre dokular tomurcuk> ekzokarp> çiçek> yaprak> mezokarp> bütün meyve> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin, toplam fenolik bileşen miktarına etkisi Tablo 4.22’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde,  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam fenolik bileşen miktarının ise M ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.21.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam fenolik bileşen miktarına etkisi

| <b>Dokular &amp; Nar Ekşisi</b> | <b>Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br/>(mg GAE/g ekstrakt)</b> |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Yaprak                          | 130.14 <sup>d</sup>                                           |
| Tomurcuk                        | 152.18 <sup>a</sup>                                           |
| Çiçek                           | 132.22 <sup>c</sup>                                           |
| Çekirdek                        | 13.54 <sup>h</sup>                                            |
| Dane                            | 39.61 <sup>g</sup>                                            |
| Mezokarp                        | 106.18 <sup>e</sup>                                           |
| Ekzokarp                        | 150.18 <sup>b</sup>                                           |
| Bütün Meyve                     | 43.35 <sup>f</sup>                                            |
| Nar Ekşisi                      | 10.93 <sup>i</sup>                                            |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

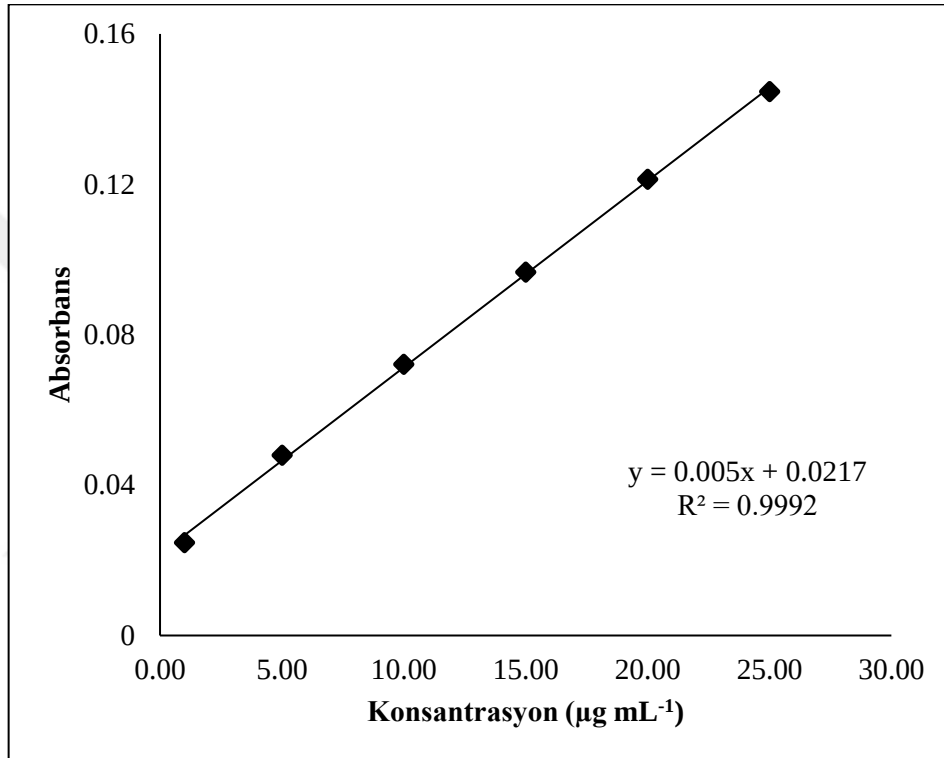
**Tablo 4.22.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam fenolik bileşen miktarına etkisi

| <b>Ekstraksiyon<br/>Çözücüsü</b> | <b>Toplam Fenolik Bileşen Miktarı<br/>(mg GAE/g ekstrakt)</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| M                                | 111.75 <sup>a</sup>                                           |
| E                                | 93.26 <sup>d</sup>                                            |
| S                                | 97.76 <sup>c</sup>                                            |
| F: M                             | 107.67 <sup>b</sup>                                           |
| F: E                             | 84.60 <sup>f</sup>                                            |
| F: S                             | 92.36 <sup>e</sup>                                            |
| H                                | 17.87 <sup>g</sup>                                            |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

### 4.3. Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı

Tüm ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarının belirlenmesi için alüminyum klorür kolorimetrik yöntemi kullanıldı. Rutin standardının farklı konsantrasyonlarda ( $1.00-25.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltileri kullanılarak kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.20). Sonuçlar kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliği ( $y=0.005x+0.0217$ ;  $R^2=0.9992$ ) kullanılarak hesaplandı ve mg rutin eşdeğeri (RE)/g ekstrakt olarak ifade edildi.



Şekil 4.20. Rutin kalibrasyon grafiği



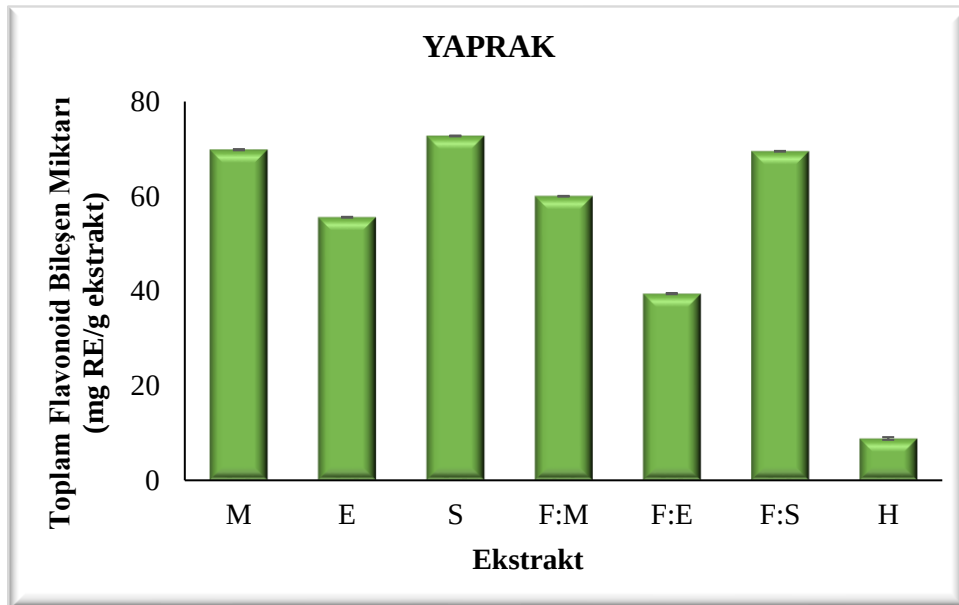
Yaprak ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 4.23 ve Şekil 4.21’de verildi. Sonuçlar, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak M ekstraktı ile F:M ekstraktının toplam flavonoid bileşen miktarları birbirine yakın olduklarından aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmedi. En yüksek toplam flavonoid bileşen miktarı  $72.73 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt (S), en düşük toplam flavonoid bileşen miktarı ise  $8.83 \pm 0.29$  mg RE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.23.** Yaprak ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $69.83 \pm 0.13^b$                                     |
| E        | $55.57 \pm 0.09^d$                                     |
| S        | $72.73 \pm 0.09^a$                                     |
| F: M     | $69.50 \pm 0.08^b$                                     |
| F: E     | $39.43 \pm 0.13^e$                                     |
| F: S     | $60.00 \pm 0.08^c$                                     |
| H        | $8.83 \pm 0.29^f$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.21.** Yaprak ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

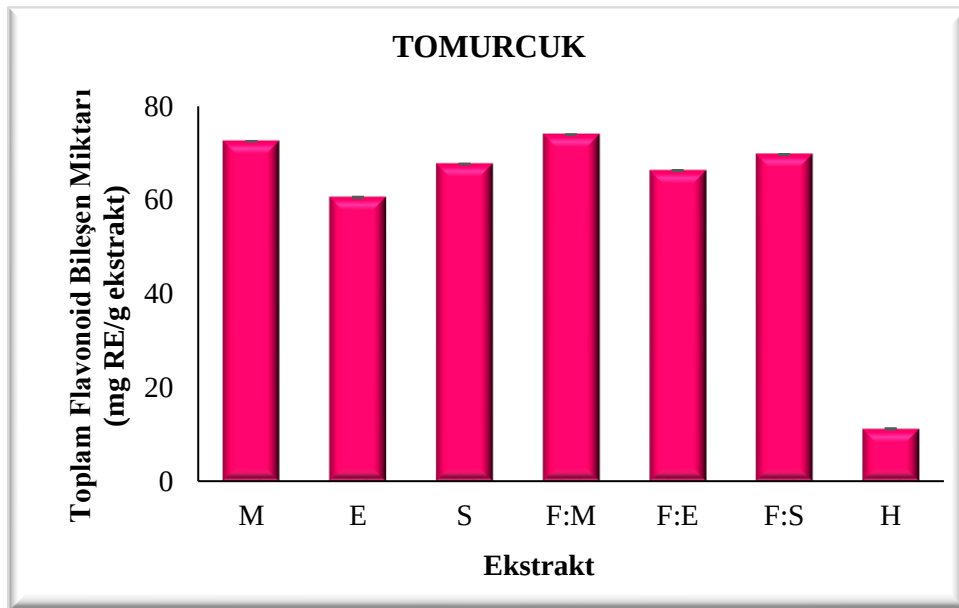
Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 4.24 ve Şekil 4.22’de verildi. Ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarları kullanılan çözücüler açısından incelendi ve istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Elde edilen verilere göre tomurcuk ekstraktları için toplam flavonoid bileşen miktarlarının  $11.17 \pm 0.13$ - $73.93 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid miktarının ise H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.24.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $72.53 \pm 0.05^b$                                     |
| E        | $60.57 \pm 0.13^f$                                     |
| S        | $67.67 \pm 0.09^d$                                     |
| F: M     | $73.93 \pm 0.09^a$                                     |
| F: E     | $66.27 \pm 0.13^e$                                     |
| F: S     | $69.70 \pm 0.08^c$                                     |
| H        | $11.17 \pm 0.13^g$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.22.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

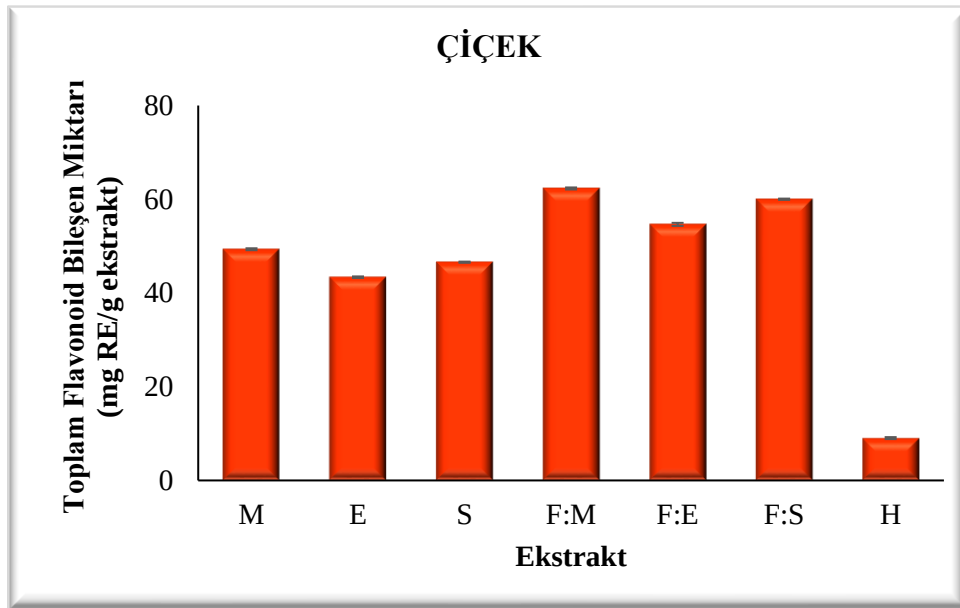
Çiçek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 4.25 ve Şekil 4.23’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının  $62.30 \pm 0.22$  mg RE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise  $9.03 \pm 0.21$  mg RE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.25.** Çiçek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $49.33 \pm 0.21^d$                                     |
| E        | $43.37 \pm 0.17^f$                                     |
| S        | $46.57 \pm 0.13^e$                                     |
| F: M     | $62.30 \pm 0.22^a$                                     |
| F: E     | $54.63 \pm 0.33^c$                                     |
| F: S     | $60.00 \pm 0.14^b$                                     |
| H        | $9.03 \pm 0.21^g$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.23.** Çiçek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

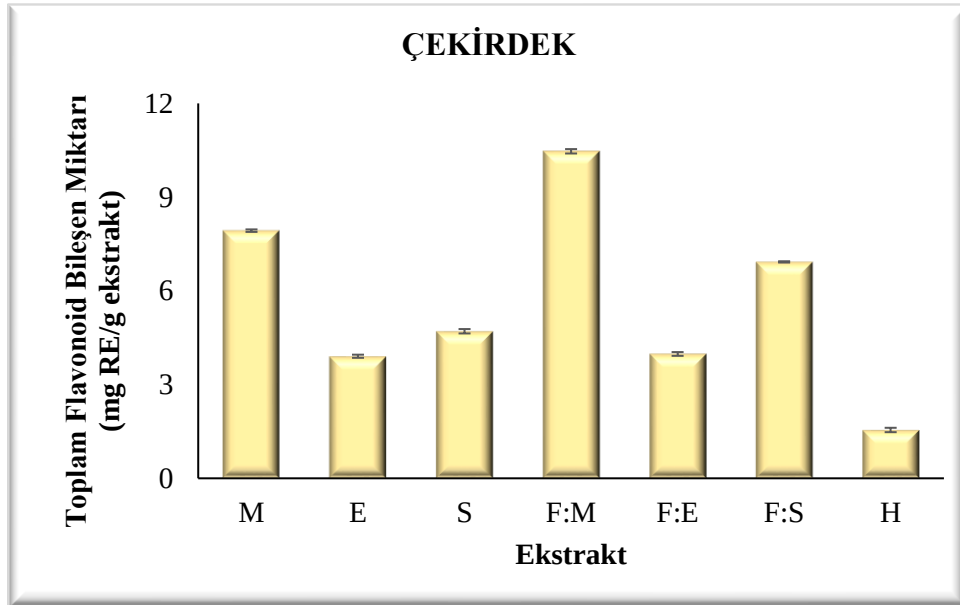
Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları (Tablo 4.26 ve Şekil 4.24), kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak, E ekstraktı ile F:E ekstraktının flavonoid bileşen miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının  $10.47 \pm 0.07$  mg RE/g ekstrakt olarak F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise  $1.55 \pm 0.07$  mg RE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.26.** Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $7.93 \pm 0.04^b$                                      |
| E        | $3.91 \pm 0.05^e$                                      |
| S        | $4.71 \pm 0.07^d$                                      |
| F: M     | $10.47 \pm 0.07^a$                                     |
| F: E     | $3.98 \pm 0.06^e$                                      |
| F: S     | $6.93 \pm 0.02^c$                                      |
| H        | $1.55 \pm 0.07^f$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.24.** Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

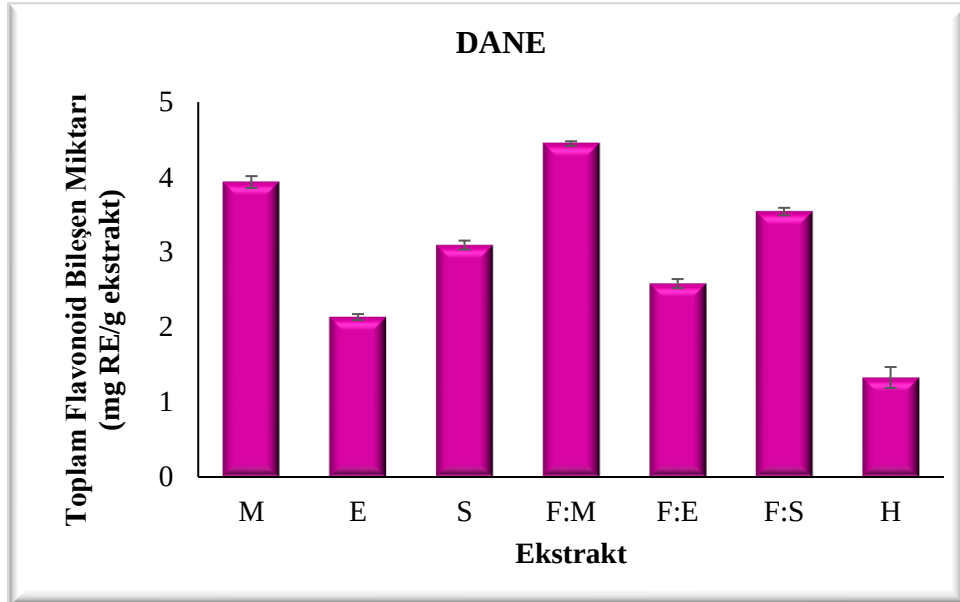
Dane ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 4.27 ve Şekil 4.25’de verilmiş olup sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarlarının  $1.33 \pm 0.14$ - $4.45 \pm 0.03$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.27.** Dane ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $3.93 \pm 0.08^b$                                      |
| E        | $2.13 \pm 0.04^f$                                      |
| S        | $3.09 \pm 0.06^d$                                      |
| F: M     | $4.45 \pm 0.03^a$                                      |
| F: E     | $2.58 \pm 0.06^e$                                      |
| F: S     | $3.54 \pm 0.05^c$                                      |
| H        | $1.33 \pm 0.14^g$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.25.** Dane ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

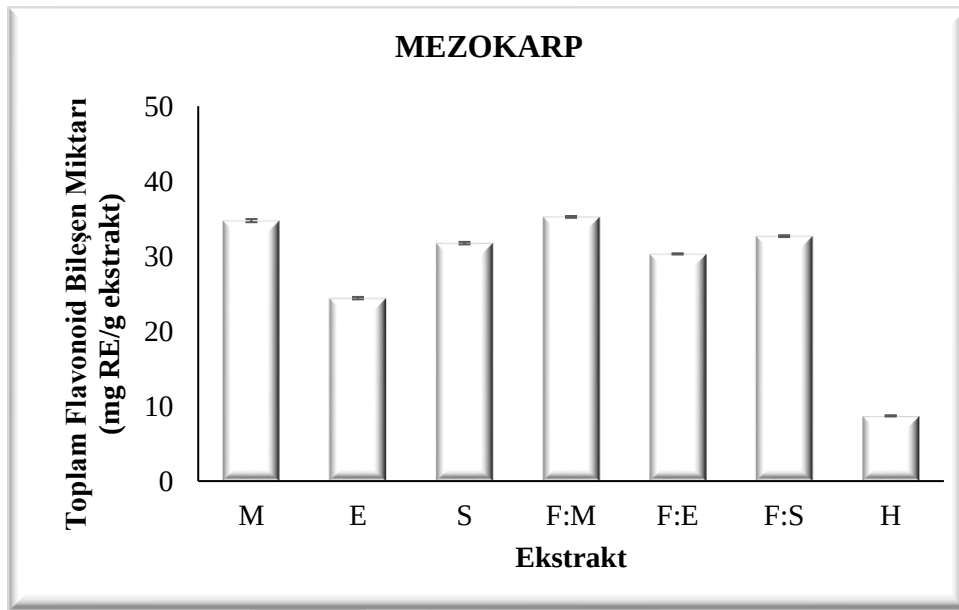
Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları (Tablo 4.28 ve Şekil 4.26), kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavonoid bileşen miktarına göre ekstraktlar F:M> M> F:S> S> F:E> E> H şeklinde sıralandı. En yüksek toplam flavonoid bileşen miktarı  $35.23 \pm 0.12$  mg RE/g ekstrakt, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarı ise  $8.70 \pm 0.08$  mg RE/g ekstrakt olarak belirlendi.

**Tablo 4.28.** Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $34.73 \pm 0.21^b$                                     |
| E        | $24.40 \pm 0.16^f$                                     |
| S        | $31.73 \pm 0.17^d$                                     |
| F: M     | $35.23 \pm 0.12^a$                                     |
| F: E     | $30.30 \pm 0.08^e$                                     |
| F: S     | $32.67 \pm 0.12^c$                                     |
| H        | $8.70 \pm 0.08^g$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.26.** Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

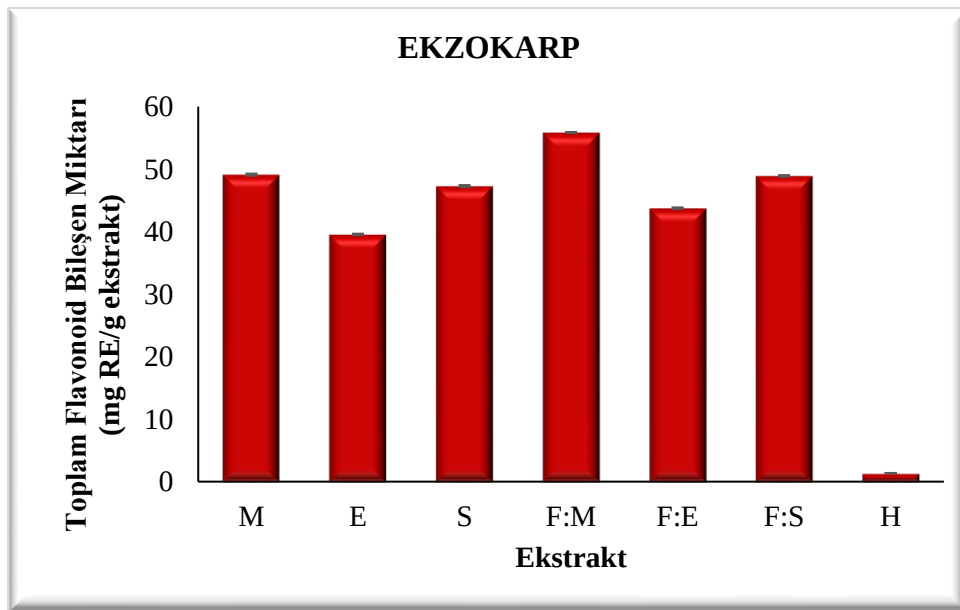
Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları (Tablo 4.29 ve Şekil 4.27), kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak, M ekstraktı ile F:S ekstraktının flavonoid bileşen miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının  $55.87 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise  $1.36 \pm 0.03$  mg RE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.29.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $49.13 \pm 0.17^b$                                     |
| E        | $39.57 \pm 0.12^e$                                     |
| S        | $47.30 \pm 0.16^c$                                     |
| F: M     | $55.87 \pm 0.09^a$                                     |
| F: E     | $43.77 \pm 0.12^d$                                     |
| F: S     | $48.93 \pm 0.12^b$                                     |
| H        | $1.36 \pm 0.03^f$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.27.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

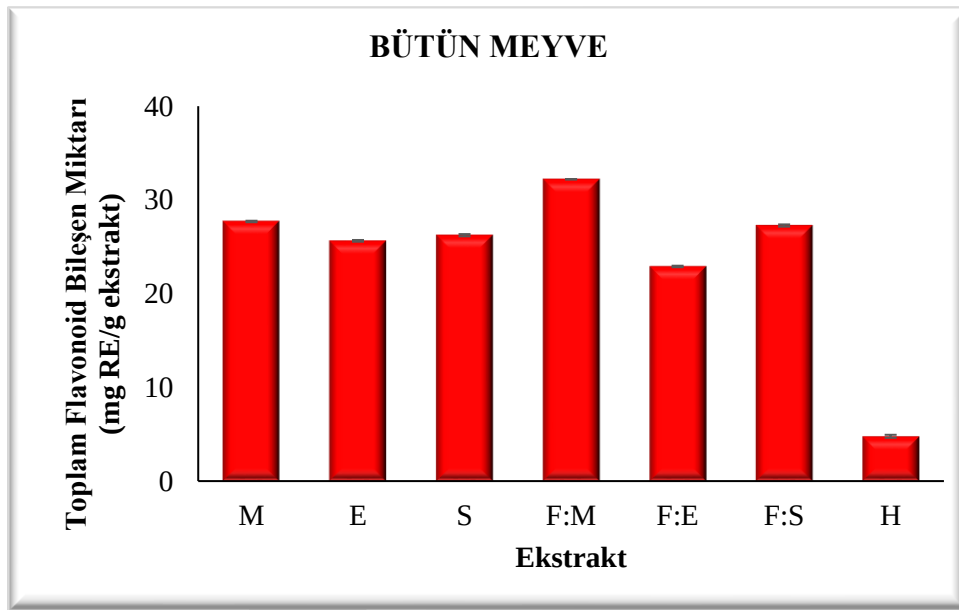
Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 4.30 ve Şekil 4.28’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavonoid bileşen miktarının  $4.78 \pm 0.16 - 32.20 \pm 0.00$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.30.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $27.70 \pm 0.08^b$                                     |
| E        | $25.63 \pm 0.09^e$                                     |
| S        | $26.23 \pm 0.12^d$                                     |
| F: M     | $32.20 \pm 0.00^a$                                     |
| F: E     | $22.90 \pm 0.08^f$                                     |
| F: S     | $27.27 \pm 0.12^c$                                     |
| H        | $4.78 \pm 0.16^g$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.28.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları



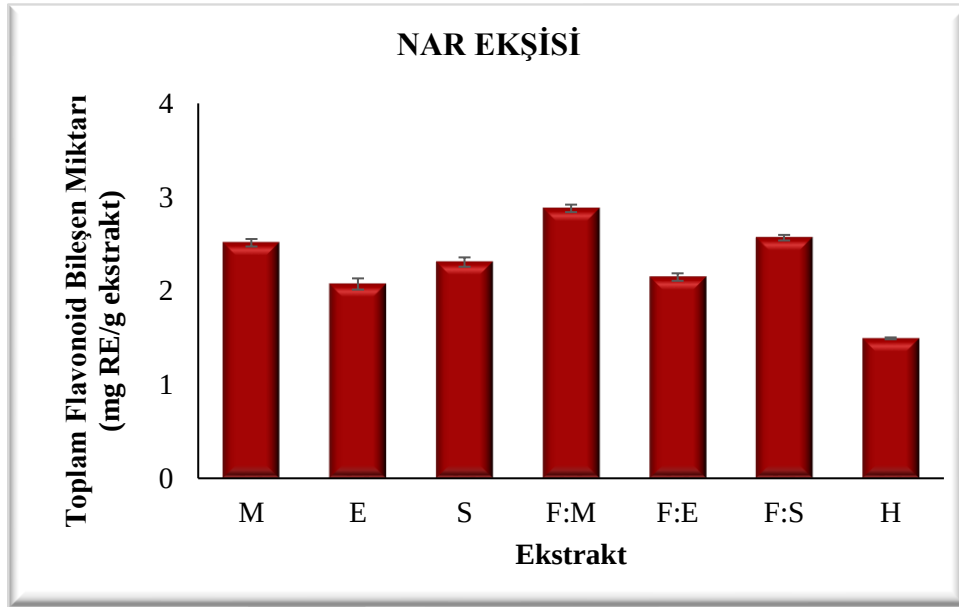
Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 4.31 ve Şekil 4.29'da verildi. Elde edilen sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavonoid bileşen miktarlarına göre nar ekşisi ekstraktları F:M> F:S> M> S> F:E> E> H şeklinde sıralandı. En yüksek toplam flavonoid bileşen miktarı  $2.88 \pm 0.04$  mg RE/g ekstrakt olarak belirlendi.

**Tablo 4.31.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br>(mg RE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $2.51 \pm 0.04^b$                                      |
| E        | $2.07 \pm 0.06^d$                                      |
| S        | $2.31 \pm 0.05^c$                                      |
| F: M     | $2.88 \pm 0.04^a$                                      |
| F: E     | $2.15 \pm 0.04^d$                                      |
| F: S     | $2.57 \pm 0.03^b$                                      |
| H        | $1.49 \pm 0.01^e$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.29.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarları istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Tablo 4.32’de verilen bilgilere göre toplam flavonoid bileşen miktarlarının 2.28-60.26 mg RE/g ekstrakt arasında değiştiği belirlendi. Toplam flavonoid bileşen miktarlarına göre dokular tomurcuk> yaprak> çiçek> ekzokarp> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.32.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam flavonoid bileşen miktarına etkisi

| <b>Dokular &amp; Nar Ekşisi</b> | <b>Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı<br/>(mg RE/g ekstrakt)</b> |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Yaprak                          | 53.70 <sup>ab</sup>                                            |
| Tomurcuk                        | 60.26 <sup>a</sup>                                             |
| Çiçek                           | 46.46 <sup>bc</sup>                                            |
| Çekirdek                        | 5.64 <sup>e</sup>                                              |
| Dane                            | 3.01 <sup>e</sup>                                              |
| Mezokarp                        | 28.25 <sup>d</sup>                                             |
| Ekzokarp                        | 40.85 <sup>c</sup>                                             |
| Bütün Meyve                     | 23.82 <sup>d</sup>                                             |
| Nar Ekşisi                      | 2.28 <sup>e</sup>                                              |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavonoid bileşen miktarına etkisi incelendi ve istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) anlamlı bulundu. Tablo 4.33’de verilen bilgilere göre, en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M çözücüsüne ait olduğu belirlendi. Toplam flavonoid bileşen miktarları kullanılan ekstraksiyon çözücüsüne göre, F:M > F:S> M> S> F:E> E> H şeklinde sıralandı.

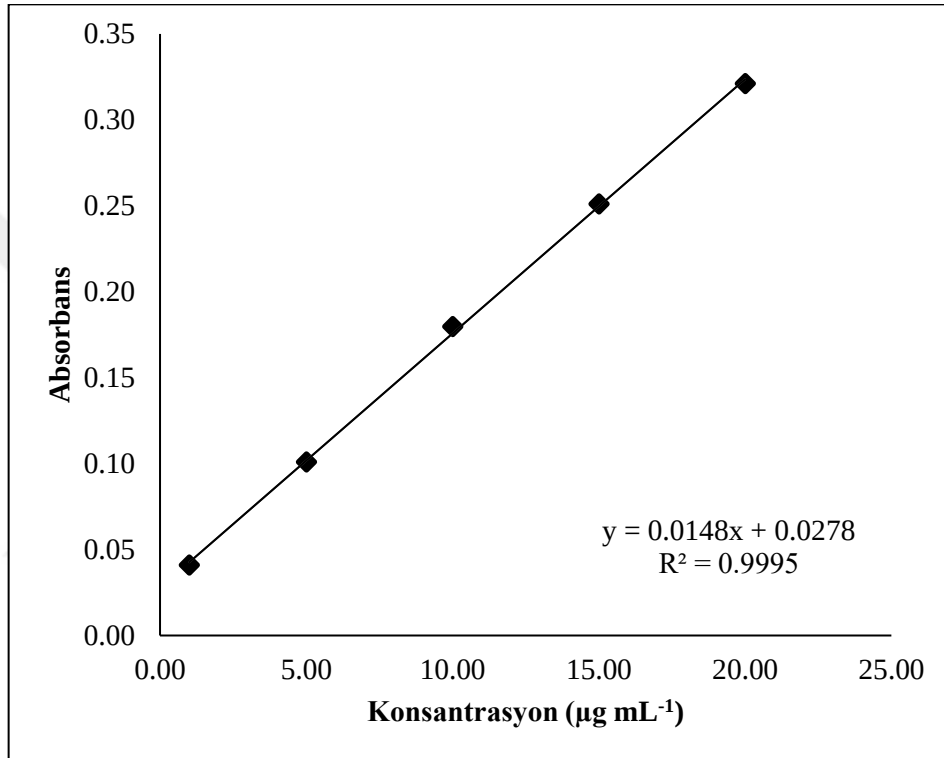
**Tablo 4.33.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavonoid bileşen miktarına etkisi

| Ekstrakt | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı |
|----------|----------------------------------|
|          | (mg RE/g ekstrakt)               |
| M        | 35.29 <sup>a-c</sup>             |
| E        | 28.58 <sup>c</sup>               |
| S        | 33.59 <sup>a-c</sup>             |
| F: M     | 37.48 <sup>a</sup>               |
| F: E     | 29.56 <sup>bc</sup>              |
| F: S     | 35.68 <sup>ab</sup>              |
| H        | 5.36 <sup>d</sup>                |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.4. Toplam Flavonol Bileşen Miktarı

Tüm ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarı Kumaran ve Karunakaran (217) tarafından tanımlanan yöntemle göre belirlendi. Kuersetin standardının farklı konsantrasyonlarda ( $1.00-20.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden (Şekil 4.30) regresyon eşitliği elde edildi. Ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarları regresyon eşitliği ( $y=0.0148x+0.0278$ ;  $R^2= 0.9995$ ) kullanılarak hesaplandı ve sonuçlar mg kuersetin eşdeğeri (mg KUE)/g ekstrakt olarak ifade edildi.



Şekil 4.30. Kuersetin kalibrasyon grafiği

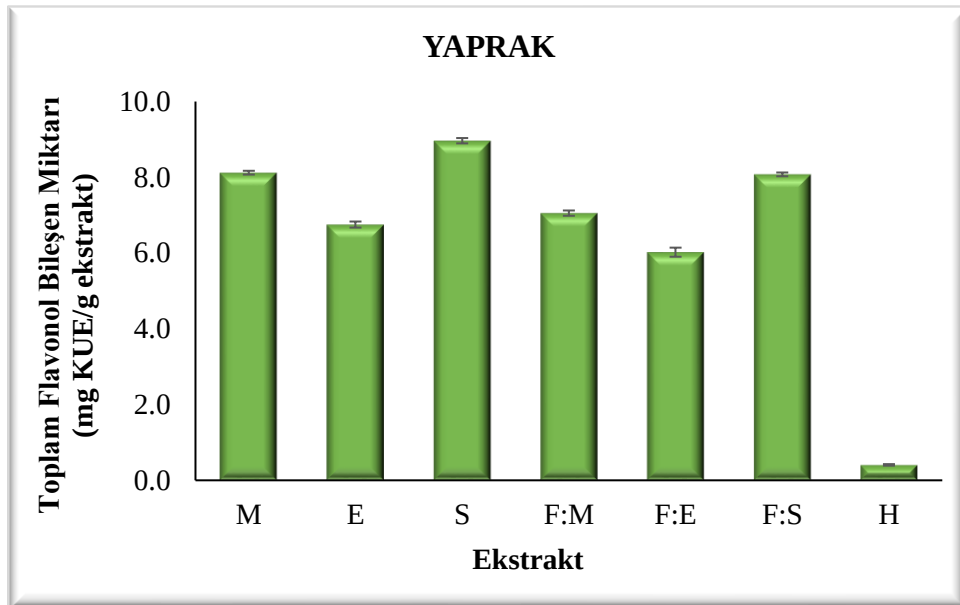
Yaprak ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları Tablo 4.34 ve Şekil 4.31’de verildi. Sonuçlar kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak, M ekstraktı ile F:S ekstraktının toplam flavonol bileşen miktarları birbirine yakın olduklarından aralarında anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarı  $8.97 \pm 0.07$  mg KUE/g ekstrakt (S), en düşük toplam flavonol bileşen miktarı ise  $0.41 \pm 0.02$  mg KUE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.34.** Yaprak ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $8.12 \pm 0.05^b$                                      |
| E        | $6.75 \pm 0.08^d$                                      |
| S        | $8.97 \pm 0.07^a$                                      |
| F: M     | $7.05 \pm 0.07^c$                                      |
| F: E     | $6.02 \pm 0.12^e$                                      |
| F: S     | $8.08 \pm 0.05^b$                                      |
| H        | $0.41 \pm 0.02^f$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.31.** Yaprak ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

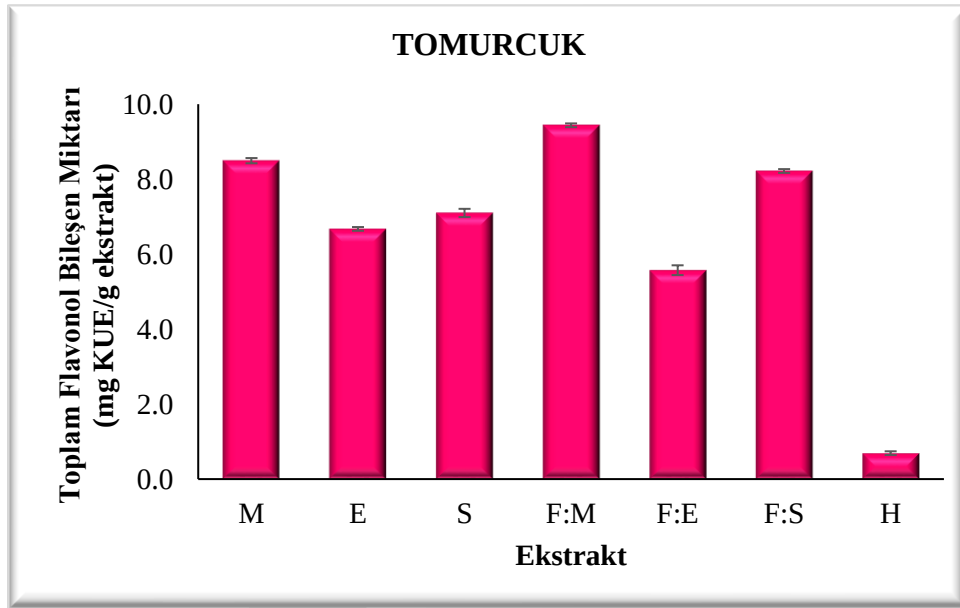
Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları (Tablo 4.35 ve Şekil 4.32) kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendi ve sonuçlar  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarı  $9.44 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt, en düşük toplam flavonol bileşen miktarı ise  $0.69 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt olarak belirlendi. Toplam flavonol bileşen miktarına göre ekstraktlar F:M> M> F:S> S> E> F:E> H şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.35.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $8.49 \pm 0.07^b$                                      |
| E        | $6.67 \pm 0.05^e$                                      |
| S        | $7.10 \pm 0.11^d$                                      |
| F: M     | $9.44 \pm 0.05^a$                                      |
| F: E     | $5.57 \pm 0.13^f$                                      |
| F: S     | $8.22 \pm 0.05^c$                                      |
| H        | $0.69 \pm 0.05^g$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.32.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

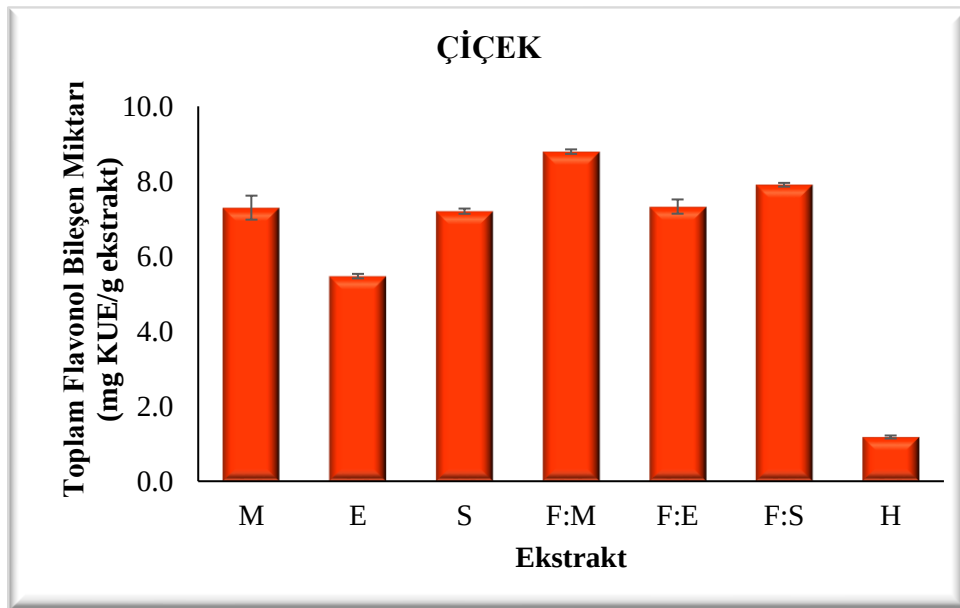
Çiçek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları Tablo 4.36 ve Şekil 4.33’de verilmiş olup sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarları  $1.18 \pm 0.04$ - $8.79 \pm 0.06$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değişmiş olup toplam flavonol bileşen miktarına göre ekstraktlar; F:M> F:S> F:E> M> S> E> H şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.36.** Çiçek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $7.30 \pm 0.32^c$                                      |
| E        | $5.47 \pm 0.06^d$                                      |
| S        | $7.20 \pm 0.07^c$                                      |
| F: M     | $8.79 \pm 0.06^a$                                      |
| F: E     | $7.33 \pm 0.19^c$                                      |
| F: S     | $7.91 \pm 0.05^b$                                      |
| H        | $1.18 \pm 0.04^e$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.33.** Çiçek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

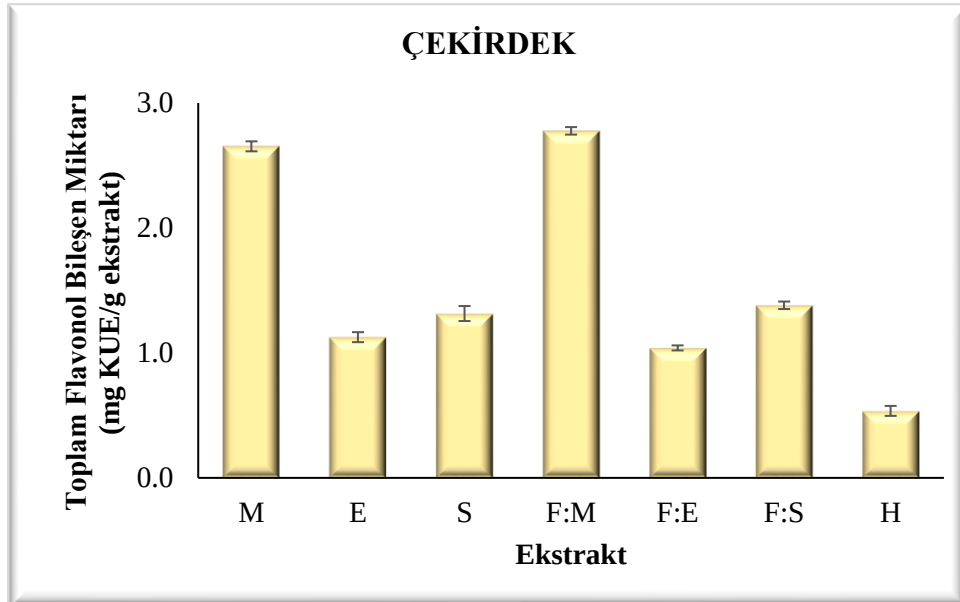
Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları (Tablo 4.37 ve Şekil 4.34) ekstraksiyon çözücülerini açısından değerlendirildiğinde istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarının  $2.78 \pm 0.03$  mg KUE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise  $0.54 \pm 0.04$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.37.** Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KUE/g ekstrakt)             |
| M        | $2.65 \pm 0.04^a$               |
| E        | $1.13 \pm 0.04^c$               |
| S        | $1.32 \pm 0.06^b$               |
| F: M     | $2.78 \pm 0.03^a$               |
| F: E     | $1.04 \pm 0.02^c$               |
| F: S     | $1.38 \pm 0.03^b$               |
| H        | $0.54 \pm 0.04^d$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.34.** Çekirdek ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları



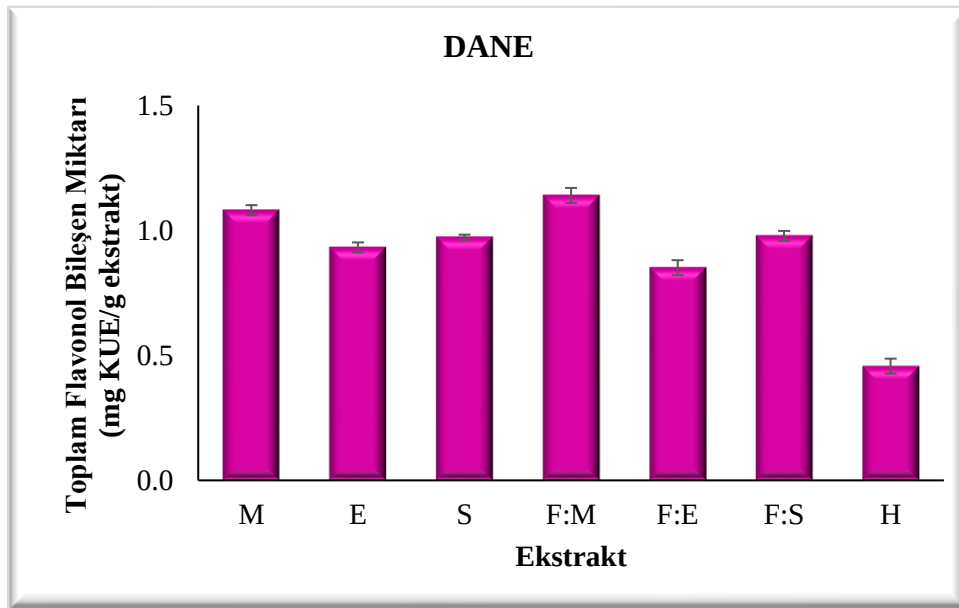
Dane dokusundan elde edilen ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarları Tablo 4.38 ve Şekil 4.35’de verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından istatistiksel olarak değerlendirildiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarının  $1.14 \pm 0.03$  mg KUE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise  $0.46 \pm 0.03$  mg KUE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.38.** Dane ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $1.08 \pm 0.02^a$                                      |
| E        | $0.93 \pm 0.02^b$                                      |
| S        | $0.97 \pm 0.01^b$                                      |
| F: M     | $1.14 \pm 0.03^a$                                      |
| F: E     | $0.85 \pm 0.03^c$                                      |
| F: S     | $0.98 \pm 0.02^b$                                      |
| H        | $0.46 \pm 0.03^d$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.35.** Dane ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

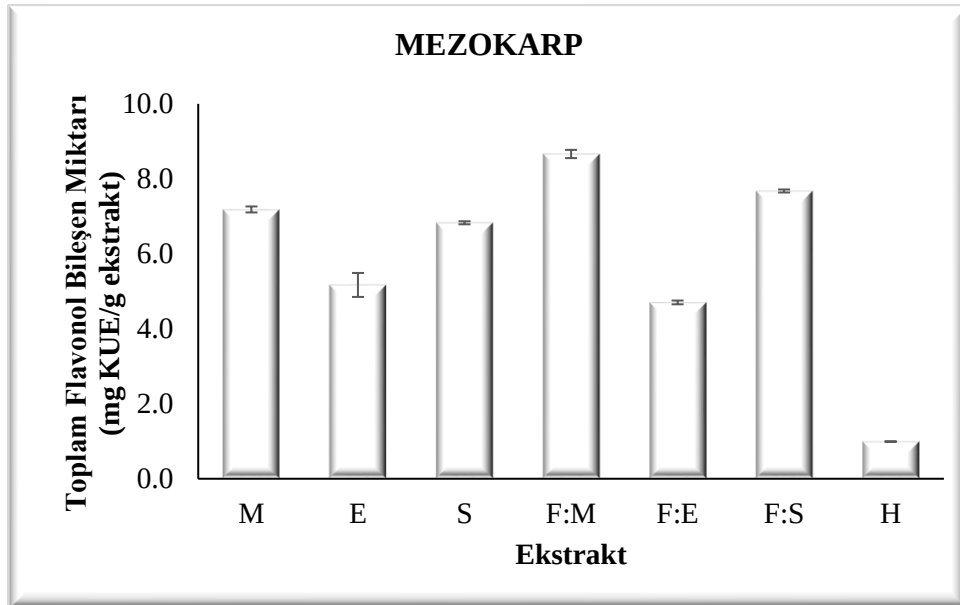
Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları (Tablo 4.39 ve Şekil 4.36) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarının  $8.66 \pm 0.11$  mg KUE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise  $0.99 \pm 0.01$  mg KUE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.39.** Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $7.18 \pm 0.08^c$                                      |
| E        | $5.17 \pm 0.32^d$                                      |
| S        | $6.83 \pm 0.04^c$                                      |
| F: M     | $8.66 \pm 0.11^a$                                      |
| F: E     | $4.70 \pm 0.05^e$                                      |
| F: S     | $7.68 \pm 0.04^b$                                      |
| H        | $0.99 \pm 0.01^f$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.36.** Mezokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

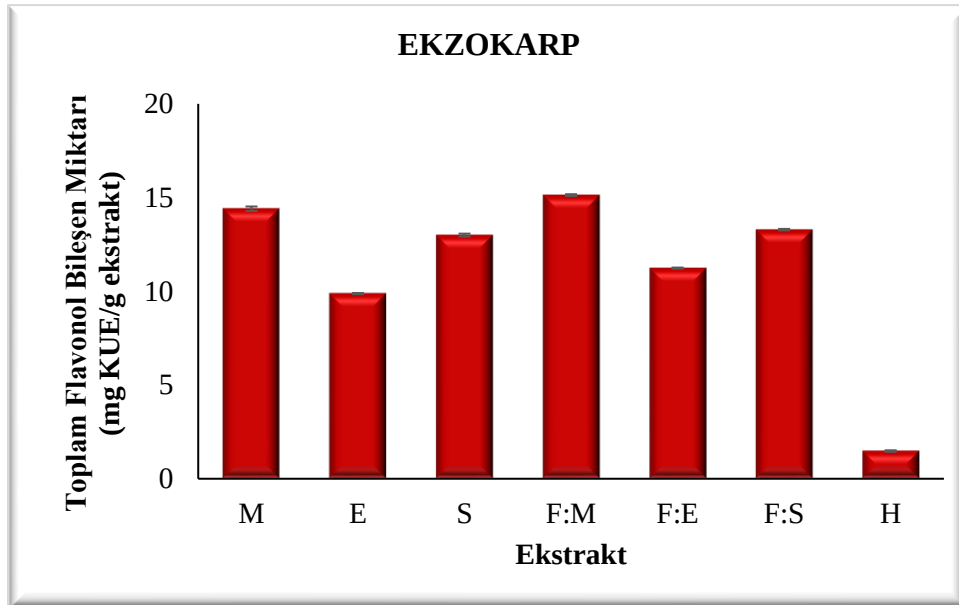
Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarları Tablo 4.40 ve Şekil 4.37’de verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarı  $15.13 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt (F:M), en düşük toplam flavonol miktarı ise  $1.48 \pm 0.04$  mg KUE/g ekstrakt (H) olarak tespit edildi.

**Tablo 4.40.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KUE/g ekstrakt)             |
| M        | $14.41 \pm 0.12^b$              |
| E        | $9.88 \pm 0.03^f$               |
| S        | $13.00 \pm 0.08^d$              |
| F: M     | $15.13 \pm 0.05^a$              |
| F: E     | $11.24 \pm 0.03^e$              |
| F: S     | $13.29 \pm 0.04^c$              |
| H        | $1.48 \pm 0.04^g$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.37.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

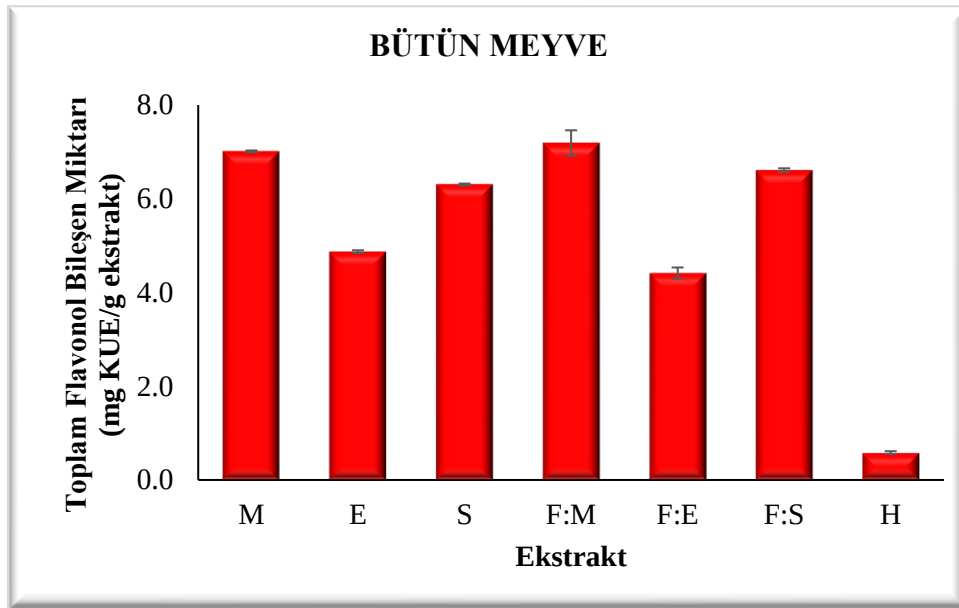
Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları (Tablo 4.41 ve Şekil 4.38) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavonol bileşen miktarına göre ekstraktlar F:M> M> F:S> S> E> F:E> H şeklinde sıralandı. Ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarının  $0.58 \pm 0.03$ - $7.19 \pm 0.27$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği belirlendi.

**Tablo 4.41.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $7.01 \pm 0.02^a$                                      |
| E        | $4.87 \pm 0.03^c$                                      |
| S        | $6.30 \pm 0.02^b$                                      |
| F: M     | $7.19 \pm 0.27^a$                                      |
| F: E     | $4.41 \pm 0.12^d$                                      |
| F: S     | $6.61 \pm 0.04^b$                                      |
| H        | $0.58 \pm 0.03^e$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.38.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

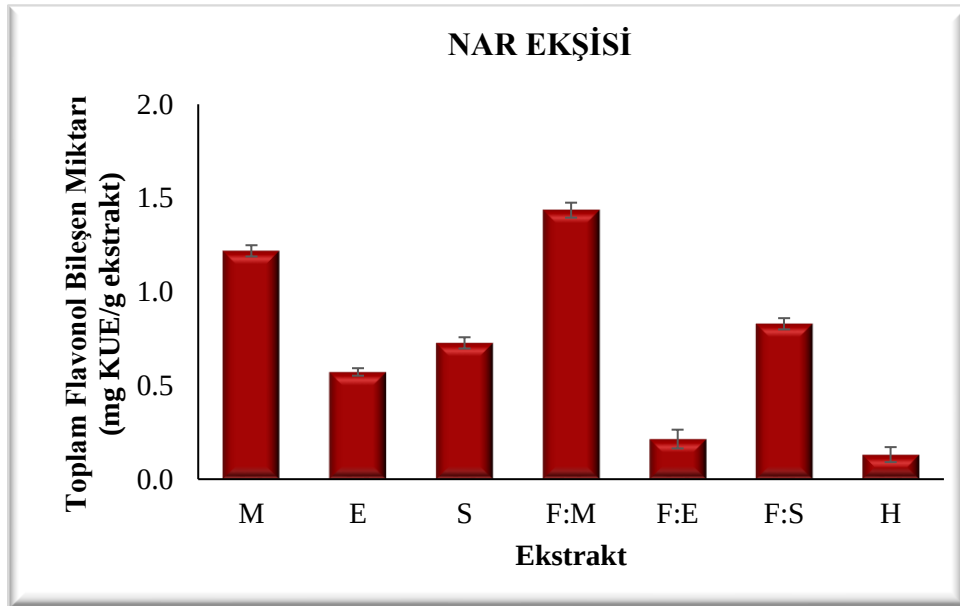
Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları (Tablo 4.42 ve Şekil 4.39) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak F:S ekstraktı ve S ekstraktının toplam flavonol bileşen miktarları birbirine yakın olduklarından aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmedi. Benzer şekilde F:E ekstraktı ve H ekstraktı arasında da anlamlı bir fark bulunmadı. En yüksek toplam flavonol bileşen miktarı  $1.44 \pm 0.04$  mg KUE/g ekstrakt olarak belirlendi.

**Tablo 4.42.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı<br>(mg KUE/g ekstrakt) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| M        | $1.22 \pm 0.03^b$                                      |
| E        | $0.57 \pm 0.02^d$                                      |
| S        | $0.73 \pm 0.03^c$                                      |
| F: M     | $1.44 \pm 0.04^a$                                      |
| F: E     | $0.21 \pm 0.05^e$                                      |
| F: S     | $0.83 \pm 0.03^c$                                      |
| H        | $0.13 \pm 0.04^e$                                      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.39.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

Çalışmada kullanılan nar bitkisinin farklı dokuları ile nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarları, istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Tablo 4.43’de görüldüğü gibi toplam flavonol bileşen miktarına göre dokular ekzokarp> tomurcuk> yaprak> çiçek> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi olarak sıralandı.

**Tablo 4.43.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam flavonol bileşen miktarına etkisi

| Dokular & Ekşi | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı |
|----------------|---------------------------------|
|                | (mg KUE/g ekstrakt)             |
| Yaprak         | 6.49 <sup>b</sup>               |
| Tomurcuk       | 6.60 <sup>b</sup>               |
| Çiçek          | 6.45 <sup>b</sup>               |
| Çekirdek       | 1.55 <sup>c</sup>               |
| Dane           | 0.92 <sup>c</sup>               |
| Mezokarp       | 5.89 <sup>b</sup>               |
| Ekzokarp       | 11.20 <sup>a</sup>              |
| Bütün Meyve    | 5.28 <sup>b</sup>               |
| Nar Ekşisi     | 0.73 <sup>c</sup>               |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin, toplam flavonol bileşen miktarına etkisi Tablo 4.44’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavonol bileşen miktarına göre ekstraksiyon çözücülerini F:M> M> F:S> S> E=F:E> H şeklinde sıralandı.

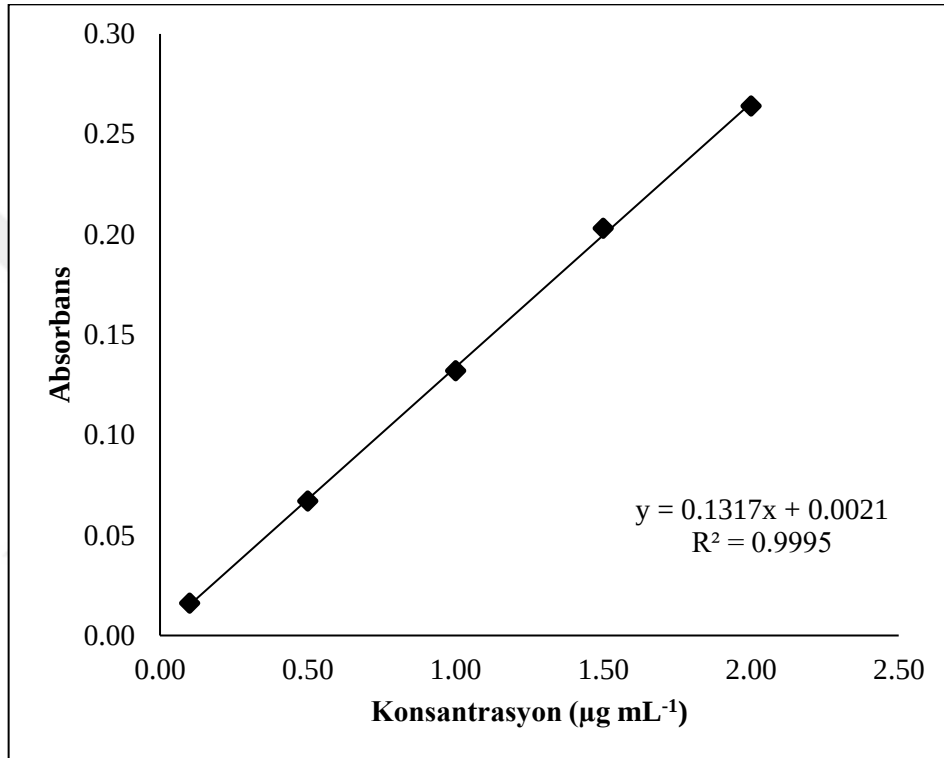
**Tablo 4.44.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavonol bileşen miktarına etkisi

| Ekstrakt | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KUE/g ekstrakt)             |
| M        | 6.38 <sup>a</sup>               |
| E        | 4.60 <sup>b</sup>               |
| S        | 5.82 <sup>a</sup>               |
| F: M     | 6.85 <sup>a</sup>               |
| F: E     | 4.60 <sup>b</sup>               |
| F: S     | 6.11 <sup>a</sup>               |
| H        | 0.72 <sup>c</sup>               |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.5. Toplam Flavanol Bileşen Miktarı

Tüm ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarı DMAC yöntemi kullanılarak tayin edildi. Kateşin standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.10-2.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltileri ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.40). Elde edilen regresyon eşitliğinden ( $y=0.1317x+0.0021$ ;  $R^2=0.9995$ ) yararlanarak örnek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları hesaplandı ve mg kateşin eşdeğeri (mg KE)/g ekstrakt olarak ifade edildi.



Şekil 4.40. Kateşin kalibrasyon grafiği



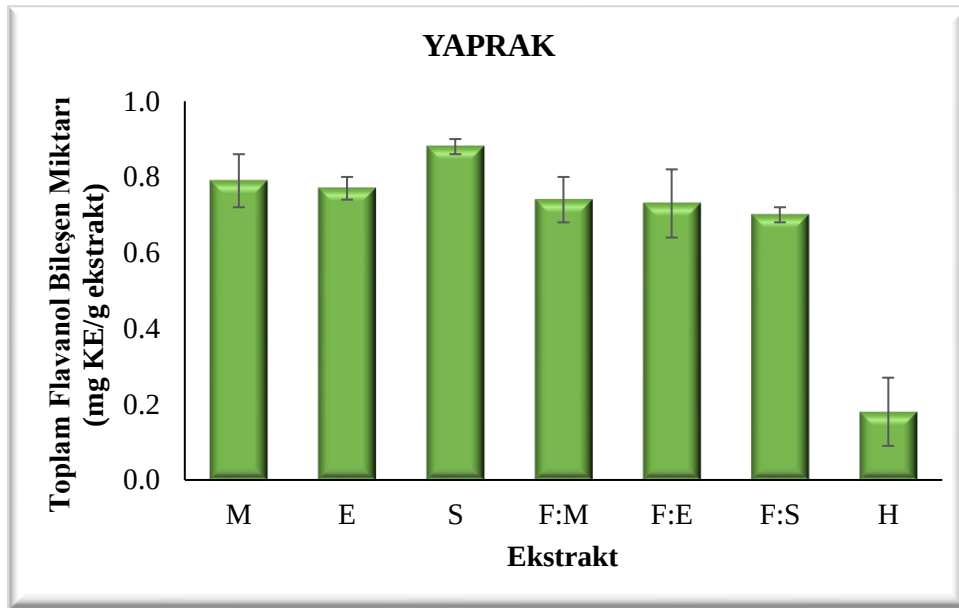
Yaprak dokusundan elde edilen ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarları Tablo 4.45 ve Şekil 4.41’de verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından incelendiğinde, H ekstraktı haricinde istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarı  $0.88 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt (S), en düşük toplam flavanol bileşen miktarı  $0.18 \pm 0.09$  mg KE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.45.** Yaprak ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KE/g ekstrakt)              |
| M        | $0.79 \pm 0.07^a$               |
| E        | $0.77 \pm 0.03^a$               |
| S        | $0.88 \pm 0.02^a$               |
| F: M     | $0.74 \pm 0.06^a$               |
| F: E     | $0.73 \pm 0.09^a$               |
| F: S     | $0.70 \pm 0.02^a$               |
| H        | $0.18 \pm 0.09^b$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.41.** Yaprak ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

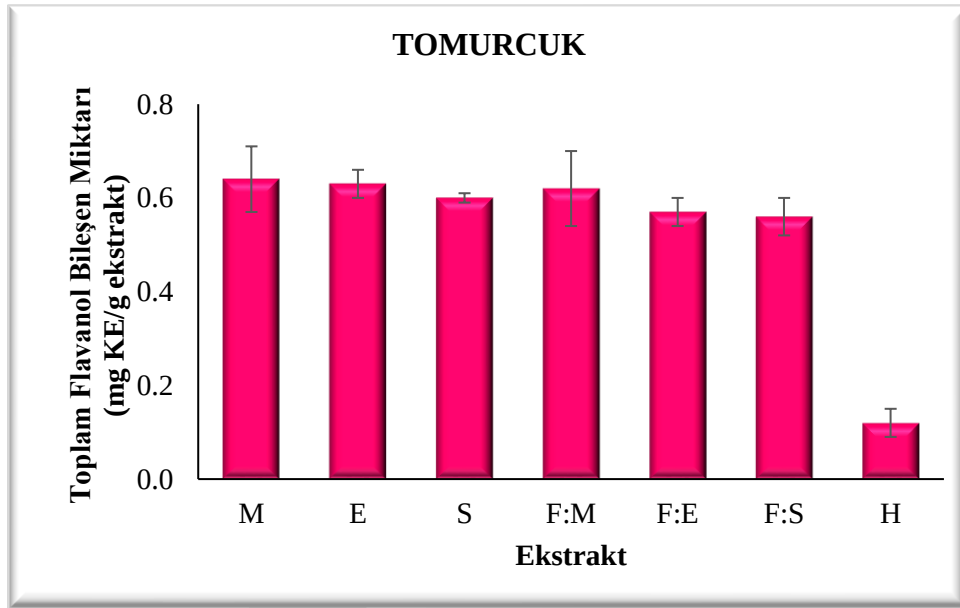
Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları Tablo 4.46 ve Şekil 4.42’de verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve H ekstraktı haricinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına ( $0.64 \pm 0.07$  mg KE/g ekstrakt), en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ( $0.12 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt) ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.46.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KE/g ekstrakt)              |
| M        | $0.64 \pm 0.07^a$               |
| E        | $0.63 \pm 0.03^a$               |
| S        | $0.60 \pm 0.01^a$               |
| F: M     | $0.62 \pm 0.08^a$               |
| F: E     | $0.57 \pm 0.03^a$               |
| F: S     | $0.56 \pm 0.04^a$               |
| H        | $0.12 \pm 0.02^b$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.42.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

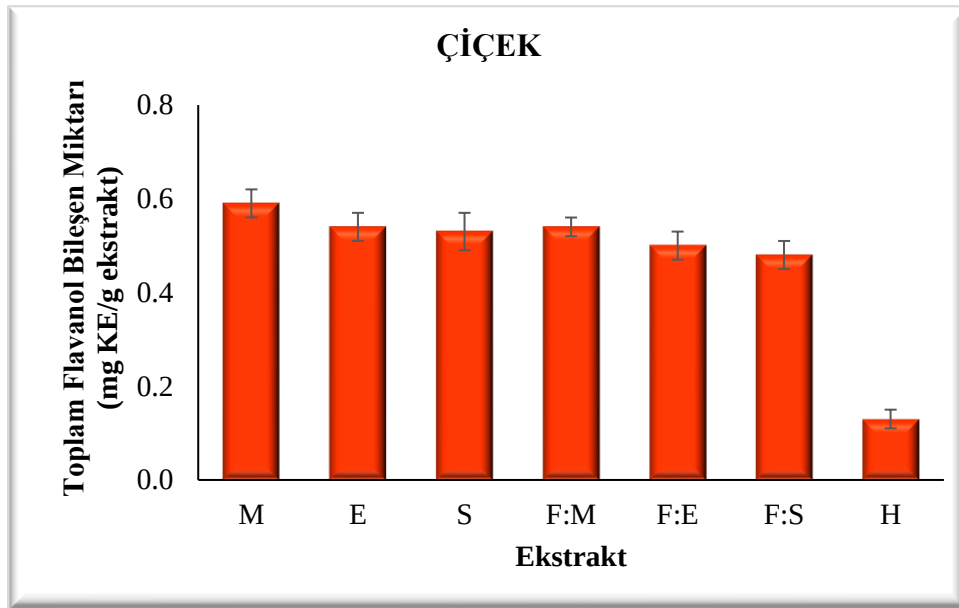
Çiçek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları (Tablo 4.47 ve Şekil 4.43) kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına ( $0.59 \pm 0.03$  mg KE/g ekstrakt) ait olduğu ve E, S, F:M ve F:E ekstraktları ile aynı grupta yer aldığı, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ( $0.13 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt) ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.47.** Çiçek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KE/g ekstrakt)              |
| M        | $0.59 \pm 0.03^a$               |
| E        | $0.54 \pm 0.03^{ab}$            |
| S        | $0.53 \pm 0.04^{ab}$            |
| F: M     | $0.54 \pm 0.02^{ab}$            |
| F: E     | $0.50 \pm 0.03^{ab}$            |
| F: S     | $0.48 \pm 0.03^b$               |
| H        | $0.13 \pm 0.02^c$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.43.** Çiçek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

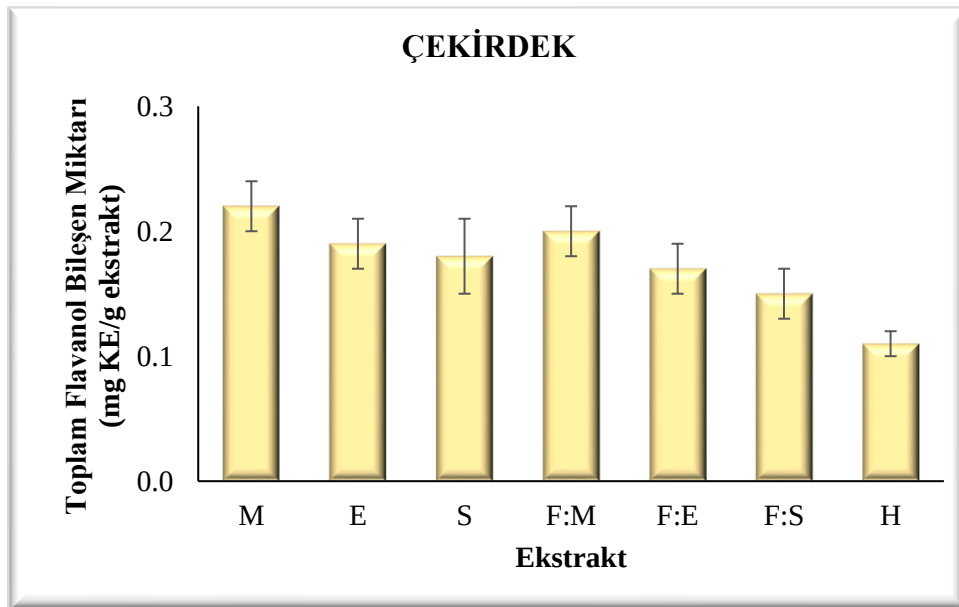
Çekirdek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları Tablo 4.48 ve Şekil 4.44’de verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Çekirdek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları  $M > F:M > E > S > F:E > F:S > H$  şeklinde sıralandı. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarının  $0.22 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt olarak M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise  $0.11 \pm 0.01$  mg KE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.48.** Çekirdek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı<br>(mg KE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $0.22 \pm 0.02^a$                                     |
| E        | $0.19 \pm 0.02^a$                                     |
| S        | $0.18 \pm 0.03^{ab}$                                  |
| F: M     | $0.20 \pm 0.02^a$                                     |
| F: E     | $0.17 \pm 0.02^{ab}$                                  |
| F: S     | $0.15 \pm 0.02^{ab}$                                  |
| H        | $0.11 \pm 0.01^b$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.44.** Çekirdek ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

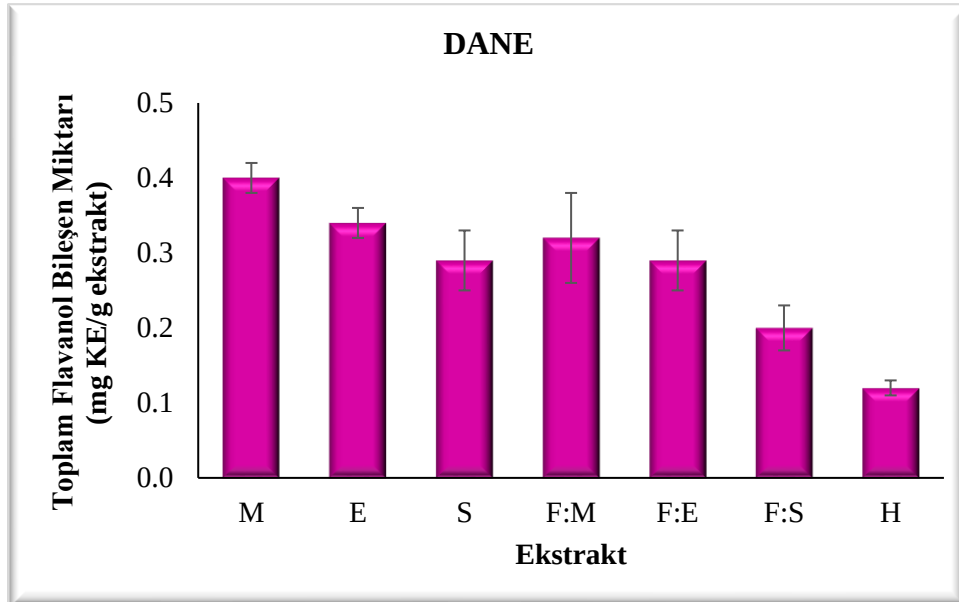
Dane ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları (Tablo 4.49 ve Şekil 4.45) kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavanol bileşen miktarının  $0.12 \pm 0.01 - 0.40 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve  $M > E > F:M > S = F:E > F:S > H$  şeklinde sıralandığı belirlendi.

**Tablo 4.49.** Dane ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KE/g ekstrakt)              |
| M        | $0.40 \pm 0.02^a$               |
| E        | $0.34 \pm 0.02^a$               |
| S        | $0.29 \pm 0.04^{ab}$            |
| F: M     | $0.32 \pm 0.06^a$               |
| F: E     | $0.29 \pm 0.04^{ab}$            |
| F: S     | $0.20 \pm 0.03^{bc}$            |
| H        | $0.12 \pm 0.01^c$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.45.** Dane ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

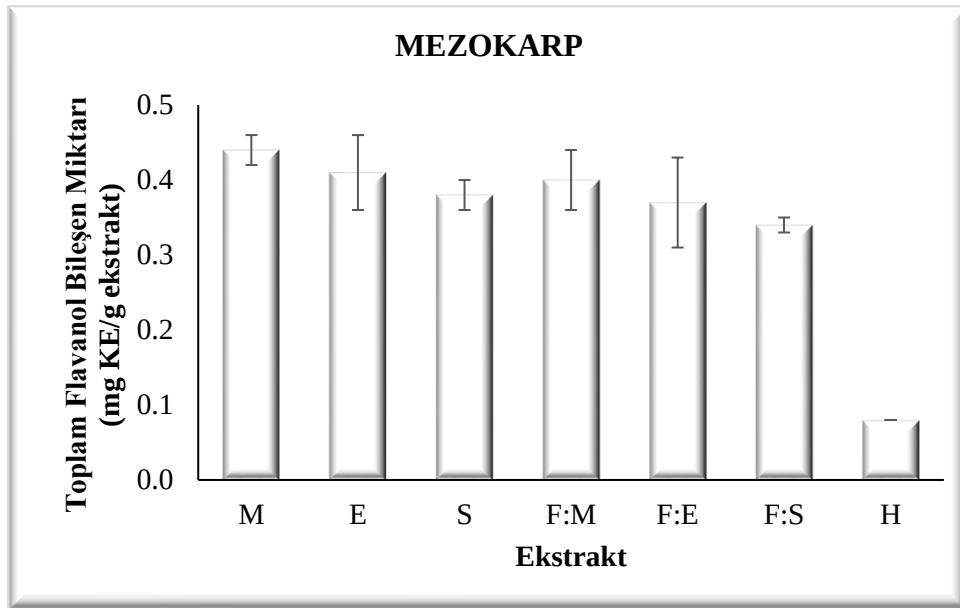
Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarları (Tablo 4.50 ve Şekil 4.46) kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından incelendi ve H ekstraktı haricinde, diğer ekstraktlar arasından istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarının  $0.44 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt değeri ile M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise  $0.08 \pm 0.00$  mg KE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.50.** Mezokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı<br>(mg KE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $0.44 \pm 0.02^a$                                     |
| E        | $0.41 \pm 0.05^a$                                     |
| S        | $0.38 \pm 0.02^a$                                     |
| F: M     | $0.40 \pm 0.04^a$                                     |
| F: E     | $0.37 \pm 0.06^a$                                     |
| F: S     | $0.34 \pm 0.01^a$                                     |
| H        | $0.08 \pm 0.00^b$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.46.** Mezokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

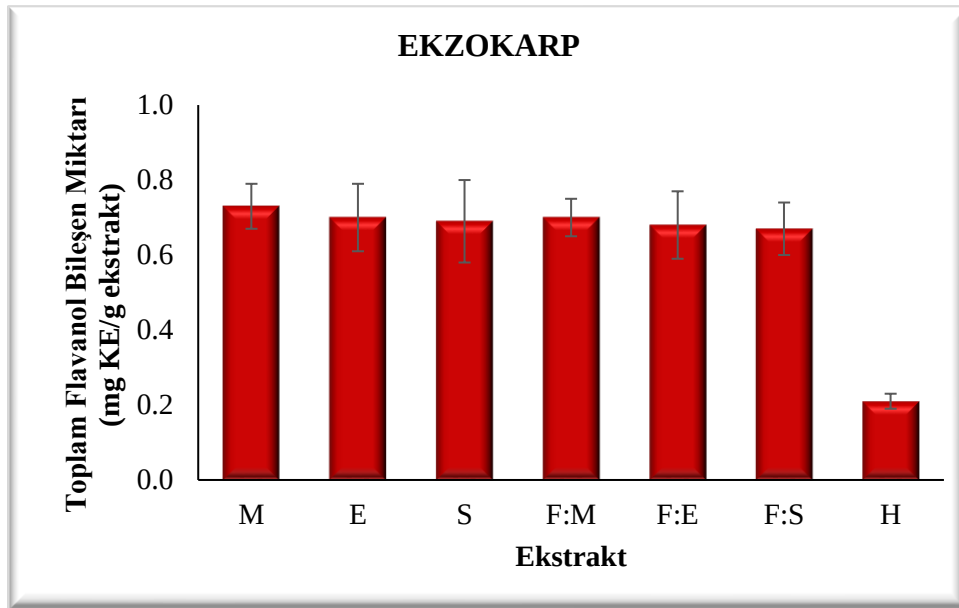
Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları Tablo 4.51 ve Şekil 4.47’de verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendi ve H ekstraktı haricinde, diğer ekstraktlar arasında  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarı  $0.73 \pm 0.06$  mg KE/g ekstrakt (M), en düşük toplam flavanol bileşen miktarı ise  $0.21 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.51.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı<br>(mg KE/g ekstrakt) |
|----------|-------------------------------------------------------|
| M        | $0.73 \pm 0.06^a$                                     |
| E        | $0.70 \pm 0.09^a$                                     |
| S        | $0.69 \pm 0.11^a$                                     |
| F: M     | $0.70 \pm 0.05^a$                                     |
| F: E     | $0.68 \pm 0.09^a$                                     |
| F: S     | $0.67 \pm 0.07^a$                                     |
| H        | $0.21 \pm 0.02^b$                                     |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.47.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

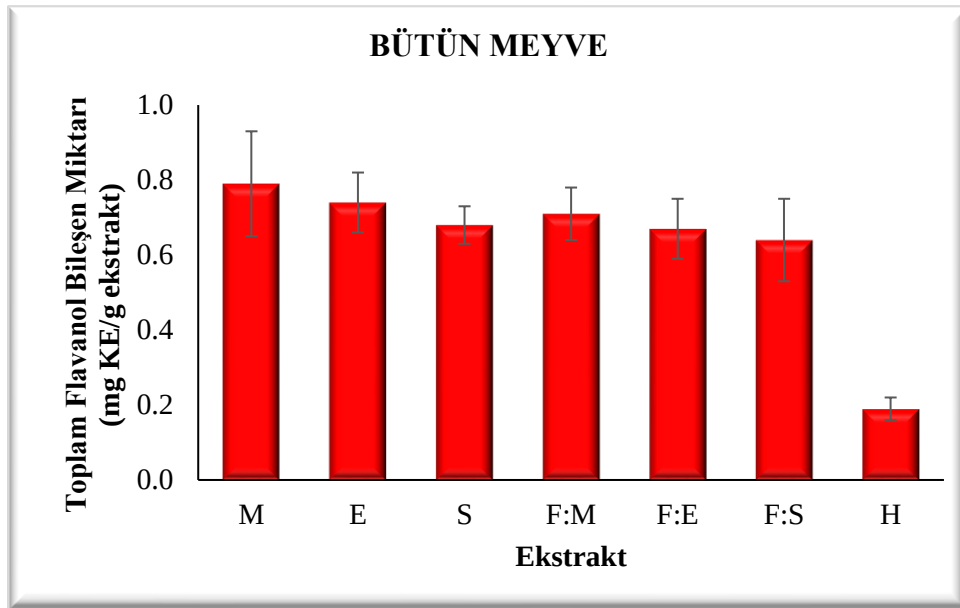
Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları (Tablo 4.52 ve Şekil 4.48) kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından incelendiğinde, H ekstraktı haricinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bir fark gözlenmedi. Toplam flavanol bileşen miktarına göre ekstraktlar  $M > E > F:M > S > F:E > F:S > H$  şeklinde sıralandı. Ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarının  $0.19 \pm 0.03 - 0.79 \pm 0.14$  mg KE/g ekstrakt aralığında değiştiği belirlendi.

**Tablo 4.52.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KE/g ekstrakt)              |
| M        | $0.79 \pm 0.14^a$               |
| E        | $0.74 \pm 0.08^a$               |
| S        | $0.68 \pm 0.05^a$               |
| F: M     | $0.71 \pm 0.07^a$               |
| F: E     | $0.67 \pm 0.08^a$               |
| F: S     | $0.64 \pm 0.11^a$               |
| H        | $0.19 \pm 0.03^b$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.48.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları



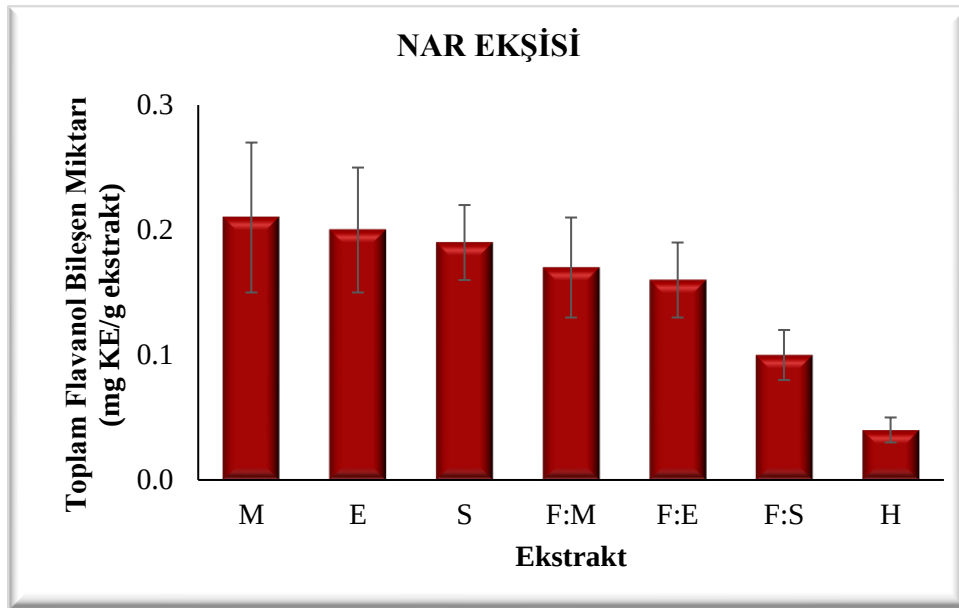
Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarları Tablo 4.53 ve Şekil 4.49’da verildi. Sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözütüsü açısından istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde H ekstraktı haricinde anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarı  $0.21 \pm 0.06$  mg KE/g ekstrakt (M), en düşük toplam flavanol bileşen miktarı ise  $0.04 \pm 0.01$  mg KE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.53.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------|---------------------------------|
|          | (mg KE/g ekstrakt)              |
| M        | $0.21 \pm 0.06^a$               |
| E        | $0.20 \pm 0.05^a$               |
| S        | $0.17 \pm 0.03^a$               |
| F: M     | $0.19 \pm 0.04^a$               |
| F: E     | $0.16 \pm 0.03^{ab}$            |
| F: S     | $0.10 \pm 0.02^{ab}$            |
| H        | $0.04 \pm 0.01^b$               |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.49.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarları Tablo 4.54’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavanol bileşen miktarına göre dokular; yaprak> bütün meyve> ekzokarp> tomurcuk> çiçek> mezokarp> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.54.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam flavanol bileşen miktarına etkisi

| Dokular & Ekşi | Toplam Flavanol Bileşen Miktarı |
|----------------|---------------------------------|
|                | (mg KE/g ekstrakt)              |
| Yaprak         | 0.68 <sup>a</sup>               |
| Tomurcuk       | 0.53 <sup>b</sup>               |
| Çiçek          | 0.47 <sup>b</sup>               |
| Çekirdek       | 0.17 <sup>d</sup>               |
| Dane           | 0.28 <sup>c</sup>               |
| Mezokarp       | 0.35 <sup>c</sup>               |
| Ekzokarp       | 0.62 <sup>a</sup>               |
| Bütün Meyve    | 0.63 <sup>a</sup>               |
| Nar Ekşisi     | 0.15 <sup>d</sup>               |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavanol bileşen miktarına etkisi Tablo 4.55’de verildi. Sonuçlar, kullanılan çözücüler açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam flavanol bileşen miktarına göre ekstraktlar M> E> S=F:M> F:E> F:S> H şeklinde sıralandı.

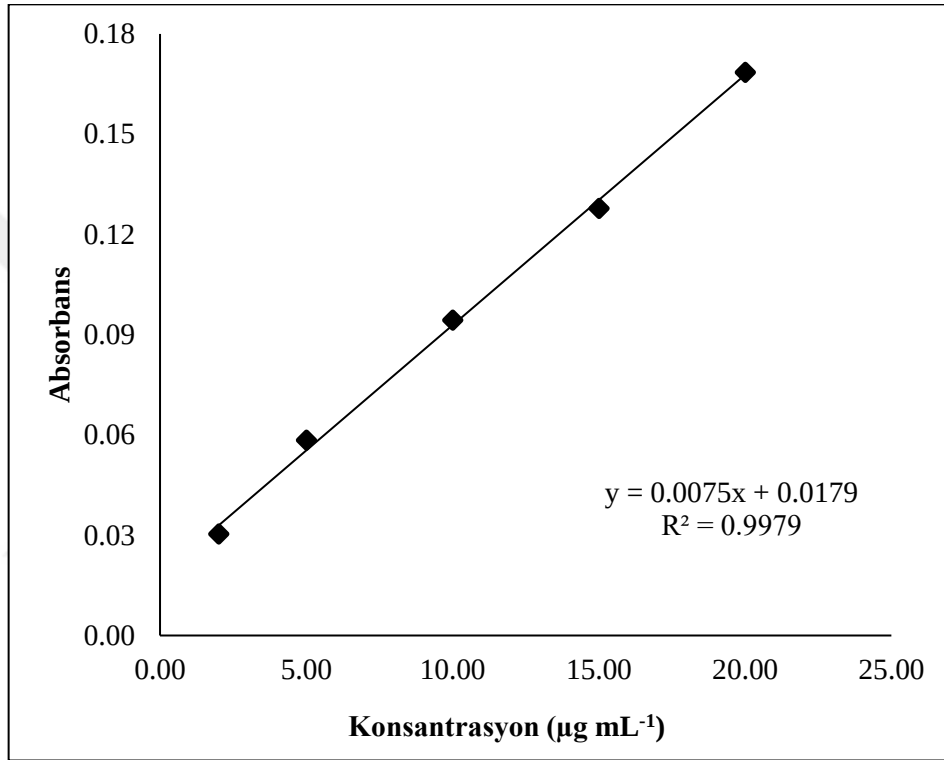
**Tablo 4.55.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam flavanol bileşen miktarına etkisi

| <b>Ekstraksiyon<br/>Çözücüsü</b> | <b>Toplam Flavanol Bileşen Miktarı<br/>(mg KE/g ekstrakt)</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| M                                | 0.53 <sup>a</sup>                                             |
| E                                | 0.50 <sup>ab</sup>                                            |
| S                                | 0.49 <sup>a-c</sup>                                           |
| F: M                             | 0.49 <sup>a-c</sup>                                           |
| F: E                             | 0.46 <sup>bc</sup>                                            |
| F: S                             | 0.43 <sup>c</sup>                                             |
| H                                | 0.13 <sup>d</sup>                                             |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.6. Toplam Tanen Bileşen Miktarı

Tüm ekstraktların toplam tanen bileşen miktarı vanilin-HCl yöntemi kullanılarak tayin edildi. Epikateşin standardının 2.00-20.00  $\mu\text{g mL}^{-1}$  derişim aralığında hazırlanan çözeltileri kullanarak kalibrasyon grafiğı oluşturuldu (Şekil 4.50). Kalibrasyon grafiğinden elde edilen regresyon eşitliğinden ( $y=0.0075x+0.0179$ ;  $R^2=0.9979$ ) yararlanarak örnek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları hesaplandı ve sonuçlar mg epikateşin eşdeğeri (EKE)/g ekstrakt olarak ifade edildi.



Şekil 4.50. Epikateşin kalibrasyon grafiğı

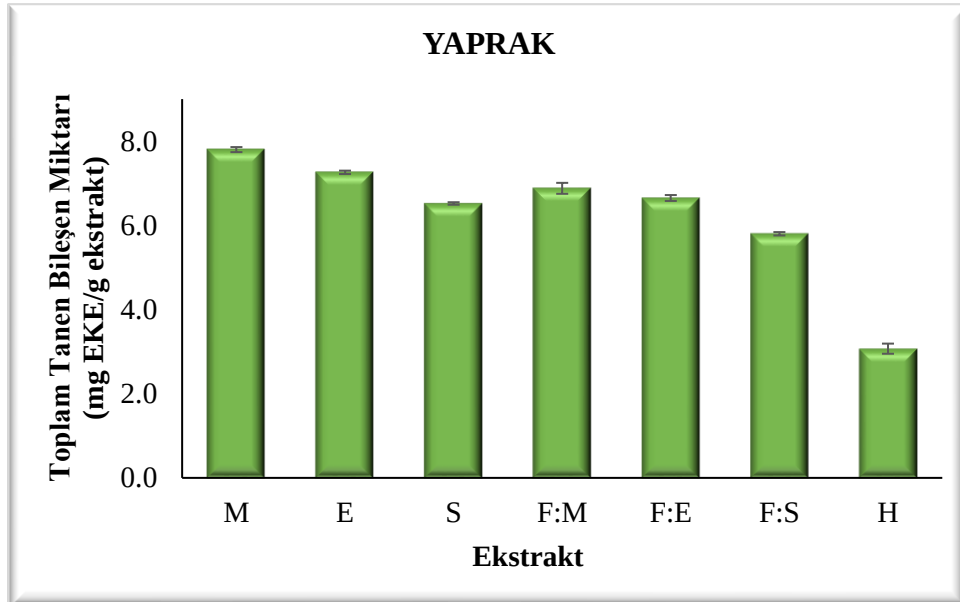
Yaprak ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları (Tablo 4.56 ve Şekil 4.51) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam tanen bileşen miktarının  $7.80 \pm 0.06$  mg EKE/g ekstrakt değeri ile M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise  $3.07 \pm 0.12$  mg EKE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.56.** Yaprak ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $7.80 \pm 0.06^a$                                   |
| E        | $7.26 \pm 0.04^b$                                   |
| S        | $6.52 \pm 0.03^d$                                   |
| F: M     | $6.88 \pm 0.13^c$                                   |
| F: E     | $6.65 \pm 0.07^{cd}$                                |
| F: S     | $5.80 \pm 0.04^e$                                   |
| H        | $3.07 \pm 0.12^f$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.51.** Yaprak ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

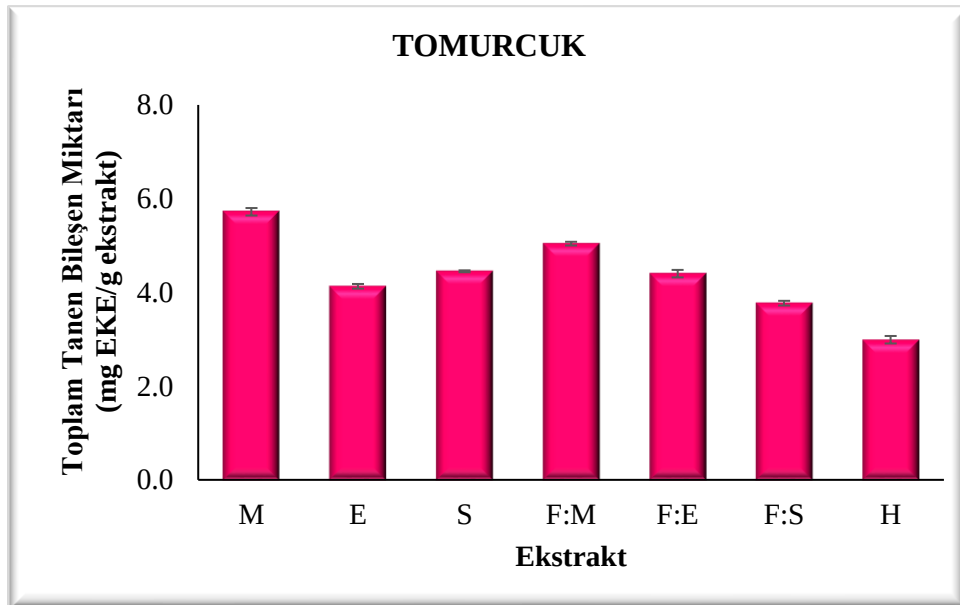
Tomurcuk ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları Tablo 4.57 ve Şekil 4.52’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak S ekstraktı ile F:M ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları birbirine yakın olduğundan aralarında istatistiksel olarak fark gözlenmedi. En yüksek toplam tanen bileşen miktarı  $5.72 \pm 0.08$  mg EKE/g ekstrakt (M), en düşük toplam tanen bileşen miktarı ise  $2.99 \pm 0.08$  mg EKE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.57.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $5.72 \pm 0.08^a$                                   |
| E        | $4.13 \pm 0.05^d$                                   |
| S        | $4.45 \pm 0.02^c$                                   |
| F: M     | $5.04 \pm 0.04^b$                                   |
| F: E     | $4.40 \pm 0.08^c$                                   |
| F: S     | $3.77 \pm 0.05^e$                                   |
| H        | $2.99 \pm 0.08^f$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.52.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

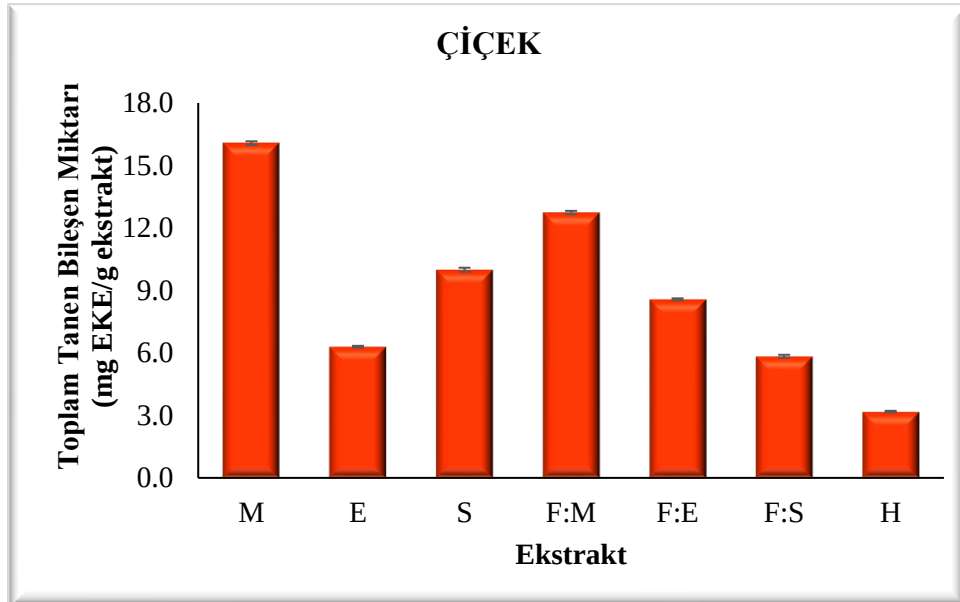
Çiçek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları Tablo 4.58 ve Şekil 4.53’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ekstraktların toplam tanen bileşen miktarları  $3.18 \pm 0.04$ - $16.07 \pm 0.09$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değişmiş olup toplam tanen bileşen miktarına göre ekstraktlar  $M > F:M > S > F:E > E > F:S > H$  şeklinde sırandı.

**Tablo 4.58.** Çiçek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $16.07 \pm 0.09^a$                                  |
| E        | $6.30 \pm 0.04^e$                                   |
| S        | $9.99 \pm 0.09^c$                                   |
| F: M     | $12.74 \pm 0.08^b$                                  |
| F: E     | $8.56 \pm 0.05^d$                                   |
| F: S     | $5.84 \pm 0.07^f$                                   |
| H        | $3.18 \pm 0.04^g$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.53.** Çiçek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

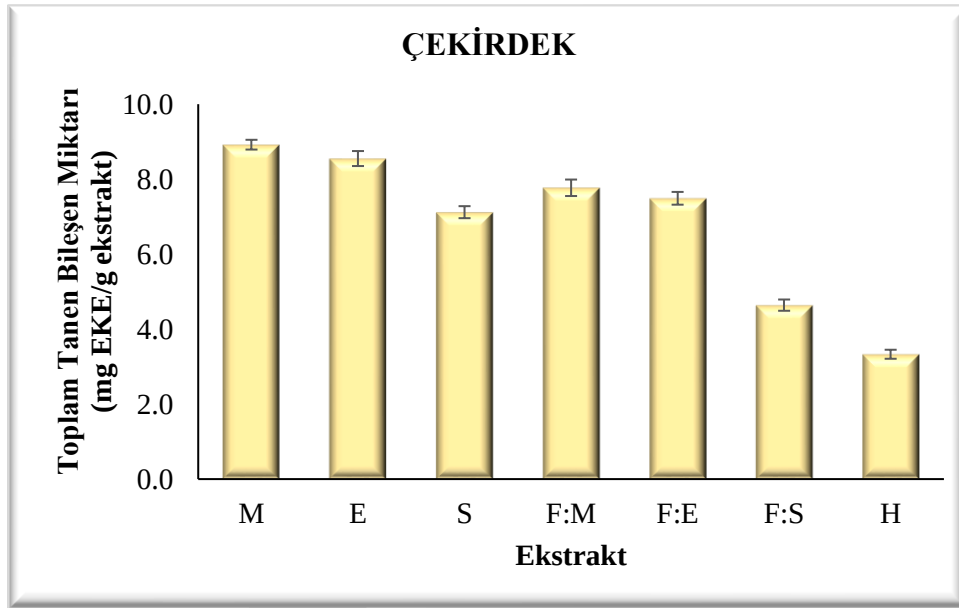
Çekirdek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları (Tablo 4.59 ve Şekil 4.54) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak M ekstraktı ve E ekstraktı arasında istatistiksel olarak fark gözlenmedi. En yüksek toplam tanen bileşen miktarı  $8.92 \pm 0.13$  mg EKE/g ekstrakt (M), en düşük toplam tanen bileşen miktarı ise  $3.33 \pm 0.12$  mg EKE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.59.** Çekirdek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $8.92 \pm 0.13^a$                                   |
| E        | $8.55 \pm 0.20^a$                                   |
| S        | $7.12 \pm 0.16^c$                                   |
| F: M     | $7.77 \pm 0.22^b$                                   |
| F: E     | $7.49 \pm 0.17^{bc}$                                |
| F: S     | $4.64 \pm 0.15^d$                                   |
| H        | $3.33 \pm 0.12^e$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.54.** Çekirdek ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları



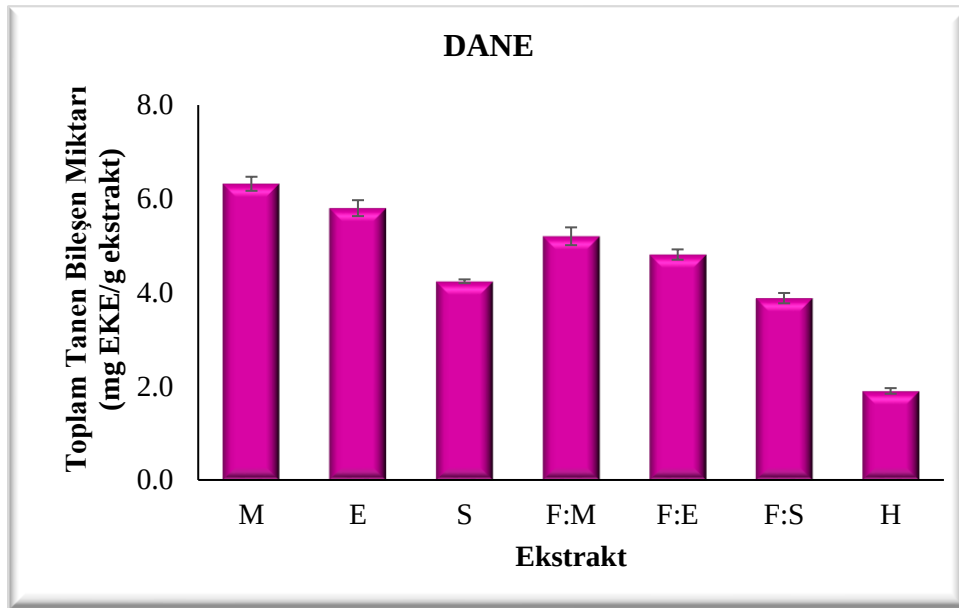
Dane ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları (Tablo 4.60 ve Şekil 4.55) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Toplam tanen bileşen miktarına göre ekstraktlar  $M > E > F:M > F:E > S > F:S > H$  şeklinde sıralandı. En yüksek toplam tanen bileşen miktarının  $6.32 \pm 0.15$  mg EKE/g ekstrakt değeri ile M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise  $1.90 \pm 0.06$  mg EKE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.60.** Dane ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $6.32 \pm 0.15^a$                                   |
| E        | $5.80 \pm 0.17^b$                                   |
| S        | $4.24 \pm 0.04^d$                                   |
| F: M     | $5.20 \pm 0.19^c$                                   |
| F: E     | $4.81 \pm 0.11^c$                                   |
| F: S     | $3.88 \pm 0.11^d$                                   |
| H        | $1.90 \pm 0.06^e$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.55.** Dane ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

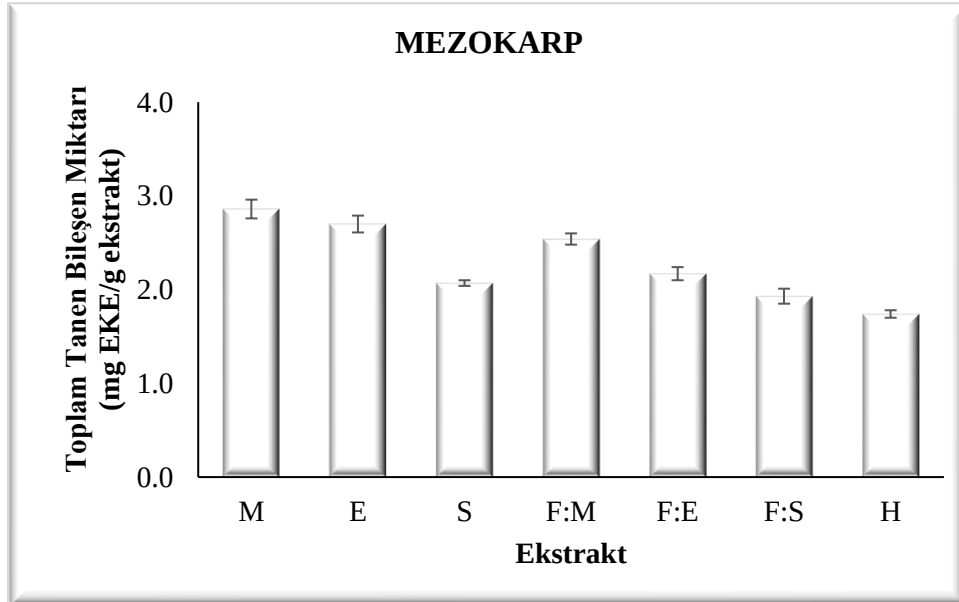
Mezokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları Tablo 4.61 ve Şekil 4.56'da verildi. Elde edilen sonuçlar kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ekstraktların toplam tanen bileşen miktarının  $1.74 \pm 0.04$ - $2.86 \pm 0.10$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve  $M > E > F:M > F:E > S > F:S > H$  şeklinde sıralandığı belirlendi.

**Tablo 4.61.** Mezokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $2.86 \pm 0.10^a$                                   |
| E        | $2.70 \pm 0.09^{ab}$                                |
| S        | $2.07 \pm 0.03^c$                                   |
| F: M     | $2.54 \pm 0.06^b$                                   |
| F: E     | $2.17 \pm 0.07^c$                                   |
| F: S     | $1.93 \pm 0.08^{cd}$                                |
| H        | $1.74 \pm 0.04^d$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.56.** Mezokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

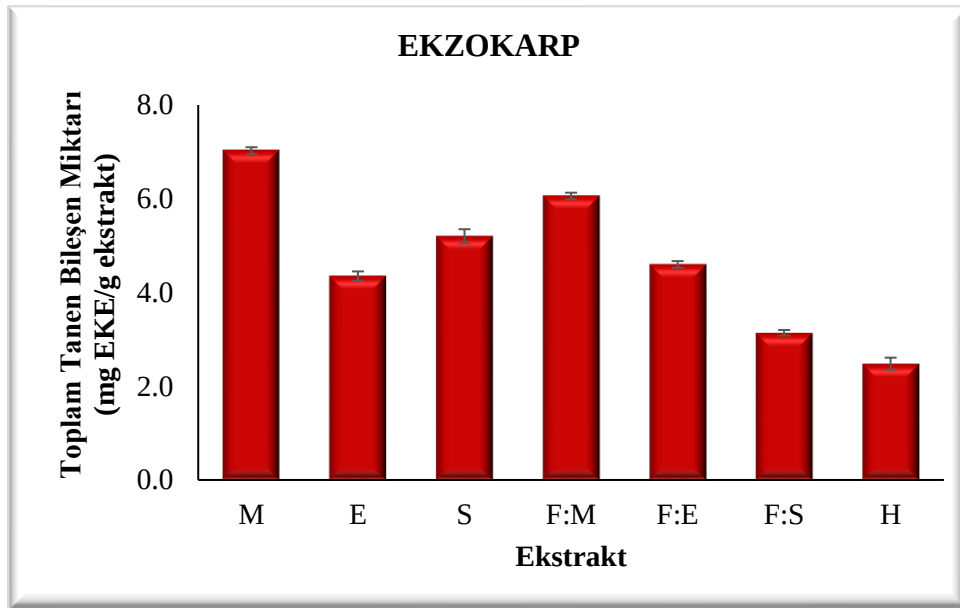
Ekzokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları (Tablo 4.62 ve Şekil 4.57) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak, E ekstraktı ve F:E ekstraktı arasında istatistiksel olarak fark gözlenmedi. En yüksek toplam tanen bileşen miktarı  $7.03 \pm 0.07$  mg EKE/g ekstrakt (M), en düşük toplam tanen bileşen miktarı ise  $2.48 \pm 0.13$  mg EKE/g ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.62.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br>(mg EKE/g ekstrakt) |
|----------|-----------------------------------------------------|
| M        | $7.03 \pm 0.07^a$                                   |
| E        | $4.35 \pm 0.10^d$                                   |
| S        | $5.20 \pm 0.15^c$                                   |
| F: M     | $6.06 \pm 0.07^b$                                   |
| F: E     | $4.60 \pm 0.07^d$                                   |
| F: S     | $3.14 \pm 0.06^e$                                   |
| H        | $2.48 \pm 0.13^f$                                   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.57.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

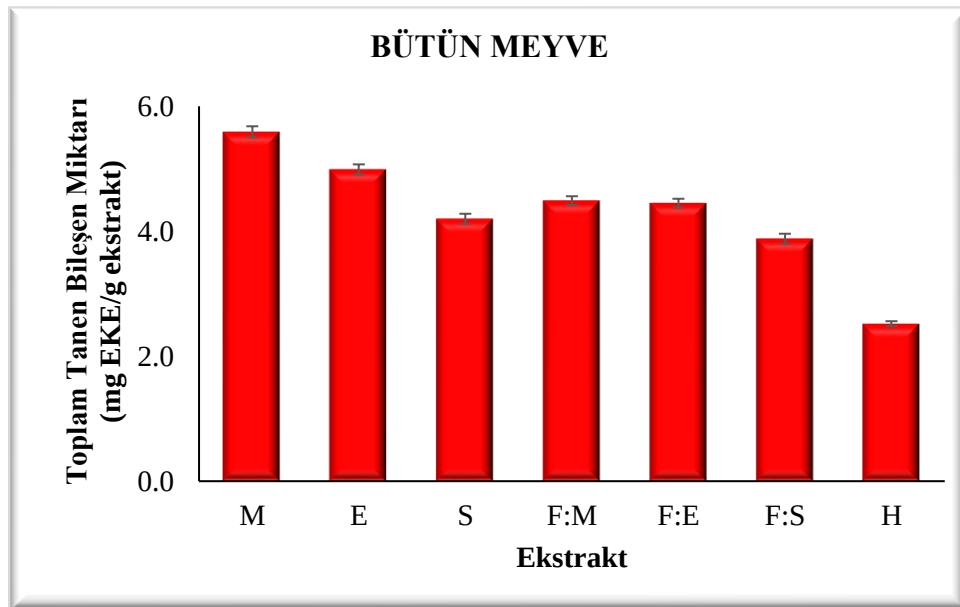
Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları (Tablo 4.63 ve Şekil 4.58) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendi ve istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak, F:M ekstraktı ve F:E ekstraktları arasında anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam tanen bileşen miktarının  $5.59 \pm 0.09$  mg EKE/g ekstrakt değeri ile M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise  $2.52 \pm 0.04$  mg EKE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.63.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı |
|----------|------------------------------|
|          | (mg EKE/g ekstrakt)          |
| M        | $5.59 \pm 0.09^a$            |
| E        | $4.99 \pm 0.08^b$            |
| S        | $4.20 \pm 0.08^d$            |
| F: M     | $4.49 \pm 0.07^c$            |
| F: E     | $4.45 \pm 0.07^c$            |
| F: S     | $3.88 \pm 0.08^e$            |
| H        | $2.52 \pm 0.04^f$            |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.58.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

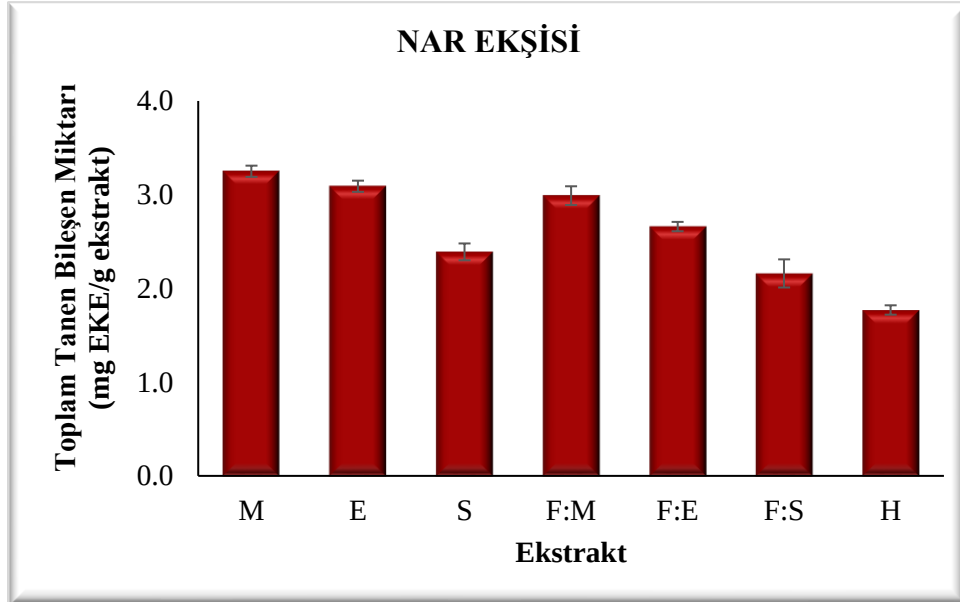
Nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları (Tablo 4.64 ve Şekil 4.59) kullanılan ekstraksiyon çözücülerini açısından incelendiğinde, istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ekstraktların toplam tanen bileşen miktarları  $1.77 \pm 0.05$ - $3.25 \pm 0.06$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değişti ve  $M > E > F:M > F:E > S > F:S > H$  şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.64.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı |
|----------|------------------------------|
|          | (mg EKE/g ekstrakt)          |
| M        | $3.25 \pm 0.06^a$            |
| E        | $3.09 \pm 0.06^a$            |
| S        | $2.39 \pm 0.09^{bc}$         |
| F: M     | $2.99 \pm 0.10^a$            |
| F: E     | $2.66 \pm 0.05^b$            |
| F: S     | $2.16 \pm 0.15^c$            |
| H        | $1.77 \pm 0.05^d$            |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.59.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinde elde edilen ekstraktların toplam tanen bileşen miktarları Tablo 4.65’de verilmiş olup sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Toplam tanen bileşen miktarına göre dokular çiçek> çekirdek> yaprak> ekzokarp> dane> tomurcuk> bütün meyve> nar ekşisi> mezokarp şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.65.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam tanen bileşen miktarına etkisi

| <b>Dokular &amp; Ekşi</b> | <b>Toplam Tanen Bileşen Miktarı<br/>(mg EKE/g ekstrakt)</b> |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Yaprak                    | 6.28 <sup>b</sup>                                           |
| Tomurcuk                  | 4.35 <sup>c</sup>                                           |
| Çiçek                     | 8.95 <sup>a</sup>                                           |
| Çekirdek                  | 6.83 <sup>b</sup>                                           |
| Dane                      | 4.60 <sup>c</sup>                                           |
| Mezokarp                  | 2.28 <sup>d</sup>                                           |
| Ekzokarp                  | 4.69 <sup>c</sup>                                           |
| Bütün Meyve               | 4.30 <sup>c</sup>                                           |
| Nar Ekşisi                | 2.62 <sup>d</sup>                                           |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin toplam tanen bileşen miktarına etkisi Tablo 4.66’da verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Toplam tanen bileşen miktarlarına göre ekstraktlar M> F:M> E> S> F:E> F:S> H şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.66.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam tanen bileşen miktarına etkisi

| Ekstrakt | Toplam Tanen Bileşen Miktarı |
|----------|------------------------------|
|          | (mg EKE/g ekstrakt)          |
| M        | 7.06 <sup>a</sup>            |
| E        | 5.24 <sup>b</sup>            |
| S        | 5.13 <sup>b</sup>            |
| F: M     | 5.97 <sup>b</sup>            |
| F: E     | 5.09 <sup>b</sup>            |
| F: S     | 3.89 <sup>c</sup>            |
| H        | 2.55 <sup>d</sup>            |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.7. Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı

Tüm ekstraktların toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı pH diferansiyel yöntemine göre belirlendi. Sonuçlar mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri (mg Sy3GE)/kg ekstrakt olarak ifade edildi.

Yaprak ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.67 ve Şekil 4.60'da verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak değerlendirildiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. Ancak, M ekstraktı ve E ekstraktının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı birbirine yakın olduklarından aralarında anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $0.50 \pm 0.01$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (F:S), en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı ise  $0.03 \pm 0.00$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (H) olarak belirlendi.

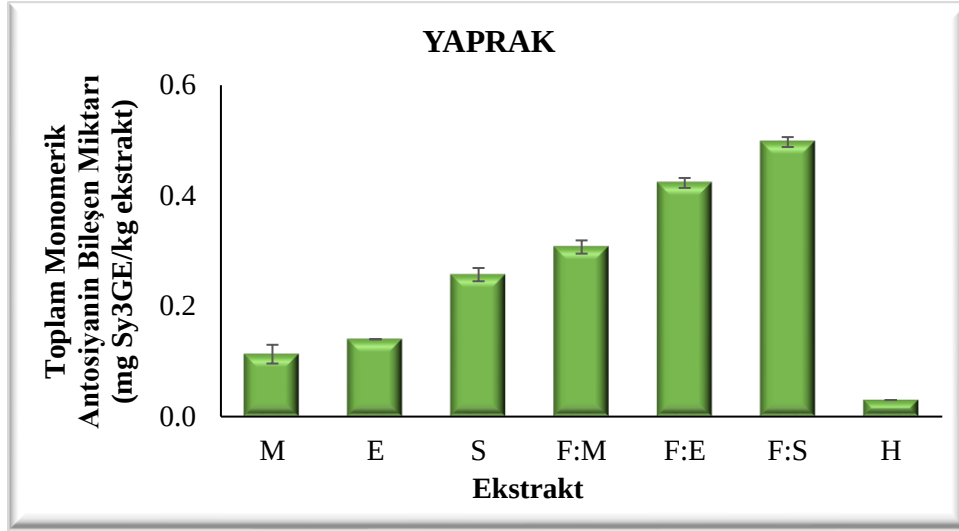
**Tablo 4.67.** Yaprak ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $0.11 \pm 0.02^e$                         |
| E        | $0.14 \pm 0.00^e$                         |
| S        | $0.26 \pm 0.01^d$                         |
| F: M     | $0.31 \pm 0.01^c$                         |
| F: E     | $0.42 \pm 0.01^b$                         |
| F: S     | $0.50 \pm 0.01^a$                         |
| H        | $0.03 \pm 0.00^f$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





**Şekil 4.60.** Yaprak ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

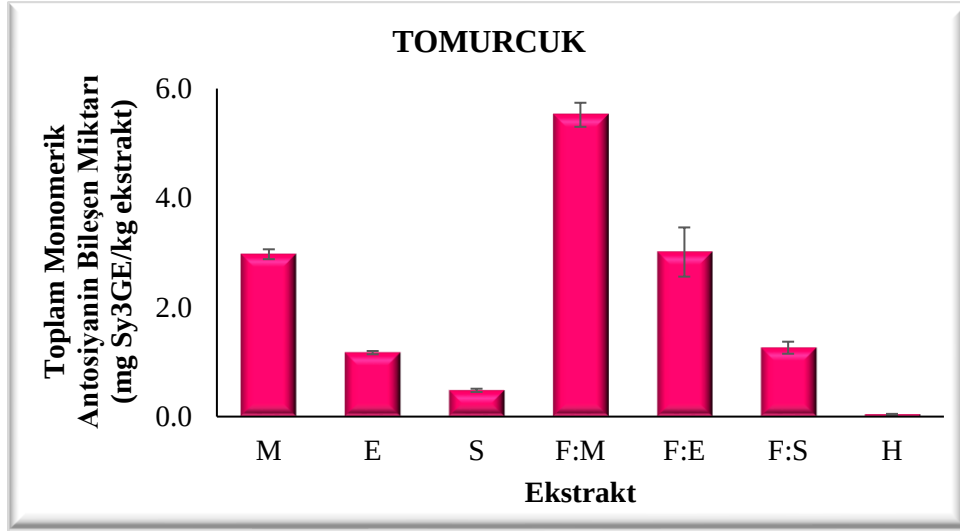
Tomurcuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.68 ve Şekil 4.61’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $5.52 \pm 0.22$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (F:M), en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı ise  $0.04 \pm 0.01$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.68.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $2.97 \pm 0.09^b$                         |
| E        | $1.17 \pm 0.03^c$                         |
| S        | $0.48 \pm 0.31^d$                         |
| F: M     | $5.52 \pm 0.22^a$                         |
| F: E     | $3.01 \pm 0.45^b$                         |
| F: S     | $1.26 \pm 0.11^c$                         |
| H        | $0.04 \pm 0.01^d$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.61.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

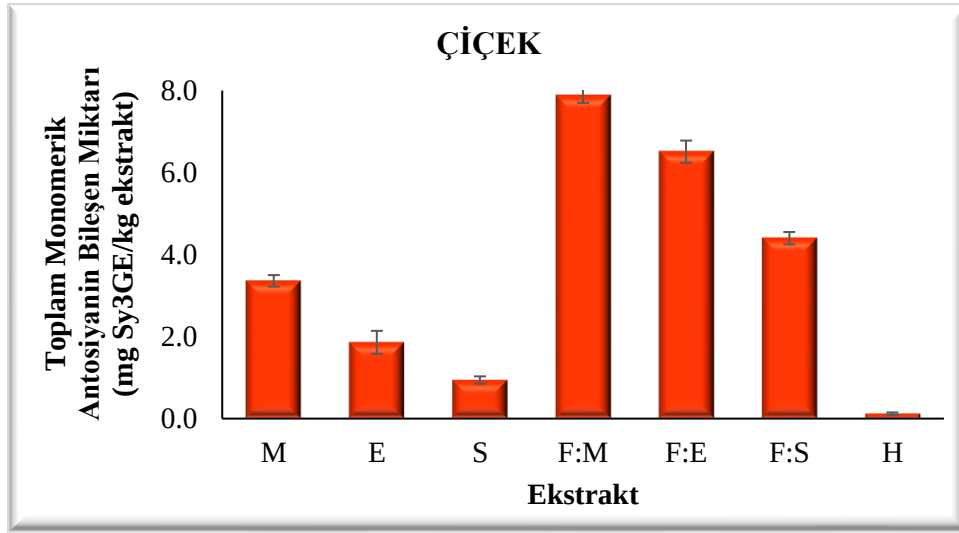
Çiçek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.69 ve Şekil 4.62’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $7.88 \pm 0.18$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (F:M), en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı ise  $0.12 \pm 0.03$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (H) olarak belirlendi.

**Tablo 4.69.** Çiçek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $3.36 \pm 0.14^d$                         |
| E        | $1.86 \pm 0.28^e$                         |
| S        | $0.94 \pm 0.09^f$                         |
| F: M     | $7.88 \pm 0.18^a$                         |
| F: E     | $6.51 \pm 0.27^b$                         |
| F: S     | $4.40 \pm 0.15^c$                         |
| H        | $0.12 \pm 0.03^g$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.62.** Çiçek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

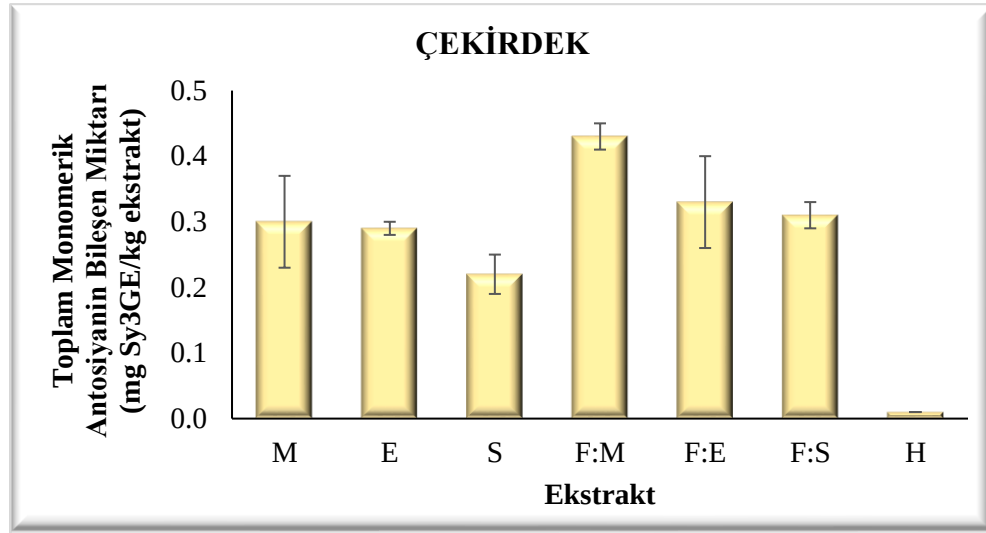
Çekirdek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.70 ve Şekil 4.63’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $0.43 \pm 0.02$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (F:M), en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $0.02 \pm 0.00$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (H) olarak belirlendi

**Tablo 4.70.** Çekirdek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $0.30 \pm 0.07^{ab}$                      |
| E        | $0.29 \pm 0.01^{ab}$                      |
| S        | $0.22 \pm 0.03^b$                         |
| F: M     | $0.43 \pm 0.02^a$                         |
| F: E     | $0.33 \pm 0.07^{ab}$                      |
| F: S     | $0.31 \pm 0.02^{ab}$                      |
| H        | $0.02 \pm 0.00^c$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.63.** Çekirdek ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

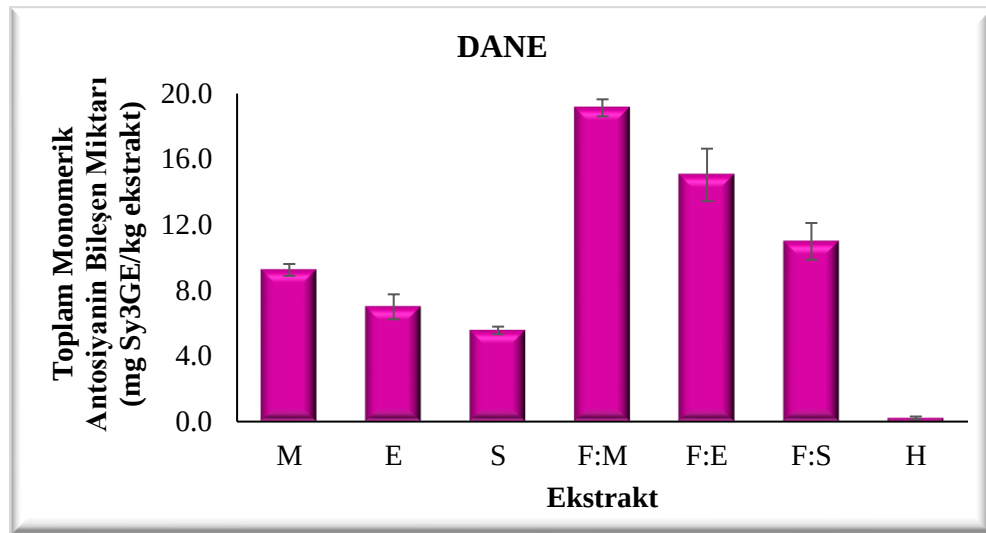
Dane ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları (Tablo 4.71 ve Şekil 4.64), kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Dane ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının  $0.22 \pm 0.09$ - $19.13 \pm 0.52$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında değiştiği ve  $F:M > F:E > F:S > M > E > S > H$  şeklinde sıralandığı belirlendi.

**Tablo 4.71.** Dane ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $9.25 \pm 0.36^{cd}$                      |
| E        | $7.00 \pm 0.76^{de}$                      |
| S        | $5.56 \pm 0.23^e$                         |
| F: M     | $19.13 \pm 0.52^a$                        |
| F: E     | $15.04 \pm 1.60^b$                        |
| F: S     | $10.99 \pm 1.12^c$                        |
| H        | $0.22 \pm 0.09^f$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.64.** Dane ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

Mezokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları (Tablo 4.72 ve Şekil 4.65) kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $0.54 \pm 0.03$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (F:M), en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı ise  $0.07 \pm 0.00$  mg Sy3GE/kg ekstrakt (S) olarak belirlendi.

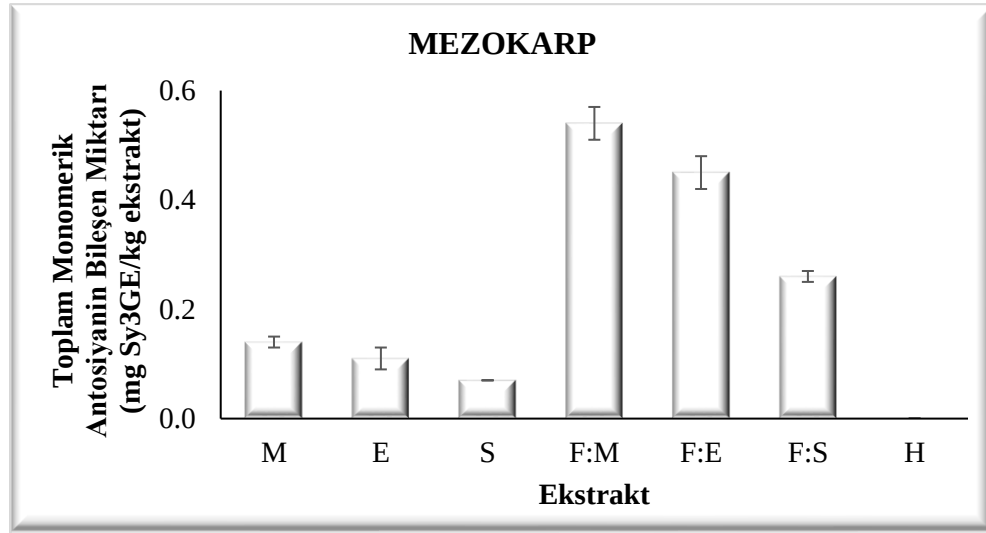
**Tablo 4.72.** Mezokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $0.14 \pm 0.01^d$                         |
| E        | $0.11 \pm 0.02^{de}$                      |
| S        | $0.07 \pm 0.00^e$                         |
| F: M     | $0.54 \pm 0.03^a$                         |
| F: E     | $0.45 \pm 0.03^b$                         |
| F: S     | $0.26 \pm 0.01^c$                         |
| H        | *T.E.                                     |

\*T.E.: Tespit edilemedi.

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.65.** Mezokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

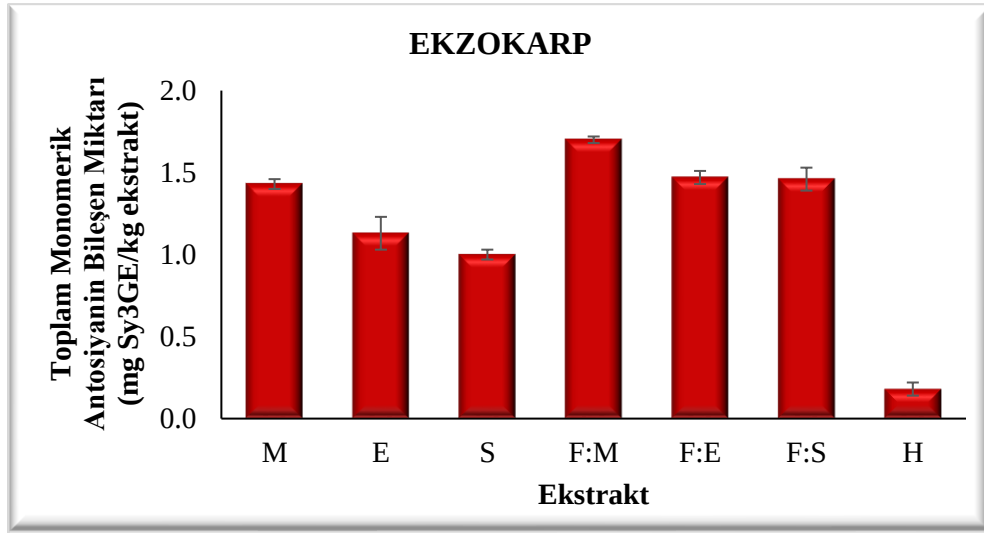
Ekzokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.73 ve Şekil 4.66'da verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ekstraktların toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı  $0.18 \pm 0.04$ - $1.70 \pm 0.02$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında değişti ve  $F:M > F:E > F:S > M > E > S > H$  şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.73.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $1.43 \pm 0.03^b$                         |
| E        | $1.13 \pm 0.10^c$                         |
| S        | $1.00 \pm 0.03^c$                         |
| F: M     | $1.70 \pm 0.02^a$                         |
| F: E     | $1.47 \pm 0.04^b$                         |
| F: S     | $1.46 \pm 0.07^b$                         |
| H        | $0.18 \pm 0.04^d$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.66.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

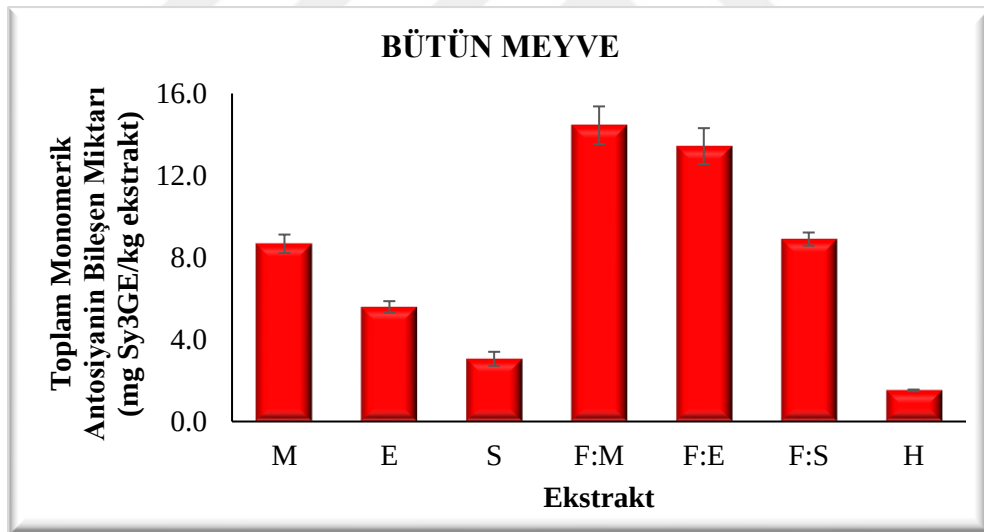
Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.74 ve Şekil 4.67’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözücüsü açısından istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak, F:M ekstraktı ve F:E ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları birbirine yakın olduklarından aralarında anlamlı bir fark gözlenmedi. Benzer şekilde M ekstraktı ve F:S ekstraktı arasında ve S ekstraktı ve H ekstraktı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına göre ekstraktlar  $F:M > F:E > F:S > M > E > S > H$  şeklinde sıralandı. En yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının  $14.45 \pm 0.92$  mg Sy3GE/kg ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına, en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $1.52 \pm 0.04$  mg Sy3GE/kg ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.74.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | 8.67±0.45 <sup>b</sup>                    |
| E        | 5.59±0.28 <sup>c</sup>                    |
| S        | 3.06±0.34 <sup>d</sup>                    |
| F: M     | 14.45±0.92 <sup>a</sup>                   |
| F: E     | 13.43±0.88 <sup>a</sup>                   |
| F: S     | 8.90±0.32 <sup>b</sup>                    |
| H        | 1.52±0.04 <sup>d</sup>                    |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.67.**Bütün meyve ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları



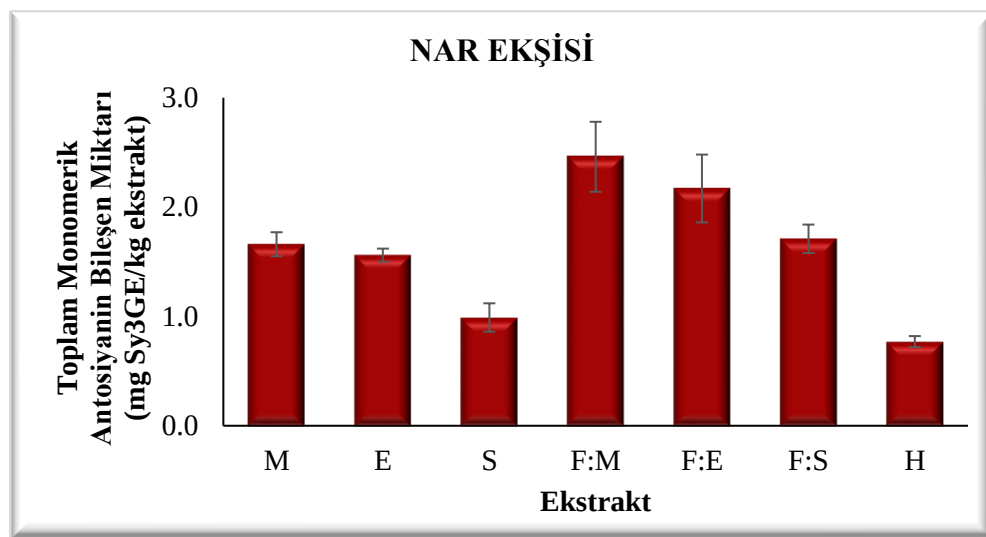
Nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 4.75 ve Şekil 4.68’de verildi. Sonuçlar, kullanılan ekstraksiyon çözütüsü açısından istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına ( $2.46 \pm 0.32$  mg Sy3GE/kg ekstrakt), en düşük monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ( $0.77 \pm 0.05$  mg Sy3GE/kg ekstrakt) ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.75.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------|-------------------------------------------|
|          | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| M        | $1.66 \pm 0.11^b$                         |
| E        | $1.56 \pm 0.06^{bc}$                      |
| S        | $0.99 \pm 0.13^{cd}$                      |
| F: M     | $2.46 \pm 0.32^a$                         |
| F: E     | $2.17 \pm 0.31^{ab}$                      |
| F: S     | $1.71 \pm 0.13^b$                         |
| H        | $0.77 \pm 0.05^d$                         |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.68.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

**Tablo 4.76.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına etkisi

| Dokular & Ekşi | Toplam Monomerik Antosiyanin              |
|----------------|-------------------------------------------|
|                | Bileşen Miktarı<br>(mg Sy3GE/kg ekstrakt) |
| Yaprak         | 0.25 <sup>c</sup>                         |
| Tomurcuk       | 2.06 <sup>bc</sup>                        |
| Çiçek          | 3.57 <sup>b</sup>                         |
| Çekirdek       | 0.27 <sup>c</sup>                         |
| Dane           | 9.60 <sup>a</sup>                         |
| Mezokarp       | 0.22 <sup>c</sup>                         |
| Ekzokarp       | 1.20 <sup>c</sup>                         |
| Bütün Meyve    | 7.95 <sup>a</sup>                         |
| Nar Ekşisi     | 1.62 <sup>bc</sup>                        |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların, toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına etkisi Tablo 4.76’da verildi. Sonuçlar, istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına göre dokular dane> bütün meyve> çiçek> tomurcuk> nar ekşisi> egzokarp> çekirdek> yaprak> mezokarp şeklinden sıralandı.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tablo 4.77’de verilen bilgiler çerçevesinde toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına göre ekstraktlar F:M> F:E> F:S> M> E> S> H şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.77.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına etkisi

| <b>Ekstraksiyon<br/>Çözücüsü</b> | <b>Toplam Monomerik Antosiyanin<br/>Bileşen Miktarı<br/>(mg Sy3GE/kg ekstrakt)</b> |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| M                                | 3.10 <sup>a-c</sup>                                                                |
| E                                | 2.09 <sup>bc</sup>                                                                 |
| S                                | 1.40 <sup>c</sup>                                                                  |
| F: M                             | 5.82 <sup>a</sup>                                                                  |
| F: E                             | 4.76 <sup>ab</sup>                                                                 |
| F: S                             | 3.31 <sup>a-c</sup>                                                                |
| H                                | 0.31 <sup>c</sup>                                                                  |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.8. DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

Tüm bitki ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi Blois (224) tarafından tanımlanan yöntemle göre belirlendi.

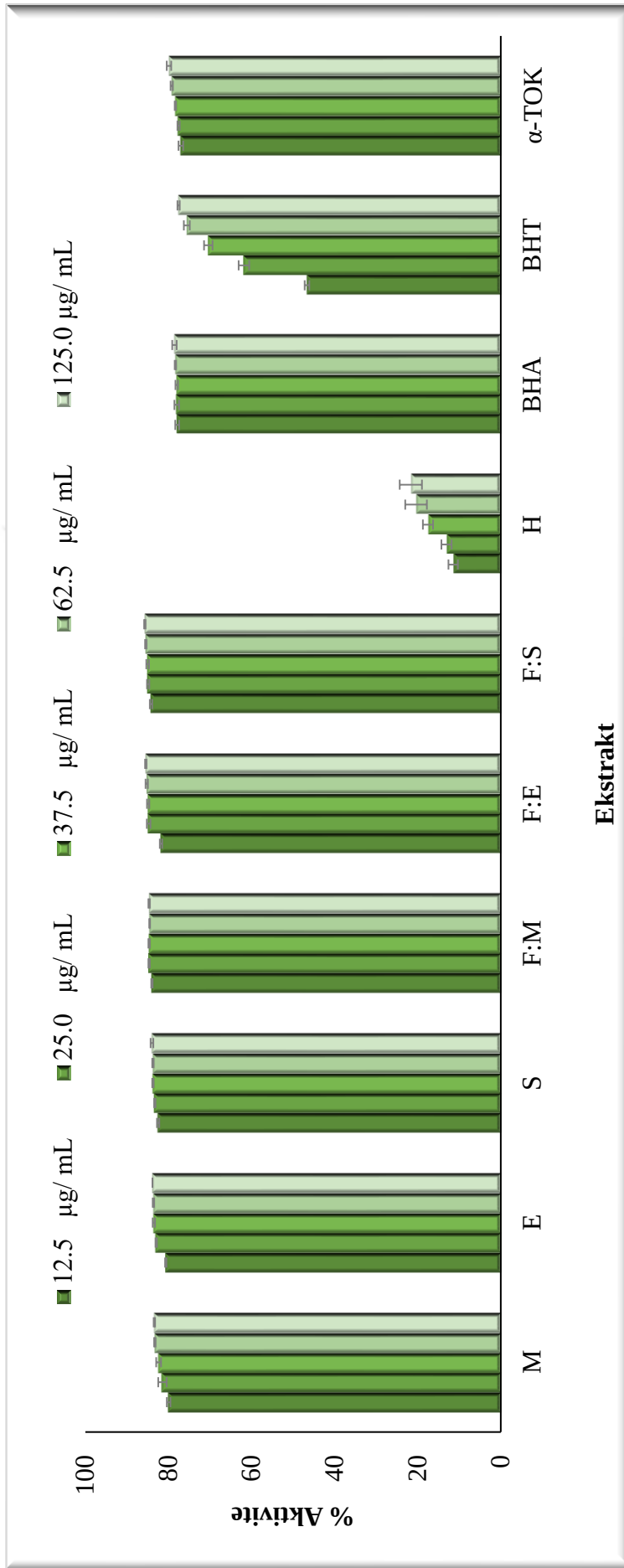
Yaprak ekstraktlarının ve standartların (BHA, BHT,  $\alpha$ -TOK) serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları Tablo 4.78 ve Şekil 4.69’da verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Standartların serbest radikal giderme aktiviteleri kendi aralarında değerlendirildi ve en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin ( $79.87 \pm 0.54$ )  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\alpha$ -TOK’e, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise ( $46.65 \pm 0.56$ )  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHT’e ait olduğu tespit edildi. Yaprak ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesinin  $11.46 \pm 1.13$ - $85.68 \pm 0.16$  aralığında değiştiği ve en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.78.** Yaprak ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar & Standartlar      | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $79.95 \pm 0.44^{g-l}$                     | $81.44 \pm 1.01^{e-j}$     | $82.36 \pm 0.58^{c-h}$     | $83.28 \pm 0.16^{a-f}$     | $83.39 \pm 0.16^{a-f}$      |
| <b>E</b>                       | $80.64 \pm 0.16^{f-k}$                     | $82.93 \pm 0.16^{a-g}$     | $83.51 \pm 0.28^{a-f}$     | $83.62 \pm 0.16^{a-f}$     | $83.85 \pm 0.00^{a-e}$      |
| <b>S</b>                       | $82.47 \pm 0.28^{b-h}$                     | $83.28 \pm 0.16^{a-f}$     | $83.73 \pm 0.16^{a-e}$     | $83.73 \pm 0.16^{a-e}$     | $83.96 \pm 0.32^{a-e}$      |
| <b>F: M</b>                    | $83.96 \pm 0.16^{a-e}$                     | $84.65 \pm 0.16^{a-d}$     | $84.65 \pm 0.16^{a-d}$     | $84.54 \pm 0.00^{a-d}$     | $84.65 \pm 0.16^{a-d}$      |
| <b>F: E</b>                    | $81.79 \pm 0.28^{d-i}$                     | $84.77 \pm 0.43^{a-d}$     | $84.88 \pm 0.28^{a-c}$     | $85.22 \pm 0.28^{a-c}$     | $85.45 \pm 0.16^{a-b}$      |
| <b>F: S</b>                    | $84.19 \pm 0.28^{a-e}$                     | $84.88 \pm 0.28^{a-c}$     | $84.99 \pm 0.32^{a-c}$     | $85.45 \pm 0.16^{ab}$      | $85.68 \pm 0.16^a$          |
| <b>H</b>                       | $11.46 \pm 1.13^s$                         | $13.06 \pm 1.22^s$         | $17.53 \pm 1.22^r$         | $20.39 \pm 2.61^{qr}$      | $21.65 \pm 2.68^q$          |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{k-m}$                     | $78.00 \pm 0.56^{k-m}$     | $78.00 \pm 0.31^{k-m}$     | $78.33 \pm 0.16^{k-m}$     | $78.55 \pm 0.54^{j-m}$      |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^p$                         | $61.83 \pm 1.27^o$         | $70.41 \pm 1.02^n$         | $75.58 \pm 0.71^m$         | $77.56 \pm 0.27^{lm}$       |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{lm}$                      | $77.56 \pm 0.27^{lm}$      | $78.33 \pm 0.16^{k-m}$     | $79.21 \pm 0.27^{i-l}$     | $79.87 \pm 0.54^{h-l}$      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.69.** Yaprak ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

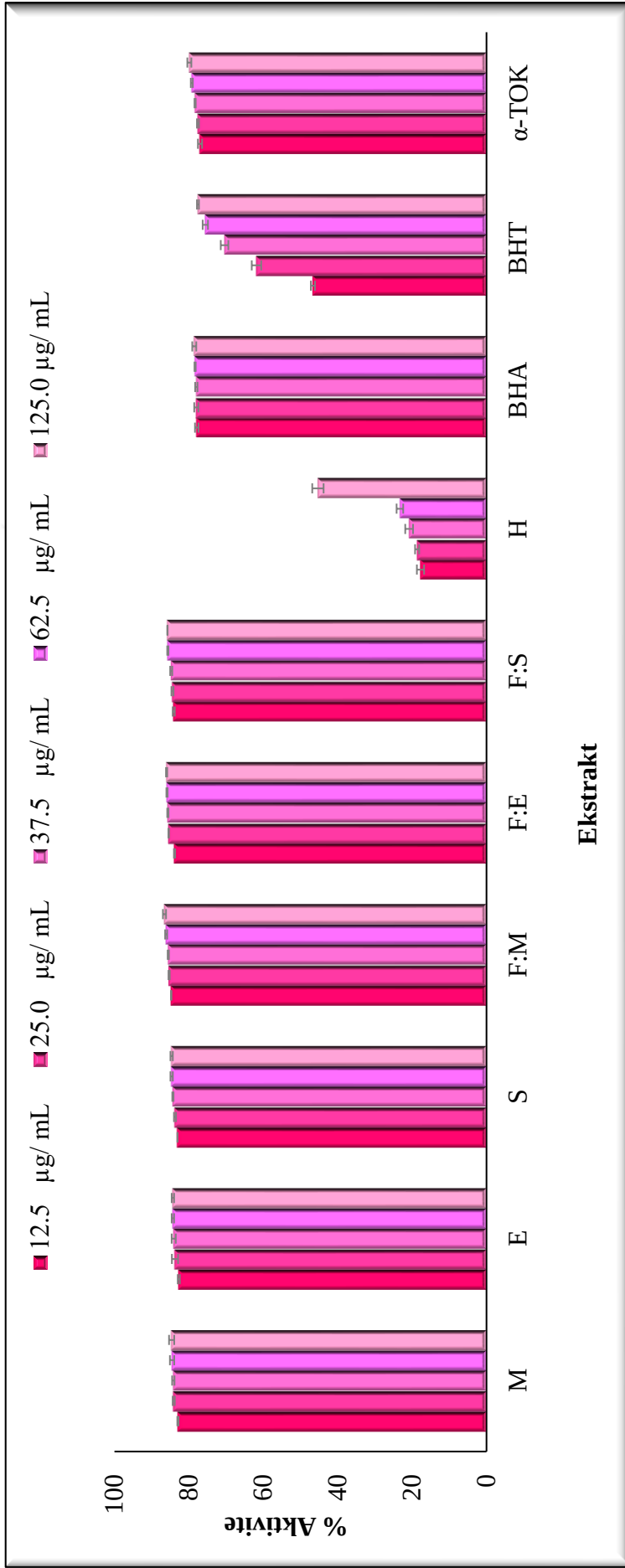
Tomurcuk dokusundan elde edilen ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları Tablo 4.79 ve Şekil 4.70’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $\%86.55 \pm 0.42$  olarak  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%17.74 \pm 0.97$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi

**Tablo 4.79.** Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $82.91 \pm 0.16^e$                         | $84.07 \pm 0.28^{b-e}$     | $84.18 \pm 0.32^{b-e}$     | $84.52 \pm 0.58^{a-e}$     | $84.63 \pm 0.70^{a-e}$      |
| <b>E</b>                       | $82.71 \pm 0.28^e$                         | $83.73 \pm 0.83^{de}$      | $84.07 \pm 0.55^{b-e}$     | $84.29 \pm 0.32^{b-e}$     | $84.29 \pm 0.32^{b-e}$      |
| <b>S</b>                       | $83.05 \pm 0.00^e$                         | $83.73 \pm 0.28^{de}$      | $84.29 \pm 0.16^{b-e}$     | $84.63 \pm 0.32^{a-e}$     | $84.63 \pm 0.32^{a-e}$      |
| <b>F: M</b>                    | $84.75 \pm 0.00^{a-e}$                     | $85.31 \pm 0.16^{a-d}$     | $85.54 \pm 0.16^{a-d}$     | $86.10 \pm 0.28^{ab}$      | $86.55 \pm 0.42^a$          |
| <b>F: E</b>                    | $83.84 \pm 0.16^{c-e}$                     | $85.42 \pm 0.00^{a-d}$     | $85.65 \pm 0.16^{a-d}$     | $85.88 \pm 0.16^{a-d}$     | $85.99 \pm 0.16^{a-c}$      |
| <b>F: S</b>                    | $84.07 \pm 0.28^{b-e}$                     | $84.41 \pm 0.28^{a-e}$     | $84.75 \pm 0.28^{a-e}$     | $85.65 \pm 0.16^{a-d}$     | $85.76 \pm 0.00^{a-c}$      |
| <b>H</b>                       | $17.74 \pm 0.97^o$                         | $18.64 \pm 0.55^{no}$      | $20.79 \pm 1.05^n$         | $23.28 \pm 0.89^m$         | $45.31 \pm 1.52^l$          |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{f-h}$                     | $78.00 \pm 0.56^{f-h}$     | $78.00 \pm 0.31^{f-h}$     | $78.33 \pm 0.16^{f-h}$     | $78.55 \pm 0.54^{f-h}$      |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^l$                         | $61.83 \pm 1.27^k$         | $70.41 \pm 1.02^j$         | $75.58 \pm 0.71^i$         | $77.56 \pm 0.27^{g-i}$      |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{hi}$                      | $77.56 \pm 0.27^{g-i}$     | $78.33 \pm 0.16^{f-h}$     | $79.21 \pm 0.27^{fg}$      | $79.87 \pm 0.54^f$          |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.70.** Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları Tablo 4.80 ve Şekil 4.71’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Çiçek ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitelerinin  $\%9.61 \pm 0.89$ - $87.69 \pm 0.89$  aralığında değiştiği ve en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

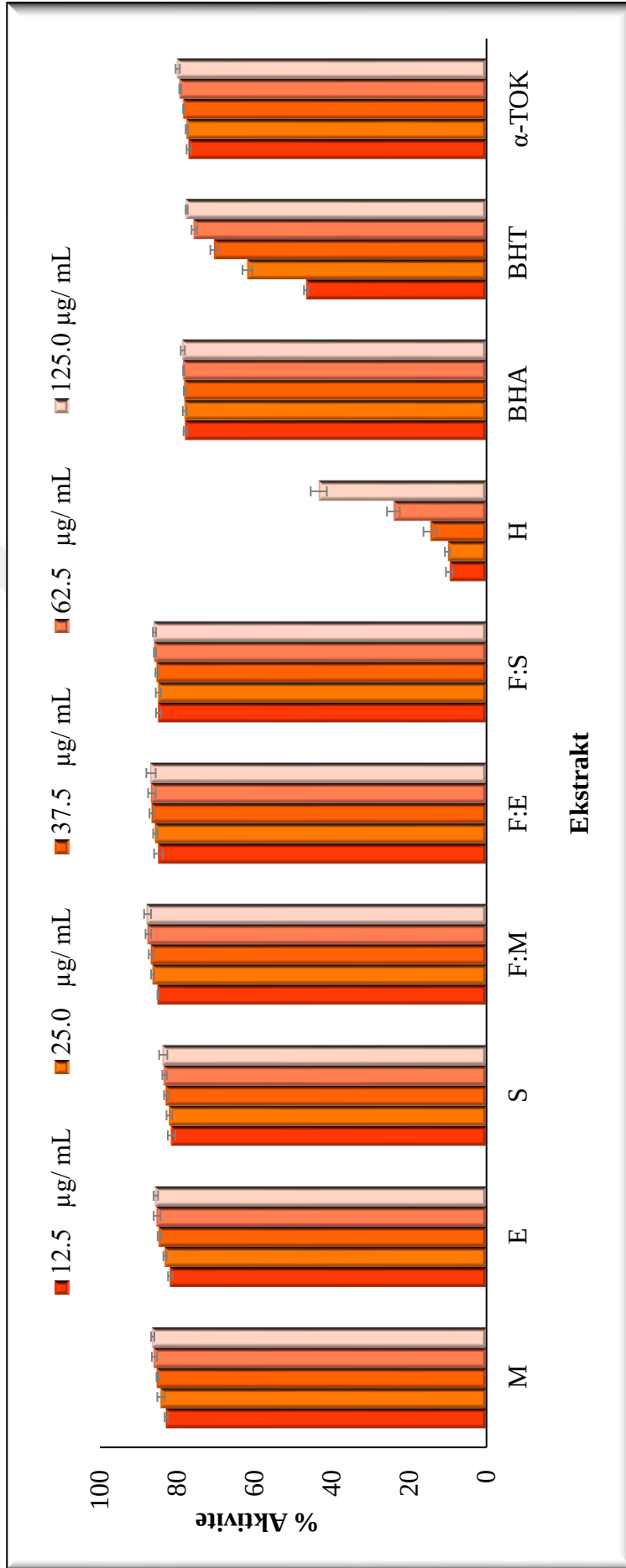
**Tablo 4.80.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $82.83 \pm 0.42^{e-i}$                     | $84.18 \pm 0.97^{b-h}$     | $85.09 \pm 0.28^{a-f}$     | $85.88 \pm 0.70^{a-e}$     | $86.33 \pm 0.42^{a-d}$      |
| <b>E</b>                       | $81.81 \pm 0.58^{g-k}$                     | $83.16 \pm 0.42^{d-h}$     | $84.63 \pm 0.42^{a-h}$     | $85.20 \pm 0.89^{a-f}$     | $85.54 \pm 0.58^{a-e}$      |
| <b>S</b>                       | $81.47 \pm 0.97^{h-l}$                     | $82.03 \pm 0.73^{f-j}$     | $82.83 \pm 0.58^{e-i}$     | $83.28 \pm 0.58^{c-h}$     | $83.62 \pm 1.05^{b-h}$      |
| <b>F: M</b>                    | $84.97 \pm 0.16^{a-g}$                     | $86.33 \pm 0.42^{a-d}$     | $86.67 \pm 0.70^{ab}$      | $87.46 \pm 0.73^a$         | $87.69 \pm 0.89^a$          |
| <b>F: E</b>                    | $84.86 \pm 1.12^{a-g}$                     | $85.65 \pm 0.58^{a-e}$     | $86.44 \pm 0.73^{a-c}$     | $86.55 \pm 0.97^{ab}$      | $86.78 \pm 1.21^{ab}$       |
| <b>F: S</b>                    | $84.86 \pm 0.64^{a-g}$                     | $84.86 \pm 0.70^{a-g}$     | $85.20 \pm 0.42^{a-f}$     | $85.76 \pm 0.28^{a-e}$     | $85.88 \pm 0.42^{a-e}$      |
| <b>H</b>                       | $9.61 \pm 0.89^t$                          | $10.06 \pm 0.70^t$         | $14.58 \pm 1.73^s$         | $24.07 \pm 1.66^r$         | $43.39 \pm 2.09^q$          |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{mn}$                      | $78.00 \pm 0.56^{mn}$      | $78.00 \pm 0.31^{mn}$      | $78.33 \pm 0.16^{l-n}$     | $78.55 \pm 0.54^{k-n}$      |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^q$                         | $61.83 \pm 1.27^p$         | $70.41 \pm 1.02^o$         | $75.58 \pm 0.71^o$         | $77.56 \pm 0.27^{mn}$       |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{mn}$                      | $77.56 \pm 0.27^{mn}$      | $78.33 \pm 0.16^{l-n}$     | $79.21 \pm 0.27^{j-m}$     | $79.87 \pm 0.54^{l-m}$      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





**Şekil 4.71.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Çekirdek ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları Tablo 4.81 ve Şekil 4.72’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin ( $79.87 \pm 0.54$ )  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\alpha$ -TOK standardına ait olduğu tespit edildi.

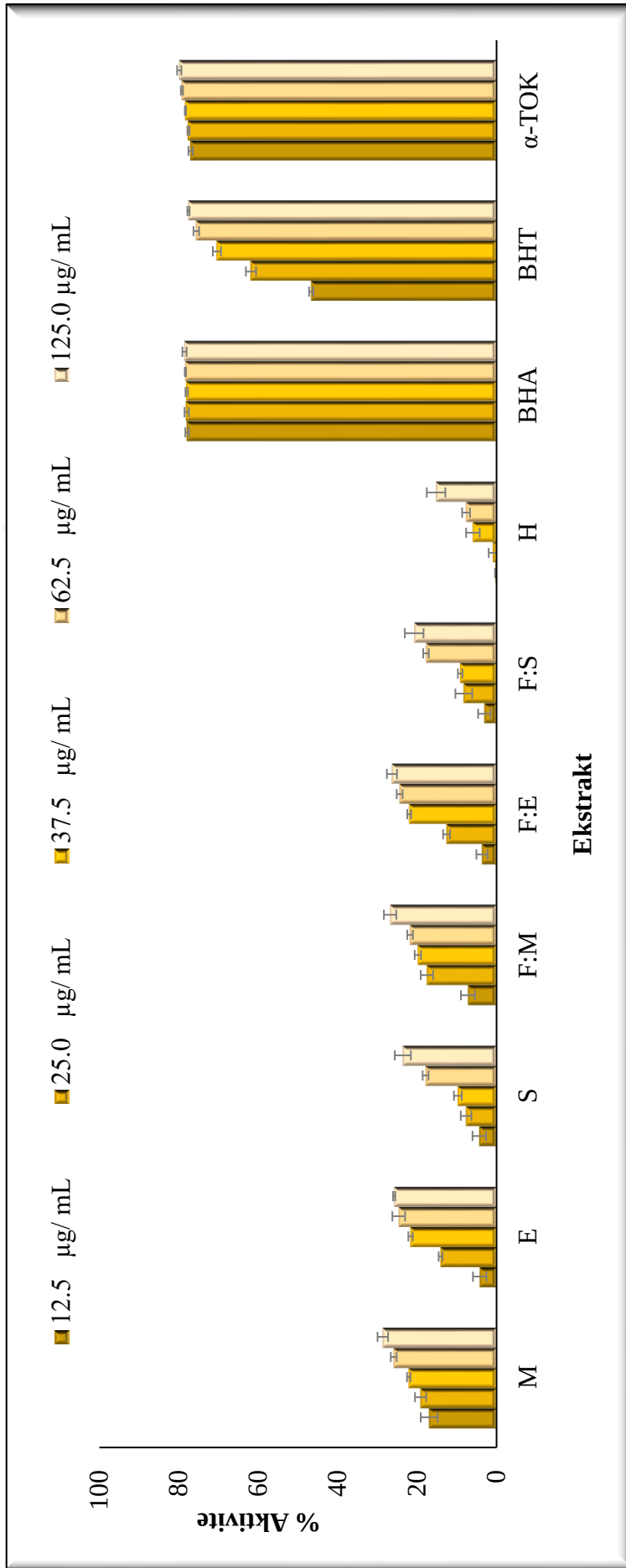
Çekirdek ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise, en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $28.64 \pm 0.28$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $0.28 \pm 0.16$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.81.** Çekirdek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar & Standartlar      | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                               |                               |                               |                               |
|--------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$   |
| <b>M</b>                       | $16.95 \pm 2.13^{\text{k-n}}$              | $19.13 \pm 1.41^{\text{i-l}}$ | $22.11 \pm 0.43^{\text{f-j}}$ | $25.77 \pm 0.74^{\text{e-g}}$ | $28.64 \pm 1.33^{\text{e}}$   |
| <b>E</b>                       | $4.24 \pm 1.69^{\text{s-u}}$               | $14.09 \pm 0.49^{\text{m-o}}$ | $21.65 \pm 0.56^{\text{g-k}}$ | $24.63 \pm 1.60^{\text{e-h}}$ | $25.77 \pm 0.28^{\text{e-g}}$ |
| <b>S</b>                       | $4.35 \pm 1.69^{\text{r-u}}$               | $7.68 \pm 1.33^{\text{q-t}}$  | $9.74 \pm 0.99^{\text{o-q}}$  | $17.87 \pm 0.74^{\text{j-m}}$ | $23.60 \pm 2.03^{\text{f-i}}$ |
| <b>F: M</b>                    | $7.22 \pm 1.75^{\text{q-t}}$               | $17.53 \pm 1.56^{\text{j-m}}$ | $19.82 \pm 0.86^{\text{h-l}}$ | $21.76 \pm 0.71^{\text{g-k}}$ | $26.80 \pm 1.56^{\text{e-f}}$ |
| <b>F: E</b>                    | $3.67 \pm 1.41^{\text{s-u}}$               | $12.60 \pm 0.86^{\text{n-p}}$ | $21.99 \pm 0.49^{\text{f-j}}$ | $24.40 \pm 0.74^{\text{e-h}}$ | $26.35 \pm 1.27^{\text{e-g}}$ |
| <b>F: S</b>                    | $3.09 \pm 1.56^{\text{t-u}}$               | $8.25 \pm 2.12^{\text{p-s}}$  | $9.16 \pm 0.58^{\text{p-r}}$  | $17.76 \pm 0.71^{\text{j-m}}$ | $20.73 \pm 2.35^{\text{h-k}}$ |
| <b>H</b>                       | $0.23 \pm 0.16^{\text{u}}$                 | $0.92 \pm 1.06^{\text{u}}$    | $5.96 \pm 1.71^{\text{q-t}}$  | $7.68 \pm 0.99^{\text{q-t}}$  | $15.24 \pm 2.34^{\text{l-n}}$ |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{\text{a}}$                | $78.00 \pm 0.56^{\text{a}}$   | $78.00 \pm 0.31^{\text{a}}$   | $78.33 \pm 0.16^{\text{a}}$   | $78.55 \pm 0.54^{\text{a}}$   |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^{\text{d}}$                | $61.83 \pm 1.27^{\text{c}}$   | $70.41 \pm 1.02^{\text{b}}$   | $75.58 \pm 0.71^{\text{a}}$   | $77.56 \pm 0.27^{\text{a}}$   |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{\text{a}}$                | $77.56 \pm 0.27^{\text{a}}$   | $78.33 \pm 0.16^{\text{a}}$   | $79.21 \pm 0.27^{\text{a}}$   | $79.87 \pm 0.54^{\text{a}}$   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.72.** Çekirdek ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Dane ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları Tablo 4.82 ve Şekil 4.73’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin ( $\%79.87 \pm 0.54$ )  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\alpha$ -TOK standardına ait olduğu belirlendi.

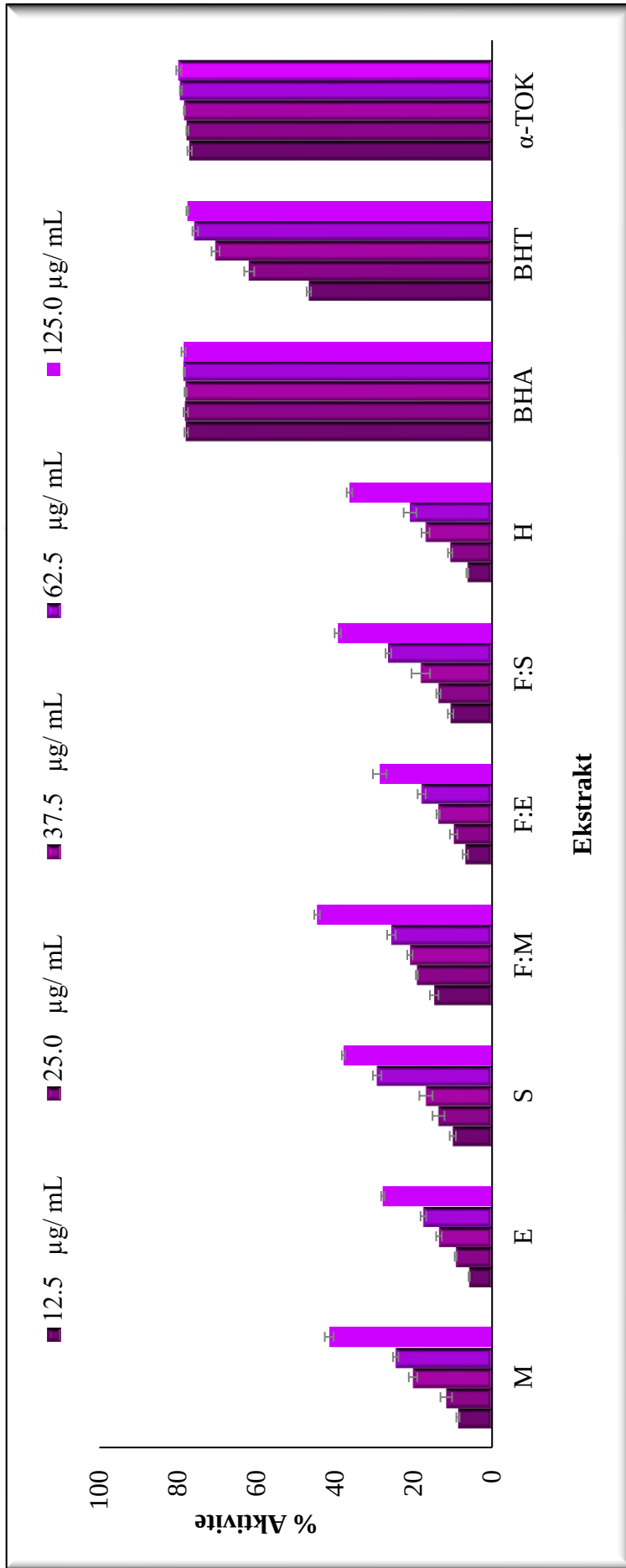
Dane ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $\%44.55 \pm 0.71$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%5.83 \pm 0.16$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde E ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.82.** Dane ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                               |                               |                               |                              |
|--------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  |
| <b>M</b>                       | $8.69 \pm 0.41^{\text{s-v}}$               | $11.66 \pm 1.48^{\text{p-s}}$ | $20.13 \pm 1.08^{\text{lm}}$  | $24.53 \pm 0.68^{\text{jk}}$  | $41.47 \pm 1.12^{\text{fg}}$ |
| <b>E</b>                       | $5.83 \pm 0.16^{\text{v}}$                 | $9.24 \pm 0.27^{\text{s-v}}$  | $13.53 \pm 0.71^{\text{o-r}}$ | $17.49 \pm 0.71^{\text{l-n}}$ | $27.83 \pm 0.41^{\text{ij}}$ |
| <b>S</b>                       | $10.01 \pm 0.78^{\text{r-t}}$              | $13.64 \pm 1.53^{\text{o-r}}$ | $16.83 \pm 1.68^{\text{m-o}}$ | $29.26 \pm 1.09^{\text{i}}$   | $37.84 \pm 0.41^{\text{gh}}$ |
| <b>F: M</b>                    | $14.74 \pm 1.09^{\text{n-p}}$              | $19.14 \pm 0.27^{\text{lm}}$  | $20.90 \pm 0.68^{\text{kl}}$  | $25.63 \pm 1.09^{\text{ij}}$  | $44.55 \pm 0.71^{\text{ef}}$ |
| <b>F: E</b>                    | $6.82 \pm 0.68^{\text{t-v}}$               | $9.79 \pm 0.95^{\text{s-u}}$  | $13.75 \pm 0.41^{\text{o-q}}$ | $17.93 \pm 1.02^{\text{l-n}}$ | $28.60 \pm 1.75^{\text{i}}$  |
| <b>F: S</b>                    | $10.56 \pm 0.71^{\text{q-s}}$              | $13.64 \pm 0.56^{\text{o-r}}$ | $18.15 \pm 2.35^{\text{l-n}}$ | $26.40 \pm 0.71^{\text{ij}}$  | $39.27 \pm 0.81^{\text{gh}}$ |
| <b>H</b>                       | $6.27 \pm 0.27^{\text{uv}}$                | $10.67 \pm 0.56^{\text{q-s}}$ | $16.94 \pm 1.02^{\text{m-o}}$ | $20.90 \pm 1.62^{\text{kl}}$  | $36.30 \pm 0.71^{\text{h}}$  |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{\text{ab}}$               | $78.00 \pm 0.56^{\text{ab}}$  | $78.00 \pm 0.31^{\text{ab}}$  | $78.33 \pm 0.16^{\text{ab}}$  | $78.55 \pm 0.54^{\text{ab}}$ |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^{\text{e}}$                | $61.83 \pm 1.27^{\text{d}}$   | $70.41 \pm 1.02^{\text{c}}$   | $75.58 \pm 0.71^{\text{b}}$   | $77.56 \pm 0.27^{\text{ab}}$ |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{\text{ab}}$               | $77.56 \pm 0.27^{\text{ab}}$  | $78.33 \pm 0.16^{\text{ab}}$  | $79.21 \pm 0.27^{\text{ab}}$  | $79.87 \pm 0.54^{\text{a}}$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.73. Dane ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

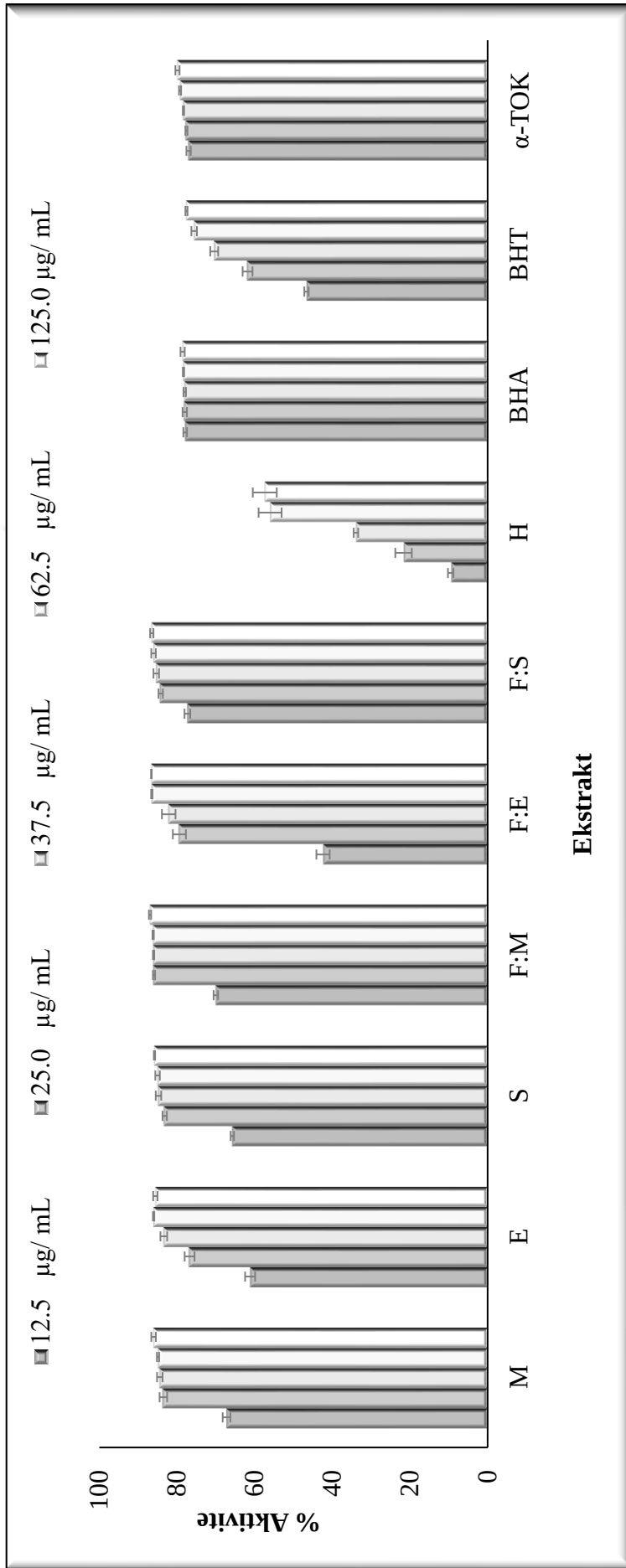
Mezokarp ekstraktlarının ve standartların serbest radikal giderme aktivitesi Tablo 4.83 ve Şekil 4.74’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $\%86.94 \pm 0.28$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%9.51 \pm 0.71$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.83.** Mezokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $67.24 \pm 0.99^{ij}$                      | $83.51 \pm 0.97^{a-c}$     | $84.42 \pm 0.71^{ab}$      | $84.88 \pm 0.28^{ab}$      | $86.03 \pm 0.58^{ab}$       |
| <b>E</b>                       | $61.17 \pm 1.29^{lm}$                      | $76.75 \pm 1.27^{gh}$      | $83.39 \pm 0.86^{a-d}$     | $86.03 \pm 0.16^{ab}$      | $85.57 \pm 0.56^{ab}$       |
| <b>S</b>                       | $65.75 \pm 0.43^{jk}$                      | $83.16 \pm 0.56^{a-e}$     | $84.77 \pm 0.71^{ab}$      | $84.99 \pm 0.58^{ab}$      | $85.80 \pm 0.16^{ab}$       |
| <b>F: M</b>                    | $69.99 \pm 0.58^i$                         | $85.91 \pm 0.28^{ab}$      | $86.03 \pm 0.16^{ab}$      | $86.14 \pm 0.16^{ab}$      | $86.94 \pm 0.28^a$          |
| <b>F: E</b>                    | $42.38 \pm 1.71^p$                         | $79.38 \pm 1.68^{d-h}$     | $82.13 \pm 1.75^{b-f}$     | $86.48 \pm 0.16^a$         | $86.60 \pm 0.00^a$          |
| <b>F: S</b>                    | $77.32 \pm 0.74^{gh}$                      | $84.19 \pm 0.56^{ab}$      | $85.34 \pm 0.71^{ab}$      | $86.03 \pm 0.58^{ab}$      | $86.48 \pm 0.43^a$          |
| <b>H</b>                       | $9.51 \pm 0.71^s$                          | $21.65 \pm 2.12^r$         | $33.91 \pm 0.58^q$         | $56.01 \pm 2.96^n$         | $57.39 \pm 3.09^{mn}$       |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{gh}$                      | $78.00 \pm 0.56^{gh}$      | $78.00 \pm 0.31^{gh}$      | $78.33 \pm 0.16^{gh}$      | $78.55 \pm 0.54^{gh}$       |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^o$                         | $61.83 \pm 1.27^{kl}$      | $70.41 \pm 1.02^l$         | $75.58 \pm 0.71^h$         | $77.56 \pm 0.27^{gh}$       |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{gh}$                      | $77.56 \pm 0.27^{gh}$      | $78.33 \pm 0.16^{f-h}$     | $79.21 \pm 0.27^{e-h}$     | $79.87 \pm 0.54^{c-g}$      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.74.** Mezokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların serbest radikal giderme aktivitesi Tablo 4.84 ve Şekil 4.75’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $\%86.91 \pm 0.41$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%6.06 \pm 2.29$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

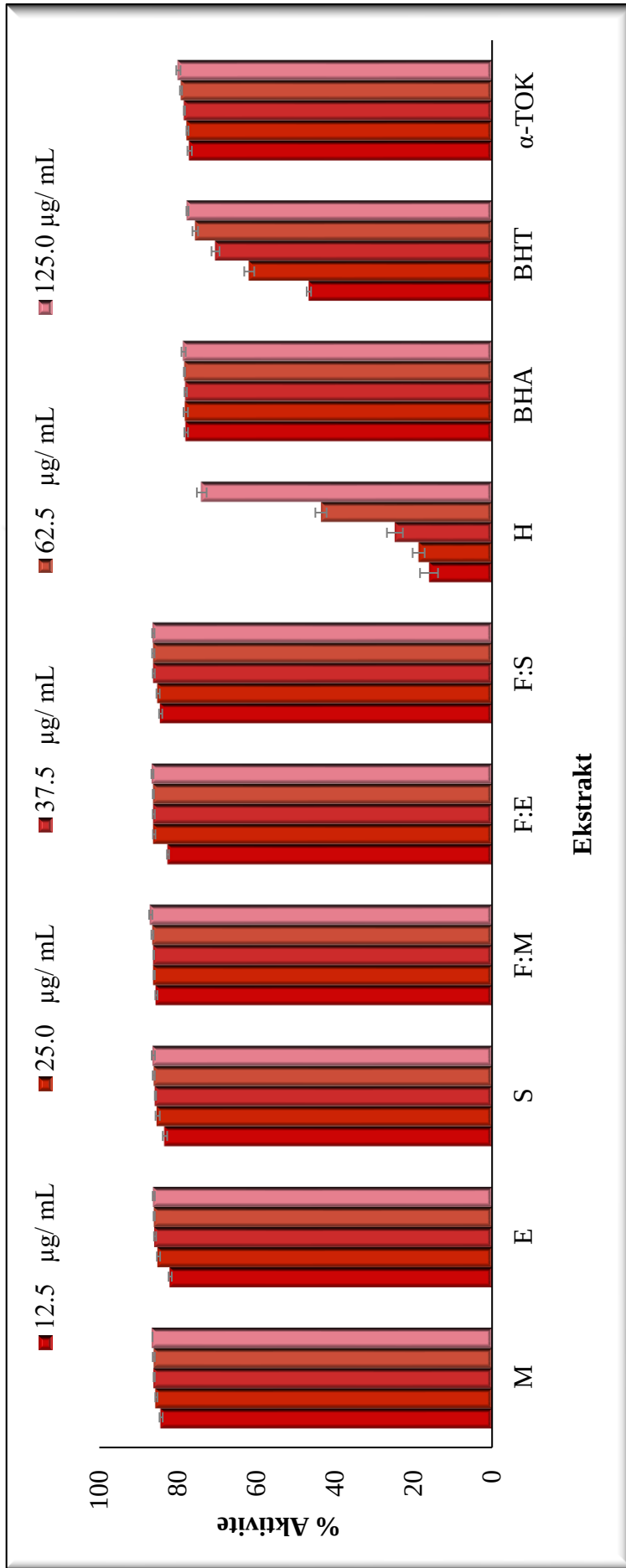
**Tablo 4.84.** Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar<br>& Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $84.27 \pm 0.41^{a-d}$                     | $85.48 \pm 0.27^{ab}$      | $86.03 \pm 0.16^{ab}$      | $86.14 \pm 0.27^a$         | $86.47 \pm 0.00^a$          |
| <b>E</b>                       | $81.96 \pm 0.41^{d-f}$                     | $84.93 \pm 0.41^{a-c}$     | $85.81 \pm 0.27^{ab}$      | $86.03 \pm 0.16^{ab}$      | $86.14 \pm 0.26^a$          |
| <b>S</b>                       | $83.28 \pm 0.56^{b-d}$                     | $85.15 \pm 0.54^{a-c}$     | $85.67 \pm 0.16^{ab}$      | $86.14 \pm 0.27^a$         | $86.25 \pm 0.41^a$          |
| <b>F: M</b>                    | $85.48 \pm 0.27^{ab}$                      | $86.03 \pm 0.16^{ab}$      | $86.14 \pm 0.00^a$         | $86.47 \pm 0.27^a$         | $86.91 \pm 0.41^a$          |
| <b>F: E</b>                    | $82.51 \pm 0.27^{c-e}$                     | $86.03 \pm 0.31^{ab}$      | $86.14 \pm 0.27^a$         | $86.25 \pm 0.16^a$         | $86.49 \pm 0.27^a$          |
| <b>F: S</b>                    | $84.38 \pm 0.41^{a-d}$                     | $85.04 \pm 0.41^{a-e}$     | $86.14 \pm 0.27^a$         | $86.25 \pm 0.31^a$         | $86.25 \pm 0.31^a$          |
| <b>H</b>                       | $16.06 \pm 2.29^p$                         | $18.70 \pm 1.53^p$         | $24.75 \pm 2.03^o$         | $43.56 \pm 1.43^n$         | $73.93 \pm 1.24^j$          |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{g-1}$                     | $78.00 \pm 0.56^{g-1}$     | $78.00 \pm 0.31^{g-1}$     | $78.33 \pm 0.16^{g-1}$     | $78.55 \pm 0.54^{gh}$       |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^m$                         | $61.83 \pm 1.27^l$         | $70.41 \pm 1.02^k$         | $75.58 \pm 0.71^{ij}$      | $77.56 \pm 0.27^{g-1}$      |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{hi}$                      | $77.56 \pm 0.27^{g-1}$     | $78.33 \pm 0.16^{g-1}$     | $79.21 \pm 0.27^{f-h}$     | $79.87 \pm 0.54^{e-g}$      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





Şekil 4.75. Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

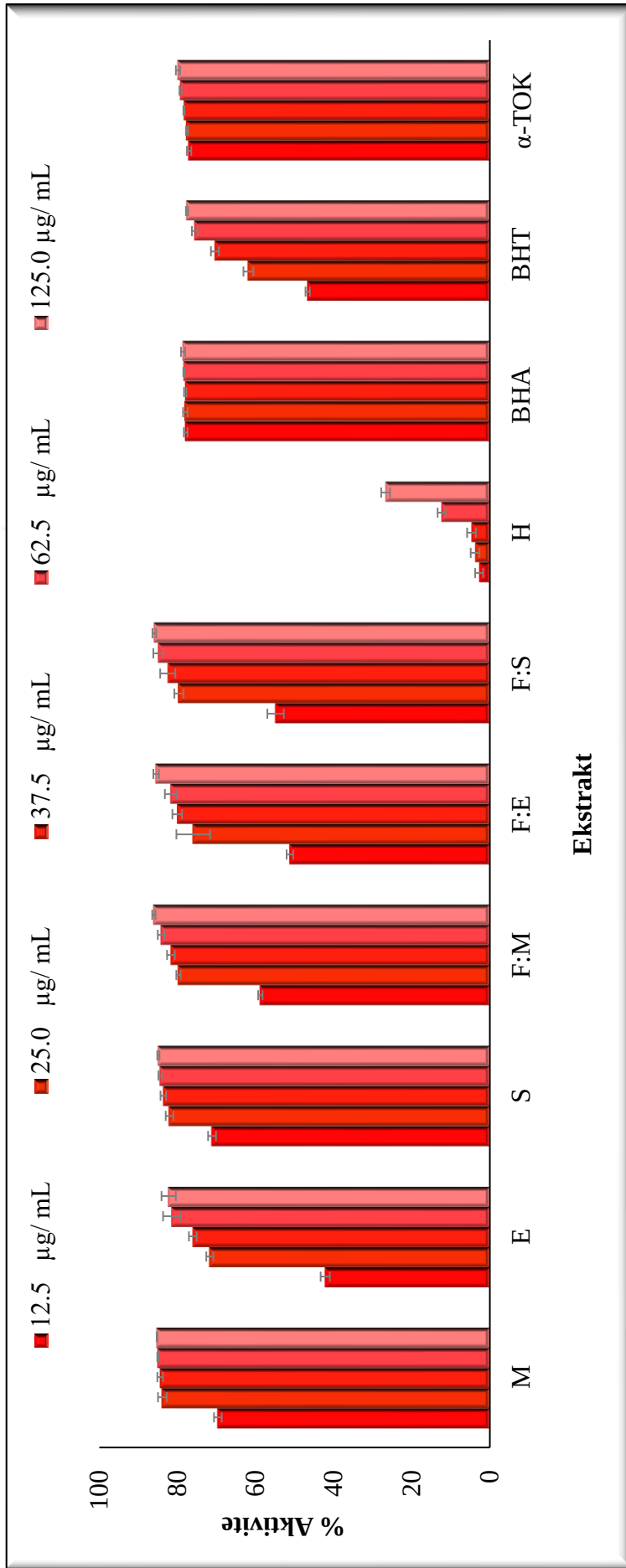
Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının ve standartların serbest radikal giderme aktivitesi Tablo 4.85 ve Şekil 4.76’da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tablo 4.85’de verilen bilgilere göre ekstraktların serbest radikal giderme aktivitelerinin  $\%2.75 \pm 1.01$ - $86.03 \pm 0.43$  aralığında değiştiği ve en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.85.** Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $69.65 \pm 0.99^k$                         | $83.85 \pm 1.12^{a-d}$     | $84.42 \pm 0.71^{ab}$      | $84.99 \pm 0.16^a$         | $85.22 \pm 0.00^a$          |
| <b>E</b>                       | $42.15 \pm 1.17^p$                         | $71.71 \pm 0.90^{i-k}$     | $76.06 \pm 0.99^{hi}$      | $81.44 \pm 2.23^{a-g}$     | $82.25 \pm 1.83^{a-f}$      |
| <b>S</b>                       | $71.13 \pm 1.01^{jk}$                      | $82.02 \pm 0.99^{a-f}$     | $83.62 \pm 0.71^{a-d}$     | $84.42 \pm 0.43^{ab}$      | $84.88 \pm 0.28^a$          |
| <b>F: M</b>                    | $58.76 \pm 0.56^{lm}$                      | $79.73 \pm 0.56^{b-h}$     | $81.67 \pm 0.99^{a-g}$     | $84.19 \pm 0.84^{a-c}$     | $86.03 \pm 0.43^a$          |
| <b>F: E</b>                    | $51.20 \pm 0.84^{no}$                      | $75.95 \pm 4.32^{hi}$      | $80.07 \pm 1.22^{b-h}$     | $81.67 \pm 1.55^{a-g}$     | $85.45 \pm 0.71^a$          |
| <b>F: S</b>                    | $54.87 \pm 2.11^{mn}$                      | $79.61 \pm 1.17^{c-h}$     | $82.47 \pm 1.94^{a-e}$     | $84.88 \pm 1.29^a$         | $85.91 \pm 0.49^a$          |
| <b>H</b>                       | $2.75 \pm 1.01^s$                          | $3.78 \pm 1.12^s$          | $4.70 \pm 1.13^s$          | $12.37 \pm 1.01^r$         | $26.69 \pm 1.13^q$          |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{e-h}$                     | $78.00 \pm 0.56^{e-h}$     | $78.00 \pm 0.31^{e-h}$     | $78.33 \pm 0.16^{e-h}$     | $78.55 \pm 0.54^{e-f}$      |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^{op}$                      | $61.83 \pm 1.27^l$         | $70.41 \pm 1.02^k$         | $75.58 \pm 0.71^{h-j}$     | $77.56 \pm 0.27^{f-h}$      |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{gh}$                      | $77.56 \pm 0.27^{f-h}$     | $78.33 \pm 0.16^{e-h}$     | $79.21 \pm 0.27^{d-h}$     | $79.87 \pm 0.54^{b-h}$      |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.76. Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların ve standartların serbest radikal giderme aktivitesi Tablo 4.86 ve Şekil 4.77’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek serbest radikal giderme aktivitesini  $\%79.87 \pm 0.54$  olarak  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\alpha$ -TOK standardının gösterdiği belirlendi.

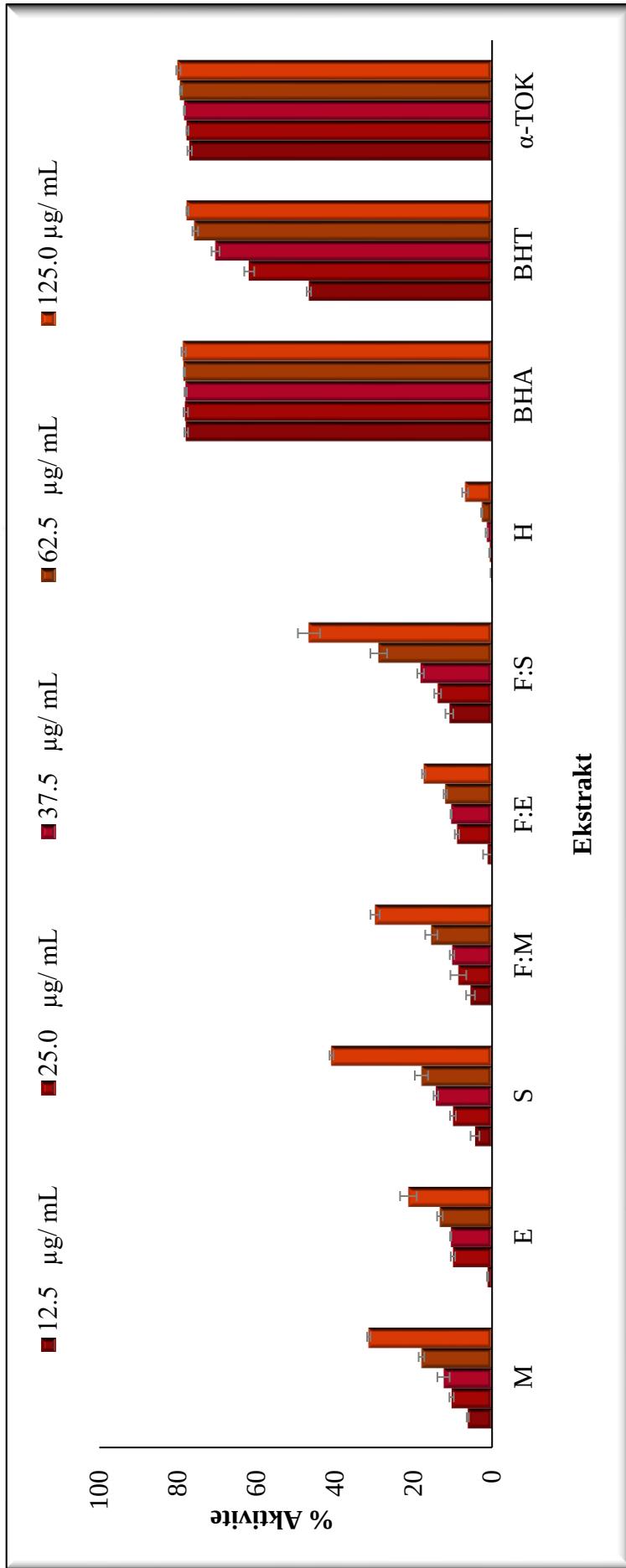
Nar ekşisi ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin  $\%46.62 \pm 2.82$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%0.23 \pm 0.16$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.86.** Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi, % |                               |                               |                               |                               |
|--------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$                 | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$   |
| <b>M</b>                       | $6.19 \pm 0.28^{\text{p-s}}$               | $10.31 \pm 0.56^{\text{m-o}}$ | $12.37 \pm 1.56^{\text{k-n}}$ | $17.98 \pm 0.71^{\text{hi}}$  | $31.39 \pm 0.43^{\text{g}}$   |
| <b>E</b>                       | $1.15 \pm 0.16^{\text{tu}}$                | $9.97 \pm 0.56^{\text{m-p}}$  | $10.54 \pm 0.16^{\text{l-o}}$ | $13.29 \pm 0.71^{\text{km}}$  | $21.31 \pm 2.12^{\text{h}}$   |
| <b>S</b>                       | $4.35 \pm 1.13^{\text{r-t}}$               | $9.97 \pm 0.74^{\text{m-p}}$  | $14.32 \pm 0.58^{\text{i-l}}$ | $17.98 \pm 1.69^{\text{hi}}$  | $40.89 \pm 0.49^{\text{f}}$   |
| <b>F: M</b>                    | $5.50 \pm 1.12^{\text{q-s}}$               | $8.59 \pm 2.02^{\text{n-q}}$  | $10.20 \pm 0.58^{\text{m-o}}$ | $15.45 \pm 1.56^{\text{i-k}}$ | $29.78 \pm 1.17^{\text{g}}$   |
| <b>F: E</b>                    | $1.15 \pm 0.86^{\text{tu}}$                | $8.94 \pm 0.56^{\text{n-q}}$  | $10.42 \pm 0.16^{\text{l-o}}$ | $11.91 \pm 0.43^{\text{k-n}}$ | $17.41 \pm 0.43^{\text{h-j}}$ |
| <b>F: S</b>                    | $10.88 \pm 0.99^{\text{l-n}}$              | $13.86 \pm 0.86^{\text{j-m}}$ | $18.21 \pm 0.84^{\text{hi}}$  | $28.87 \pm 2.12^{\text{g}}$   | $46.62 \pm 2.82^{\text{e}}$   |
| <b>H</b>                       | $0.23 \pm 0.16^{\text{u}}$                 | $0.57 \pm 0.16^{\text{tu}}$   | $1.38 \pm 0.28^{\text{tu}}$   | $2.64 \pm 0.16^{\text{s-u}}$  | $6.87 \pm 0.74^{\text{o-r}}$  |
| <b>BHA</b>                     | $77.89 \pm 0.47^{\text{ab}}$               | $78.00 \pm 0.56^{\text{ab}}$  | $78.00 \pm 0.31^{\text{ab}}$  | $78.33 \pm 0.16^{\text{ab}}$  | $78.55 \pm 0.54^{\text{ab}}$  |
| <b>BHT</b>                     | $46.65 \pm 0.56^{\text{e}}$                | $61.83 \pm 1.27^{\text{d}}$   | $70.41 \pm 1.02^{\text{c}}$   | $75.58 \pm 0.71^{\text{b}}$   | $77.56 \pm 0.27^{\text{ab}}$  |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $77.01 \pm 0.56^{\text{ab}}$               | $77.56 \pm 0.27^{\text{ab}}$  | $78.33 \pm 0.16^{\text{ab}}$  | $79.21 \pm 0.27^{\text{ab}}$  | $79.87 \pm 0.54^{\text{a}}$   |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.77. Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularının ve nar ekşisinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi Tablo 4.87’de verildi. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. DPPH serbest radikal giderme aktivitesine göre bitki dokuları ekzokarp> tomurcuk> çiçek> yaprak> mezokarp> bütün meyve> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.87.** Nar bitkisinin farklı dokuları ile nar ekşisi ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi

| Dokular & Ekşi | % Aktivite          |
|----------------|---------------------|
| Yaprak         | 74.17 <sup>a</sup>  |
| Tomurcuk       | 76.15 <sup>a</sup>  |
| Çiçek          | 75.70 <sup>a</sup>  |
| Çekirdek       | 15.35 <sup>cd</sup> |
| Dane           | 19.69 <sup>c</sup>  |
| Mezokarp       | 74.09 <sup>a</sup>  |
| Ekzokarp       | 78.38 <sup>a</sup>  |
| Bütün Meyve    | 67.73 <sup>b</sup>  |
| Nar Ekşisi     | 13.47 <sup>d</sup>  |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözenlerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi Tablo 4.88’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve H çözeni haricinde diğer çözenler arasında anlamlı bir fark gözlenmedi. DPPH serbest radikal giderme aktivitesine göre ekstraktlar F:M> F:S> M> S> F:E> E> H şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.88.** Ekstraksiyon çözücülerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi

| Ekstraksiyon<br>Çözücüsü | % Aktivite         |
|--------------------------|--------------------|
| M                        | 62.11 <sup>a</sup> |
| E                        | 58.80 <sup>a</sup> |
| S                        | 61.03 <sup>a</sup> |
| F: M                     | 62.40 <sup>a</sup> |
| F: E                     | 59.41 <sup>a</sup> |
| F: S                     | 62.16 <sup>a</sup> |
| H                        | 18.89 <sup>b</sup> |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada uygulanan farklı ekstrakt dozlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi Tablo 4.89’da verildi. Sonuçlar  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  dozuna ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.89.** Uygulama dozunun DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi

| Konsantrasyon<br>( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) | % Aktivite         |
|--------------------------------------------|--------------------|
| 12.5                                       | 46.47 <sup>d</sup> |
| 25.0                                       | 52.53 <sup>c</sup> |
| 37.5                                       | 54.89 <sup>c</sup> |
| 62.5                                       | 58.00 <sup>b</sup> |
| 125.0                                      | 62.95 <sup>a</sup> |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.9. Fe<sup>3+</sup> İyonu İndirgeme Kapasitesi

Tüm ekstraktların Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi Oyaizu (225) tarafından tanımlanan yöntemle göre belirlendi.

Yaprak ekstraktlarının ve standart antioksidanların (BHA, BHT,  $\alpha$ -TOK) Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi sonuçları Tablo 4.90 ve Şekil 4.78’de verildi. Bulgular istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.08 \pm 0.01$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

Yaprak ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek indirgeme kapasitesini  $2.06 \pm 0.01$  ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde S ekstraktının gösterdiği belirlendi.

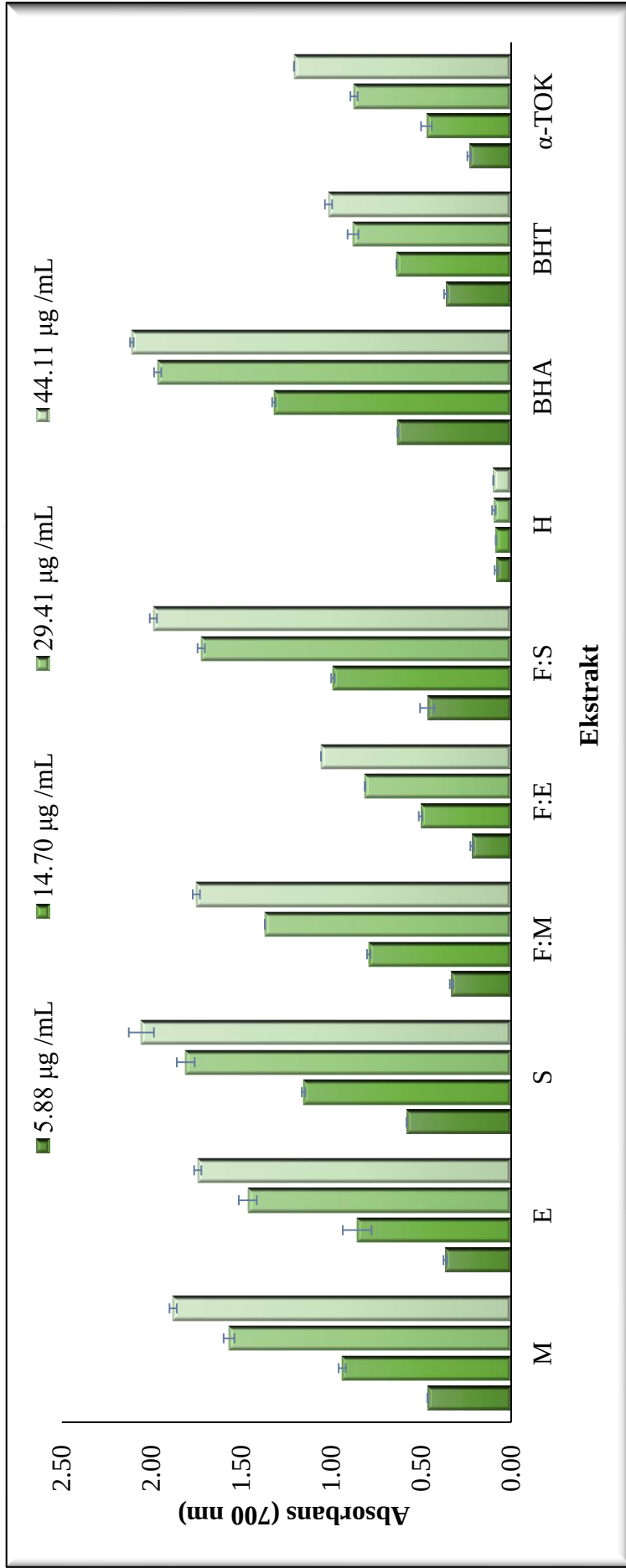
**Tablo 4.90.** Yaprak ekstraktlarının ve standartların Fe<sup>3+</sup> iyonunu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &                  | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Standartlar                    | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.46 \pm 0.00^z$                        | $0.94 \pm 0.02^r$           | $1.57 \pm 0.03^i$           | $1.88 \pm 0.02^e$           |
| <b>E</b>                       | $0.37 \pm 0.01^l$                        | $0.86 \pm 0.01^t$           | $1.47 \pm 0.01^j$           | $1.74 \pm 0.02^g$           |
| <b>S</b>                       | $0.58 \pm 0.00^x$                        | $1.16 \pm 0.01^n$           | $1.81 \pm 0.01^f$           | $2.06 \pm 0.01^b$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.33 \pm 0.01^/$                        | $0.79 \pm 0.01^v$           | $1.37 \pm 0.00^k$           | $1.75 \pm 0.02^g$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.22 \pm 0.01^^\wedge$                  | $0.50 \pm 0.01^y$           | $0.81 \pm 0.00^u$           | $1.06 \pm 0.00^o$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.47 \pm 0.04^z$                        | $0.99 \pm 0.01^q$           | $1.72 \pm 0.02^h$           | $1.99 \pm 0.02^c$           |
| <b>H</b>                       | $0.08 \pm 0.01^’$                        | $0.09 \pm 0.00^’$           | $0.10 \pm 0.01^-$           | $0.10 \pm 0.00^-$           |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.0^w$                         | $1.32 \pm 0.01^l$           | $1.97 \pm 0.02^d$           | $2.11 \pm 0.01^a$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^l$                        | $0.64 \pm 0.00^w$           | $0.88 \pm 0.03^s$           | $1.02 \pm 0.02^p$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^j$                        | $0.47 \pm 0.03^z$           | $0.87 \pm 0.02^s$           | $1.21 \pm 0.02^m$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





**Şekil 4.78.** Yaprak ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonunu indirgeme kapasitesi

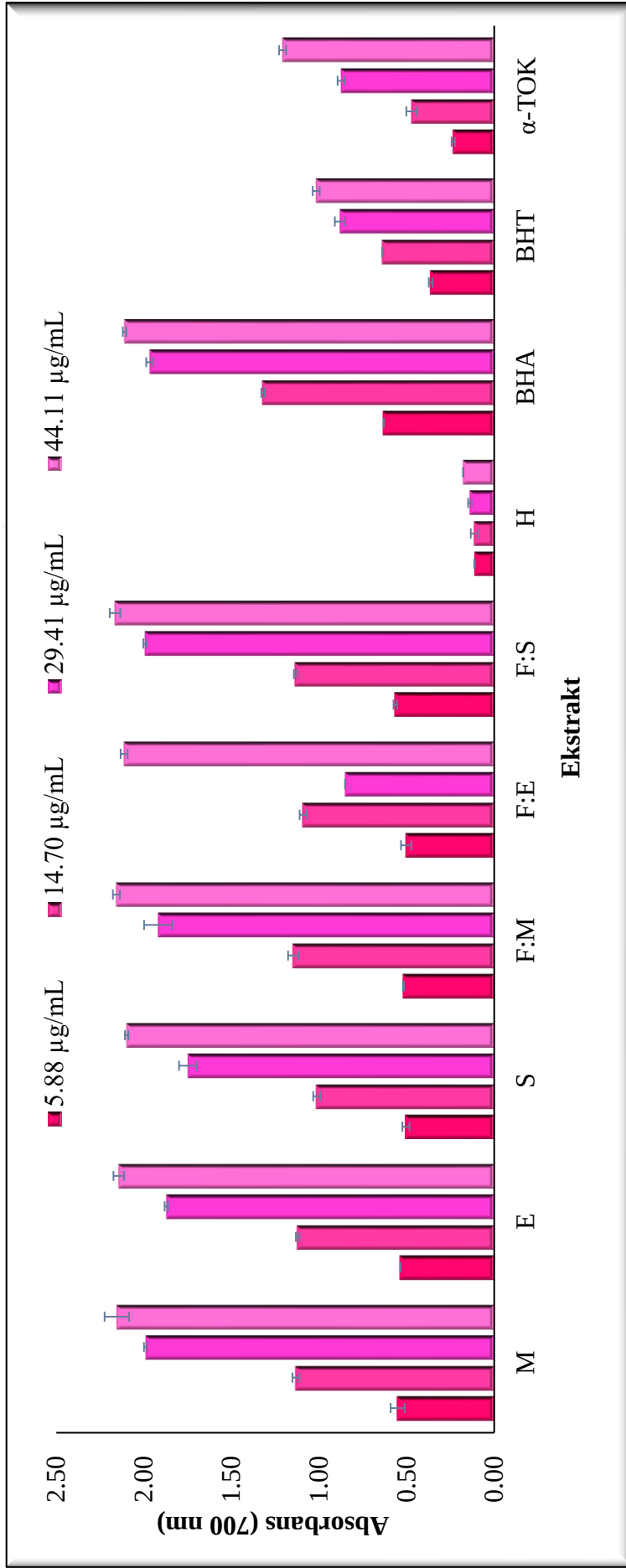
Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.91 ve Şekil 4.79’da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.17 \pm 0.03$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.11 \pm 0.00$  değeri ile  $5.88$  ve  $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.91.** Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.55 \pm 0.04^v$                        | $1.13 \pm 0.02^{op}$        | $1.99 \pm 0.01^f$           | $2.15 \pm 0.01^b$           |
| <b>E</b>                       | $0.54 \pm 0.00^w$                        | $1.12 \pm 0.01^p$           | $1.87 \pm 0.01^1$           | $2.14 \pm 0.03^c$           |
| <b>S</b>                       | $0.50 \pm 0.02^y$                        | $1.01 \pm 0.02^r$           | $1.75 \pm 0.01^k$           | $2.10 \pm 0.01^e$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.52 \pm 0.00^x$                        | $1.15 \pm 0.03^n$           | $1.92 \pm 0.01^h$           | $2.16 \pm 0.02^{ab}$        |
| <b>F: E</b>                    | $0.50 \pm 0.03^y$                        | $1.09 \pm 0.02^q$           | $1.85 \pm 0.00^j$           | $2.11 \pm 0.02^d$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.57 \pm 0.01^u$                        | $1.13 \pm 0.01^o$           | $1.99 \pm 0.01^f$           | $2.17 \pm 0.03^a$           |
| <b>H</b>                       | $0.11 \pm 0.00^-$                        | $0.11 \pm 0.02^-$           | $0.14 \pm 0.01^{\wedge}$    | $0.18 \pm 0.00^l$           |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^t$                        | $1.32 \pm 0.01^l$           | $1.97 \pm 0.02^g$           | $2.11 \pm 0.01^d$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^l$                        | $0.64 \pm 0.00^t$           | $0.88 \pm 0.03^s$           | $1.02 \pm 0.02^r$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.001^/$                       | $0.47 \pm 0.03^z$           | $0.87 \pm 0.02^s$           | $1.21 \pm 0.02^m$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.79. Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

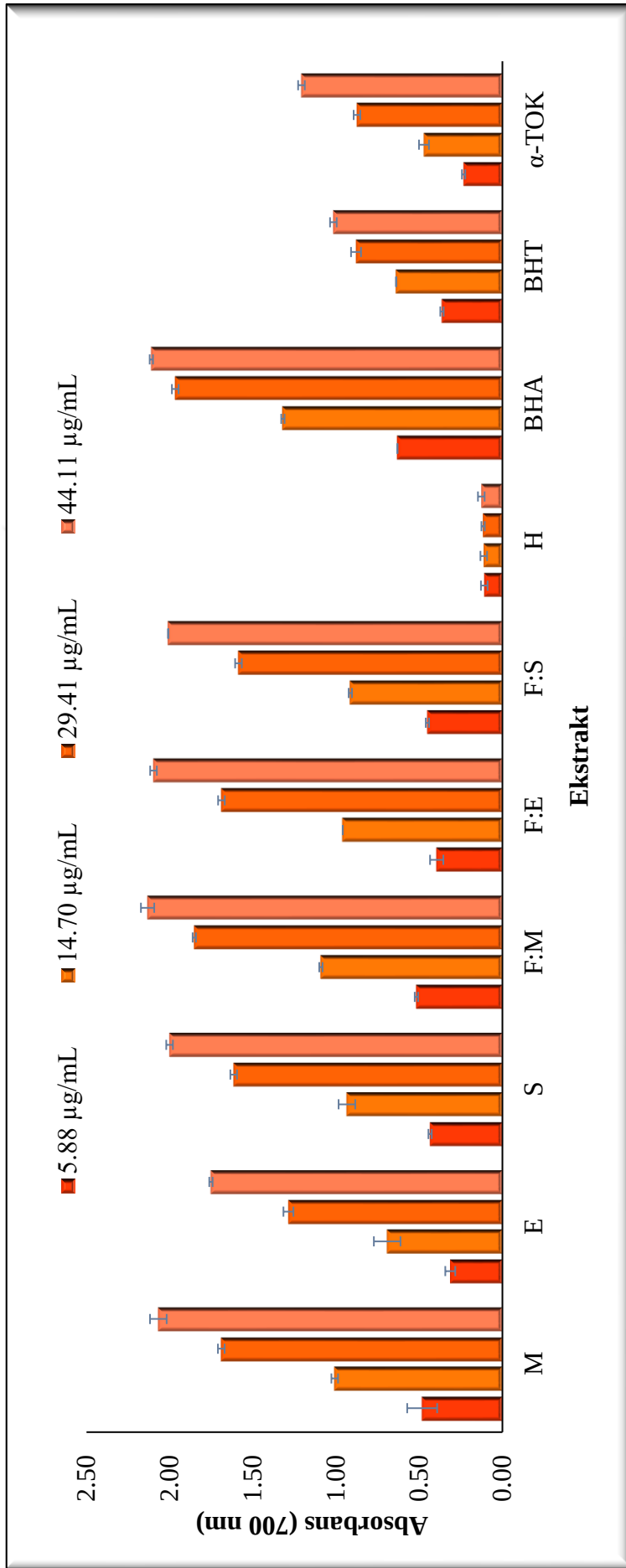
Çiçek ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.92 ve Şekil 4.80’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.13 \pm 0.04$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.11 \pm 0.02$  değeri ile sırasıyla  $5.88$  ve  $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.92.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.48 \pm 0.01^x$                        | $1.01 \pm 0.02^p$           | $1.69 \pm 0.02^i$           | $2.07 \pm 0.01^d$           |
| <b>E</b>                       | $0.31 \pm 0.03^j$                        | $0.69 \pm 0.01^u$           | $1.29 \pm 0.03^m$           | $1.75 \pm 0.01^h$           |
| <b>S</b>                       | $0.44 \pm 0.01^z$                        | $0.94 \pm 0.01^r$           | $1.62 \pm 0.02^j$           | $2.00 \pm 0.02^e$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.52 \pm 0.01^w$                        | $1.09 \pm 0.01^o$           | $1.85 \pm 0.01^g$           | $2.13 \pm 0.04^a$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.40 \pm 0.04^f$                        | $0.96 \pm 0.00^q$           | $1.69 \pm 0.02^i$           | $2.10 \pm 0.02^c$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.45 \pm 0.01^y$                        | $0.91 \pm 0.01^s$           | $1.59 \pm 0.02^k$           | $2.01 \pm 0.00^e$           |
| <b>H</b>                       | $0.11 \pm 0.02^v$                        | $0.11 \pm 0.02^v$           | $0.12 \pm 0.01^v$           | $0.13 \pm 0.02^v$           |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^v$                        | $1.32 \pm 0.01^l$           | $1.97 \pm 0.02^f$           | $2.11 \pm 0.01^b$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^/$                        | $0.64 \pm 0.00^v$           | $0.88 \pm 0.03^t$           | $1.02 \pm 0.02^p$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^{\wedge}$                 | $0.47 \pm 0.03^x$           | $0.87 \pm 0.02^t$           | $1.21 \pm 0.02^n$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.80.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Çekirdek ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi sonuçları Tablo 4.93 ve Şekil 4.81’de verildi. Bulgular istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.07 \pm 0.04$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

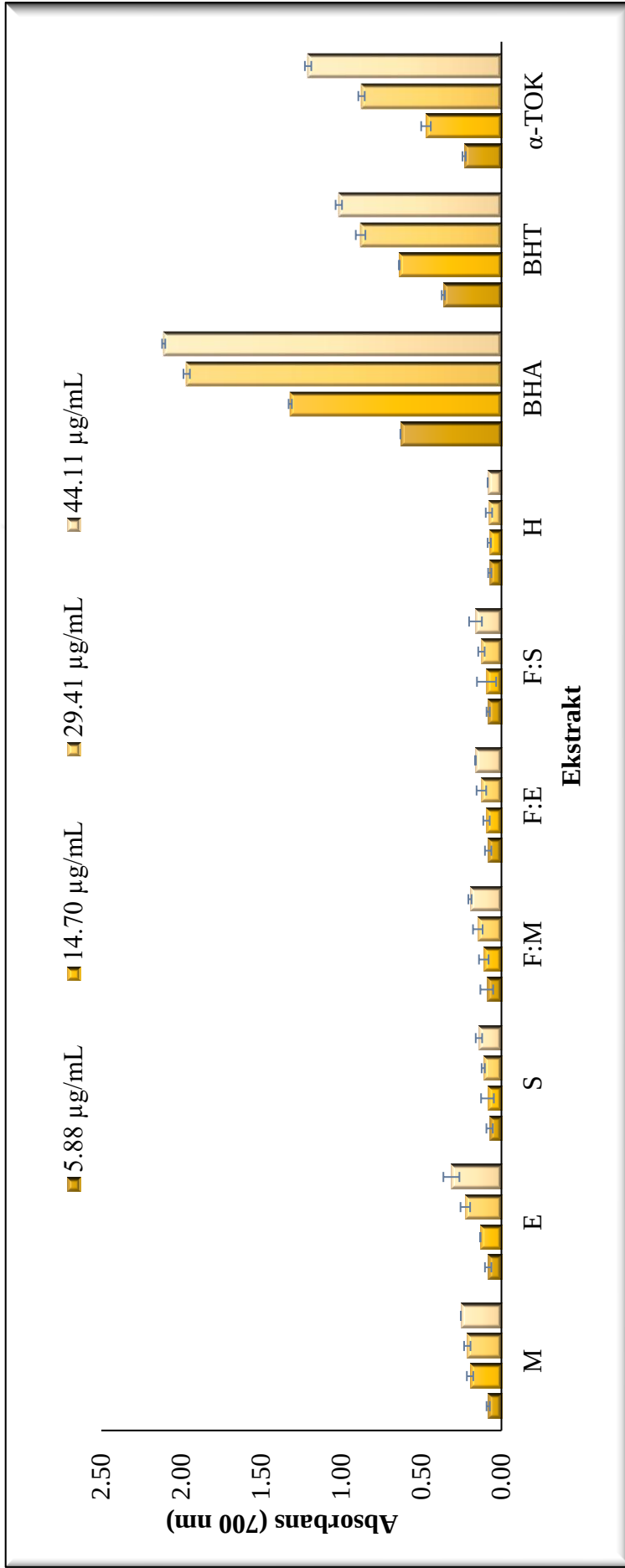
Çekirdek ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek indirgeme kapasitesini  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $0.31 \pm 0.05$  değeri ile E ekstraktının gösterdiği tespit edildi.

**Tablo 4.93.** Çekirdek ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.08 \pm 0.01^{u-x}$                    | $0.20 \pm 0.02^n$           | $0.21 \pm 0.02^m$           | $0.25 \pm 0.00^k$           |
| <b>E</b>                       | $0.08 \pm 0.02^{u-x}$                    | $0.13 \pm 0.00^{qr}$        | $0.23 \pm 0.03^l$           | $0.31 \pm 0.05^j$           |
| <b>S</b>                       | $0.07 \pm 0.02^x$                        | $0.09 \pm 0.04^{t-v}$       | $0.11 \pm 0.01^s$           | $0.14 \pm 0.02^{pq}$        |
| <b>F: M</b>                    | $0.08 \pm 0.02^{u-x}$                    | $0.12 \pm 0.02^r$           | $0.20 \pm 0.03^n$           | $0.25 \pm 0.00^k$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.09 \pm 0.01^{tu}$                     | $0.11 \pm 0.01^s$           | $0.15 \pm 0.02^p$           | $0.20 \pm 0.04^n$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.08 \pm 0.01^{u-x}$                    | $0.09 \pm 0.01^t$           | $0.13 \pm 0.02^r$           | $0.16 \pm 0.00^o$           |
| <b>H</b>                       | $0.07 \pm 0.04^x$                        | $0.08 \pm 0.03^{wx}$        | $0.08 \pm 0.03^{v-x}$       | $0.09 \pm 0.01^{t-w}$       |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^g$                        | $1.32 \pm 0.01^c$           | $1.97 \pm 0.02^b$           | $2.11 \pm 0.01^a$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^i$                        | $0.64 \pm 0.00^g$           | $0.88 \pm 0.03^f$           | $1.02 \pm 0.02^e$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^l$                        | $0.47 \pm 0.03^h$           | $0.87 \pm 0.02^f$           | $1.21 \pm 0.02^d$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.81. Çekirdek ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Dane ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.94 ve Şekil 4.82’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.08 \pm 0.02$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde E ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

Dane ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktının en yüksek indirgeme kapasitesini gösterdiği belirlendi.

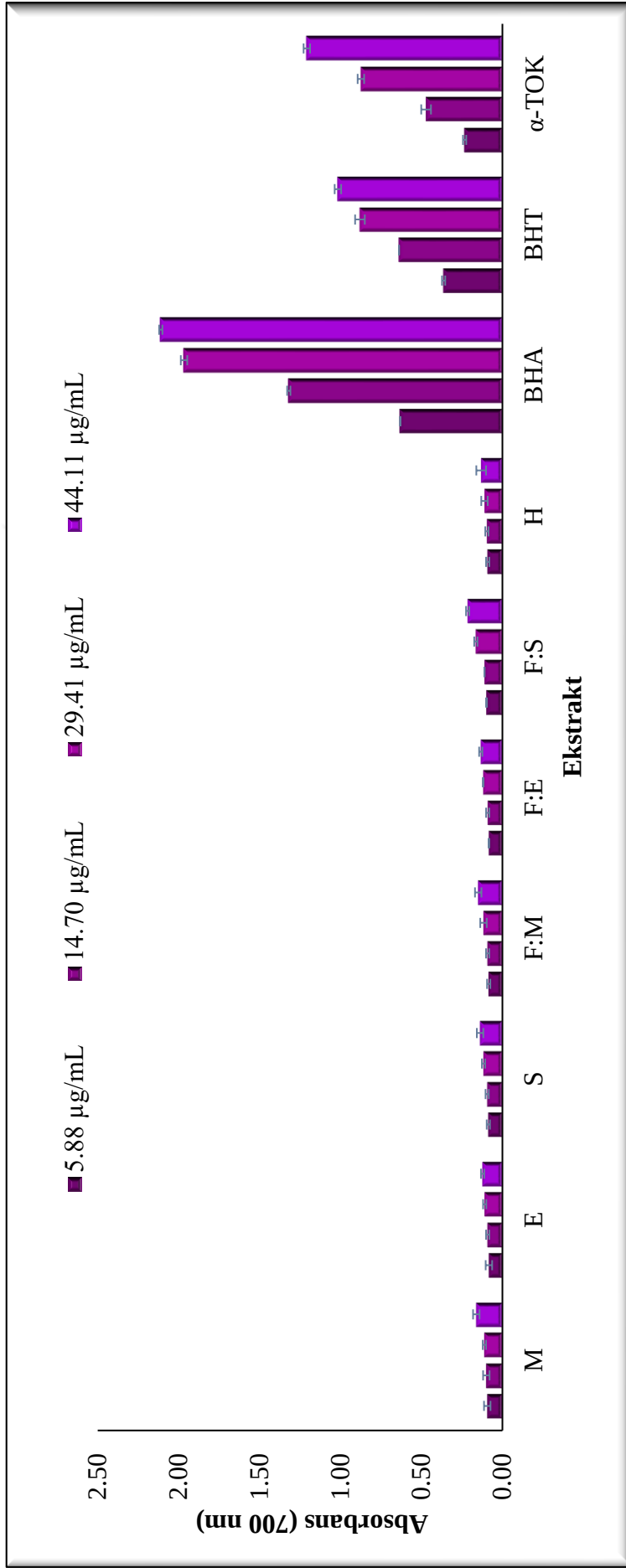
**Tablo 4.94.** Dane ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &                  | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                              |                              |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Standartlar                    | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$  | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$  | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.09 \pm 0.02^{\text{r-t}}$             | $0.10 \pm 0.02^{\text{r}}$   | $0.11 \pm 0.01^{\text{pq}}$  | $0.16 \pm 0.02^{\text{l}}$  |
| <b>E</b>                       | $0.08 \pm 0.02^{\text{v}}$               | $0.09 \pm 0.01^{\text{s-v}}$ | $0.11 \pm 0.01^{\text{q}}$   | $0.12 \pm 0.01^{\text{o}}$  |
| <b>S</b>                       | $0.09 \pm 0.01^{\text{t-v}}$             | $0.09 \pm 0.01^{\text{r-t}}$ | $0.12 \pm 0.01^{\text{o-q}}$ | $0.14 \pm 0.02^{\text{n}}$  |
| <b>F: M</b>                    | $0.09 \pm 0.00^{\text{uv}}$              | $0.09 \pm 0.01^{\text{r-u}}$ | $0.12 \pm 0.00^{\text{o-q}}$ | $0.15 \pm 0.01^{\text{m}}$  |
| <b>F: E</b>                    | $0.08 \pm 0.00^{\text{v}}$               | $0.09 \pm 0.00^{\text{s-v}}$ | $0.12 \pm 0.01^{\text{op}}$  | $0.13 \pm 0.01^{\text{n}}$  |
| <b>F: S</b>                    | $0.10 \pm 0.01^{\text{rs}}$              | $0.11 \pm 0.01^{\text{q}}$   | $0.16 \pm 0.02^{\text{l}}$   | $0.22 \pm 0.03^{\text{k}}$  |
| <b>H</b>                       | $0.09 \pm 0.01^{\text{s-v}}$             | $0.10 \pm 0.01^{\text{rs}}$  | $0.11 \pm 0.02^{\text{q}}$   | $0.13 \pm 0.02^{\text{n}}$  |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^{\text{g}}$               | $1.32 \pm 0.01^{\text{c}}$   | $1.97 \pm 0.02^{\text{b}}$   | $2.11 \pm 0.01^{\text{a}}$  |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^{\text{i}}$               | $0.64 \pm 0.00^{\text{g}}$   | $0.88 \pm 0.03^{\text{f}}$   | $1.02 \pm 0.02^{\text{e}}$  |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^{\text{j}}$               | $0.47 \pm 0.03^{\text{h}}$   | $0.87 \pm 0.02^{\text{f}}$   | $1.21 \pm 0.02^{\text{d}}$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





Şekil 4.82. Dane ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Mezokarp ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.95 ve Şekil 4.83’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.11 \pm 0.02$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

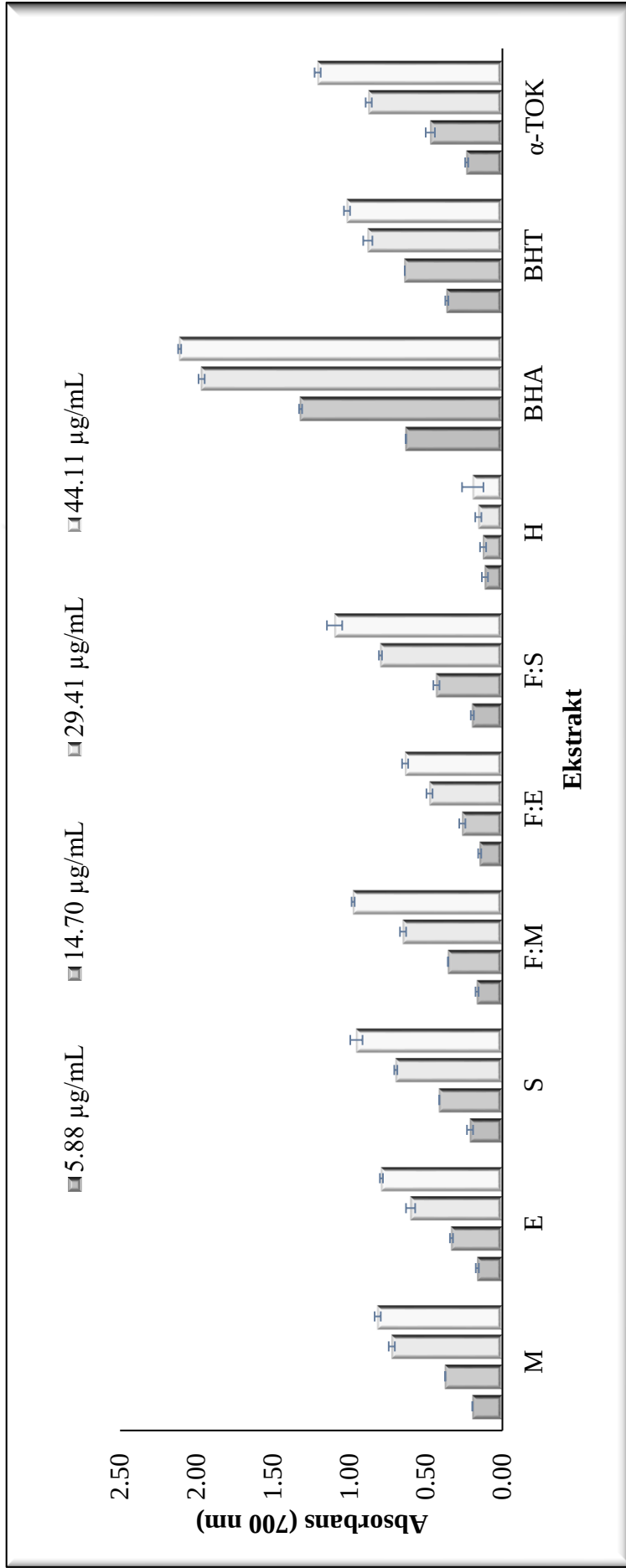
Mezokarp ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktının  $1.10 \pm 0.07$  değeri ile en yüksek indirgeme kapasitesini gösterdiği tespit edildi.

**Tablo 4.95.** Mezokarp ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.20 \pm 0.00^z$                        | $0.37 \pm 0.00^t$           | $0.72 \pm 0.02^l$           | $0.82 \pm 0.02^j$           |
| <b>E</b>                       | $0.16 \pm 0.01^l$                        | $0.33 \pm 0.01^v$           | $0.60 \pm 0.03^p$           | $0.79 \pm 0.01^k$           |
| <b>S</b>                       | $0.21 \pm 0.02^y$                        | $0.41 \pm 0.00^s$           | $0.70 \pm 0.01^m$           | $0.96 \pm 0.04^h$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.17 \pm 0.01^l$                        | $0.36 \pm 0.00^u$           | $0.65 \pm 0.02^n$           | $0.98 \pm 0.02^g$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.15 \pm 0.01^/$                        | $0.26 \pm 0.02^w$           | $0.48 \pm 0.02^q$           | $0.64 \pm 0.05^o$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.20 \pm 0.01^z$                        | $0.43 \pm 0.02^r$           | $0.80 \pm 0.06^k$           | $1.10 \pm 0.07^e$           |
| <b>H</b>                       | $0.11 \pm 0.02^^\wedge$                  | $0.13 \pm 0.02^l$           | $0.16 \pm 0.02^{l/}$        | $0.19 \pm 0.01^z$           |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^o$                        | $1.32 \pm 0.01^c$           | $1.97 \pm 0.02^b$           | $2.11 \pm 0.01^a$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^u$                        | $0.64 \pm 0.00^o$           | $0.88 \pm 0.03^1$           | $1.02 \pm 0.02^f$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^x$                        | $0.47 \pm 0.03^q$           | $0.87 \pm 0.02^1$           | $1.21 \pm 0.02^d$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.83. Mezokarp ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.96 ve Şekil 4.84’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.09 \pm 0.01$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

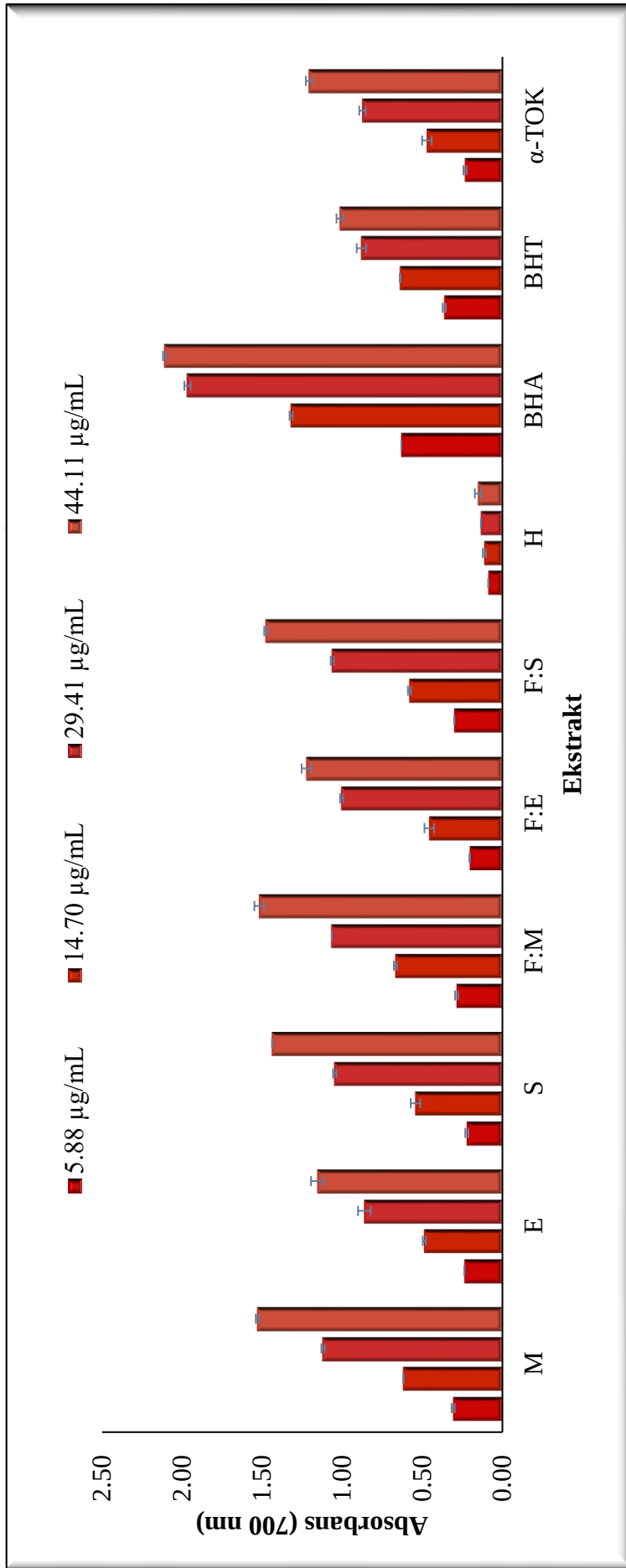
Ekzokarp ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek indirgeme kapasitesinin  $1.53 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde M ekstraktının gösterdiği tespit edildi.

**Tablo 4.96.** Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.31 \pm 0.01^l$                        | $0.62 \pm 0.00^t$           | $1.12 \pm 0.01^k$           | $1.53 \pm 0.01^c$           |
| <b>E</b>                       | $0.24 \pm 0.00^l$                        | $0.49 \pm 0.01^w$           | $0.86 \pm 0.04^q$           | $1.16 \pm 0.04^j$           |
| <b>S</b>                       | $0.22 \pm 0.01^{\wedge}$                 | $0.54 \pm 0.03^v$           | $1.05 \pm 0.01^m$           | $1.44 \pm 0.00^f$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.29 \pm 0.01^/$                        | $0.67 \pm 0.01^r$           | $1.07 \pm 0.01^l$           | $1.52 \pm 0.03^d$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.20 \pm 0.01^-$                        | $0.46 \pm 0.03^y$           | $1.00 \pm 0.01^o$           | $1.22 \pm 0.01^h$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.30 \pm 0.00^l$                        | $0.58 \pm 0.01^u$           | $1.06 \pm 0.00^l$           | $1.48 \pm 0.02^e$           |
| <b>H</b>                       | $0.09 \pm 0.01^C$                        | $0.11 \pm 0.00^B$           | $0.13 \pm 0.00^A$           | $0.15 \pm 0.03^{'}$         |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^s$                        | $1.32 \pm 0.01^g$           | $1.97 \pm 0.02^b$           | $2.11 \pm 0.01^a$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^z$                        | $0.64 \pm 0.00^s$           | $0.88 \pm 0.03^p$           | $1.02 \pm 0.02^n$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^l$                        | $0.47 \pm 0.03^x$           | $0.87 \pm 0.02^p$           | $1.21 \pm 0.02^i$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.84.** Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.97 ve Şekil 4.85’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.08 \pm 0.00$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

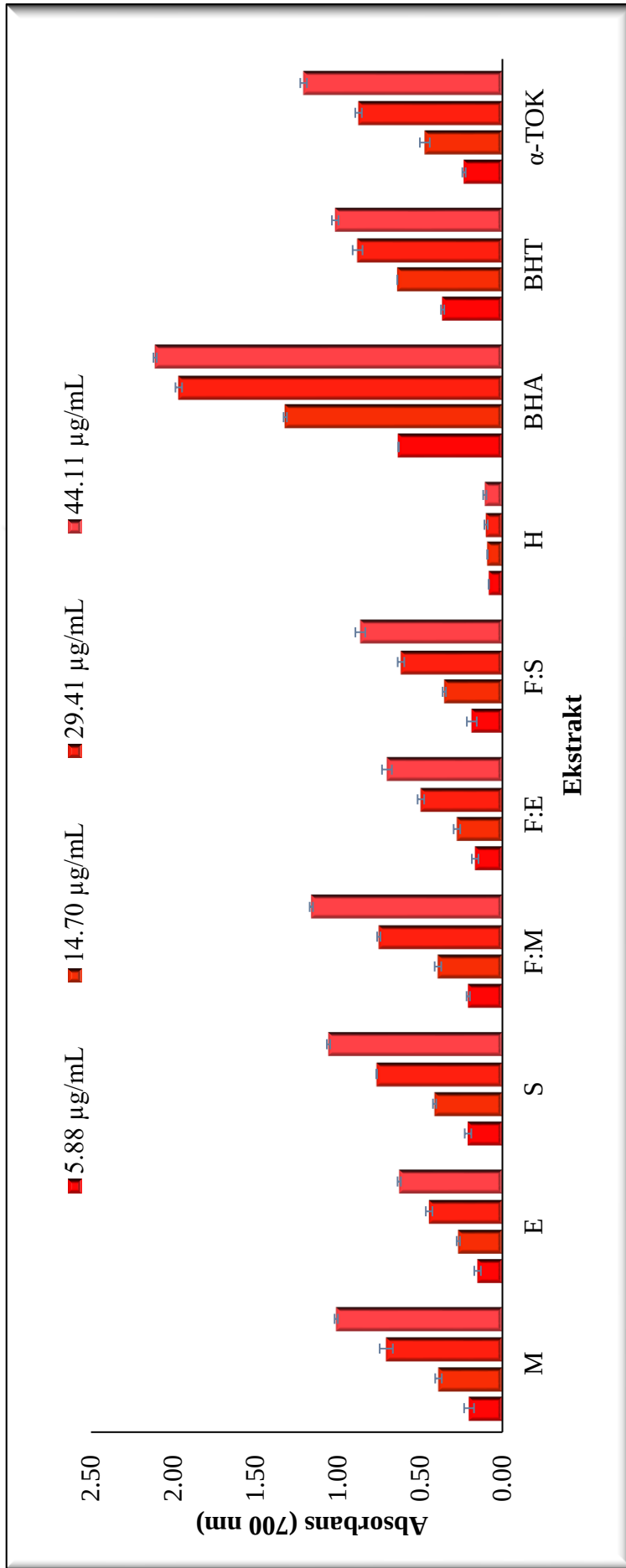
Bütün meyve ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $1.16 \pm 0.01$  değeri ile F:M ekstraktının en yüksek indirgeme kapasitesini gösterdiği tespit edildi.

**Tablo 4.97.** Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.20 \pm 0.03^y$                        | $0.39 \pm 0.02^t$           | $0.71 \pm 0.04^l$           | $1.01 \pm 0.01^g$           |
| <b>E</b>                       | $0.15 \pm 0.02^/$                        | $0.27 \pm 0.01^w$           | $0.45 \pm 0.02^r$           | $0.63 \pm 0.01^n$           |
| <b>S</b>                       | $0.21 \pm 0.02^y$                        | $0.41 \pm 0.01^s$           | $0.76 \pm 0.00^j$           | $1.06 \pm 0.01^f$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.21 \pm 0.01^y$                        | $0.39 \pm 0.02^t$           | $0.75 \pm 0.01^k$           | $1.16 \pm 0.01^e$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.17 \pm 0.02^l$                        | $0.28 \pm 0.02^w$           | $0.50 \pm 0.02^p$           | $0.70 \pm 0.03^l$           |
| <b>F: S</b>                    | $0.19 \pm 0.03^z$                        | $0.35 \pm 0.01^v$           | $0.62 \pm 0.02^o$           | $0.86 \pm 0.03^i$           |
| <b>H</b>                       | $0.08 \pm 0.00^-$                        | $0.09 \pm 0.00^{\wedge-}$   | $0.10 \pm 0.01^{j\wedge}$   | $0.11 \pm 0.01^l$           |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^{mn}$                     | $1.32 \pm 0.01^c$           | $1.97 \pm 0.02^b$           | $2.11 \pm 0.01^a$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^u$                        | $0.64 \pm 0.00^m$           | $0.88 \pm 0.03^h$           | $1.02 \pm 0.02^g$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^x$                        | $0.47 \pm 0.03^q$           | $0.87 \pm 0.02^h$           | $1.21 \pm 0.02^d$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.85. Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi Tablo 4.98 ve Şekil 4.86’da verilmiş olup sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek indirgeme kapasitesinin  $2.11 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde BHA standardına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.06 \pm 0.01$   $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktı ve E ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Nar ekşisi ekstraktlarının indirgeme kapasiteleri kendi aralarında değerlendirildiğinde ise  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktının  $0.15 \pm 0.01$  değeri ile en yüksek indirgeme kapasitesini gösterdiği tespit edildi.

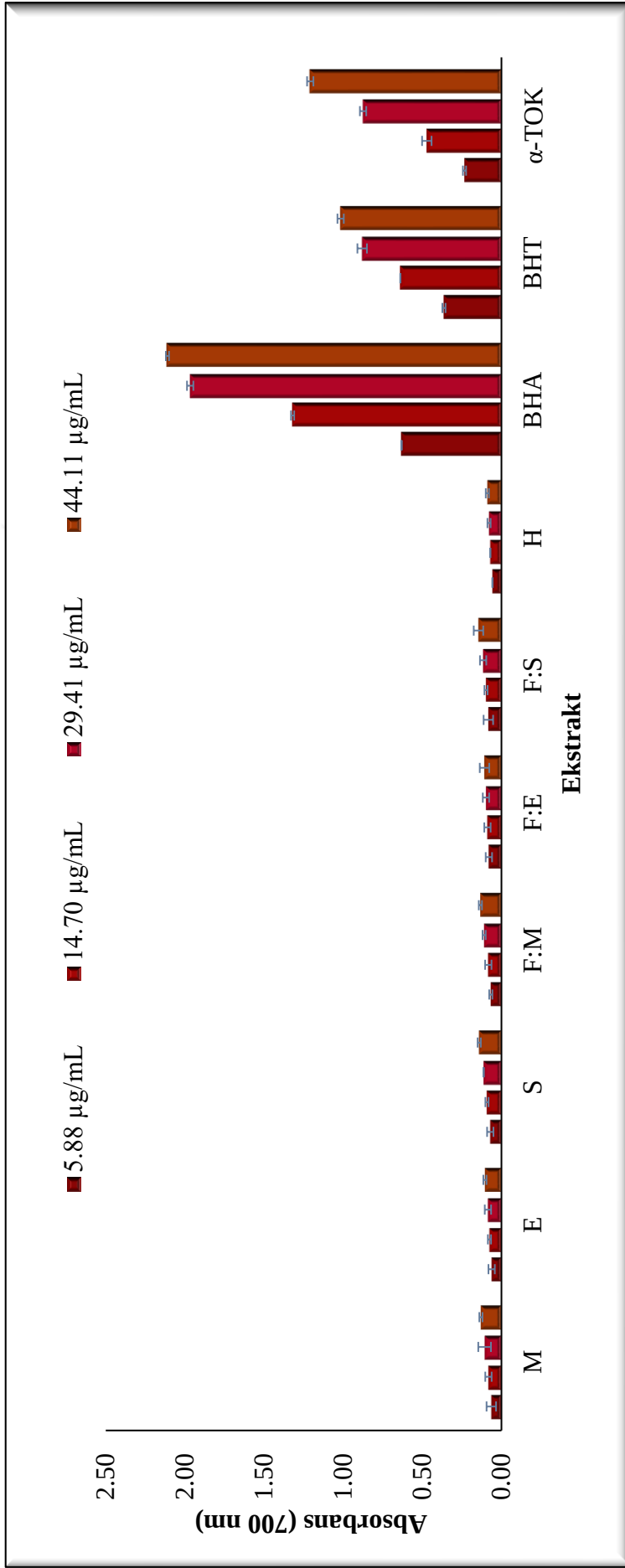
**Tablo 4.98.** Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | İndirgeme Kapasitesi (Absorbans, 700 nm) |                             |                             |                             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                | $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$               | $14.70 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $29.41 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                       | $0.06 \pm 0.01^/$                        | $0.08 \pm 0.00^{u-x}$       | $0.11 \pm 0.01^{op}$        | $0.13 \pm 0.01^m$           |
| <b>E</b>                       | $0.06 \pm 0.01^/$                        | $0.08 \pm 0.04^{xy}$        | $0.09 \pm 0.02^{s-v}$       | $0.10 \pm 0.01^{pq}$        |
| <b>S</b>                       | $0.07 \pm 0.02^{yz}$                     | $0.09 \pm 0.01^{rs}$        | $0.11 \pm 0.02^{no}$        | $0.14 \pm 0.00^l$           |
| <b>F: M</b>                    | $0.07 \pm 0.00^{zl}$                     | $0.08 \pm 0.01^{t-w}$       | $0.11 \pm 0.01^{n-p}$       | $0.13 \pm 0.02^m$           |
| <b>F: E</b>                    | $0.08 \pm 0.01^{v-x}$                    | $0.09 \pm 0.01^{s-u}$       | $0.10 \pm 0.02^{qr}$        | $0.11 \pm 0.00^{op}$        |
| <b>F: S</b>                    | $0.08 \pm 0.02^{t-w}$                    | $0.10 \pm 0.01^r$           | $0.12 \pm 0.03^n$           | $0.15 \pm 0.01^l$           |
| <b>H</b>                       | $0.06 \pm 0.01^/$                        | $0.07 \pm 0.01^{yz}$        | $0.08 \pm 0.03^{wx}$        | $0.09 \pm 0.02^{st}$        |
| <b>BHA</b>                     | $0.63 \pm 0.00^h$                        | $1.32 \pm 0.01^c$           | $1.97 \pm 0.02^b$           | $2.11 \pm 0.01^a$           |
| <b>BHT</b>                     | $0.36 \pm 0.01^j$                        | $0.64 \pm 0.00^g$           | $0.88 \pm 0.03^f$           | $1.02 \pm 0.02^e$           |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | $0.23 \pm 0.01^k$                        | $0.47 \pm 0.03^i$           | $0.87 \pm 0.02^f$           | $1.21 \pm 0.02^d$           |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.





Şekil 4.86. Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularının ve nar ekşisinin,  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine etkisi istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu (Tablo 4.99).  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine göre dokular; tomurcuk> çiçek> yaprak> ekzokarp> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.99.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine etkisi

| Dokular & Ekşi | Absorbans          |
|----------------|--------------------|
| Yaprak         | 0.97 <sup>b</sup>  |
| Tomurcuk       | 1.23 <sup>a</sup>  |
| Çiçek          | 1.09 <sup>ab</sup> |
| Çekirdek       | 0.14 <sup>e</sup>  |
| Dane           | 0.11 <sup>e</sup>  |
| Mezokarp       | 0.47 <sup>d</sup>  |
| Ekzokarp       | 0.71 <sup>c</sup>  |
| Bütün Meyve    | 0.46 <sup>d</sup>  |
| Nar Ekşisi     | 0.09 <sup>e</sup>  |

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine etkisi Tablo 4.100’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu.  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine göre ekstraktlar M=F:S> S=F:M> E> F:E> H şeklinde sıralandı.

Çalışmada uygulanan farklı ekstrakt dozlarının  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine etkisi Tablo 4.101’de verildi. Sonuçlar  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  dozuna ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.100.** Ekstraksiyon çözücülerinin Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesine etkisi

| <b>Ekstraksiyon<br/>Çözücüsü</b> | <b>Absorbans</b>   |
|----------------------------------|--------------------|
| M                                | 0.71 <sup>a</sup>  |
| E                                | 0.60 <sup>ab</sup> |
| S                                | 0.70 <sup>a</sup>  |
| F: M                             | 0.70 <sup>a</sup>  |
| F: E                             | 0.57 <sup>b</sup>  |
| F: S                             | 0.71 <sup>a</sup>  |
| H                                | 0.11 <sup>c</sup>  |

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.101.** Uygulama dozunun Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesine etkisi

| <b>Doz (µg mL<sup>-1</sup>)</b> | <b>Absorbans</b>  |
|---------------------------------|-------------------|
| 5.88                            | 0.23 <sup>d</sup> |
| 14.70                           | 0.44 <sup>c</sup> |
| 29.41                           | 0.75 <sup>b</sup> |
| 44.11                           | 0.93 <sup>a</sup> |

Farklı semboller, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.10. Metal Şelatlama Aktivitesi

Tüm ekstraktların metal şelatlama aktivitesi Carter (227) tarafından önerilen yönteme göre belirlendi. Standart olarak BHA, BHT ve  $\alpha$ -TOK kullanıldı. Ayrıca, bilinen en iyi şelatlama ajanı olan EDTA, pozitif kontrol grubu olarak örnekler içerisinde yer aldı. Standartlar ve EDTA'e ait metal şelatlama aktivitesi sonuçları Tablo 102'de verildi.

Yaprak dokusundan elde edilen ekstraktların ve pozitif kontrol olarak kullanılan EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.103 ve Şekil 4.87'de verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesini  $97.53 \pm 0.05$  olarak  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde EDTA'in gösterdiği tespit edildi. Yaprak ekstraktlarının metal şelatlama aktivitesi kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek aktivitenin  $76.52 \pm 0.89$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde S ekstraktına, en düşük metal şelatlama aktivitesinin ise  $4.71 \pm 0.30$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi. BHA, BHT ve  $\alpha$ -TOK standartlarının ise metal şelatlama aktivitesi göstermediği tespit edildi.

**Tablo 4.102.** Standart antioksidanların metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar   | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>BHA</b>                     | *T.E.                         | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                        |
| <b>BHT</b>                     | T.E.                          | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                        |
| <b><math>\alpha</math>-TOK</b> | T.E.                          | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                        |
| <b>EDTA</b>                    | $54.25 \pm 0.34$              | $95.83 \pm 0.12$           | $95.57 \pm 0.08$           | $96.85 \pm 0.00$           | $97.53 \pm 0.05$            |

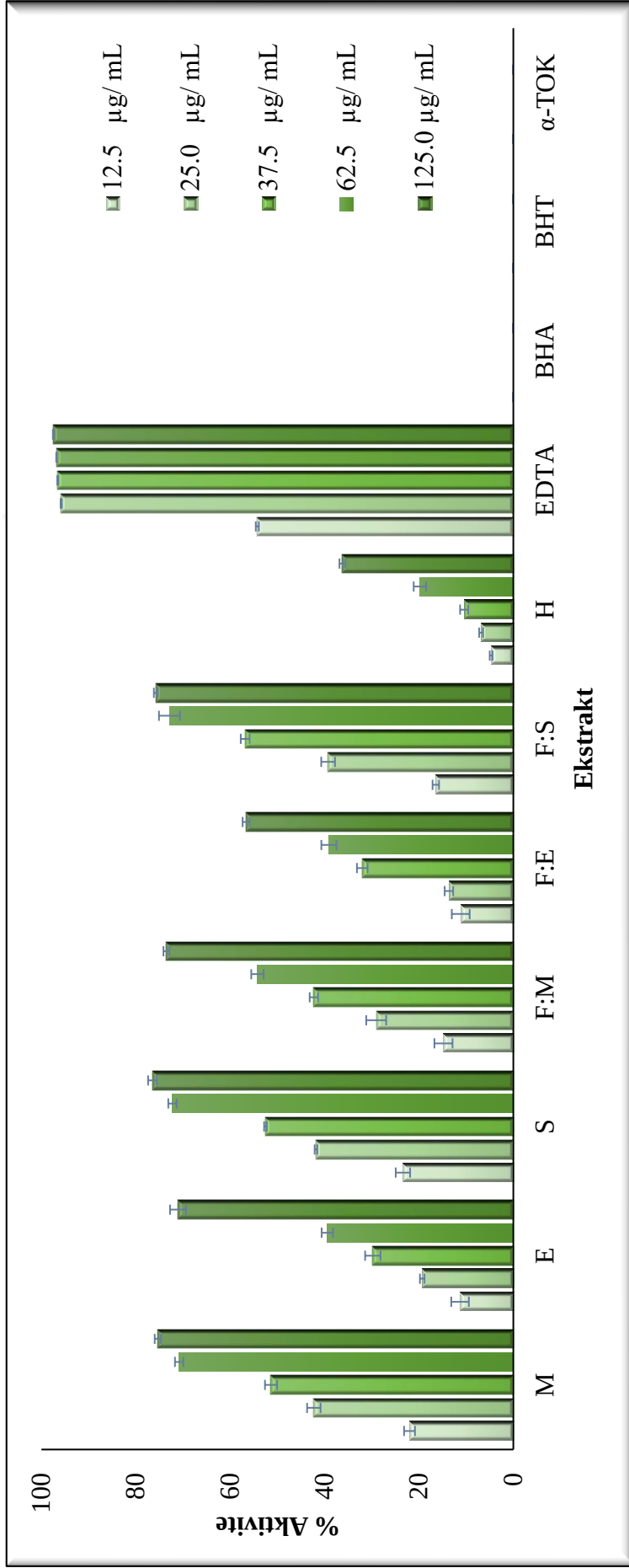
\*T.E.: Tespit edilemedi.

**Tablo 4.103.** Yaprak ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                           |                          |                           |                           |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                              | 12.5 µg mL <sup>-1</sup>      | 25.0 µg mL <sup>-1</sup>  | 37.5 µg mL <sup>-1</sup> | 62.5 µg mL <sup>-1</sup>  | 125.0 µg mL <sup>-1</sup> |
| <b>M</b>                     | 22.03±1.15 <sup>k</sup>       | 42.28±1.43 <sup>g</sup>   | 51.35±1.29 <sup>f</sup>  | 70.82±0.89 <sup>d</sup>   | 75.34±0.66 <sup>b-d</sup> |
| <b>E</b>                     | 11.29±1.86 <sup>op</sup>      | 19.29±0.51 <sup>k-m</sup> | 29.78±1.64 <sup>j</sup>  | 39.42±1.20 <sup>gh</sup>  | 71.07±1.68 <sup>cd</sup>  |
| <b>S</b>                     | 23.40±1.52 <sup>k</sup>       | 41.83±0.28 <sup>g</sup>   | 52.54±0.28 <sup>ef</sup> | 72.24±0.88 <sup>b-d</sup> | 76.52±0.89 <sup>b</sup>   |
| <b>F: M</b>                  | 14.81±1.92 <sup>m-o</sup>     | 29.06±2.11 <sup>j</sup>   | 42.28±0.88 <sup>g</sup>  | 54.23±1.31 <sup>ef</sup>  | 73.51±0.63 <sup>b-d</sup> |
| <b>F: E</b>                  | 11.15±1.89 <sup>op</sup>      | 13.65±0.90 <sup>no</sup>  | 32.02±1.13 <sup>ij</sup> | 39.09±1.60 <sup>gh</sup>  | 56.63±0.74 <sup>e</sup>   |
| <b>F: S</b>                  | 16.43±0.68 <sup>l-n</sup>     | 39.26±1.46 <sup>gh</sup>  | 56.84±0.93 <sup>e</sup>  | 72.88±2.22 <sup>b-d</sup> | 75.78±0.40 <sup>bc</sup>  |
| <b>H</b>                     | 4.71±0.30 <sup>q</sup>        | 6.83±0.41 <sup>pq</sup>   | 10.43±0.86 <sup>op</sup> | 19.80±2.55 <sup>kl</sup>  | 36.21±1.29 <sup>hi</sup>  |
| <b>EDTA</b>                  | 54.25±0.34 <sup>ef</sup>      | 95.83±0.12 <sup>a</sup>   | 95.57±0.08 <sup>a</sup>  | 96.85±0.00 <sup>a</sup>   | 97.53±0.05 <sup>a</sup>   |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.87. Yaprak ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Tomurcuk ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.104 ve Şekil 4.88'de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesini  $97.53 \pm 0.05$  olarak  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

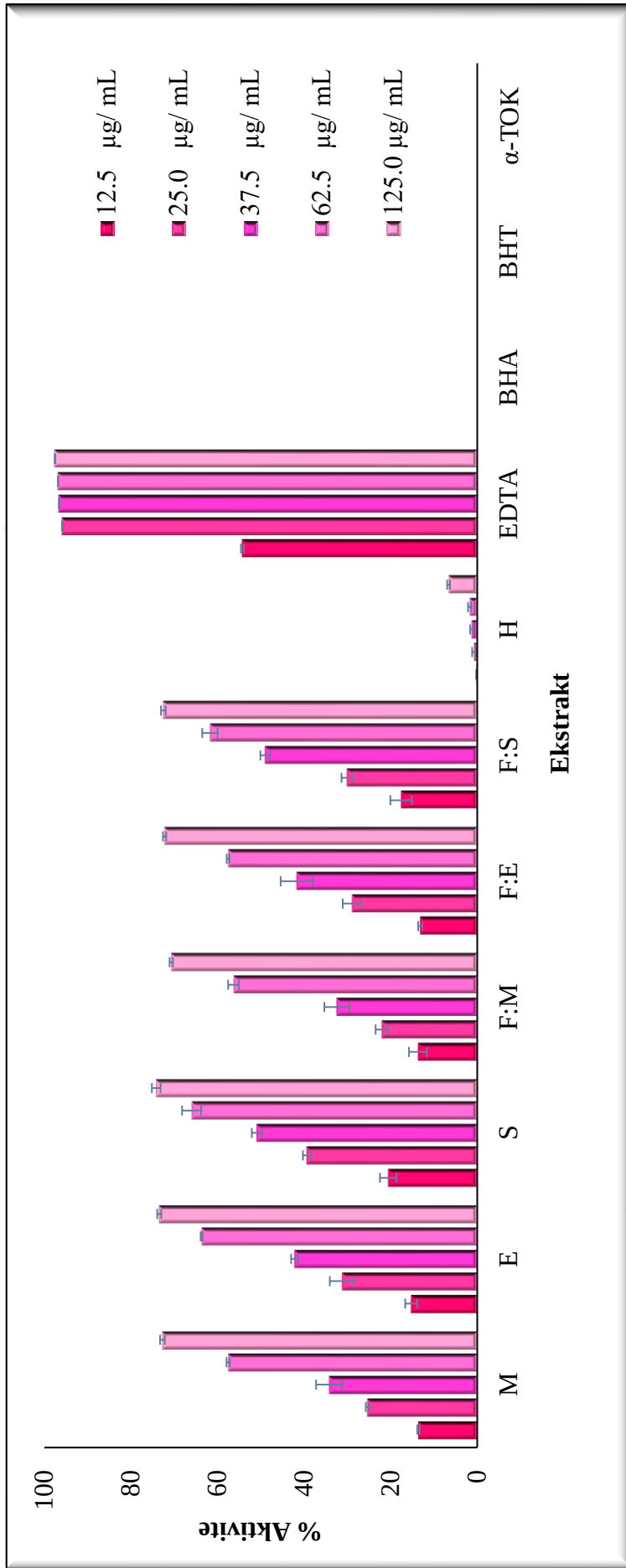
Tomurcuk ekstraktları kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek aktivitenin  $74.15 \pm 1.01$  olarak  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde S ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $0.14 \pm 0.11$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimin H ekstraktına ait olduğu gözlemlendi.

**Tablo 4.104.** Tomurcuk ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar<br>&<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                 | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                        | $13.57 \pm 0.30^p$            | $25.36 \pm 0.38^{lm}$      | $34.20 \pm 3.03^{jk}$      | $57.54 \pm 0.38^{ef}$      | $72.71 \pm 0.55^b$          |
| <b>E</b>                        | $15.26 \pm 1.38^{op}$         | $31.22 \pm 2.84^k$         | $42.18 \pm 0.82^i$         | $63.69 \pm 0.21^d$         | $73.45 \pm 0.48^b$          |
| <b>S</b>                        | $20.56 \pm 1.91^{m-o}$        | $39.36 \pm 0.92^j$         | $50.87 \pm 1.20^{gh}$      | $65.97 \pm 2.21^{cd}$      | $74.15 \pm 1.01^b$          |
| <b>F: M</b>                     | $13.70 \pm 2.06^p$            | $22.04 \pm 1.44^{mn}$      | $32.43 \pm 2.90^k$         | $56.30 \pm 1.24^{e-g}$     | $70.68 \pm 0.39^{bc}$       |
| <b>F: E</b>                     | $13.16 \pm 0.49^p$            | $28.93 \pm 2.15^{kl}$      | $41.68 \pm 3.74^i$         | $57.56 \pm 0.32^{ef}$      | $72.22 \pm 0.38^b$          |
| <b>F: S</b>                     | $17.58 \pm 2.49^{n-p}$        | $30.06 \pm 1.30^{kl}$      | $48.98 \pm 1.11^h$         | $61.75 \pm 1.78^{de}$      | $72.51 \pm 0.55^b$          |
| <b>H</b>                        | $0.14 \pm 0.11^r$             | $0.74 \pm 0.44^r$          | $1.25 \pm 0.38^{qr}$       | $1.73 \pm 0.40^{qr}$       | $6.62 \pm 0.33^q$           |
| <b>EDTA</b>                     | $54.25 \pm 0.34^{f-h}$        | $95.83 \pm 0.12^a$         | $95.57 \pm 0.08^a$         | $96.85 \pm 0.00^a$         | $97.53 \pm 0.05^a$          |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.88. Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi



Çiçek ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.105 ve Şekil 4.89'da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesini  $97.53 \pm 0.05$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

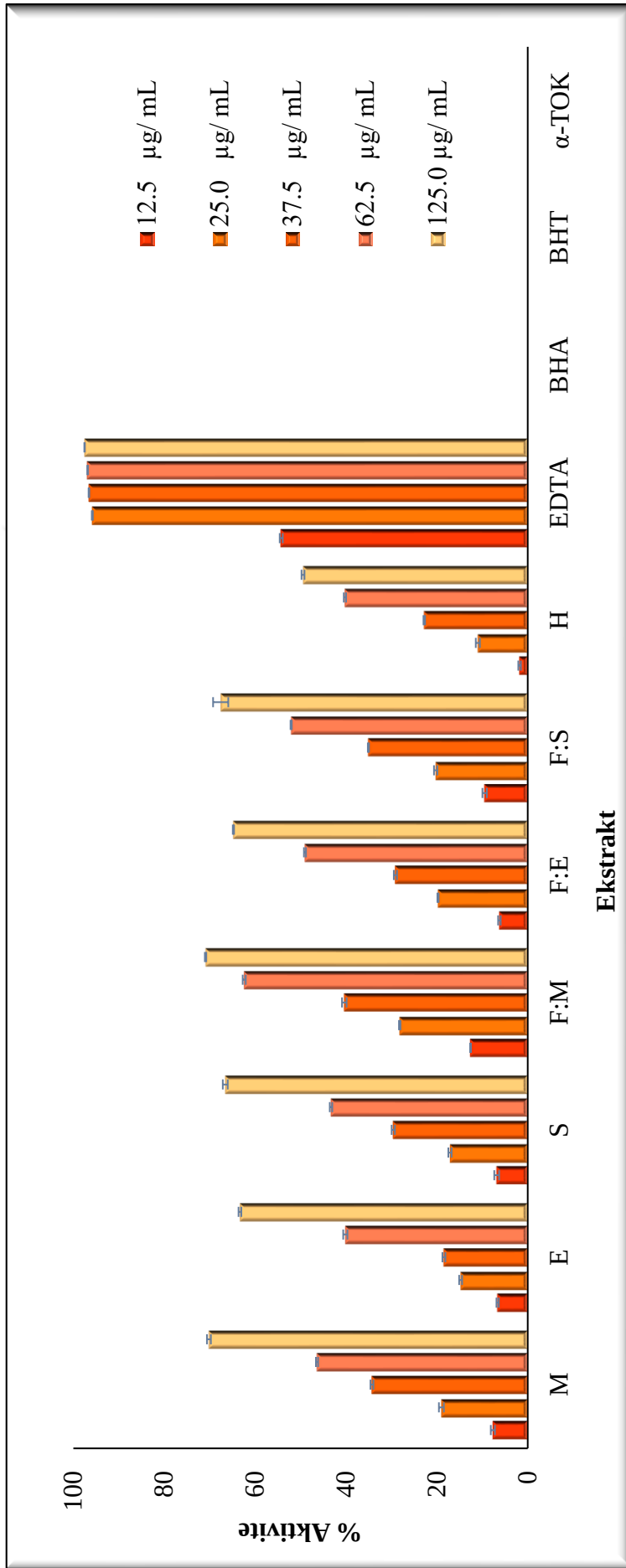
Çiçek ekstraktlarının metal şelatlama aktivitesi kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek metal şelatlama aktivitesini  $70.90 \pm 0.15$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktının, en düşük metal şelatlama aktivitesini ise  $1.79 \pm 0.28$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktının gösterdiği belirlendi.

**Tablo 4.105.** Çiçek ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                              | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                     | $7.67 \pm 0.46^v$             | $19.00 \pm 0.55^{pq}$      | $34.28 \pm 0.33^m$         | $46.37 \pm 0.24^j$         | $70.16 \pm 0.43^c$          |
| <b>E</b>                     | $6.62 \pm 0.25^v$             | $14.77 \pm 0.33^s$         | $18.45 \pm 0.33^{qr}$      | $40.14 \pm 0.47^l$         | $63.34 \pm 0.30^{ef}$       |
| <b>S</b>                     | $6.83 \pm 0.54^v$             | $17.11 \pm 0.35^r$         | $29.59 \pm 0.36^n$         | $43.29 \pm 0.28^k$         | $66.56 \pm 0.55^d$          |
| <b>F: M</b>                  | $12.59 \pm 0.00^t$            | $28.17 \pm 0.16^n$         | $40.37 \pm 0.51^l$         | $62.39 \pm 0.34^f$         | $70.90 \pm 0.15^c$          |
| <b>F: E</b>                  | $6.23 \pm 0.28^v$             | $19.74 \pm 0.13^{pq}$      | $29.12 \pm 0.35^n$         | $49.02 \pm 0.23^i$         | $64.77 \pm 0.13^e$          |
| <b>F: S</b>                  | $9.48 \pm 0.49^u$             | $20.26 \pm 0.37^p$         | $35.06 \pm 0.13^m$         | $52.07 \pm 0.13^h$         | $67.57 \pm 1.67^d$          |
| <b>H</b>                     | $1.79 \pm 0.28^w$             | $10.98 \pm 0.45^{tu}$      | $22.76 \pm 0.17^o$         | $40.22 \pm 0.25^l$         | $49.46 \pm 0.33^i$          |
| <b>EDTA</b>                  | $54.25 \pm 0.34^g$            | $95.83 \pm 0.12^b$         | $95.57 \pm 0.08^{ab}$      | $96.85 \pm 0.00^{ab}$      | $97.53 \pm 0.05^a$          |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.89.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Çekirdek ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.106 ve Şekil 4.90'da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $97.53 \pm 0.05$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde EDTA'ye ait olduğu tespit edildi.

Çekirdek ekstraktları kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek metal şelatlama aktivitesini  $9.32 \pm 0.15$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde S ekstraktının, en düşük metal şelatlama aktivitesini  $1.07 \pm 0.29$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:E ekstraktının gösterdiği belirlendi.

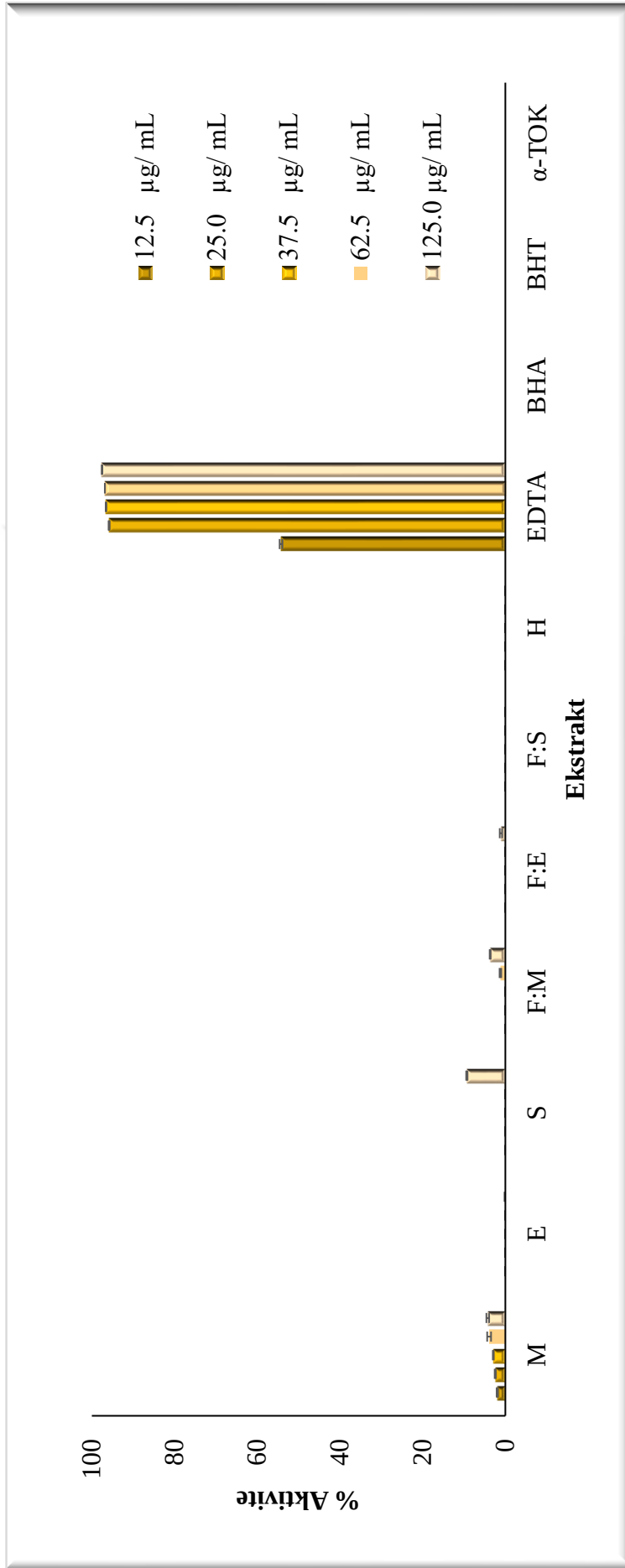
**Tablo 4.106.** Çekirdek ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                             |                              |                              |                             |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                              | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                     | $1.95 \pm 0.15^{\text{ij}}$   | $2.45 \pm 0.13^{\text{hi}}$ | $2.92 \pm 0.11^{\text{gh}}$  | $3.93 \pm 0.47^{\text{f}}$   | $4.26 \pm 0.33^{\text{f}}$  |
| <b>E</b>                     | *T.E.                         | T.E.                        | T.E.                         | T.E.                         | $1.91 \pm 0.20^{\text{ij}}$ |
| <b>S</b>                     | T.E.                          | T.E.                        | T.E.                         | T.E.                         | $9.32 \pm 0.15^{\text{e}}$  |
| <b>F: M</b>                  | T.E.                          | T.E.                        | T.E.                         | $1.20 \pm 0.20^{\text{jk}}$  | $3.68 \pm 0.11^{\text{fg}}$ |
| <b>F: E</b>                  | T.E.                          | T.E.                        | T.E.                         | T.E.                         | $1.07 \pm 0.29^{\text{k}}$  |
| <b>F: S</b>                  | T.E.                          | T.E.                        | T.E.                         | T.E.                         | T.E.                        |
| <b>H</b>                     | T.E.                          | T.E.                        | T.E.                         | T.E.                         | T.E.                        |
| <b>EDTA</b>                  | $54.25 \pm 0.34^{\text{d}}$   | $95.83 \pm 0.12^{\text{c}}$ | $95.57 \pm 0.08^{\text{bc}}$ | $96.85 \pm 0.00^{\text{ab}}$ | $97.53 \pm 0.05^{\text{a}}$ |

\*T.E.: Tespit edilemedi.

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.90.** Çekirdek ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Dane ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.107 ve Şekil 4.91'de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesini  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $97.53 \pm 0.05$  olarak EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

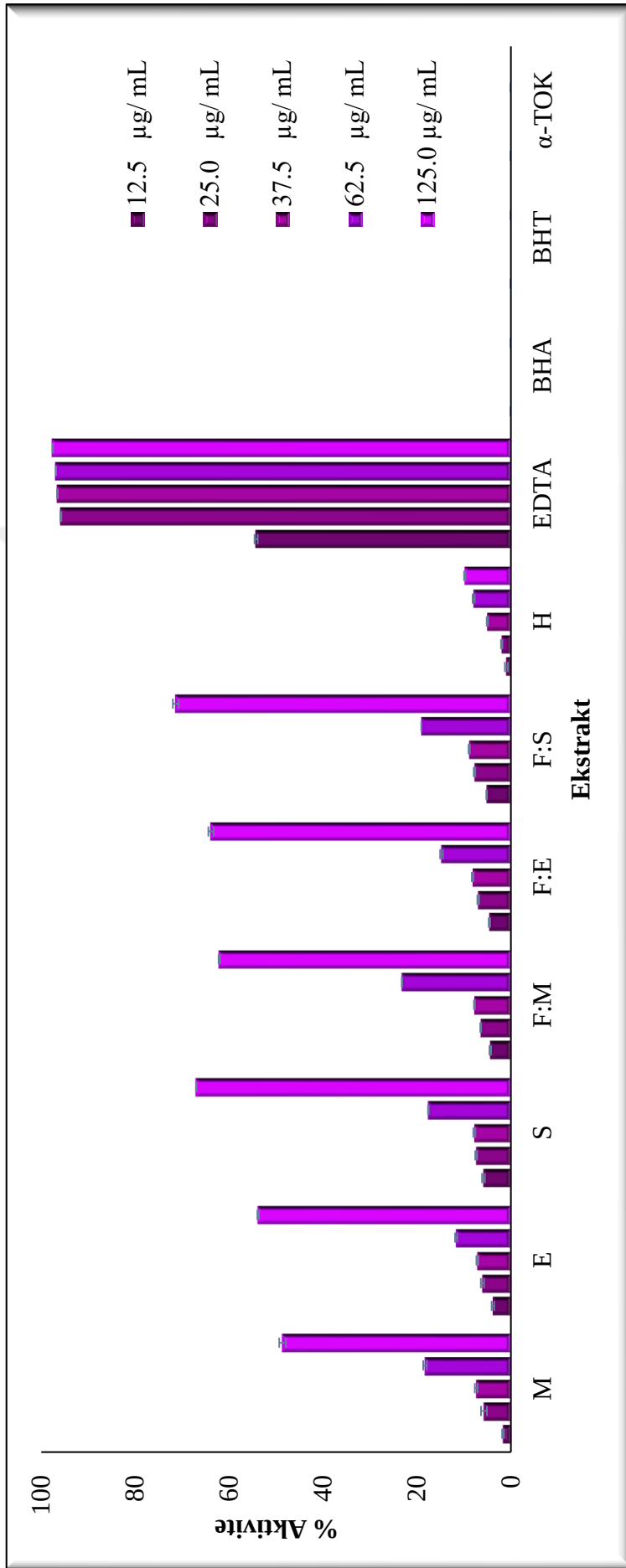
Dane ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek metal şelatlama aktivitesini  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $71.36 \pm 0.62$  değeri ile F:S ekstraktının, en düşük metal şelatlama aktivitesinin ise  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $0.97 \pm 0.31$  değeri ile H ekstraktının gösterdiği belirlendi.

**Tablo 4.107.** Dane ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                              | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                     | $1.67 \pm 0.20^y$             | $5.74 \pm 0.62^{uv}$       | $7.38 \pm 0.30^{p-r}$      | $18.28 \pm 0.39^{jk}$      | $49.23 \pm 0.71^h$          |
| <b>E</b>                     | $3.83 \pm 0.28^x$             | $6.05 \pm 0.35^{s-v}$      | $7.12 \pm 0.23^{p-s}$      | $11.66 \pm 0.23^m$         | $53.79 \pm 0.18^g$          |
| <b>S</b>                     | $5.84 \pm 0.30^{t-v}$         | $7.38 \pm 0.21^{p-r}$      | $7.77 \pm 0.23^{o-q}$      | $17.56 \pm 0.08^k$         | $66.98 \pm 0.03^d$          |
| <b>F: M</b>                  | $4.38 \pm 0.18^{wx}$          | $6.42 \pm 0.10^{r-u}$      | $7.75 \pm 0.11^{o-q}$      | $23.18 \pm 0.03^i$         | $62.08 \pm 0.16^f$          |
| <b>F: E</b>                  | $4.57 \pm 0.15^{wx}$          | $6.95 \pm 0.19^{q-t}$      | $8.12 \pm 0.19^{op}$       | $14.77 \pm 0.30^l$         | $63.85 \pm 0.57^e$          |
| <b>F: S</b>                  | $5.16 \pm 0.08^{vw}$          | $7.73 \pm 0.18^{pq}$       | $8.86 \pm 0.15^{no}$       | $19.04 \pm 0.03^j$         | $71.36 \pm 0.62^c$          |
| <b>H</b>                     | $0.97 \pm 0.31^y$             | $1.95 \pm 0.15^y$          | $5.00 \pm 0.15^{vw}$       | $7.92 \pm 0.23^{o-q}$      | $9.81 \pm 0.15^n$           |
| <b>EDTA</b>                  | $54.25 \pm 0.34^g$            | $95.83 \pm 0.12^b$         | $95.57 \pm 0.08^{ab}$      | $96.85 \pm 0.00^{ab}$      | $97.53 \pm 0.05^a$          |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.91.** Dane ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Mezokarp ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.108 ve Şekil 4.92'de verilmiş olup sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesi  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $97.53 \pm 0.05$  olarak EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

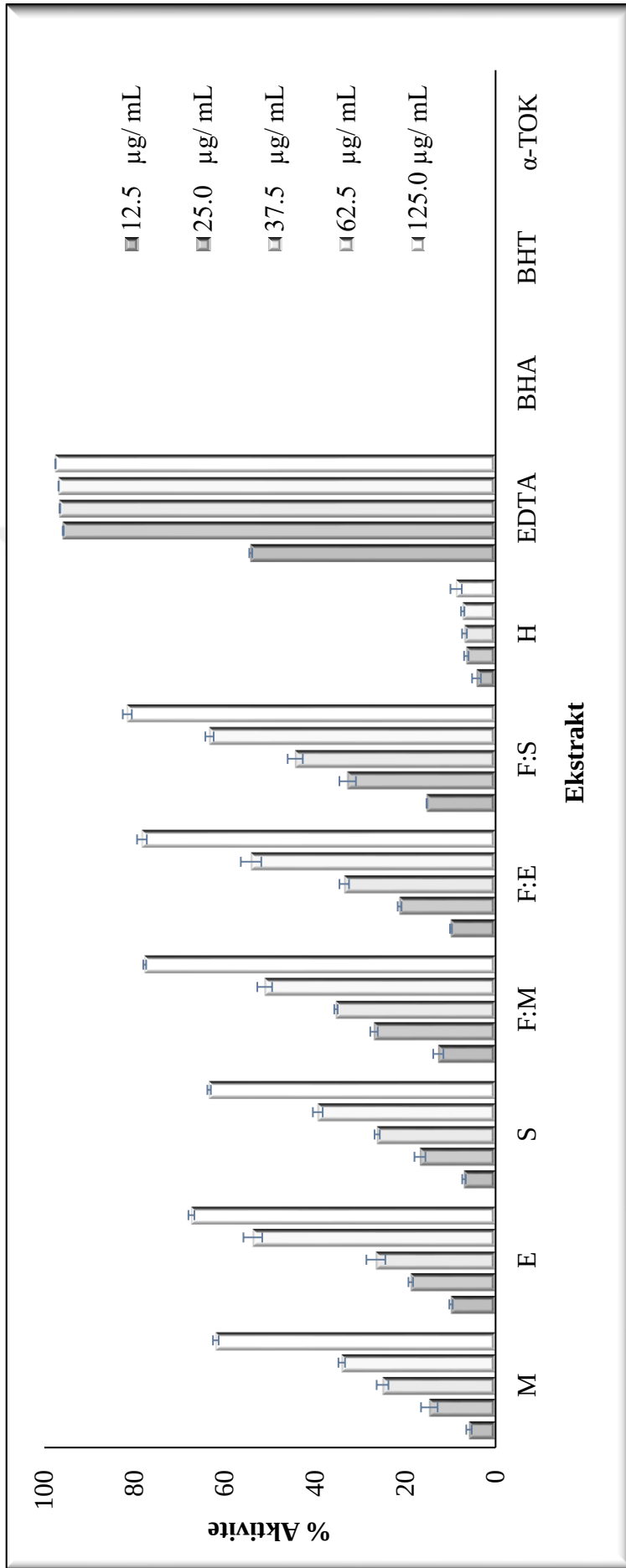
Mezokarp ekstraktlarının metal şelatlama aktivitesi kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek aktivitenin  $81.62 \pm 1.00$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $4.24 \pm 0.97$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.108.** Mezokarp ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar<br>&<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                              |                              |                              |                              |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                 | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  |
| <b>M</b>                        | $5.88 \pm 0.61^{\text{op}}$   | $14.68 \pm 1.84^{\text{lm}}$ | $25.05 \pm 1.31^{\text{ij}}$ | $34.09 \pm 0.73^{\text{h}}$  | $62.00 \pm 0.63^{\text{d}}$  |
| <b>E</b>                        | $9.87 \pm 0.38^{\text{no}}$   | $18.80 \pm 0.51^{\text{kl}}$ | $26.53 \pm 2.10^{\text{i}}$  | $53.79 \pm 2.08^{\text{e}}$  | $67.41 \pm 0.66^{\text{c}}$  |
| <b>S</b>                        | $6.99 \pm 0.40^{\text{op}}$   | $16.76 \pm 1.22^{\text{lm}}$ | $26.24 \pm 0.58^{\text{i}}$  | $39.40 \pm 1.09^{\text{g}}$  | $63.48 \pm 0.39^{\text{cd}}$ |
| <b>F: M</b>                     | $12.69 \pm 1.13^{\text{mn}}$  | $26.94 \pm 0.83^{\text{i}}$  | $35.37 \pm 0.38^{\text{gh}}$ | $51.16 \pm 1.64^{\text{e}}$  | $77.75 \pm 0.32^{\text{b}}$  |
| <b>F: E</b>                     | $9.89 \pm 0.21^{\text{no}}$   | $21.26 \pm 0.43^{\text{jk}}$ | $33.54 \pm 1.06^{\text{h}}$  | $54.19 \pm 2.27^{\text{e}}$  | $78.37 \pm 1.08^{\text{b}}$  |
| <b>F: S</b>                     | $15.26 \pm 0.06^{\text{lm}}$  | $32.78 \pm 1.83^{\text{h}}$  | $44.40 \pm 1.68^{\text{f}}$  | $63.40 \pm 0.92^{\text{cd}}$ | $81.62 \pm 1.00^{\text{b}}$  |
| <b>H</b>                        | $4.24 \pm 0.97^{\text{p}}$    | $6.48 \pm 0.50^{\text{op}}$  | $6.89 \pm 0.54^{\text{op}}$  | $7.28 \pm 0.38^{\text{op}}$  | $8.74 \pm 1.26^{\text{no}}$  |
| <b>EDTA</b>                     | $54.25 \pm 0.34^{\text{e}}$   | $95.83 \pm 0.12^{\text{a}}$  | $95.57 \pm 0.08^{\text{a}}$  | $96.85 \pm 0.00^{\text{a}}$  | $97.53 \pm 0.05^{\text{a}}$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.92.** Mezokarp ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi



Ekzokarp ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.109 ve Şekil 4.93'de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Elde edilen verilere göre en yüksek metal şelatlama aktivitesini  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%97.53 \pm 0.05$  olarak EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

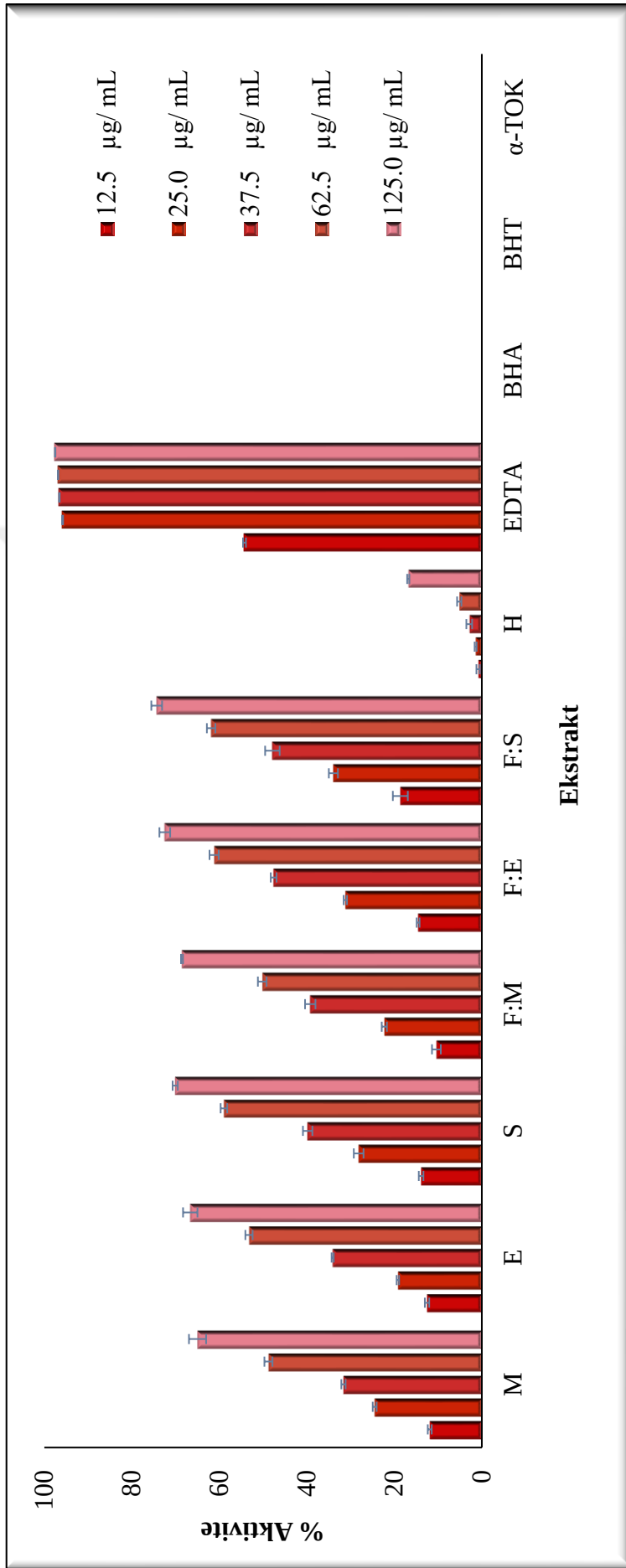
Ekzokarp ekstraktlarının metal şelatlama aktiviteleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek aktivitenin  $\%74.47 \pm 1.23$  olarak  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:E ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimde  $\%0.84 \pm 0.39$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.109.** Ekzokarp ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                              |                             |                              |                              |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                              | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  |
| <b>M</b>                     | $11.91 \pm 0.45^{\text{rs}}$  | $24.49 \pm 0.45^{\text{n}}$  | $31.63 \pm 0.49^{\text{l}}$ | $48.78 \pm 0.92^{\text{j}}$  | $64.98 \pm 1.96^{\text{ef}}$ |
| <b>E</b>                     | $12.52 \pm 0.50^{\text{rs}}$  | $19.19 \pm 0.28^{\text{op}}$ | $34.09 \pm 0.24^{\text{l}}$ | $53.22 \pm 0.83^{\text{h}}$  | $66.65 \pm 1.65^{\text{de}}$ |
| <b>S</b>                     | $13.88 \pm 0.53^{\text{qr}}$  | $28.15 \pm 1.11^{\text{m}}$  | $39.81 \pm 1.08^{\text{k}}$ | $58.96 \pm 0.75^{\text{g}}$  | $70.08 \pm 0.59^{\text{cd}}$ |
| <b>F: M</b>                  | $10.39 \pm 1.01^{\text{s}}$   | $22.29 \pm 0.60^{\text{no}}$ | $39.21 \pm 1.19^{\text{k}}$ | $50.20 \pm 0.99^{\text{ij}}$ | $68.54 \pm 0.22^{\text{d}}$  |
| <b>F: E</b>                  | $14.56 \pm 0.33^{\text{qr}}$  | $31.20 \pm 0.38^{\text{lm}}$ | $47.58 \pm 0.66^{\text{j}}$ | $61.20 \pm 1.05^{\text{g}}$  | $72.47 \pm 1.23^{\text{bc}}$ |
| <b>F: S</b>                  | $18.63 \pm 1.71^{\text{p}}$   | $33.93 \pm 1.04^{\text{l}}$  | $17.87 \pm 1.66^{\text{j}}$ | $61.88 \pm 0.97^{\text{fg}}$ | $74.32 \pm 1.23^{\text{b}}$  |
| <b>H</b>                     | $0.84 \pm 0.39^{\text{u}}$    | $1.42 \pm 0.23^{\text{u}}$   | $2.88 \pm 0.66^{\text{tu}}$ | $5.16 \pm 0.49^{\text{t}}$   | $16.82 \pm 0.24^{\text{pq}}$ |
| <b>EDTA</b>                  | $54.25 \pm 0.34^{\text{h}}$   | $95.83 \pm 0.12^{\text{a}}$  | $95.57 \pm 0.08^{\text{a}}$ | $96.85 \pm 0.00^{\text{a}}$  | $97.53 \pm 0.05^{\text{a}}$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.93.** Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.110 ve Şekil 4.94'de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesini  $97.53 \pm 0.05$  değerleri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının metal şelatlama aktivitesi kendi içinde karşılaştırıldığında ise en yüksek aktivitenin  $82.77 \pm 0.35$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük metal şelatlama aktivitesinin ise  $10.32 \pm 0.67$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:E ekstraktına ait olduğu belirlendi. Ek olarak, bütün meyve dokusunun H ekstraktlarının metal şelatlama aktivitesi göstermediği tespit edildi.

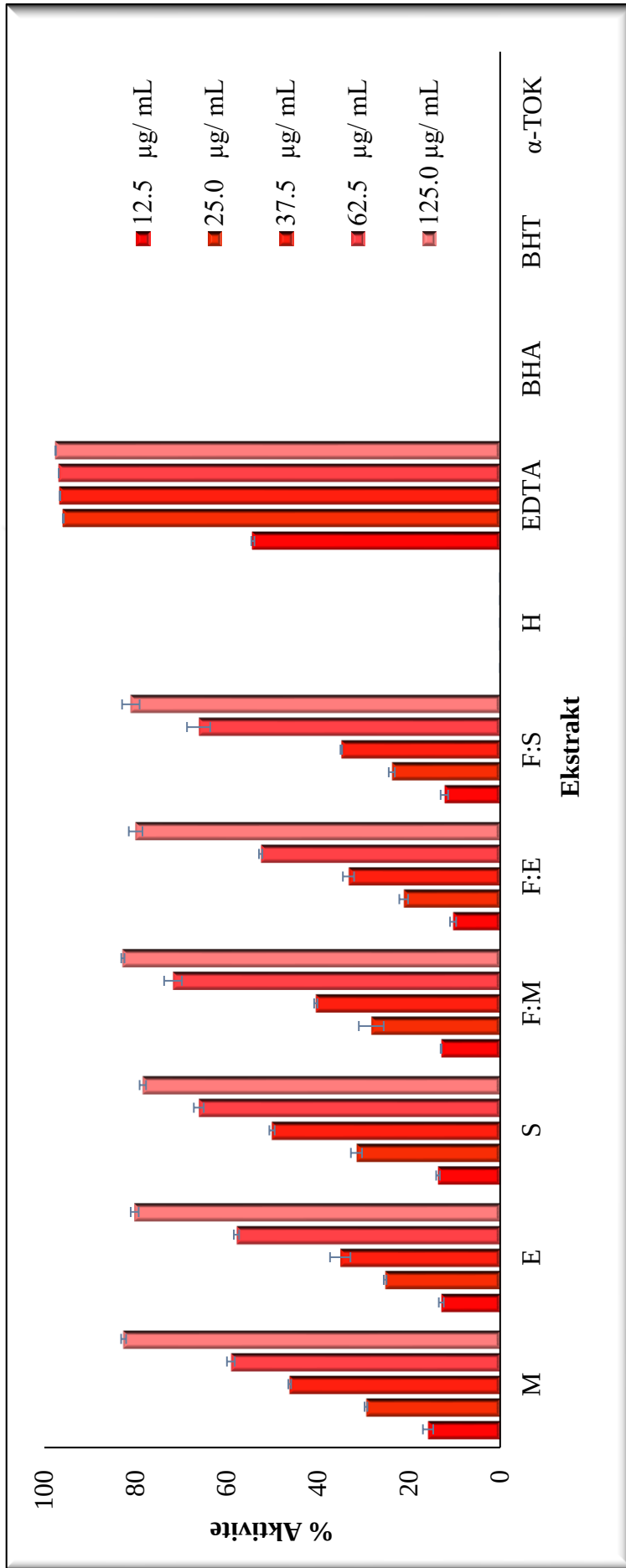
**Tablo 4.110.** Bütün meyve ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Kapasitesi, % |                            |                            |                            |                             |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                              | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ |
| <b>M</b>                     | $15.81 \pm 1.13^p$            | $29.43 \pm 0.31^{k-m}$     | $46.17 \pm 0.30^h$         | $59.08 \pm 0.86^e$         | $82.60 \pm 0.55^b$          |
| <b>E</b>                     | $12.91 \pm 0.54^{pq}$         | $25.23 \pm 0.30^{m-o}$     | $35.08 \pm 2.24^j$         | $57.85 \pm 0.58^{ef}$      | $80.18 \pm 0.87^b$          |
| <b>S</b>                     | $13.63 \pm 0.20^{pq}$         | $31.52 \pm 2.58^{-l}$      | $50.05 \pm 1.73^{gh}$      | $66.11 \pm 0.96^d$         | $78.39 \pm 0.71^b$          |
| <b>F: M</b>                  | $12.96 \pm 0.10^{pq}$         | $28.28 \pm 2.73^{l-n}$     | $40.45 \pm 0.36^i$         | $71.77 \pm 1.95^c$         | $82.77 \pm 0.35^b$          |
| <b>F: E</b>                  | $10.32 \pm 0.67^q$            | $21.16 \pm 0.96^o$         | $33.27 \pm 1.23^{jk}$      | $52.54 \pm 0.37^g$         | $79.97 \pm 1.50^b$          |
| <b>F: S</b>                  | $12.24 \pm 0.82^{pq}$         | $23.77 \pm 0.67^{no}$      | $34.86 \pm 0.18^j$         | $66.15 \pm 2.55^d$         | $81.02 \pm 1.92^b$          |
| <b>H</b>                     | *T.E.                         | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                       | T.E.                        |
| <b>EDTA</b>                  | $54.24 \pm 0.34^{fg}$         | $95.83 \pm 0.12^a$         | $95.57 \pm 0.08^a$         | $96.85 \pm 0.00^a$         | $97.53 \pm 0.05^a$          |

\*T.E.: Tespit edilemedi.

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.94.** Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi Tablo 4.111 ve Şekil 4.95'de verildi. Elde edilen bulgular, istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesini  $97.53 \pm 0.05$  değerleri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde EDTA'nın gösterdiği tespit edildi.

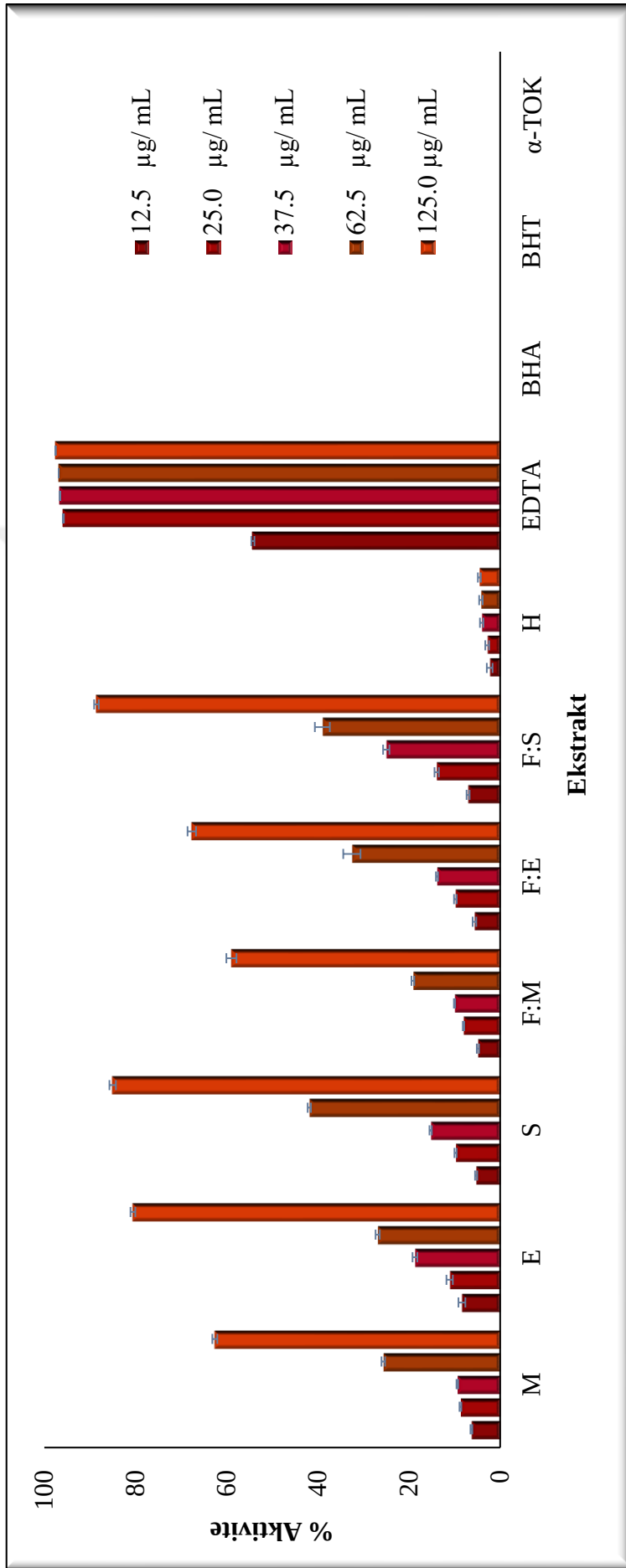
Nar ekşisi ekstraktları kendi içinde karşılaştırıldığında ise en yüksek metal şelatlama aktivitesini  $88.57 \pm 0.51$  değeri ile  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktının, en düşük metal şelatlama aktivitesini ise  $2.30 \pm 0.63$  olarak H ekstraktının gösterdiği belirlendi.

**Tablo 4.111.** Nar ekşisi ekstraktlarının ve EDTA'nın metal şelatlama aktivitesi

| Ekstraktlar &<br>Standartlar | Metal Şelatlama Aktivitesi, % |                              |                              |                              |                              |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                              | $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$    | $25.0 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $37.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $62.5 \mu\text{g mL}^{-1}$   | $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  |
| <b>M</b>                     | $6.31 \pm 0.20^{\text{r-u}}$  | $8.72 \pm 0.20^{\text{o-r}}$ | $9.40 \pm 0.18^{\text{o-q}}$ | $25.64 \pm 0.39^{\text{l}}$  | $62.60 \pm 0.55^{\text{f}}$  |
| <b>E</b>                     | $8.39 \pm 0.76^{\text{p-r}}$  | $11.08 \pm 0.70^{\text{o}}$  | $18.69 \pm 0.53^{\text{m}}$  | $26.88 \pm 0.46^{\text{l}}$  | $80.57 \pm 0.53^{\text{d}}$  |
| <b>S</b>                     | $5.26 \pm 0.24^{\text{u}}$    | $9.79 \pm 0.24^{\text{op}}$  | $15.26 \pm 0.25^{\text{n}}$  | $41.87 \pm 0.36^{\text{i}}$  | $85.01 \pm 0.71^{\text{c}}$  |
| <b>F: M</b>                  | $4.87 \pm 0.25^{\text{t-v}}$  | $8.04 \pm 0.15^{\text{p-s}}$ | $10.01 \pm 0.13^{\text{op}}$ | $19.15 \pm 0.31^{\text{m}}$  | $58.96 \pm 1.11^{\text{g}}$  |
| <b>F: E</b>                  | $5.63 \pm 0.40^{\text{s-u}}$  | $9.83 \pm 0.29^{\text{op}}$  | $13.86 \pm 0.23^{\text{n}}$  | $32.53 \pm 1.89^{\text{k}}$  | $67.65 \pm 0.93^{\text{e}}$  |
| <b>F: S</b>                  | $7.03 \pm 0.33^{\text{q-t}}$  | $13.92 \pm 0.48^{\text{n}}$  | $24.99 \pm 0.69^{\text{l}}$  | $39.01 \pm 1.64^{\text{j}}$  | $88.57 \pm 0.51^{\text{b}}$  |
| <b>H</b>                     | $2.30 \pm 0.63^{\text{w}}$    | $2.84 \pm 0.43^{\text{vw}}$  | $4.05 \pm 0.38^{\text{u-w}}$ | $4.22 \pm 0.39^{\text{u-w}}$ | $4.57 \pm 0.32^{\text{u-w}}$ |
| <b>EDTA</b>                  | $54.25 \pm 0.34^{\text{h}}$   | $95.83 \pm 0.12^{\text{a}}$  | $95.57 \pm 0.08^{\text{a}}$  | $96.85 \pm 0.00^{\text{a}}$  | $97.53 \pm 0.05^{\text{a}}$  |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.95.** Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların metal şelatlama aktivitesi

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların metal şelatlama aktivitesine etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu (Tablo 4.112). Metal şelatlama aktivitesine göre dokular bütün meyve> yaprak> tomurcuk> ekzokarp> çiçek> mezokarp> nar ekşisi> dane> çekirdek şeklinde sıralandı.

**Tablo 4.112.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin metal şelatlama aktivitesine etkisi

| Dokular & Ekşi | % Aktivite          |
|----------------|---------------------|
| Yaprak         | 40.14 <sup>ab</sup> |
| Tomurcuk       | 38.00 <sup>ab</sup> |
| Çiçek          | 33.63 <sup>c</sup>  |
| Çekirdek       | 3.27 <sup>f</sup>   |
| Dane           | 17.41 <sup>e</sup>  |
| Mezokarp       | 32.66 <sup>c</sup>  |
| Ekzokarp       | 35.99 <sup>bc</sup> |
| Bütün Meyve    | 41.02 <sup>a</sup>  |
| Nar Ekşisi     | 23.93 <sup>d</sup>  |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin metal şelatlama aktivitesine etkisi Tablo 4.113’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Metal şelatlama aktivitesine göre ekstraktlar F:S> S> M> F:M> F:E> E> H şeklinde sıralandı.

Çalışmada uygulanan farklı ekstrakt dozunun metal şelatlama aktivitesine etkisi ise Tablo 4.114’de verildi. Sonuçlar  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek metal şelatlama aktivitesinin 125.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  dozuna ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.113.** Ekstraksiyon çözücülerinin metal şelatlama aktivitesine etkisi

| Ekstraksiyon Çözücüsü | % Aktivite          |
|-----------------------|---------------------|
| M                     | 31.31 <sup>bc</sup> |
| E                     | 28.07 <sup>c</sup>  |
| S                     | 33.27 <sup>ab</sup> |
| F: M                  | 31.00 <sup>bc</sup> |
| F: E                  | 29.10 <sup>c</sup>  |
| F: S                  | 36.28 <sup>a</sup>  |
| H                     | 5.37 <sup>d</sup>   |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.114.** Uygulama dozunun metal şelatlama aktivitesine etkisi

| Doz ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) | % Aktivite         |
|-------------------------------|--------------------|
| 12.5                          | 5.23 <sup>e</sup>  |
| 25.0                          | 14.67 <sup>d</sup> |
| 37.5                          | 23.43 <sup>c</sup> |
| 62.5                          | 38.08 <sup>b</sup> |
| 125.0                         | 57.64 <sup>a</sup> |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



#### 4.11. Toplam Antioksidan Kapasite (CUPRAC)

Tüm ekstraktların toplam antioksidan kapasitesi Apak ve ark. (228) tarafından tanımlanan bakır(II) iyonu indirgeme esaslı antioksidan kapasite (CUPRAC) yöntemine göre belirlendi.

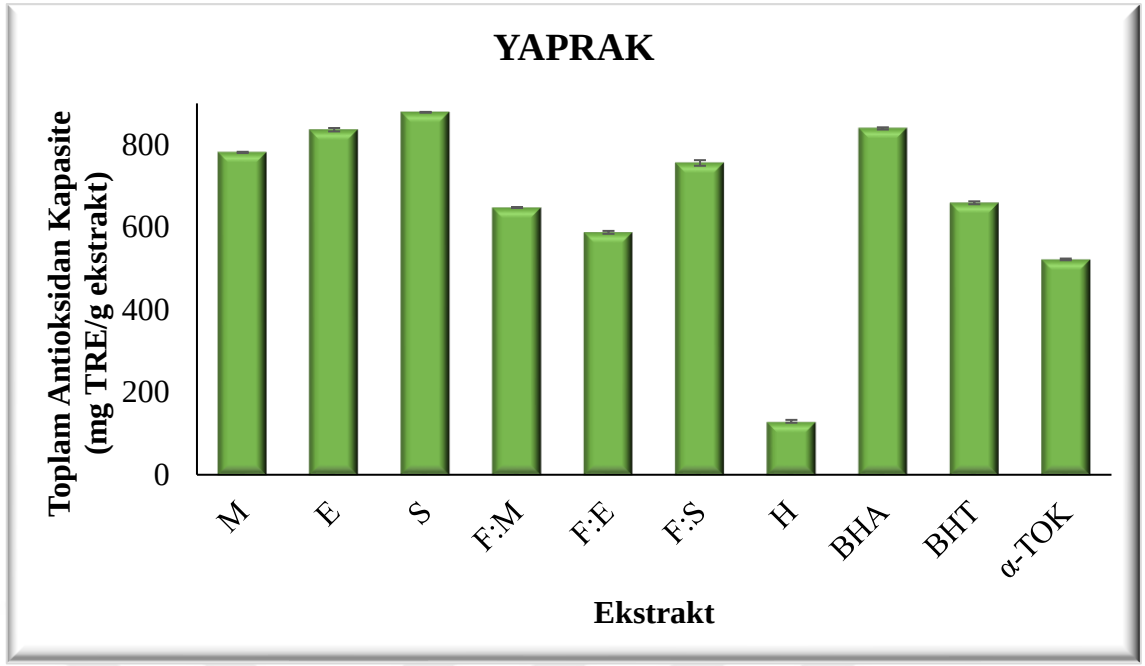
Yaprak ekstraktlarının ve standartların (BHA, BHT ve  $\alpha$ -TOK) toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.115 ve Şekil 4.96'da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak E ekstraktının ve BHA standardının toplam antioksidan kapasiteleri birbirine çok yakın olduklarından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam antioksidan kapasitesinin  $878.37 \pm 1.00$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile S ekstraktına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $129.47 \pm 3.51$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.115.** Yaprak ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt      | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|---------------|----------------------------------------------------|
| M             | $781.19 \pm 1.53^c$                                |
| E             | $836.22 \pm 4.11^b$                                |
| S             | $878.37 \pm 1.00^a$                                |
| F: M          | $647.64 \pm 0.00^f$                                |
| F: E          | $587.39 \pm 3.56^g$                                |
| F: S          | $755.58 \pm 6.81^d$                                |
| H             | $129.47 \pm 3.51^i$                                |
| BHA           | $839.36 \pm 2.66^b$                                |
| BHT           | $659.11 \pm 3.52^e$                                |
| $\alpha$ -TOK | $521.88 \pm 2.09^h$                                |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.96.** Yaprak ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.116 ve Şekil 4.97’de verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak, F:M ekstraktı ile F:S ekstraktı arasında anlamlı bir fark gözlenmedi. En yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt olarak BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $96.51 \pm 1.04$  mg TRE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

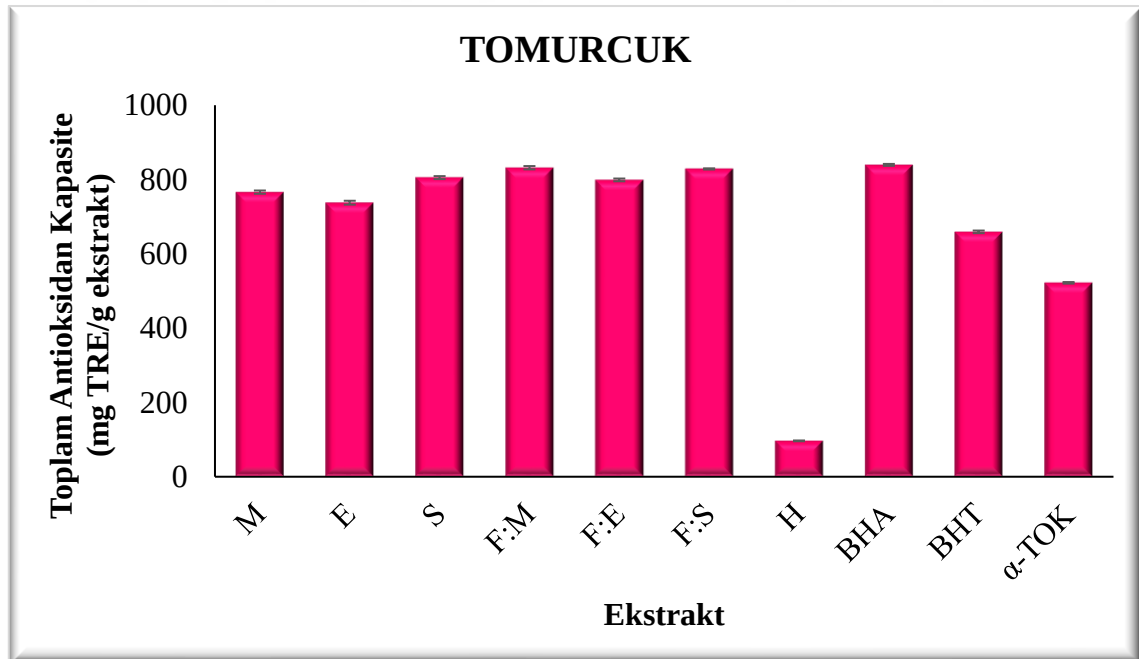
Tomurcuk ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesi kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek kapasitenin  $831.74 \pm 4.46$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 4.116.** Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|----------|----------------------------------------------------|
| M        | 766.09 ± 4.38 <sup>e</sup>                         |
| E        | 737.66 ± 5.24 <sup>f</sup>                         |
| S        | 805.13 ± 3.98 <sup>c</sup>                         |
| F: M     | 831.74 ± 4.46 <sup>b</sup>                         |
| F: E     | 799.01 ± 3.70 <sup>d</sup>                         |
| F: S     | 828.50 ± 1.53 <sup>b</sup>                         |
| H        | 96.51 ± 1.04 <sup>i</sup>                          |
| BHA      | 839.36 ± 2.66 <sup>a</sup>                         |
| BHT      | 659.11 ± 3.52 <sup>g</sup>                         |
| α-TOK    | 521.88 ± 2.09 <sup>h</sup>                         |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.97.** Tomurcuk ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Çiçek dokusundan elde edilen ekstraktların ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.117 ve Şekil 4.98’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak, M ekstraktı ve S ekstraktının toplam antioksidan kapasiteleri birbirine yakın olduklarından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. En yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $87.77 \pm 9.60$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

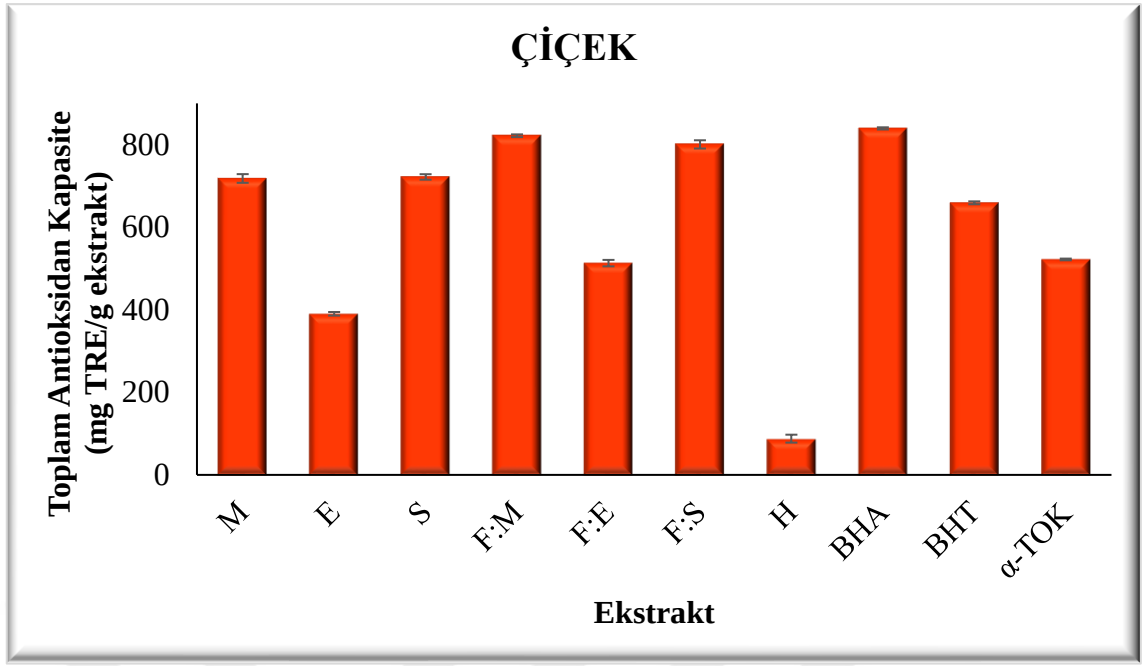
Çiçek ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $821.60 \pm 3.29$  mg TRE/g ekstrakt olarak F:M ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.117.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt      | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|---------------|----------------------------------------------------|
| M             | $718.10 \pm 10.48^d$                               |
| E             | $390.25 \pm 4.37^h$                                |
| S             | $721.77 \pm 6.62^d$                                |
| F: M          | $821.60 \pm 3.29^b$                                |
| F: E          | $512.99 \pm 7.81^g$                                |
| F: S          | $800.66 \pm 9.96^c$                                |
| H             | $87.77 \pm 9.60^i$                                 |
| BHA           | $839.36 \pm 2.66^a$                                |
| BHT           | $659.11 \pm 3.52^e$                                |
| $\alpha$ -TOK | $521.88 \pm 2.09^f$                                |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.98.** Çiçek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Çekirdek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.118 ve Şekil 4.99’da verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak, S ekstraktı ve F:S ekstraktlarının toplam antioksidan kapasite değerleri birbirine yakın olduklarından aralarından anlamlı bir fark gözlenmedi. Benzer şekilde M ekstraktı ve F:E ekstraktları arasında anlamlı bir fark bulunmadı. En yüksek toplam antioksidan kapasitesinin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $27.94 \pm 0.20$  mg TRE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

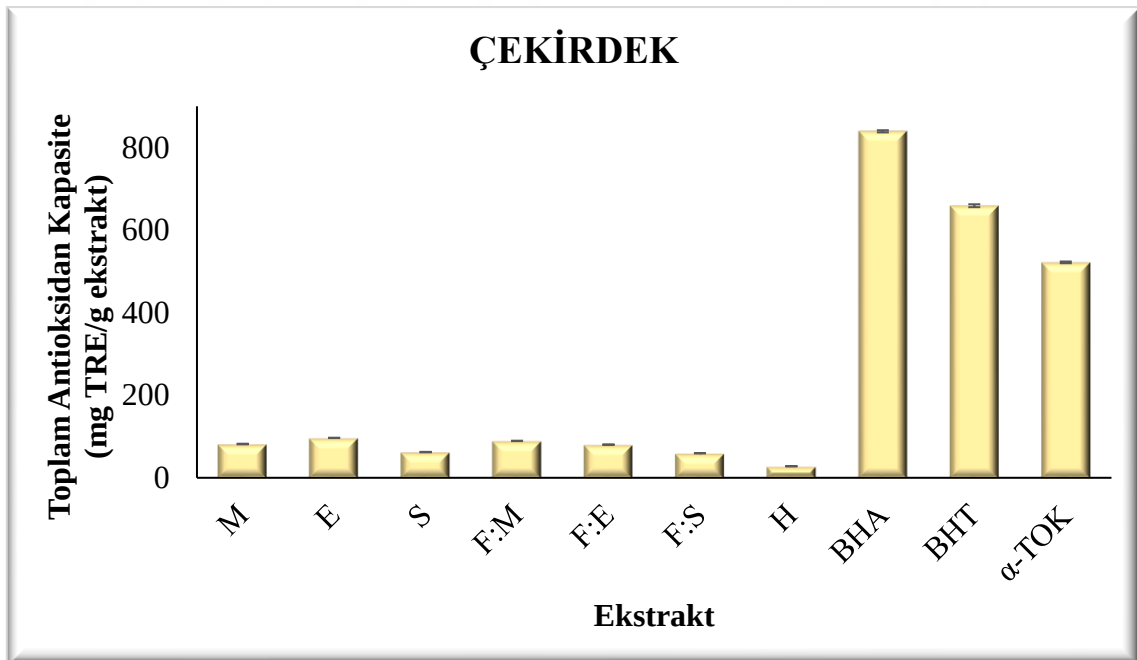
Çekirdek ekstraktları kendi içinde değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasite  $96.72 \pm 0.41$  mg TRE/g ekstrakt (E) olarak belirlendi.

**Tablo 4.118.** Çekirdek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|----------|----------------------------------------------------|
| M        | 81.85 ± 0.74 <sup>f</sup>                          |
| E        | 96.72 ± 0.41 <sup>d</sup>                          |
| S        | 62.25 ± 0.53 <sup>g</sup>                          |
| F: M     | 89.40 ± 0.46 <sup>e</sup>                          |
| F: E     | 80.27 ± 0.46 <sup>f</sup>                          |
| F: S     | 59.54 ± 0.13 <sup>g</sup>                          |
| H        | 27.94 ± 0.20 <sup>h</sup>                          |
| BHA      | 839.36 ± 2.66 <sup>a</sup>                         |
| BHT      | 659.11 ± 3.52 <sup>b</sup>                         |
| α-TOK    | 521.88 ± 2.09 <sup>c</sup>                         |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.99.** Çekirdek ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Dane dokusundan elde edilen ekstraktların ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.119 ve Şekil 4.100’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ancak, F:E ekstraktı ile E ekstraktının toplam antioksidan kapasiteleri birbirine yakın olduklarından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. Benzer şekilde S ekstraktı ve F:S ekstraktı arasında anlamlı bir fark bulunmadı. En yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt olarak BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $40.74 \pm 0.35$  mg TRE/g ekstrakt ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

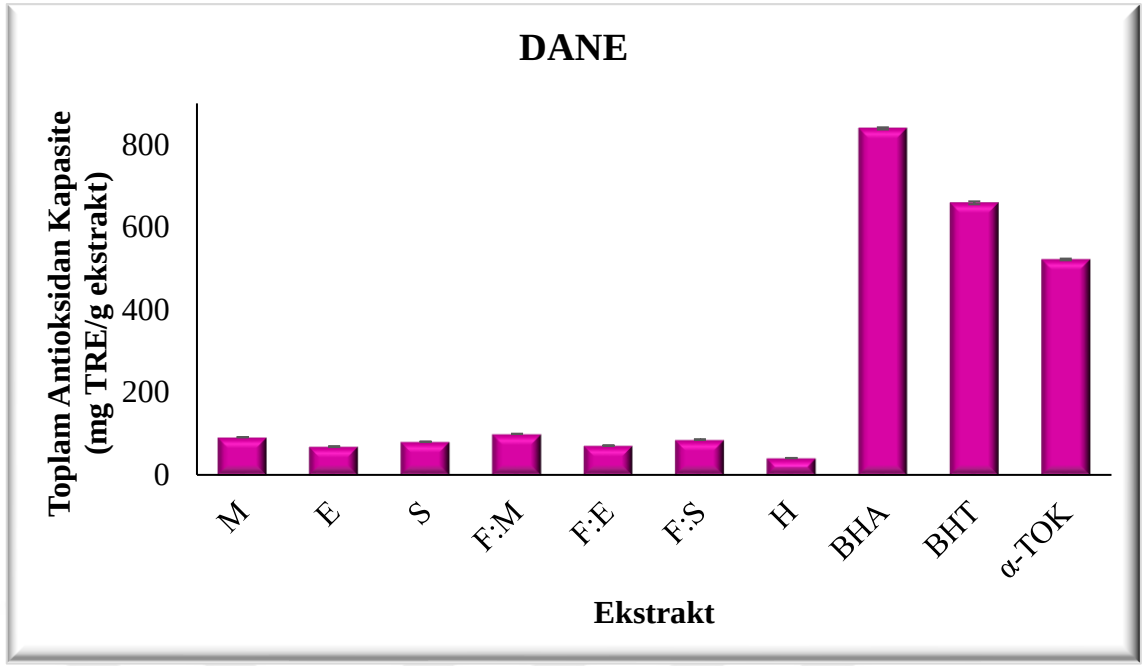
Dane ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $99.40 \pm 0.15$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile F:M ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.119.** Dane ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt      | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|---------------|----------------------------------------------------|
| M             | $91.33 \pm 0.33^e$                                 |
| E             | $68.62 \pm 0.51^g$                                 |
| S             | $80.35 \pm 0.46^f$                                 |
| F: M          | $99.40 \pm 0.15^d$                                 |
| F: E          | $70.99 \pm 0.62^g$                                 |
| F: S          | $85.49 \pm 0.35^f$                                 |
| H             | $40.74 \pm 0.35^h$                                 |
| BHA           | $839.36 \pm 2.66^a$                                |
| BHT           | $659.11 \pm 3.52^b$                                |
| $\alpha$ -TOK | $521.88 \pm 2.09^c$                                |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.100.** Dane ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Mezokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.120 ve Şekil 4.101’de verildi. Elde edilen bulgular, istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Toplam antioksidan kapasitenin  $140.84 \pm 1.81$ - $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt aralığında değiştiği belirlendi. Toplam antioksidan kapasitesine göre ekstraktlar ve standartlar  $BHA > BHT > \alpha\text{-TOK} > F:S > S > M > F:M > E > F:E > H$  şeklinde sıralandı.

Mezokarp ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $411.42 \pm 3.34$  mg TRE/g ekstrakt olarak F:S ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

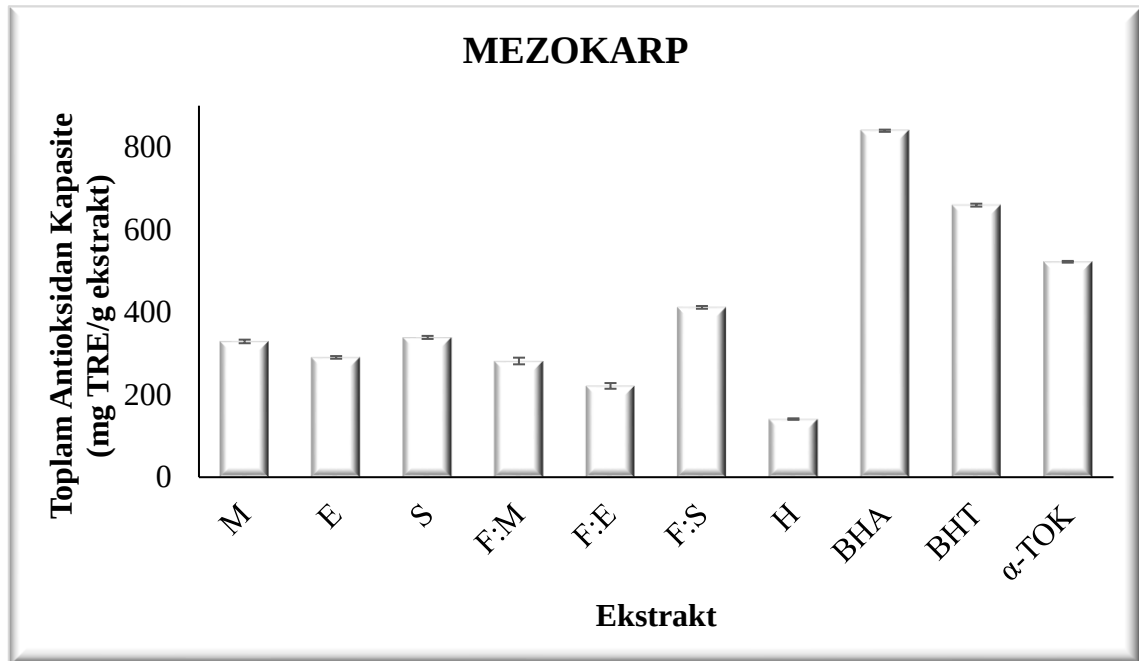


**Tablo 4.120.** Mezokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|----------|----------------------------------------------------|
| M        | 328.90 ± 4.33 <sup>f</sup>                         |
| E        | 290.23 ± 3.23 <sup>h</sup>                         |
| S        | 338.65 ± 3.70 <sup>e</sup>                         |
| F: M     | 281.51 ± 8.08 <sup>g</sup>                         |
| F: E     | 221.15 ± 6.90 <sup>i</sup>                         |
| F: S     | 411.42 ± 3.34 <sup>d</sup>                         |
| H        | 140.84 ± 1.81 <sup>j</sup>                         |
| BHA      | 839.36 ± 2.66 <sup>a</sup>                         |
| BHT      | 659.11 ± 3.52 <sup>b</sup>                         |
| α-TOK    | 521.88 ± 2.09 <sup>c</sup>                         |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.101.** Mezokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.121 ve Şekil 4.102’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt olarak BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $131.23 \pm 4.27$  mg TRE/g ekstrakt ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

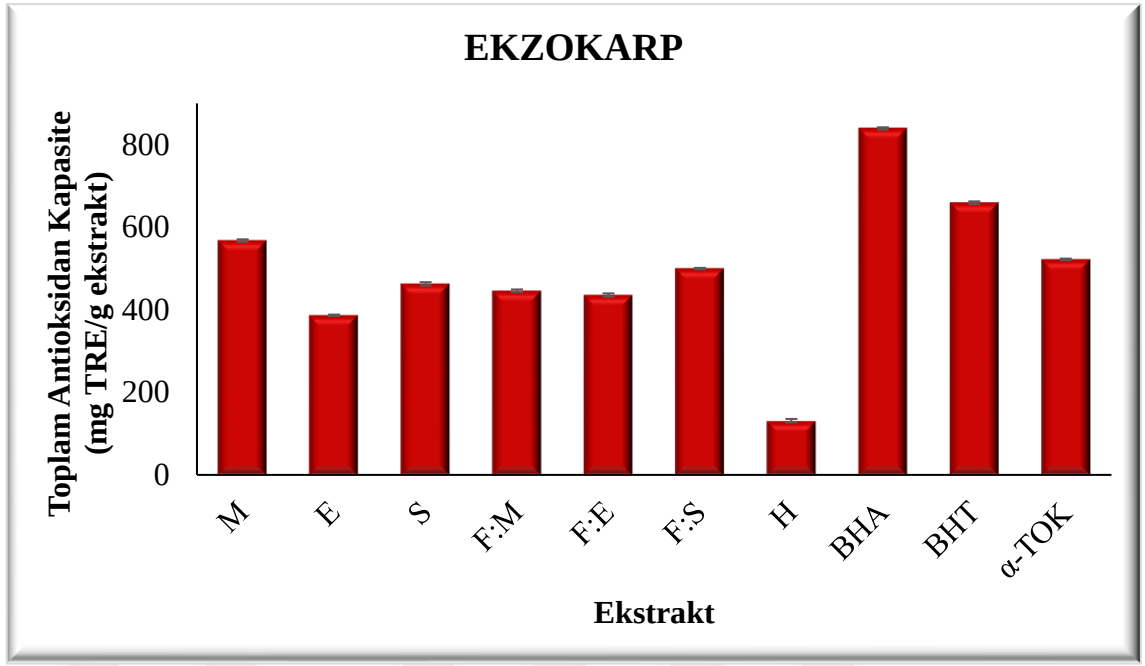
Ekzokarp ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $567.58 \pm 3.05$  mg TRE/g ekstrakt olarak M ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.121.** Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt      | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|---------------|----------------------------------------------------|
| M             | $567.58 \pm 3.05^c$                                |
| E             | $386.50 \pm 1.81^i$                                |
| S             | $462.79 \pm 4.02^f$                                |
| F: M          | $446.00 \pm 3.26^g$                                |
| F: E          | $435.86 \pm 3.83^h$                                |
| F: S          | $499.76 \pm 1.76^e$                                |
| H             | $131.23 \pm 4.27^j$                                |
| BHA           | $839.36 \pm 2.66^a$                                |
| BHT           | $659.11 \pm 3.52^b$                                |
| $\alpha$ -TOK | $521.88 \pm 2.09^d$                                |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.102.** Ekzokarp ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.122 ve Şekil 4.103’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $76.09 \pm 1.45$  mg TRE/g ekstrakt ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

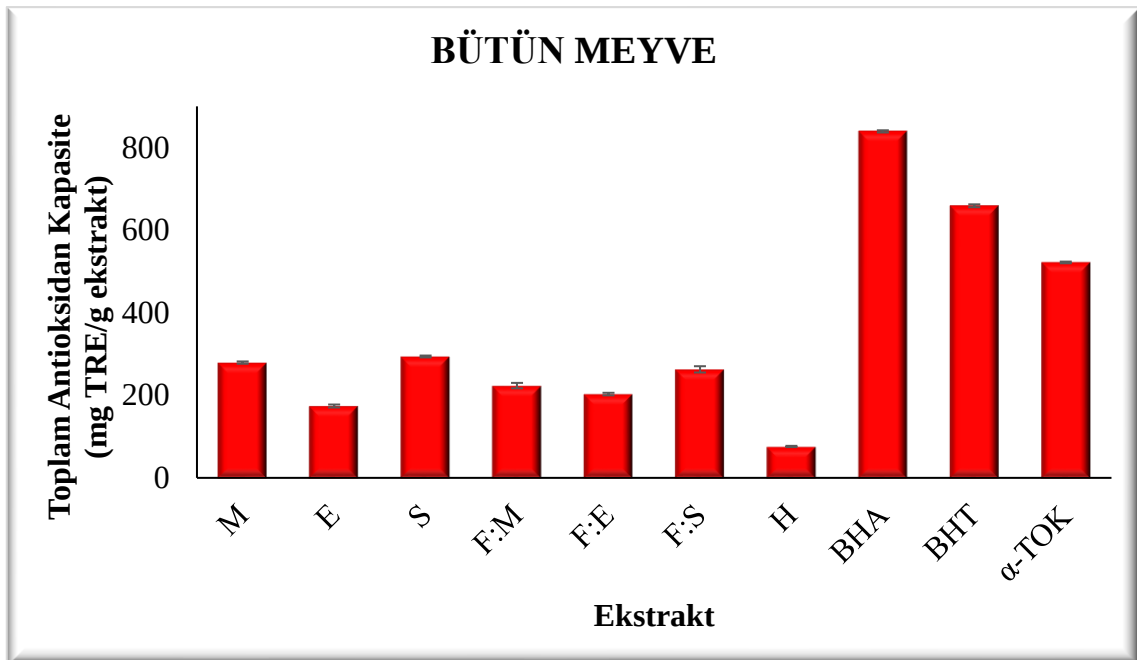
Bütün meyve ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasite  $294.04 \pm 2.26$  mg TRE/g ekstrakt (S) olarak tespit edildi.

**Tablo 4.122.** Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|----------|----------------------------------------------------|
| M        | 279.25 ± 2.76 <sup>e</sup>                         |
| E        | 174.04 ± 3.63 <sup>i</sup>                         |
| S        | 294.04 ± 2.26 <sup>d</sup>                         |
| F: M     | 223.50 ± 6.55 <sup>g</sup>                         |
| F: E     | 202.96 ± 3.13 <sup>h</sup>                         |
| F: S     | 262.87 ± 7.58 <sup>f</sup>                         |
| H        | 76.09 ± 1.45 <sup>j</sup>                          |
| BHA      | 839.36 ± 2.66 <sup>a</sup>                         |
| BHT      | 659.11 ± 3.52 <sup>b</sup>                         |
| α-TOK    | 521.88 ± 2.09 <sup>c</sup>                         |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.103.** Bütün meyve ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi Tablo 4.123 ve Şekil 4.104’de verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. En yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $839.36 \pm 2.66$  mg TRE/g ekstrakt olarak BHA standardına, en düşük toplam antioksidan kapasitenin ise  $33.90 \pm 0.45$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

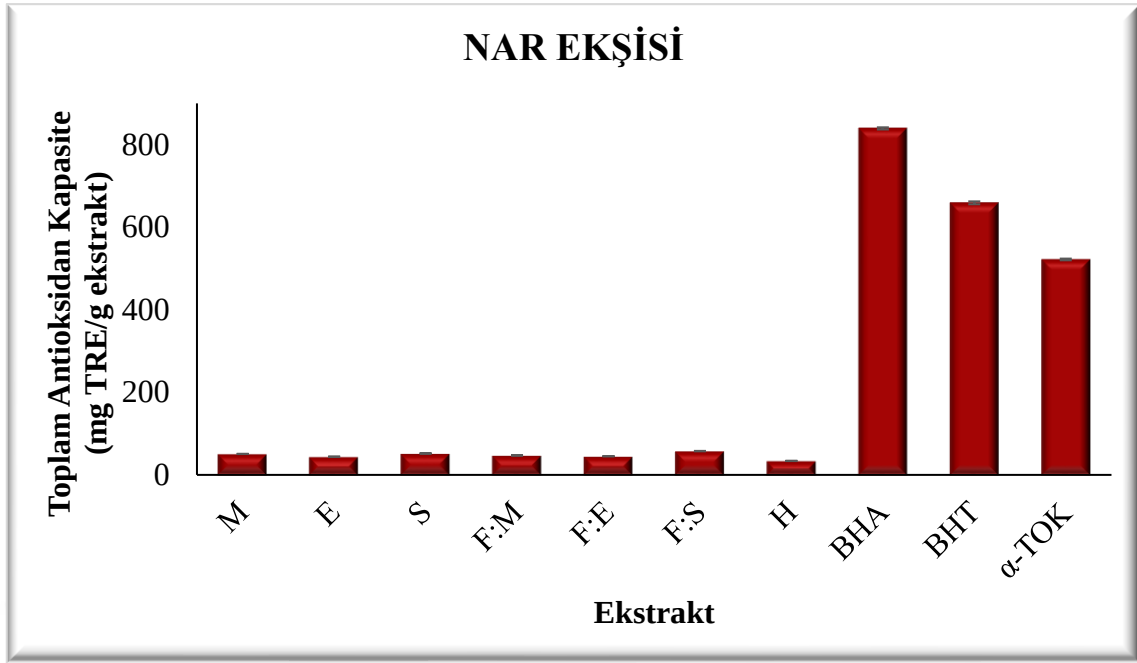
Nar ekşisi ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasitenin  $57.64 \pm 0.53$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile F:S ekstraktına ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.123.** Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

| Ekstrakt      | Toplam Antioksidan Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
|---------------|----------------------------------------------------|
| M             | $50.80 \pm 0.37^{ef}$                              |
| E             | $44.08 \pm 0.60^g$                                 |
| S             | $51.92 \pm 0.43^e$                                 |
| F: M          | $47.17 \pm 0.37^{e-g}$                             |
| F: E          | $45.20 \pm 0.43^{fg}$                              |
| F: S          | $57.64 \pm 0.53^d$                                 |
| H             | $33.90 \pm 0.45^h$                                 |
| BHA           | $839.36 \pm 2.66^a$                                |
| BHT           | $659.11 \pm 3.52^b$                                |
| $\alpha$ -TOK | $521.88 \pm 2.09^c$                                |

Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.104.** Nar ekşisi ekstraktlarının ve standartların toplam antioksidan kapasitesi

Çalışmada kullanılan tüm bitki dokularından ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların toplam antioksidan kapasitesine etkisi Tablo 4.124’de verilmiş olup sonuçlar, istatiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Toplam antioksidan kapasitesine göre dokular tomurcuk> yaprak> çiçek> ekzokarp> mezokarp> bütün meyve> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

Çalışmada kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin toplam antioksidan kapasiteye etkisi Tablo 4.125’de verildi. Elde edilen bulgular istatiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Toplam antioksidan kapasiteye göre ekstraktlar F:S> S> M> F:M> E> F:E> H olarak sıralandı.

**Tablo 4.124.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin toplam antioksidan kapasiteye etkisi

| Dokular & Ekşi | Toplam Antioksidan              |
|----------------|---------------------------------|
|                | Kapasite<br>(mg TRE/g ekstrakt) |
| Yaprak         | 659.41 <sup>ab</sup>            |
| Tomurcuk       | 694.95 <sup>a</sup>             |
| Çiçek          | 579.02 <sup>b</sup>             |
| Çekirdek       | 71.14 <sup>e</sup>              |
| Dane           | 76.70 <sup>e</sup>              |
| Mezokarp       | 287.53 <sup>d</sup>             |
| Ekzokarp       | 418.53 <sup>c</sup>             |
| Bütün Meyve    | 216.11 <sup>d</sup>             |
| Nar Ekşisi     | 47.24 <sup>e</sup>              |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

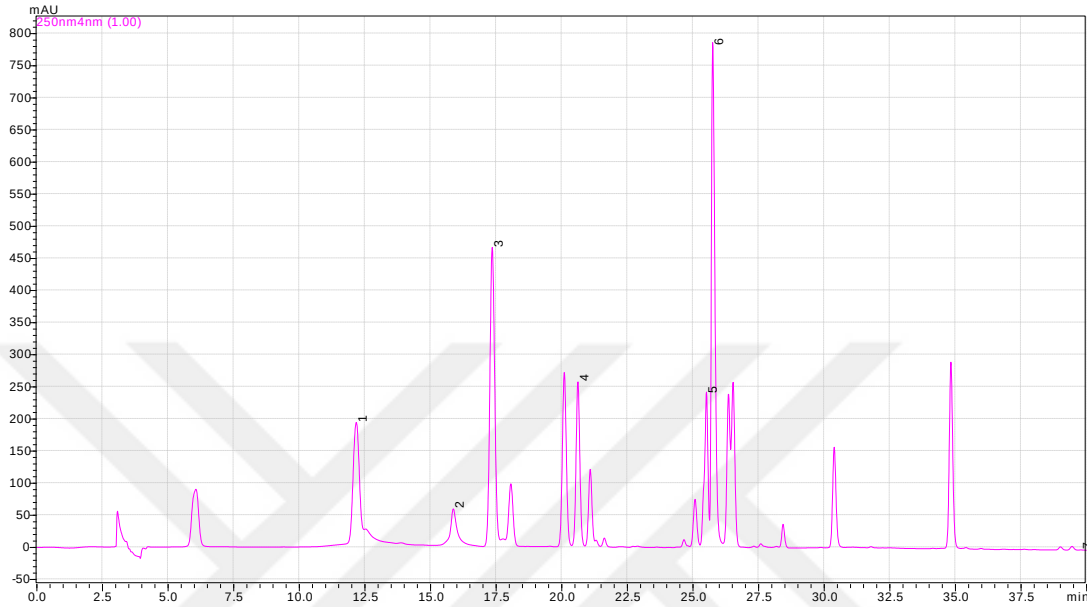
**Tablo 4.125.** Ekstraksiyon çözücülerinin toplam antioksidan kapasiteye etkisi

| Ekstrakt | Toplam Antioksidan Kapasite |
|----------|-----------------------------|
|          | (mg TRE/g ekstrakt)         |
| M        | 407.23 <sup>ab</sup>        |
| E        | 336.03 <sup>ab</sup>        |
| S        | 410.59 <sup>ab</sup>        |
| F: M     | 387.55 <sup>ab</sup>        |
| F: E     | 328.42 <sup>b</sup>         |
| F: S     | 417.94 <sup>a</sup>         |
| H        | 84.94 <sup>c</sup>          |

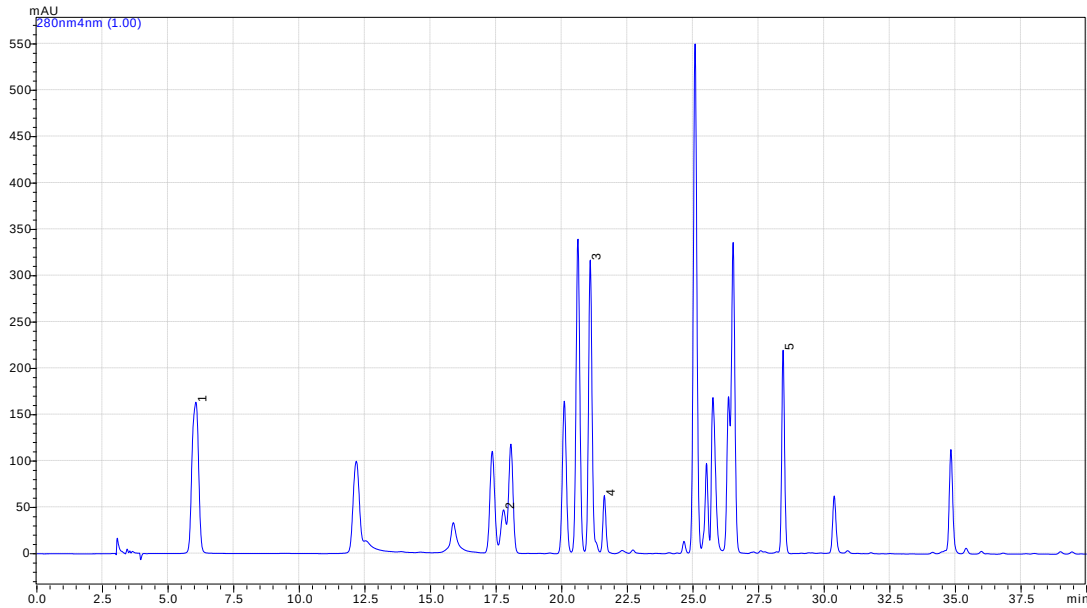
Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.12. *P. granatum* L. Ekstraktlarının Fenolik Bileşiklerinin HPLC Analizleri

Nar yaprak, tomurcuk, çiçek, çekirdek, dane, mezokarp, ekzokarp, bütün meyve dokuları ve nar ekşisinin metanol ekstraktlarında tayin edilen fenolik bileşiklere ait HPLC-DAD kromatogramları Şekil 4.105-108’de verildi.

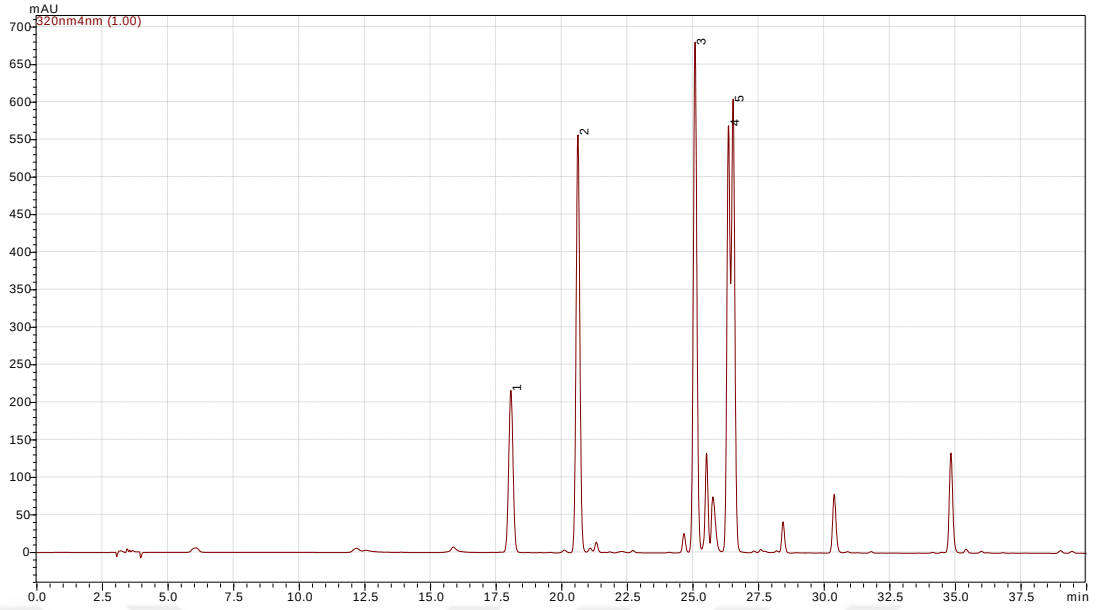


**Şekil 4.105.** 250 nm dalga boyunda standart mix (1: Protokateşuik asit, 2: Punikalajin, 3: *p*-OH benzoik asit, 4: Vanilik asit, 5: Rutin ve 6: Ellagik asit) kromatogramları

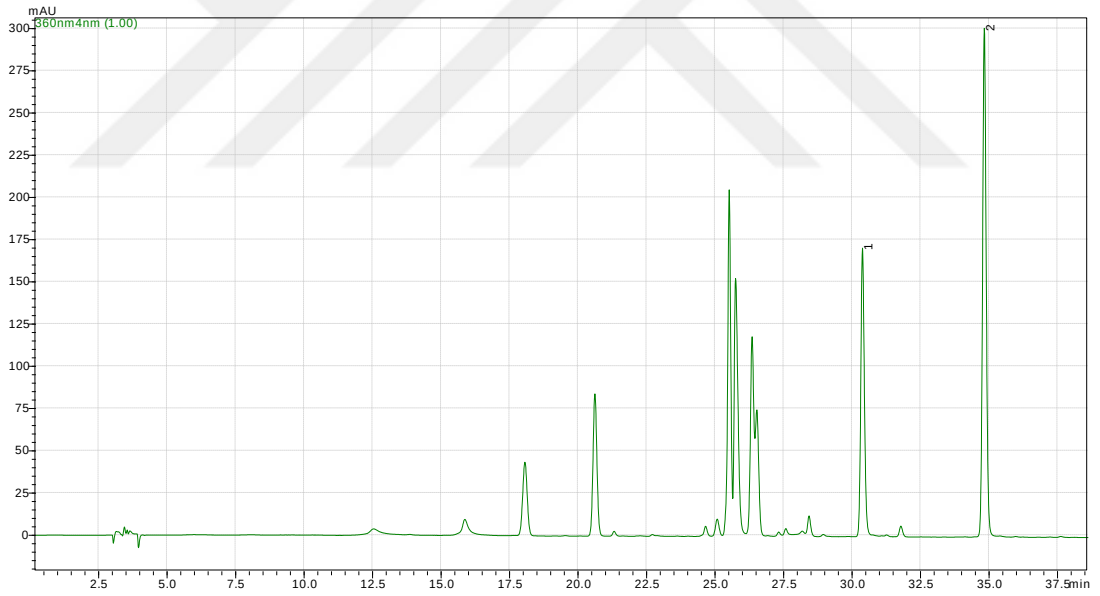


**Şekil 4.106.** 280 nm dalga boyunda standart mix (1: Gallik asit, 2: Kateşin, 3: Şiringik asit, 4: Epikateşin ve 5: Naringin) kromatogramları





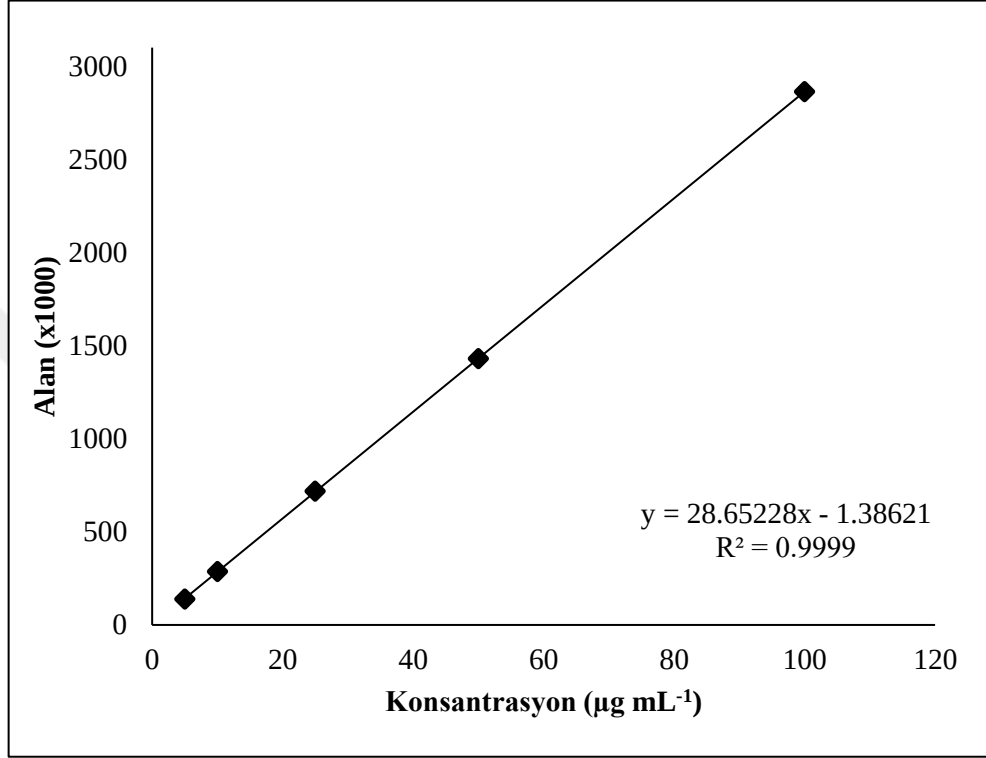
**Şekil 4.107.** 320 nm dalga boyunda standart mix (1: Klorojenik asit, 2: Kafeik asit, 3: *p*-kumarik asit, 4: Sinapik asit ve 5: *trans*-ferulik asit) kromatogramları



**Şekil 4.108.** 360 nm dalga boyunda standart mix (1: Mirisetin ve 2: Kuersetin) kromatogramları

#### 4.12.1. Gallik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının gallik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok gallik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.109).



**Şekil 4.109.** Gallik asit kalibrasyon grafiği

Gallik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilirlik sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi. Ekstraktlarda tayin edilen gallik asit miktarları ise Tablo 4.127’de verildi.

Elde edilen bulgulara göre dane, mezokarp, ekzokarp, bütün meyve dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarında gallik asit bileşiği tespit edilemedi. En yüksek gallik asit miktarının  $725.50 \pm 0.08$  mg/100 g ekstrakt olarak yaprak dokusuna, en düşük gallik asit miktarının ise  $32.77 \pm 0.03$  mg/100 g ekstrakt ile çekirdek dokusuna ait olduğu tespit edildi.

**Tablo 4.126.** Standart bileşiklere ait RT, LOD, LOQ ve geri kazanım parametreleri

| <b>Fenolik Bileşik</b>     | <b>RT<br/>(dk)</b> | <b>LOD<br/>(<math>\mu\text{g mL}^{-1}</math>)</b> | <b>LOQ<br/>(<math>\mu\text{g mL}^{-1}</math>)</b> | <b>Dalga<br/>Boyu<br/>(nm)</b> | <b>Geri<br/>Kazanım<br/>(%)</b> |
|----------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Gallik asit                | 6.415              | 0.02                                              | 0.07                                              | 280                            | 99                              |
| Şiringik asit              | 21.079             | 0.01                                              | 0.03                                              | 280                            | 101                             |
| Epikateşin                 | 21.616             | 0.03                                              | 0.09                                              | 280                            | 96                              |
| Rutin                      | 25.853             | 0.02                                              | 0.07                                              | 250                            | 94                              |
| Ellagik asit               | 26.289             | 0.19                                              | 0.57                                              | 250                            | 98                              |
| Punikalajin                | 16.593             | 0.21                                              | 0.63                                              | 250                            | 96                              |
| Protokateşuik asit         | 12.867             | 0.04                                              | 0.13                                              | 250                            | 102                             |
| <i>p</i> -OH Benzoik asit  | 17.305             | 0.04                                              | 0.11                                              | 250                            | 103                             |
| Klorojenik asit            | 18.711             | 0.22                                              | 0.72                                              | 320                            | 99                              |
| Vanilik asit               | 20.659             | 0.03                                              | 0.08                                              | 250                            | 103                             |
| Kafeik asit                | 21.271             | 0.06                                              | 0.19                                              | 320                            | 101                             |
| Sinapik asit               | 26.718             | 0.01                                              | 0.03                                              | 320                            | 94                              |
| <i>trans</i> -Ferulik asit | 26.956             | 0.01                                              | 0.03                                              | 320                            | 97                              |
| Mirisetin                  | 30.684             | 0.15                                              | 0.46                                              | 360                            | 102                             |
| Kuersetin                  | 32.295             | 0.13                                              | 0.40                                              | 360                            | 95                              |
| <i>p</i> -Kumarik asit     | 25.073             | 0.01                                              | 0.03                                              | 320                            | 96                              |
| Kateşin                    | 17.778             | 0.04                                              | 0.12                                              | 280                            | 98                              |
| Naringin                   | 28.672             | 0.15                                              | 0.58                                              | 280                            | 97                              |

**Tablo 4.127.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının gallik asit miktarları

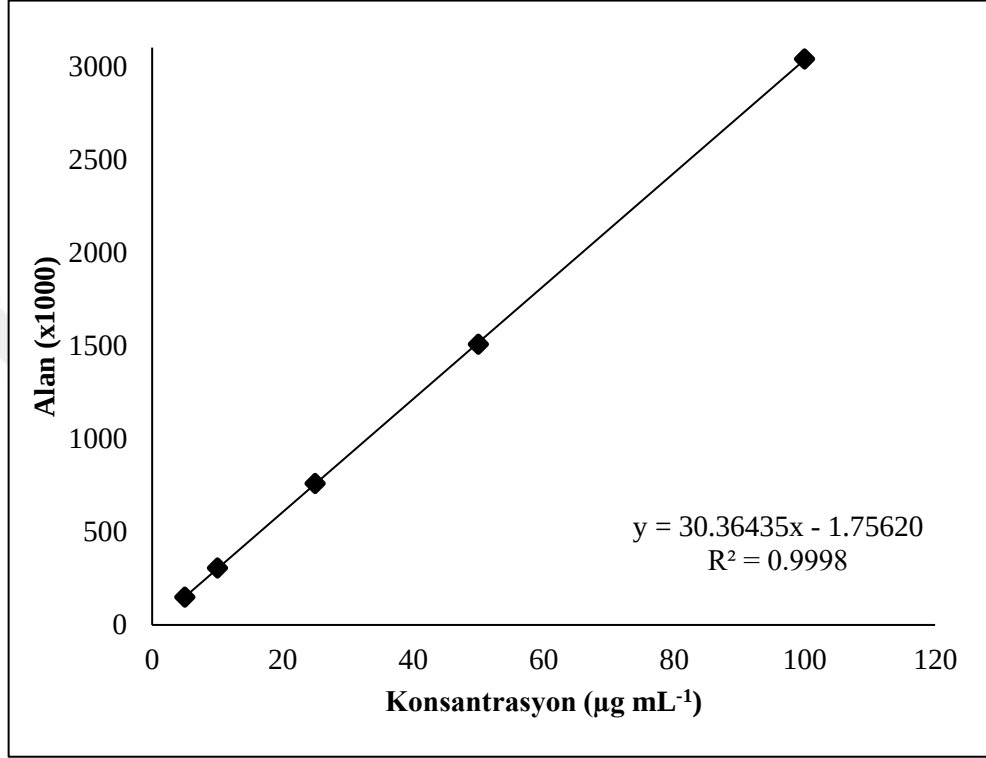
| <b>Dokular &amp; Ekşi</b> | <b>Gallik Asit<br/>(mg/100g ekstrakt)</b> |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| Yaprak                    | 725.50 ± 0.08 <sup>a</sup>                |
| Tomurcuk                  | 319.08 ± 0.03 <sup>c</sup>                |
| Çiçek                     | 403.22 ± 0.06 <sup>b</sup>                |
| Çekirdek                  | 32.77 ± 0.03 <sup>d</sup>                 |
| Dane                      | *T.E.                                     |
| Mezokarp                  | T.E.                                      |
| Ekzokarp                  | T.E.                                      |
| Bütün Meyve               | T.E.                                      |
| Nar Ekşisi                | T.E.                                      |

\*T.E.: Tespit edilemedi.

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.12.2. Şiringik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının şiringik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000 µg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan ana stok şiringik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0 µg mL<sup>-1</sup> aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.110).



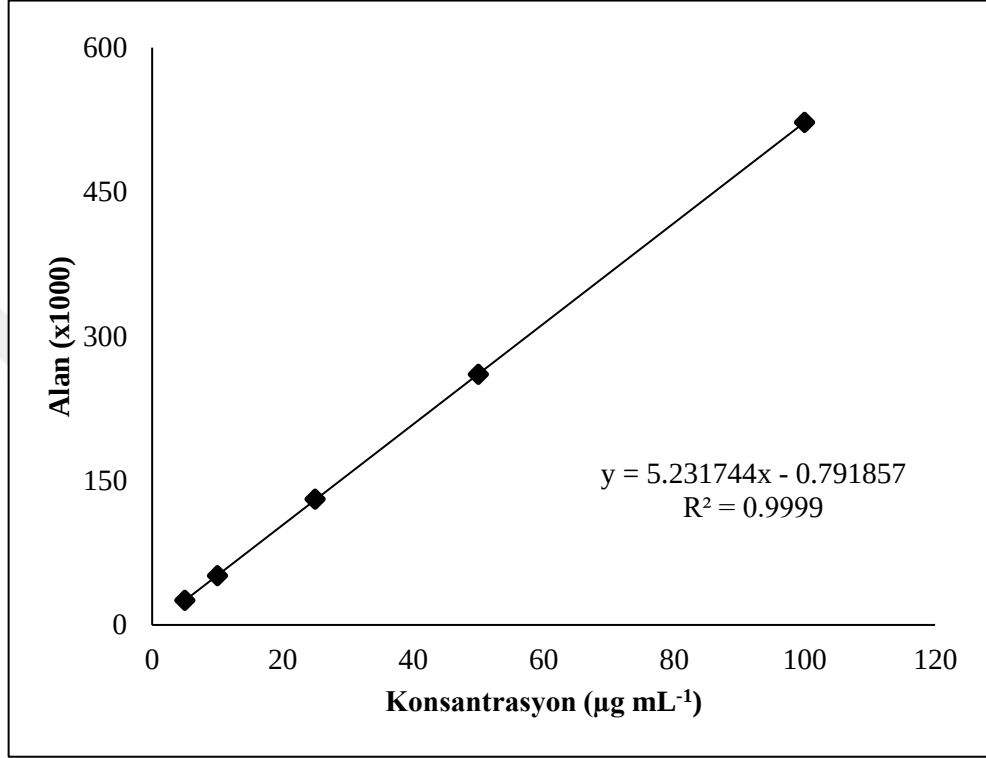
**Şekil 4.110.** Şiringik asit kalibrasyon grafiği

Şiringik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizi yapılan tüm ekstraktlar arasından çekirdek ekstraktı hariç diğer ekstraktlarda şiringik asit tespit edilemedi. Çekirdek dokusunun metanol ekstraktındaki şiringik asit miktarı ise 35.50±0.01 mg/100 g ekstrakt olarak belirlendi.

#### 4.12.3. Epikateşin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının epikateşin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok epikateşin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.111).



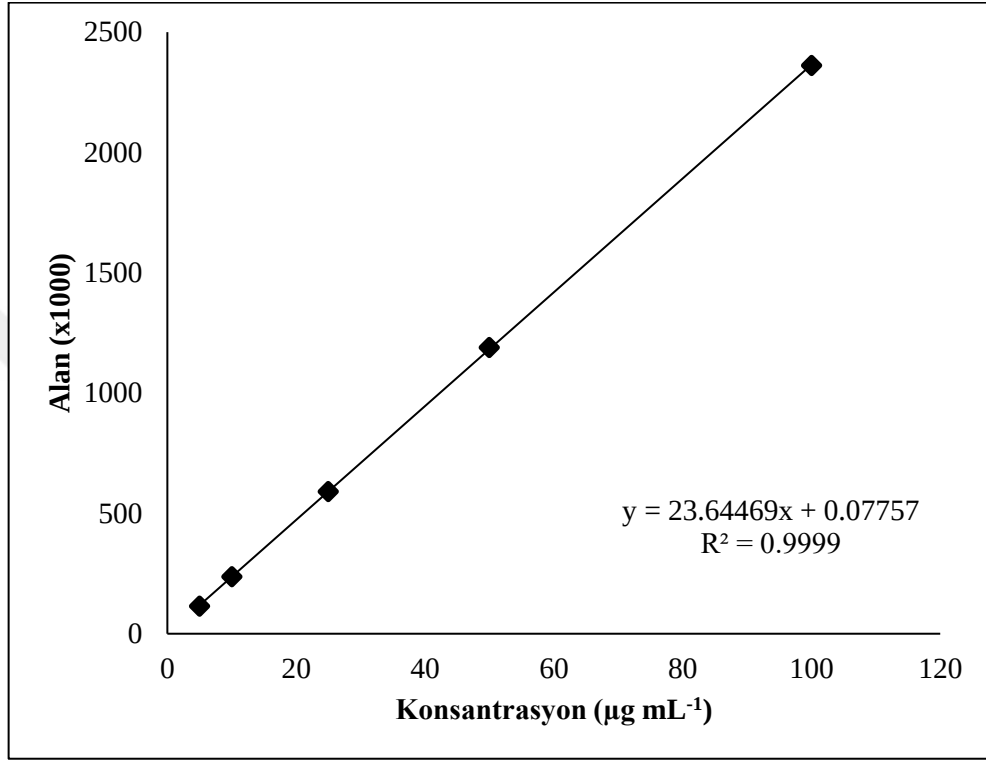
Şekil 4.111. Epikateşin kalibrasyon grafiği

Epikateşin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlar arasında, dane ekstraktı hariç diğer ekstraktlarda epikateşin tespit edilemedi. Dane dokusunun metanol ekstraktında ise  $4.71 \pm 0.01$  mg/100 g ekstrakt miktarında epikateşin bulunduğu belirlendi.

#### 4.12.4. Rutin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının rutin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok rutin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.112).



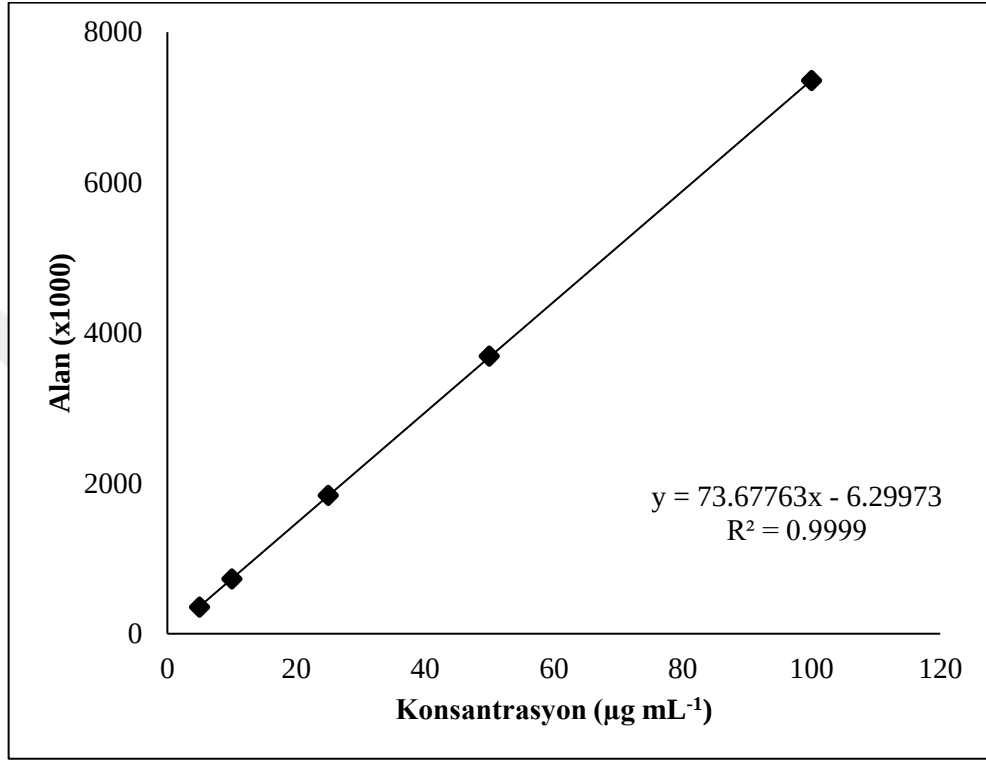
Şekil 4.112. Rutin kalibrasyon grafiği

Rutin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlar arasında, mezokarp ve ekzokarp ekstraktları hariç diğer ekstraktlarda rutin tespit edilemedi. Mezokarp ekstraktındaki rutin miktarı  $6.09 \pm 0.02$  mg/100 g ekstrakt, ekzokarp ekstraktındaki rutin miktarı ise  $534.74 \pm 0.15$  mg/100 g ekstrakt olarak belirlendi.

#### 4.12.5. Ellagik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının ellagik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok ellagik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.113).



Şekil 4.113. Ellagik asit kalibrasyon grafiği

Ellagik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan ekstraktlarda tespit edilen ellagik asit miktarları Tablo 4.128’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Ellagik asit miktarına göre ekstraktlar tomurcuk> çiçek> ekzokarp> bütün meyve> mezokarp> yaprak> nar ekşisi> çekirdek> dane şeklinde sıralandı.



**Tablo 4.128.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının ellagik asit miktarları

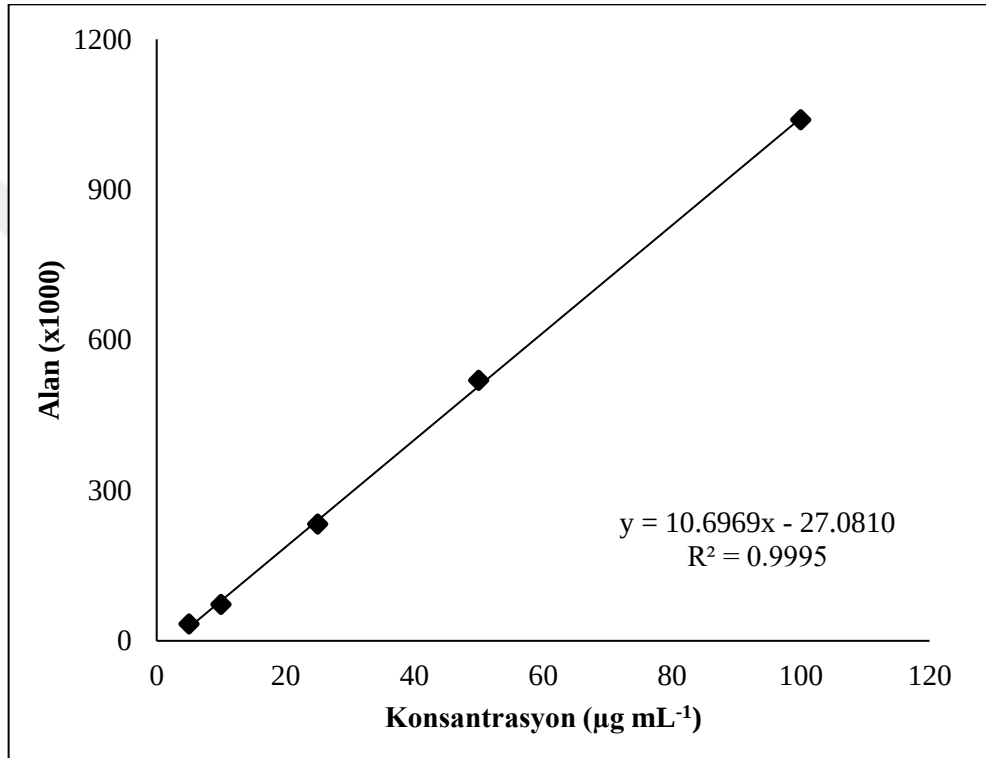
| <b>Dokular &amp; Ekşi</b> | <b>Ellagik Asit<br/>(mg/100g ekstrakt)</b> |
|---------------------------|--------------------------------------------|
| Yaprak                    | $144.46 \pm 0.02^f$                        |
| Tomurcuk                  | $1142.78 \pm 0.02^a$                       |
| Çiçek                     | $469.82 \pm 0.06^b$                        |
| Çekirdek                  | $13.94 \pm 0.03^h$                         |
| Dane                      | $5.26 \pm 0.01^i$                          |
| Mezokarp                  | $147.45 \pm 0.06^e$                        |
| Ekzokarp                  | $407.26 \pm 0.04^c$                        |
| Bütün Meyve               | $204.58 \pm 0.10^d$                        |
| Nar Ekşisi                | $20.56 \pm 0.07^g$                         |

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.12.6. Punikalajin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının punikalajin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok punikalajin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.114).

Punikalajin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’de verildi.



Şekil 4.114. Punikalajin kalibrasyon grafiği

HPLC analizleri yapılan tüm metanol ekstraktlarında tespit edilen punikalajin miktarları Tablo 4.129’da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Punikalajin miktarına göre ekstraktlar ekzokarp> bütün meyve> mezokarp> tomurcuk> çiçek> dane şeklinde sıralandı. Ek olarak, yaprak, çekirdek ve nar ekşisi ekstraktlarında punikalajin tespit edilemedi.

**Tablo 4.129.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarındaki punikalajin miktarları

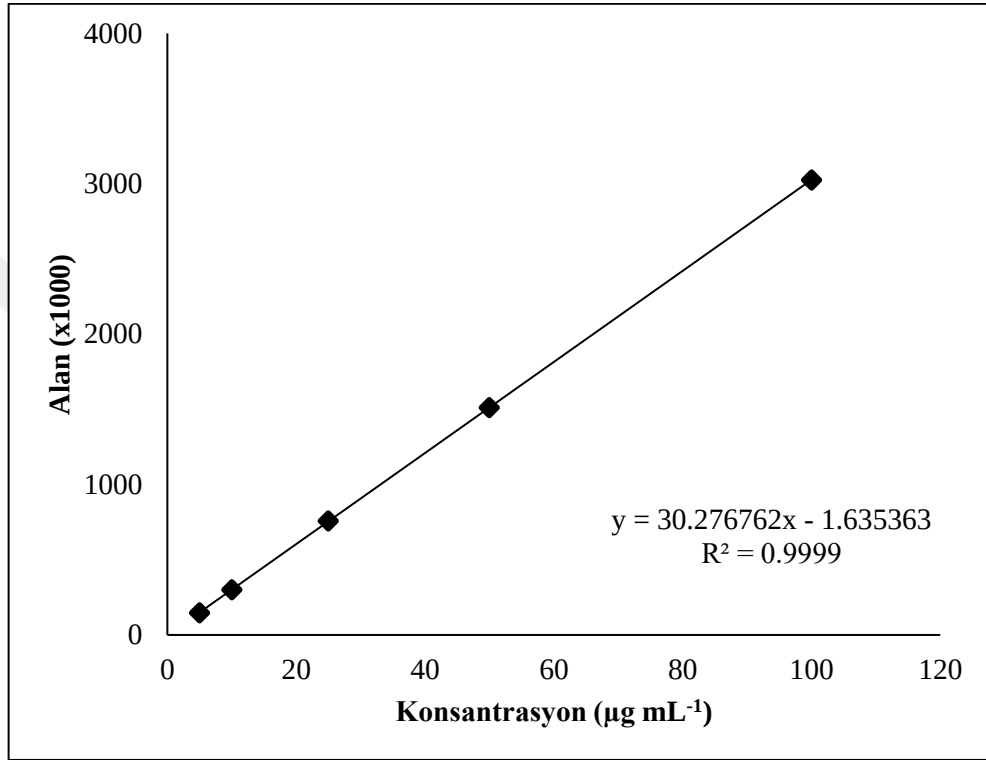
| <b>Dokular &amp; Ekşi</b> | <b>Punikalajin<br/>(mg/100g ekstrakt)</b> |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| Yaprak                    | *T.E.                                     |
| Tomurcuk                  | 1900.53 ± 0.04 <sup>d</sup>               |
| Çiçek                     | 668.73 ± 0.06 <sup>e</sup>                |
| Çekirdek                  | T.E.                                      |
| Dane                      | 23.20 ± 0.65 <sup>f</sup>                 |
| Mezokarp                  | 4791.05 ± 0.12 <sup>c</sup>               |
| Ekzokarp                  | 7968.00 ± 0.04 <sup>a</sup>               |
| Bütün Meyve               | 4893.30 ± 0.06 <sup>b</sup>               |
| Nar ekşisi                | T.E.                                      |

\*T.E.: Tespit edilemedi

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.12.7. Protokateşuik Asit Analiz Sonuçları

HPLC analizleri yapılan tüm metanol ekstraktlarının protokateşuik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok protokateşuik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.115).



Şekil 4.115. Protokateşuik asit kalibrasyon grafiği

Protokateşuik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

Tüm metanol ekstraktlarında tespit edilen protokateşuik asit miktarları Tablo 4.130’da verildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Protokateşuik asit miktarına göre ekstraktlar ekzokarp> bütün meyve> mezokarp> tomurcuk> çiçek olarak sıralandı. Ancak, yaprak, çekirdek, dane ve nar ekşisi ekstraktlarında protokateşuik asit tespit edilemedi.

**Tablo 4.130.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarındaki protokateşuik asit miktarları

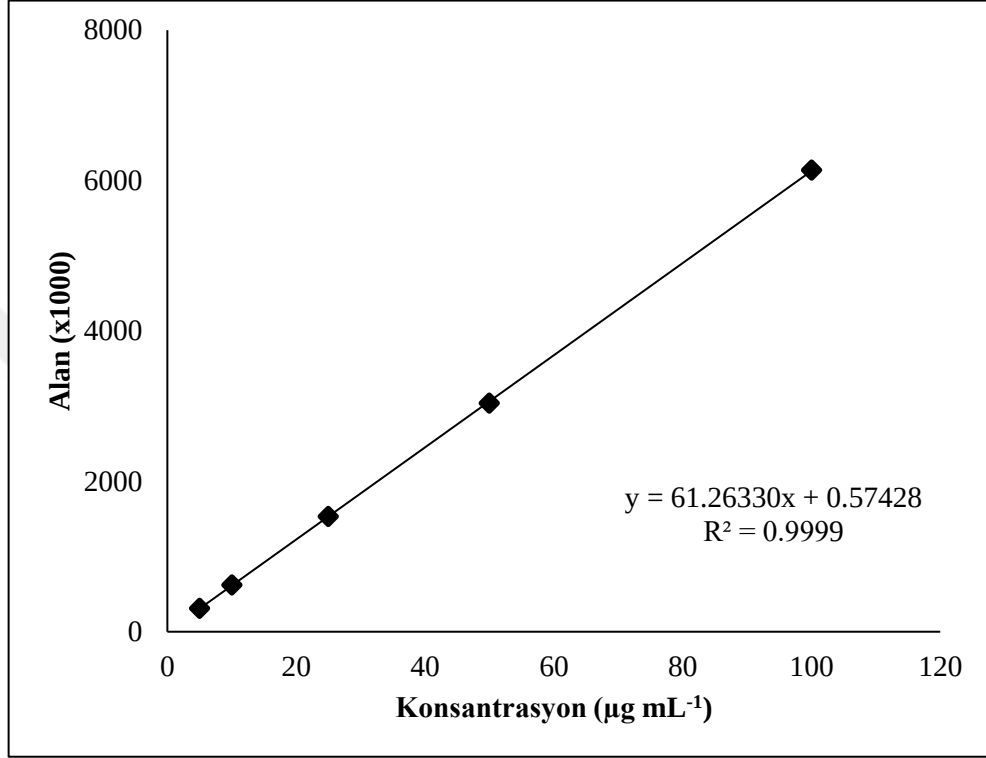
| <b>Dokular &amp; Ekşi</b> | <b>Protokateşuik Asit<br/>(mg/100 g ekstrakt)</b> |
|---------------------------|---------------------------------------------------|
| Yaprak                    | *T.E.                                             |
| Tomurcuk                  | 319.08 ± 0.09 <sup>d</sup>                        |
| Çiçek                     | 90.84 ± 0.08 <sup>e</sup>                         |
| Çekirdek                  | T.E.                                              |
| Dane                      | T.E.                                              |
| Mezokarp                  | 811.56 ± 0.03 <sup>c</sup>                        |
| Ekzokarp                  | 1394.27 ± 0.11 <sup>a</sup>                       |
| Bütün Meyve               | 952.12 ± 0.04 <sup>b</sup>                        |
| Nar Ekşisi                | T.E.                                              |

\*T.E.: Tespit edilemedi

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.12.8. *p*-OH Benzoik Asit Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının *p*-OH benzoik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000 µg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan ana stok *p*-OH benzoik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0 µg mL<sup>-1</sup> aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.116).



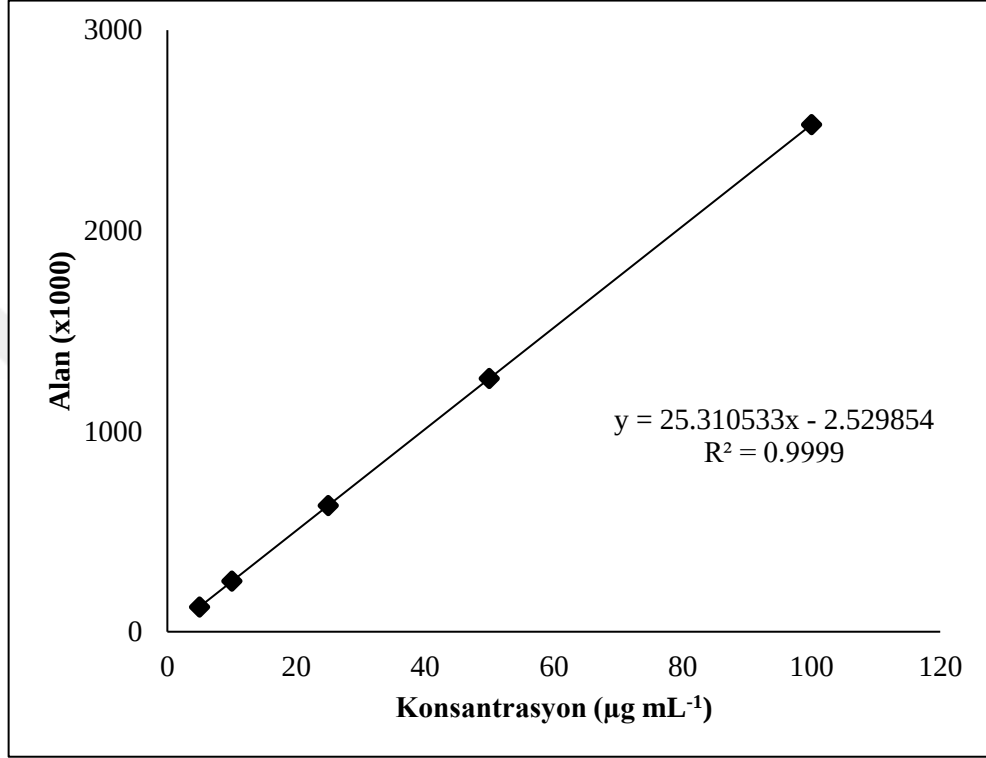
Şekil 4.116. *p*-OH benzoik asit kalibrasyon grafiği

*p*-OH benzoik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda *p*-OH benzoik asit tespit edilemedi.

#### 4.12.9. Klorojenik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının klorojenik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok klorojenik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.117).



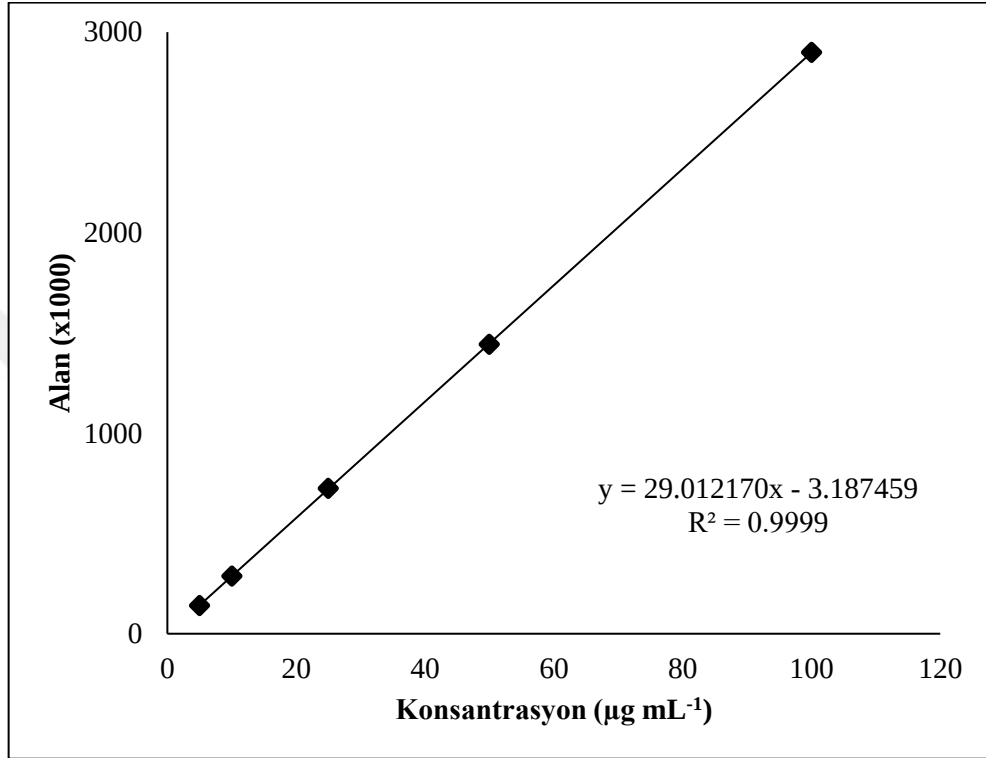
Şekil 4.117. Klorojenik asit kalibrasyon grafiği

Klorojenik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda klorojenik asit tespit edilemedi.

#### 4.12.10. Vanilik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının vanilik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok vanilik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.118).



Şekil 4.118. Vanilik asit kalibrasyon grafiği

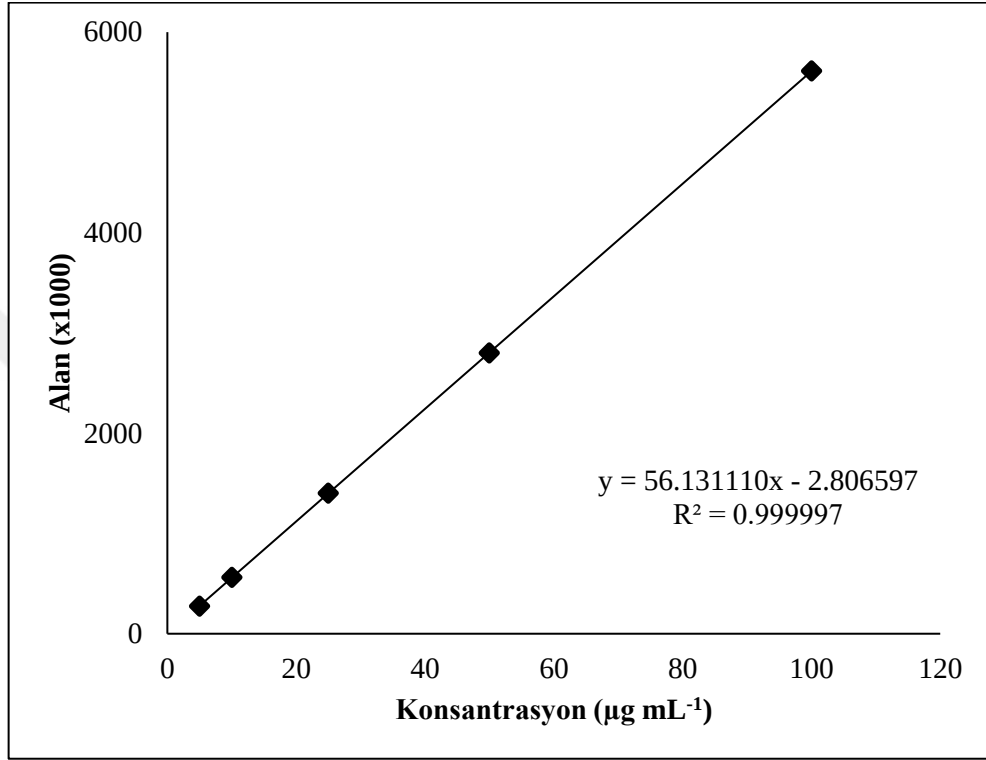
Vanilik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda vanilik asit tespit edilemedi.



#### 4.12.11. Kafeik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının kafeik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok kafeik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.119).



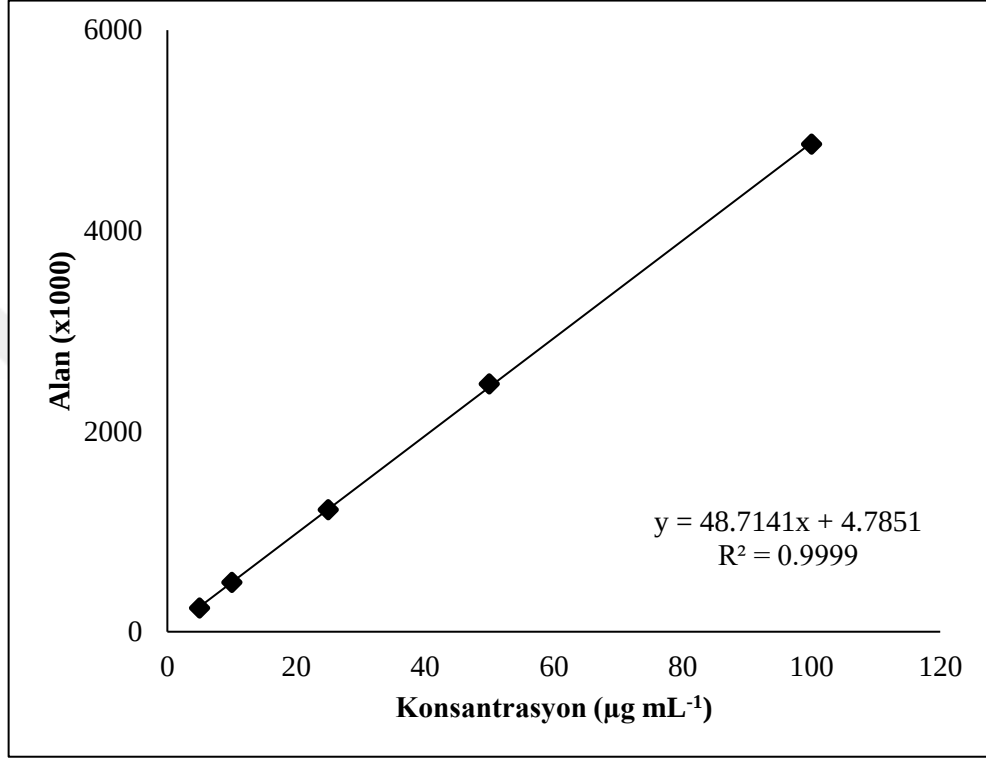
Şekil 4.119. Kafeik asit kalibrasyon grafiği

Kafeik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda kafeik asit tespit edilemedi.

#### 4.12.12. Sinapik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının sinapik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok sinapik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.120).



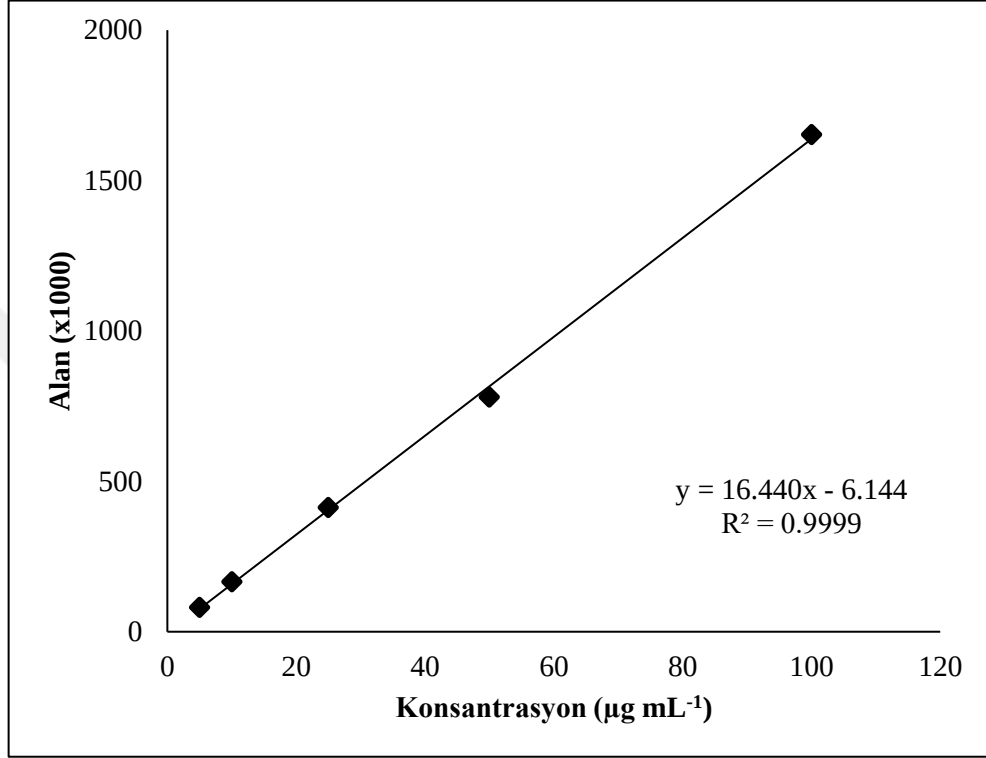
Şekil 4.120. Sinapik asit kalibrasyon grafiği

Sinapik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda sinapik asit tespit edilemedi.

#### 4.12.13. *trans*-Ferulik Asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının *trans*-ferulik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000 µg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan ana stok *trans*-ferulik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0 µg mL<sup>-1</sup> aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.121).



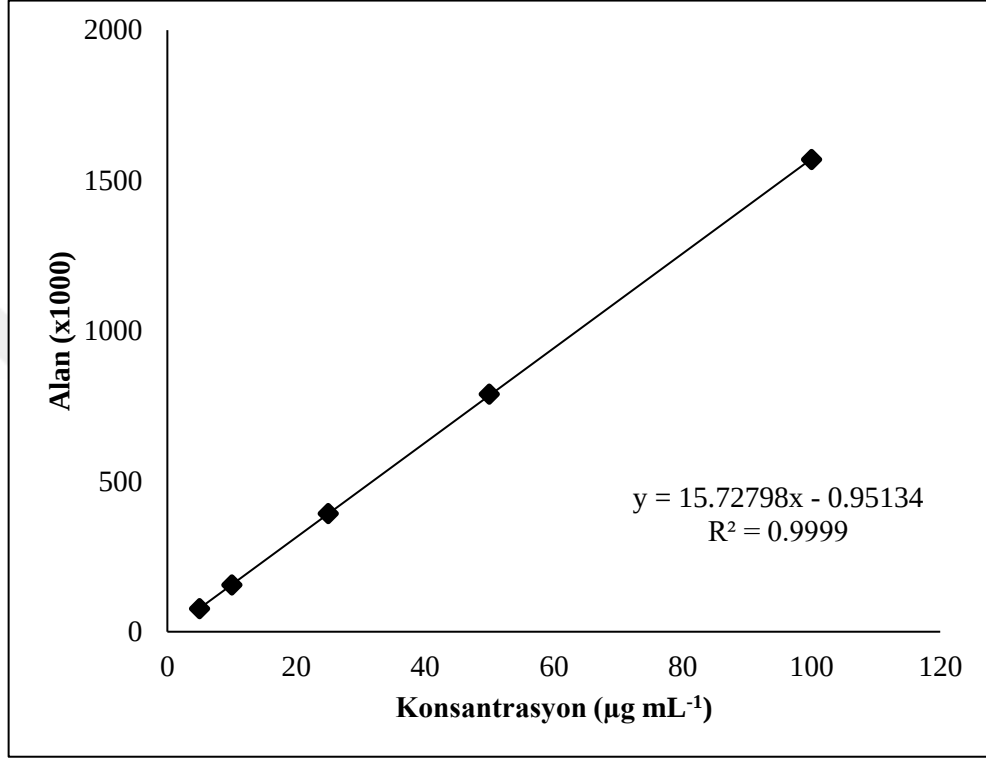
Şekil 4.121. *trans*- ferulik asit kalibrasyon grafiği

*trans*-ferulik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda *trans*-ferulik asit tespit edilemedi.

#### 4.12.14. Mirisetin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının mirisetin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok mirisetin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.122).



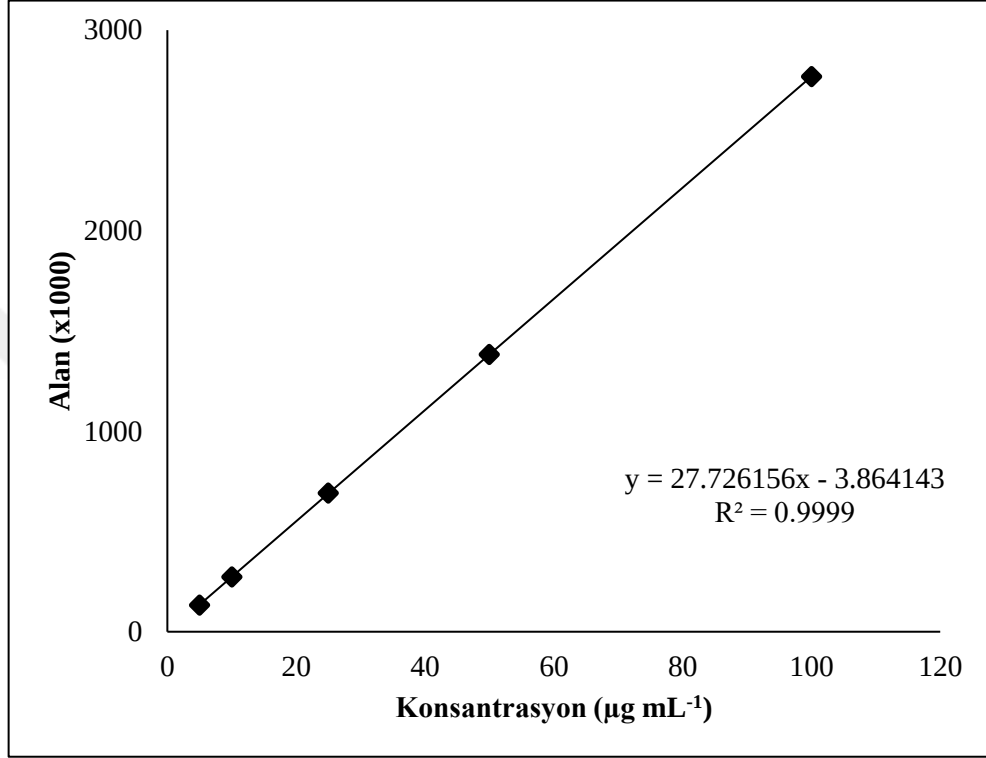
Şekil 4.122. Mirisetin kalibrasyon grafiği

Mirisetin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda mirisetin tespit edilemedi.

#### 4.12.15. Kuersetin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının kuersetin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok kuersetin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.123).



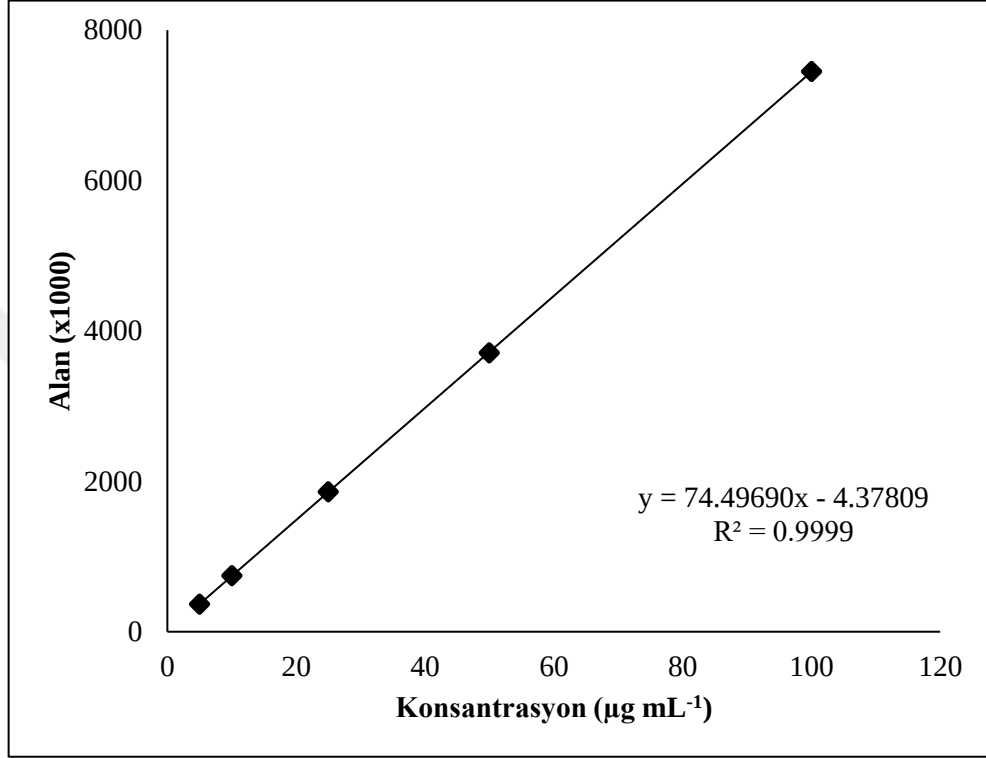
Şekil 4.123. Kuersetin kalibrasyon grafiği

Kuersetin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan tüm ekstraktlarda kuersetin tespit edilemedi.

#### 4.12.16. *p*-Kumarik asit Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının *p*-kumarik asit içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok *p*-kumarik asit çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.124).



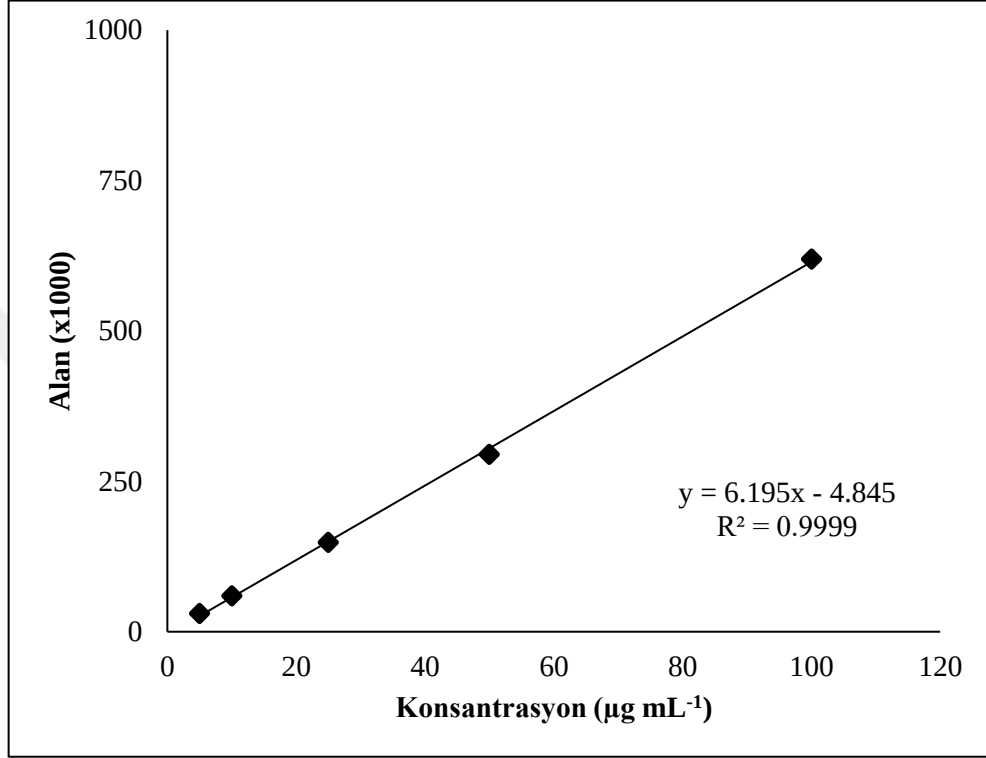
Şekil 4.124. *p*-kumarik asit kalibrasyon grafiği

*p*-kumarik asit standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan ekstraktlarda *p*-kumarik asit tespit edilemedi.

#### 4.12.17. Kateşin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının kateşin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok kateşin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.125).



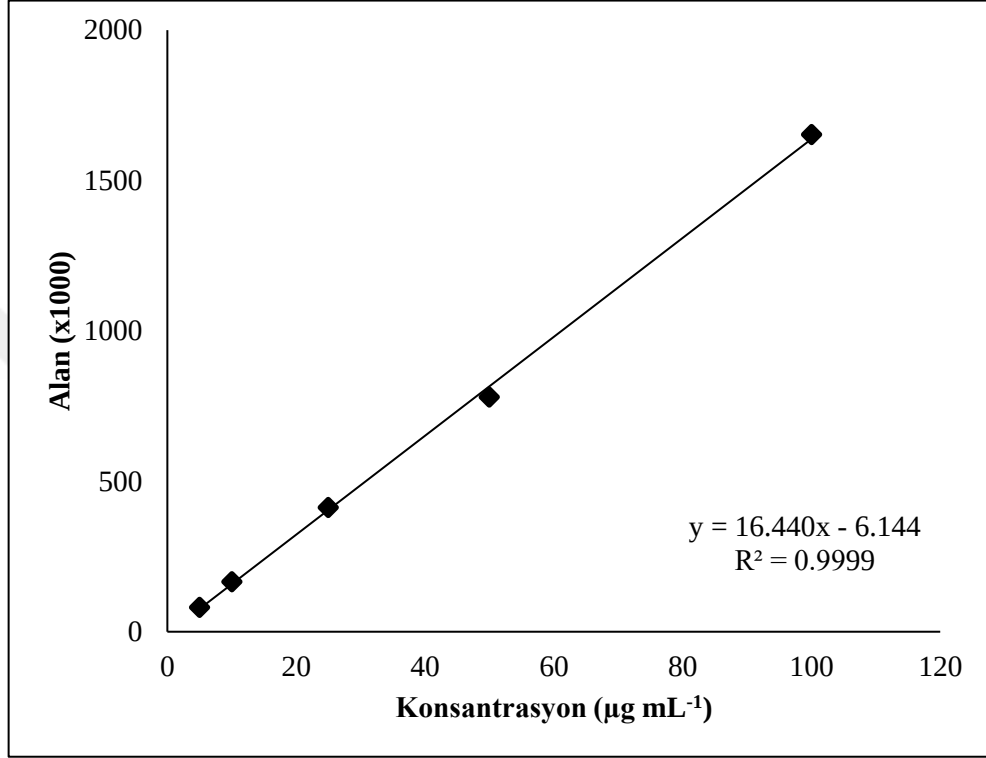
Şekil 4.125. Kateşin kalibrasyon grafiği

Kateşin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan ekstraktlarda kateşin tespit edilemedi.

#### 4.12.18. Naringin Analiz Sonuçları

Tüm metanol ekstraktlarının naringin içerikleri 3.2.13’de tanımlanan prosedüre göre HPLC analizi ile belirlendi. 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanan ana stok naringin çözeltisinden yararlanarak 5.0-100.0  $\mu\text{g mL}^{-1}$  aralığında farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı ve kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.126).



Şekil 4.126. Naringin kalibrasyon grafiği

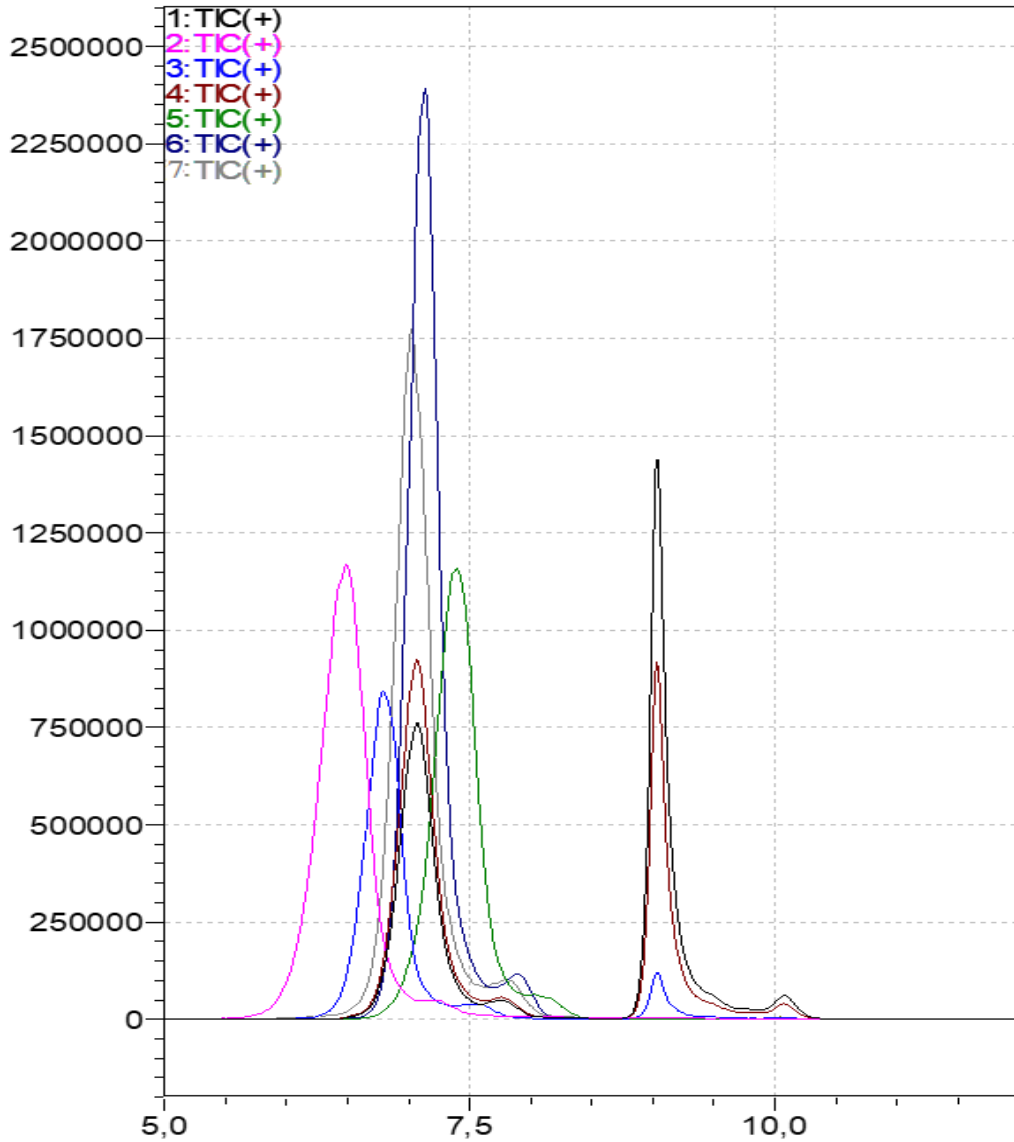
Naringin standardının alıkonma zamanı (RT), gözlenebilme sınırı (LOD), miktar tayin sınırı (LOQ) ve geri kazanım parametreleri Tablo 4.126’da verildi.

HPLC analizleri yapılan ekstraktlarda naringin tespit edilemedi.



#### 4.13. *P. granatum* L. Ekstraktlarında Antosiyanin Bileşiklerin LC-MS/MS Analizleri

Nar yaprak, tomurcuk, çiçek, çekirdek, dane, mezokarp, ekzokarp, bütün meyve dokuları ve nar ekşisinin asitlendirilmiş metanol ekstraktlarında tayin edilen antosiyanin bileşiklere ait LC-MS/MS kromatogramı Şekil 4.127’de, standartlara ait ana iyon, yavru iyon ve alıkonma zamanları Tablo 4.131’de verildi.



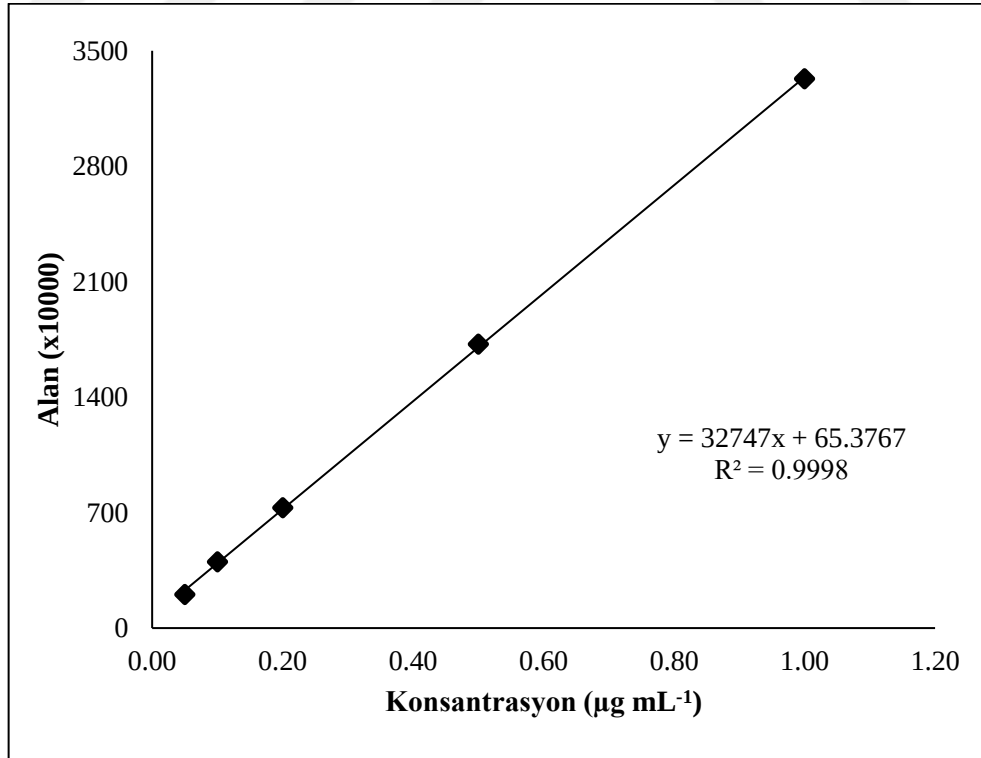
**Şekil 4.127.** LC-MS/MS ile tayin edilen bileşiklerin mix standart (delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3-rutinozit, siyanidin-3-arabinozit, siyanidin-3-galaktozit, pelargonidin-3-glikozit ve malvidin-3-glikozit) kromatogramları

**Tablo 4.131.** Antosiyanin standartlarına ait RT, ana iyon ve yavru iyon parametreleri

| Antosiyanin Bileşik    | RT<br>(dk) | Ana İyon<br>(m z <sup>-1</sup> ) | Yavru İyon<br>(m z <sup>-1</sup> ) |
|------------------------|------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Delfinidin-3-glikozit  | 6.467      | 465                              | 303/257                            |
| Siyanidin-3-glikozit   | 6.843      | 449                              | 287/213                            |
| Pelargonidin-3-glikozi | 7.212      | 433                              | 271/197                            |
| Siyanidin-3-arabinozit | 7.015      | 419                              | 287/213                            |
| Siyanidin-3-rutinozit  | 7.151      | 595                              | 287/449                            |
| Malvidin-3-glikozit    | 7.460      | 493                              | 313/315                            |
| Siyanidin-3-galaktozit | 6.846      | 449                              | 287/213                            |

#### 4.13.1. Delfinidin-3-glikozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının delfinidin-3-glikozit içerikleri 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Delfinidin-3-glikozit standardının farklı konsantrasyonlarda (0.05-1.00 µg mL<sup>-1</sup>) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.128).



**Şekil 4.128.** Delfinidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği

LC-MS/MS analizleri yapılan tüm ekstraktlarda tespit edilen delfinidin-3-glikozit miktarları Tablo 4.132’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Delfinidin-3-glikozit miktarına göre ekstraktlar tomurcuk> ekzokarp> bütün meyve> çiçek> dane olarak sıralandı. Ancak, yaprak, çekirdek, mezokarp ve nar ekşisi ekstraktlarında delfinidin-3-glikozit tespit edilemedi.

**Tablo 4.132.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarındaki delfinidin-3-glikozit miktarları

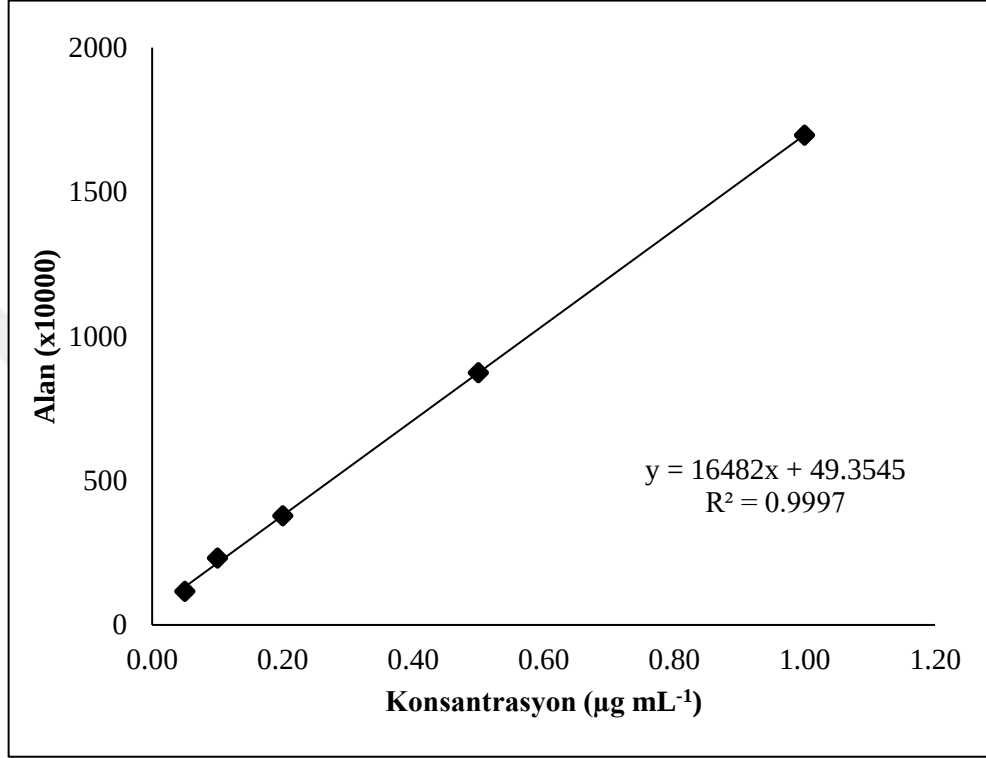
| <b>Dokular &amp; Ekşi</b> | <b>Delfinidin-3-glikozit<br/>(µg/kg ekstrakt)</b> |
|---------------------------|---------------------------------------------------|
| Yaprak                    | *T.E.                                             |
| Tomurcuk                  | 270.00 ± 0.04 <sup>a</sup>                        |
| Çiçek                     | 131.59 ± 0.06 <sup>d</sup>                        |
| Çekirdek                  | T.E.                                              |
| Dane                      | 63.04 ± 0.08 <sup>e</sup>                         |
| Mezokarp                  | T.E.                                              |
| Ekzokarp                  | 186.05 ± 0.04 <sup>b</sup>                        |
| Bütün Meyve               | 171.20 ± 0.05 <sup>c</sup>                        |
| Nar Ekşisi                | T.E.                                              |

\*T.E.: Tespit edilemedi.

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.13.2. Siyanidin-3-glikozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının siyanidin-3-glikozit içerikleri 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Siyanidin-3-glikozit standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.05-1.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.129).



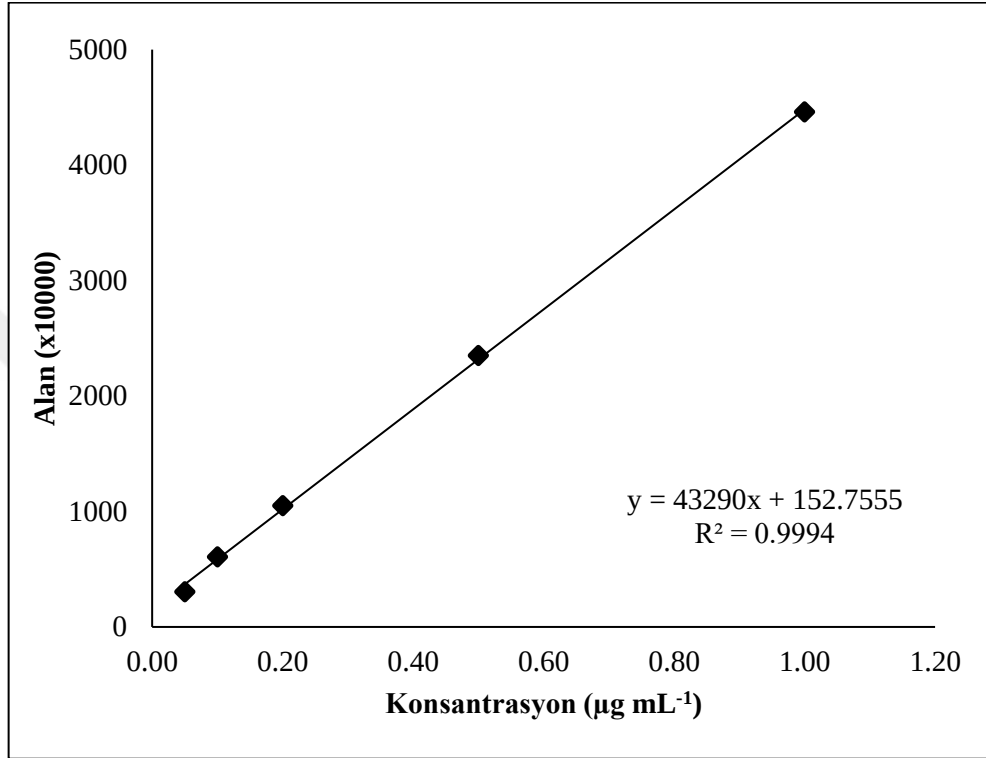
Şekil 4.129. Siyanidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği

Siyanidin-3-glikozit standardının alıkonma zamanı, ana iyon ve yavru iyon parametreleri Tablo 4.131’de verildi.

LC-MS/MS analizleri yapılan ekstraktlardan dane ekstraktı hariç diğer ekstraktlarda siyanidin-3-glikozit tespit edilemedi. Dane ekstraktındaki siyanidin-3-glikozit miktarı  $1850.00 \pm 0.09 \mu\text{g/kg}$  ekstrakt olarak belirlendi.

#### 4.13.3. Pelargonidin-3-glikozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının pelargonidin-3-glikozit içerikleri 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Pelargonidin-3-glikozit standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.05\text{-}1.00\ \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.130).



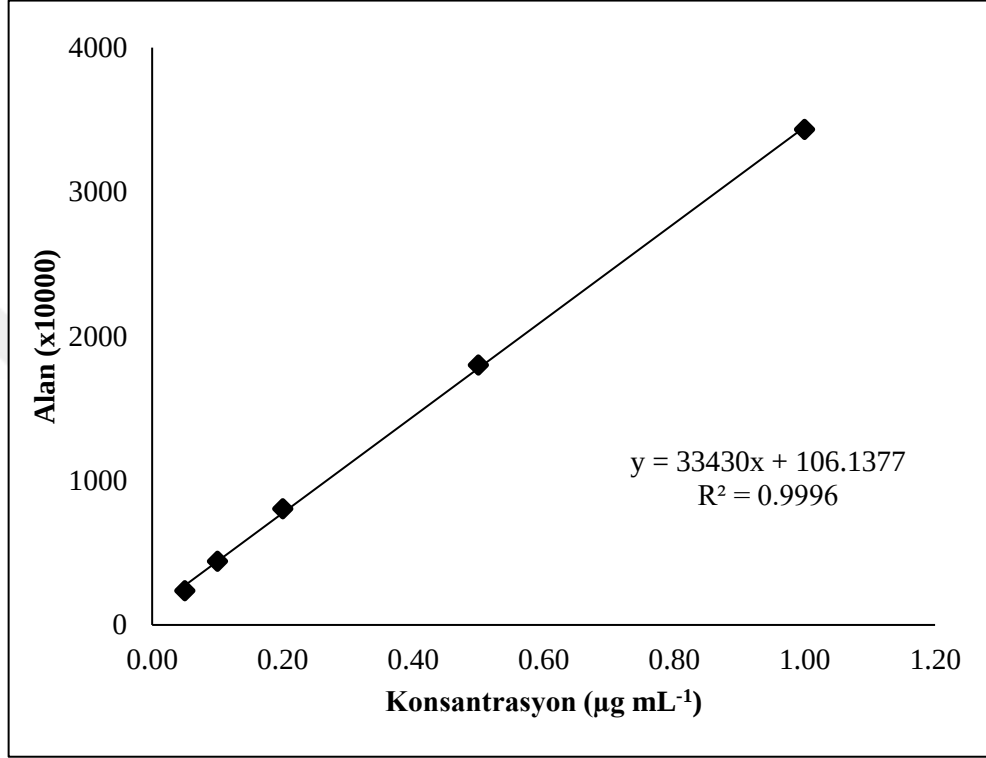
**Şekil 4.130.** Pelargonidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği

Pelargonidin-3-glikozit standardının alıkonma zamanı, ana iyon ve yavru iyon parametreleri Tablo 4.131’de verildi.

LC-MS/MS analizleri yapılan ekstraktlardan ekzokarp ekstraktı hariç diğer ekstraktlarda pelargonidin-3-glikozit tespit edilemedi. Ekzokarp ekstraktındaki pelargonidin-3-glikozit miktarı  $1380.12 \pm 0.05\ \mu\text{g/kg}$  ekstrakt olarak belirlendi.

#### 4.13.4. Siyanidin-3-arabinozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının siyanidin-3-arabinozit miktarı 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Siyanidin-3-arabinozit standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.05-1.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.131).



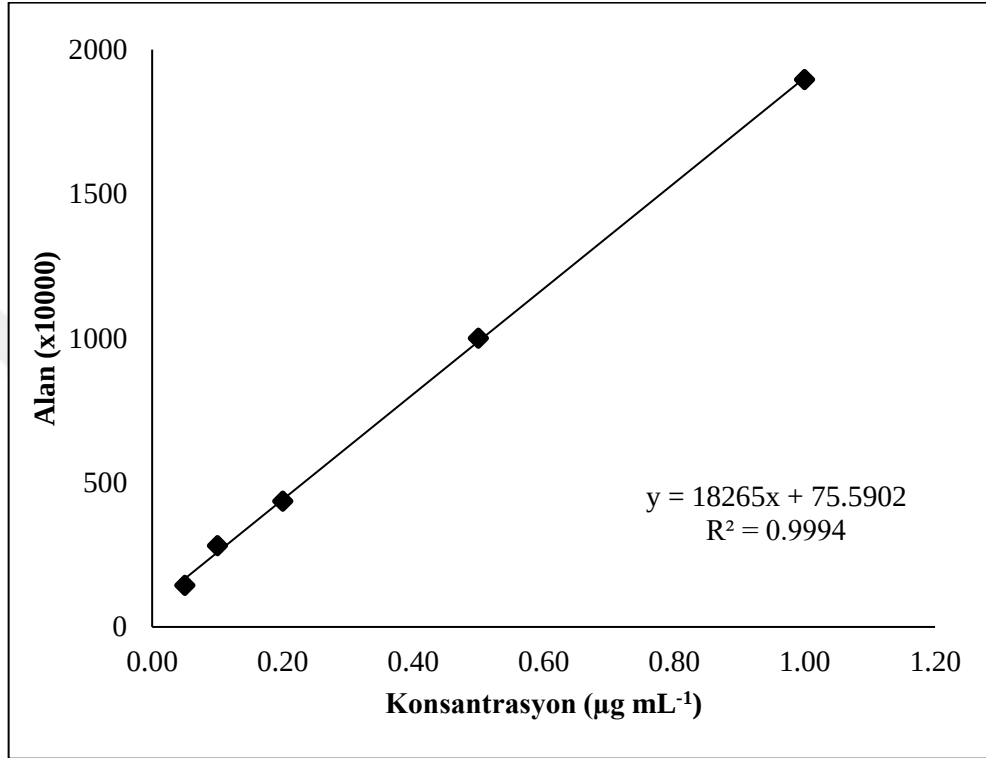
Şekil 4.131. Siyanidin-3-arabinozit kalibrasyon grafiği

Siyanidin-3-arabinozit standardının alıkonma zamanı, ana iyon ve yavru iyon parametreleri Tablo 4.131’de verildi.

LC-MS/MS analizi yapılan tüm ekstraktlarda siyanidin-3-arabinozit tespit edilemedi.

#### 4.13.5. Siyanidin-3-rutinozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının siyanidin-3-rutinozit içerikleri 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Siyanidin-3-rutinozit standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.05-1.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.132).



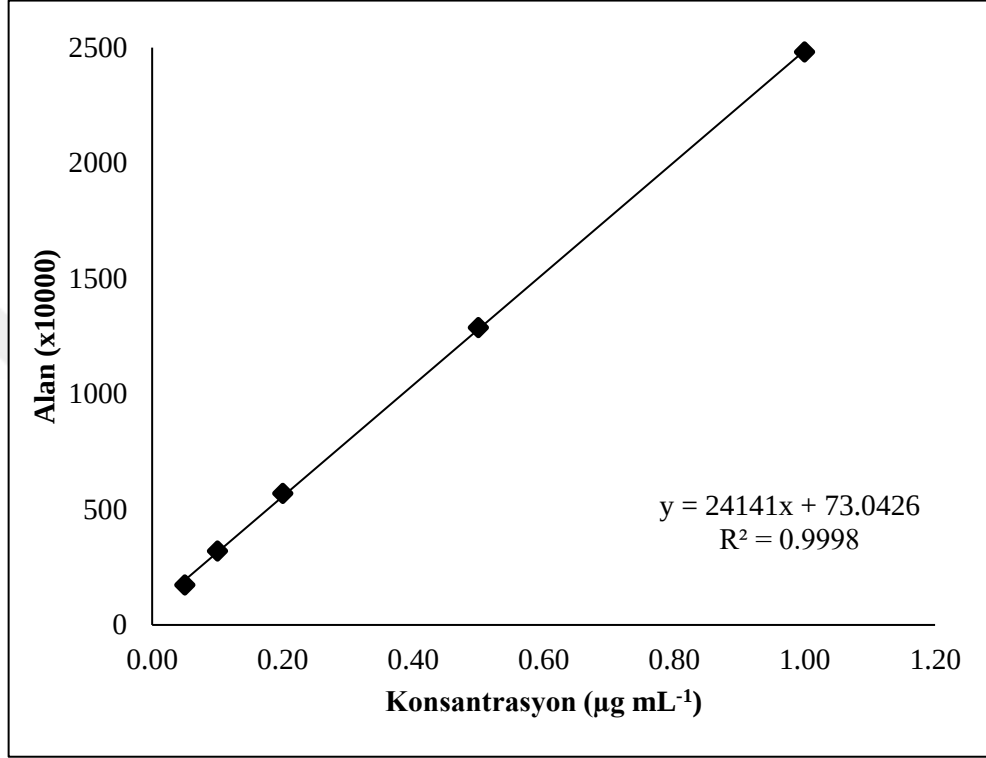
**Şekil 4.132.** Siyanidin-3-rutinozit kalibrasyon grafiği

Siyanidin-3-rutinozit standardının alıkonma zamanı, ana iyon ve yavru iyon parametreleri Tablo 4.131’de verildi.

LC-MS/MS analizleri yapılan tüm ekstraktlarda siyanidin-3-rutinozit tespit edilemedi.

#### 4.13.6. Malvidin-3-glikozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının malvidin-3-glikozit içerikleri 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Malvidin-3-glikozit standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.05-1.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.133).



**Şekil 4.133.** Malvidin-3-glikozit kalibrasyon grafiği

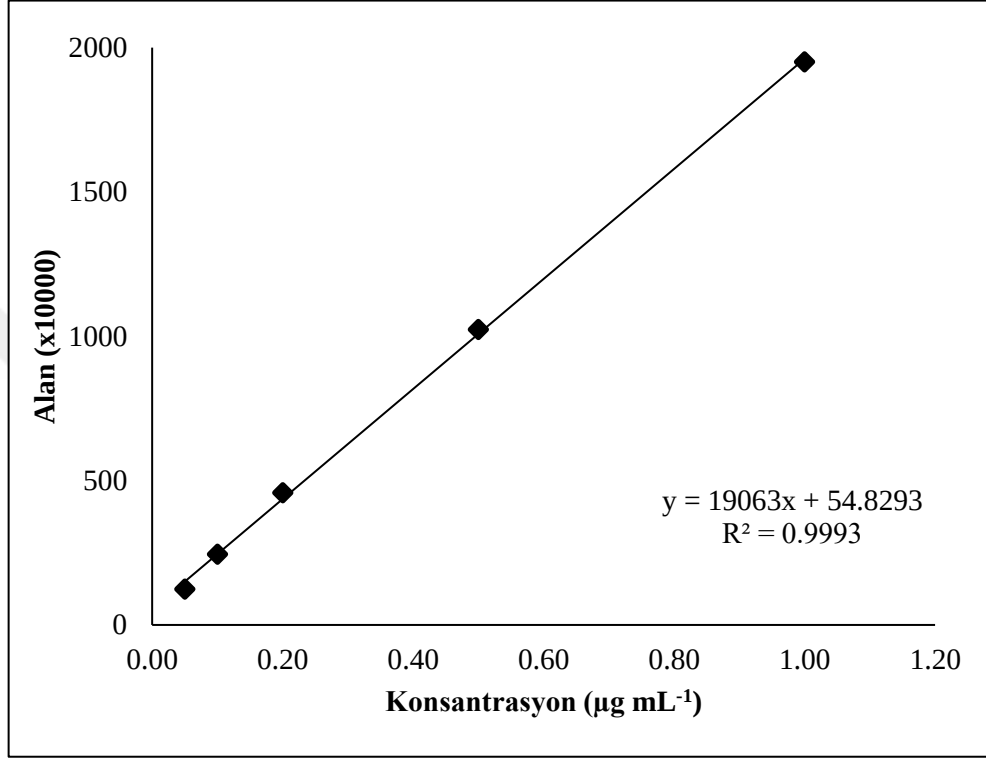
Malvidin-3-glikozit standardının alıkonma zamanı, ana iyon ve yavru iyon parametreleri Tablo 4.131’de verildi.

LC-MS/MS analizleri yapılan tüm ekstraktlarda malvidin-3-glikozit tespit edilemedi.



#### 4.13.7. Siyanidin-3-galaktozit Analiz Sonuçları

Tüm asitlendirilmiş metanol ekstraktlarının siyanidin-3-galaktozit içerikleri 3.2.14’de tanımlanan prosedüre göre LC-MS/MS analizi ile belirlendi. Siyanidin-3-galaktozit standardının farklı konsantrasyonlarda ( $0.05-1.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) hazırlanan çözeltisi ile kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Şekil 4.134).



Şekil 4.134. Siyanidin-3-galaktozit kalibrasyon grafiği

Siyanidin-3-galaktozit standardının alıkonma zamanı, ana iyon ve yavru iyon parametreleri Tablo 4.131’de verildi.

LC-MS/MS analizleri yapılan tüm ekstraktlarda siyanidin-3-galaktozit tespit edilemedi.

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Ekstraksiyon Verimi

Bitki matriksleri değişen oranlarda monomerler (fenolik bileşikler), yüksek polimerik türevler (tanenler), aglikon türler ve bunların yanı sıra konjuge proteinler ve konjuge karbonhidratlar içermektedir. Polarite, polimerizasyon, konjugasyon ve matriks etkileşimlerindeki çeşitlilik (229), olgunluk, toprak kalitesi, iklim ve ışığa maruz kalma gibi faktörlerin yanı sıra bitkinin çeşidine ve kimyasal yapısına göre de değişmektedir (229, 230). Bu nedenle bitki fenoliklerinin belirlenmesinde ilk ve en önemli aşamalardan biri ekstraksiyondur. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu, genellikle örnek matriksinin doğasına ve moleküler yapı, polarite, konsantrasyon, aromatik halkaların ve hidroksil gruplarının sayısı gibi fenolik bileşiklerin kimyasal özelliklerine de bağlıdır. Ekstraksiyon etkinliği ise, çözücünün çözme yeteneği ile örnek fenolik bileşiklerin nispi çözünürlüğü (dağılma katsayısı ve ekstrakte edilebilirliği) arasındaki etkileşim ile ilişkilidir. Matriks içindeki çözücünün difüzyonu ne kadar büyük olursa yapıda bulunan hidrojen bağ ağının kararsızlaşması o kadar kolay ve hedef bileşiklerin çözünmesi o kadar yüksek olur. Bu nedenle farklı polaritelere sahip çözücüler, fenolik ekstraktların verimi, profili ve antioksidan aktivitesi üzerinde etki göstermektedir. Fenolik türevler genellikle polar yapıda olduklarından alifatik alkoller (metanol, etanol) ve polar organik çözücüler (aseton, etil asetat) ile yüksek verimle ekstraksiyon sağlarlar (229). Ancak fenolik bileşikler bitkisel matrikslerde serbest halde bulunmasının yanı sıra proteinler ve karbonhidratlar gibi hücre yapısal elementlerine bağlı olarak da bulunabilir. Bu durumda bağlı fenolik bileşikler, enzimlerin eklenmesiyle hidroliz edilebilir ve serbest hale gelebilir. Bu nedenle bağlı fenolik bileşiklerinde ekstrakte edilebilmesi ve ekstrakte edilen fenolik bileşiklerin stabilizasyonunun sağlanması için asidik ve alkali hidrolizde kullanılmaktadır. Asidik çözücüler hücre zarlarını parçalayarak bağlı fenolik bileşiklerin serbest hale gelmesini sağlar. Ancak bu kimyasal işlem bileşiklerin doğal yapısını bozabileceğinden HCl gibi mineral asitler yerine formik asit veya asetik asit gibi organik asitler seçilmelidir (231). Ek olarak lipit ve karbonhidratların olası girişimlerinin önlenmesi için asitlendirilmiş çözücüler veya apolar (*n*-hekzan, diklormetan veya kloroform) çözücüler de kullanılabilir (232).

**Tablo 5.1.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin ekstraksiyon verimleri

| Verim (%)            |                           |                            |                           |                           |                           |                           |                         |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Dokular & Nar Ekşisi | M                         | E                          | S                         | F: M                      | F: E                      | F: S                      | H                       |
| Yaprak               | 30.79±0.24 <sup>qr</sup>  | 26.22±1.119 <sup>s-u</sup> | 16.08±2.64 <sup>xy</sup>  | 40.75±0.46 <sup>k-m</sup> | 21.60±0.57 <sup>vw</sup>  | 16.07±0.79 <sup>xy</sup>  | 0.91±0.10 <sup>l</sup>  |
| Tomurcuk             | 51.61±1.59 <sup>ef</sup>  | 29.28±0.42 <sup>q-s</sup>  | 27.93±0.89 <sup>r-t</sup> | 58.76±1.11 <sup>bc</sup>  | 36.89±1.29 <sup>no</sup>  | 26.26±0.43 <sup>s-u</sup> | 1.77±0.07 <sup>l</sup>  |
| Çiçek                | 28.57±1.66 <sup>r-t</sup> | 26.31±0.35 <sup>s-u</sup>  | 23.36±0.66 <sup>uv</sup>  | 37.45±0.64 <sup>m-o</sup> | 16.79±0.34 <sup>xy</sup>  | 18.54±0.21 <sup>wx</sup>  | 0.36±0.06 <sup>l</sup>  |
| Çekirdek             | 2.96±0.15 <sup>[c]</sup>  | 2.03±0.08 <sup>/l</sup>    | 3.37±0.21 <sup>z-]</sup>  | 5.34±0.20 <sup>z-/</sup>  | 6.41±0.39 <sup>z]</sup>   | 6.80±0.17 <sup>z</sup>    | 14.61±0.36 <sup>y</sup> |
| Dane                 | 54.66±0.50 <sup>de</sup>  | 36.71±1.86 <sup>no</sup>   | 45.96±0.58 <sup>h-j</sup> | 66.84±1.35 <sup>a</sup>   | 45.23±0.64 <sup>ij</sup>  | 49.22±0.83 <sup>f-h</sup> | 0.08±0.02 <sup>l</sup>  |
| Mezokarp             | 62.26±1.92 <sup>b</sup>   | 39.71±0.41 <sup>l-n</sup>  | 43.96±0.25 <sup>ik</sup>  | 57.45±0.53 <sup>cd</sup>  | 40.78±0.50 <sup>k-m</sup> | 32.55±1.02 <sup>pq</sup>  | 0.16±0.03 <sup>l</sup>  |
| Ekzokarp             | 36.61±1.01 <sup>no</sup>  | 27.35±0.68 <sup>r-t</sup>  | 28.49±0.49 <sup>r-t</sup> | 39.79±0.72 <sup>l-n</sup> | 30.58±0.76 <sup>qr</sup>  | 25.39±0.63 <sup>t-u</sup> | 0.28±0.04 <sup>l</sup>  |
| Bütün Meyve          | 40.89±0.59 <sup>k-m</sup> | 38.99±0.70 <sup>m-o</sup>  | 38.11±0.70 <sup>m-o</sup> | 50.83±0.97 <sup>fg</sup>  | 47.45±0.53 <sup>g-i</sup> | 26.16±0.85 <sup>s-u</sup> | 0.45±0.06 <sup>l</sup>  |
| Nar Ekşisi           | 35.78±0.81 <sup>op</sup>  | 18.52±1.11 <sup>wx</sup>   | 42.59±0.64 <sup>j-l</sup> | 47.15±0.72 <sup>hi</sup>  | 15.43±0.79 <sup>xy</sup>  | 23.01±0.83 <sup>uv</sup>  | 0.23±0.10 <sup>l</sup>  |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı harfler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinin metanol, etanol, su, *n*-hekzan ve %1.00 oranında formik asit ile asitlendirilmiş metanol, etanol ve su çözücülerini kullanarak Soxhlet ekstraksiyon yöntemi aracılığıyla 63 adet bitki ekstraktı elde edildi. Tüm ekstraktların ekstraksiyon verimleri Tablo 5.1’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Elde edilen veriler çerçevesinde tüm ekstraktların ekstraksiyon veriminin  $0.08 \pm 0.02$ - $66.84 \pm 1.35$  aralığında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin danelerin F:M ekstraktından, en düşük ekstraksiyon veriminin ise danelerin H ekstraktından elde edildiği tespit edildi. Ekstraksiyon verimine göre dokular dane> mezokarp> bütün meyve> tomurcuk> ekzokarp> nar ekşisi> yaprak> çiçek> çekirdek şeklinde sıralandı. Kullanılan ekstraksiyon çözücüsü dikkate alındığında ise ekstraksiyon verimi F:M> M> S> F:E> E> F:S> H olarak sıralandı.

Yaprak ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ekstraksiyon veriminin  $0.91 \pm 0.10$ - $40.75 \pm 0.46$  arasında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin F:M ekstraktına ait olduğu belirlendi. Nar yaprakları ekstraksiyon verimine göre F:M> M> E> F:E> S> F:S> H şeklinde sıralandı. Bekir ve ark. (194) tarafından yapılan çalışmada Tunus’da yetişen Gabsi çeşidi nar yapraklarının, artan polariteye göre *n*-hekzan, diklormetan, etil asetat, etanol ve metanol ile ekstraksiyonları yapılmış ve en yüksek ekstraksiyon veriminin %35.04 ile metanol ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise %0.78 ile etil asetat ekstraktına ait olduğu rapor edilmiştir. Metanol çözücüsü için belirlenen ekstraksiyon veriminin bizim çalışmamızdan daha düşük olduğu gözlemlendi. Bu farklılık nar çeşitlerinin ve narın yetiştiği iklim ve toprak cinsine bağlı olarak içerisinde bulunan fito-kimyasal yapılarının çeşitlilik göstermesi ile açıklanabilir.

Tomurcuk ekstraktlarının ekstraksiyon verimleri  $58.76 \pm 1.11$  (F:M)>  $51.61 \pm 1.59$  (M)>  $36.89 \pm 1.29$  (F:E)>  $29.28 \pm 0.42$  (E)>  $27.93 \pm 0.89$  (S)>  $26.26 \pm 0.43$  (F:S)>  $1.77 \pm 0.07$  (H) şeklinde sıralandı. Yapılan literatür taramasında nar tomurcuklarının ekstraksiyon verimini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmadı.

Çiçek ekstraktları için en yüksek ekstraksiyon veriminin  $37.45 \pm 0.64$  olarak F:M ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise  $0.36 \pm 0.06$  olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi. Kaur ve ark. (29) Soxhlet ekstraksiyon tekniği kullanarak nar çiçeklerinin %95 etanol ile ekstraksiyonlarını gerçekleştirmiş ve ekstraksiyon verimini %23.51 olarak belirlemişlerdir. Farklı bir çalışmada ise yine Soxhlet ekstraksiyon tekniği

kullanılarak Gabsi çeşidi nar çiçeklerinin *n*-hekzan, kloroform, etil asetat, etanol, su ve aseton:su olmak üzere altı farklı çözücü ile 6 saat boyunca ekstraksiyonları yapılmıştır. Nar çiçeklerinin ekstraksiyon verimleri %20.07 (su)> %6.36 (etanol)> %2.17 (aseton/su)> %1.33 kloroform> %0.74 (etil asetat)> %0.50 *n*-hekzan şeklinde sıralanmıştır. Bu sonuçlar, bizim bulgularımız ile karşılaştırıldığında etanol ve su ekstraktlarının ekstraksiyon verimlerinin bizim çalışmamızdaki sonuçlardan daha düşük olduğu tespit edildi. Bu farklılık ekstraksiyon sürelerinin ve bitki çeşidinin farklı olması ile açıklanabilir.

Çekirdek ekstraktlarının ekstraksiyon verimlerinin  $2.03 \pm 0.08$ - $14.61 \pm 0.36$  aralığında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin H ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise E ekstraktına ait olduğu belirlendi. Orak ve ark. (233), Hicaznar çeşidine ait dört farklı genotipte nar bitkisinin çekirdeklerinin su, etanol ve metanol ile ekstraksiyonlarını gerçekleştirmişlerdir. Ekstraksiyon verimlerinin  $4.31 \pm 0.65$ -% $25.30 \pm 1.22$  arasında değiştiğini ve en yüksek ekstraksiyon veriminin metanol ekstraktına ait olduğunu ifade etmişlerdir.

Dane dokusundan elde edilen ekstraktların ekstraksiyon veriminin  $0.08 \pm 0.02$ - $66.84 \pm 1.35$  aralığında değiştiği belirlendi. Ekstraksiyon verimine göre ekstraktlar F:M> M> F:S> S> F:E> E> H şeklinde sıralandı. Li ve ark. (234) tarafından yapılan bir çalışmada metanol/etanol/aseton/su karışımı kullanılarak nar daneleri ekstrakte edilmiş ve ekstraksiyon verimi  $14.5 \pm 1.7$  olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise Ferdows ve Feyzabad olmak üzere iki çeşit narın dane dokusu, Soxhlet ekstraksiyon tekniği kullanılarak 4 saat süresince %70'lik etanol ile ekstrakte edilmiştir. Ferdows çeşidi nar için ekstraksiyon veriminin %59.63, Feyzabad çeşidi nar için ekstraksiyon veriminin %49.65 olduğunu belirlenmiş ve bu farklılığın nar çeşitlerine bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (85). Bu sonuç bizim çalışmamız ile literatürde bulunan diğer araştırmalar arasındaki farklılığın nedenini de açıklamaktadır.

Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların verimleri,  $62.26 \pm 1.92$  (M)>  $57.45 \pm 0.53$  (F:M)>  $43.96 \pm 0.25$  (S)>  $40.78 \pm 0.50$  (F:E)>  $39.71 \pm 0.41$  (E)>  $32.55 \pm 1.02$  (F:S)>  $0.16 \pm 0.03$  (H) şeklinde sıralandı. Cuccioloni ve ark. (85), iki farklı nar çeşidinin mezokarp dokularının %70 etanol ile ekstraksiyonunu gerçekleştirmiş ve ekstraksiyon verimlerinin %36.50 ve %47.88 olduğunu belirlemişlerdir.

Ekzokarp ekstraktlarının ekstraksiyon verimleri  $0.28 \pm 0.04$ - $39.79 \pm 0.72$  aralığında değiştiği ve F:M> M> F:E> S> E> F:S> H şeklinde sıralandığı belirlendi. Nar kabuklarının fito-kimyasal özelliklerinin ve biyolojik aktivitesinin değerlendirildiği bir çalışmada (235), aseton, metanol ve *n*-hekzan çözücülerini kullanarak nar kabukları ekstrakte edilmiş ve ekstrakt verimleri %9.82 metanol, %6.51 aseton ve %4.98 *n*-hekzan olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar bizim bulgularımız ile karşılaştırıldığında, metanol çözücüsü ile elde edilen ekstrakt veriminin bizim sonuçlarımızdan daha düşük, *n*-hekzan çözücüsü ile elde edilen ekstrakt veriminin ise bizim sonuçlarımızdan daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Bütün olarak değerlendirilen meyve ekstraktlarının ekstraksiyon verimlerinin  $0.45 \pm 0.06$ - $50.83 \pm 0.97$  aralığında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin F:M ekstraktına, en düşük ekstraksiyon veriminin ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi. Masci ve ark. (236) bütün nar meyvesinin ve nar kabuklarının metanol, etanol ve %10 asetik asit ile asitlendirilmiş etanol (1:1 ve 3:1) özücülerini kullanarak ekstraksiyonlarını gerçekleştirilmiş ve elde edilen ekstraktların antioksidan ve T24 mesane kanseri hücrelerine karşı antiproliferatif aktivitesini incelemiştir. Bütün meyve dokusu için ekstraksiyon veriminin %8.4 ile %14.8 arasında değiştiği ve en yüksek ekstraksiyon veriminin asitlendirilmiş etanole (1:1) ait olduğu ifade edilmiştir.

Nar ekşisi ekstraktlarının ekstraksiyon verimleri  $47.15 \pm 0.72$  (F:M)>  $42.59 \pm 0.64$  (S)>  $35.78 \pm 0.81$  (M)>  $23.01 \pm 0.83$  (F:S)>  $18.52 \pm 1.11$  (E)>  $15.43 \pm 0.79$  (F:E)>  $0.23 \pm 0.10$  (H) olarak sıralandı. Yapılan literatür araştırmasında nar ekşisinden farklı ekstraksiyon çözücüsü kullanılarak elde edilen ekstrakt verimlerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmadı.

## 5.2. Fito-kimyasal Analizler

Çalışmamızda nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların fito-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla,

- ✓ toplam fenolik bileşen miktarları,
- ✓ toplam flavonoid bileşen miktarları,
- ✓ toplam flavonol bileşen miktarları,
- ✓ toplam flavanol bileşen miktarları,
- ✓ toplam tanen bileşen miktarları ve
- ✓ toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları belirlendi.

Tüm ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarı Tablo 5.2’de verildi. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tablo 5.2’de verilen bilgilere göre tüm ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarlarının  $0.16 \pm 0.05$ - $192.57 \pm 0.02$  mg GAE/g ekstrakt aralığında değiştiği tespit edildi. Tüm ekstraktlar arasında en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının yaprak dokusunun F:M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise bütün olarak değerlendirilen meyvenin H ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Toplam fenolik bileşen miktarına göre dokular tomurcuk> ekzokarp> çiçek> yaprak> mezokarp> bütün meyve> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı. Toplam fenolik bileşen miktarına göre ekstraktlar ise M> F:M> S> E> F:S> F:E> H olarak sıralandı. Toplam fenolik bileşen miktarının belirlenmesinde metanol ekstraktının diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu tespit edildi ve sonuçlarımız literatür ile uyumlu bulundu (237–239). Nar bitkisinin kabuk, dane, çekirdek dokularının ve bütün olarak değerlendirilen meyvesinin fito-kimyasal özelliklerinin ve serbest radikal süpürme aktivitesinin incelendiği bir çalışmada (237) ekstraksiyon çözücüsü olarak metanol ve etil asetat kullanılmış ve metanol ekstraktının etil asetat ekstraktına oranla daha yüksek miktarda toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarı içerdiği belirtilmiştir. En yüksek toplam fenolik bileşen miktarının ise  $103.2 \pm 2.77$  mg GAE/g KA olarak nar kabuklarından elde edildiği ifade edilmiştir.

Çalışmamızda araştırılan tüm ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarları Tablo 5.3’de verildi ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tablo 5.3’de verilen bilgiler çerçevesinde tüm ekstraktların toplam flavonoid bileşen miktarının  $1.33 \pm 0.14$ - $73.93 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının tomurcuk dokusunun F:M

ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise dane dokusunun H ekstraktına ait olduğu belirlendi. Toplam flavonoid bileşen miktarına göre dokular, tomurcuk> yaprak> çiçek> ekzokarp> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi şeklinde, ekstraktlar ise F:M> F:S> M> S> F:E> E> H olarak sıralandı. Toplam flavonoid bileşen miktarının belirlenmesinde F:M ve M ekstraktlarının diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlendi ve bulgularımız literatür ile uyumlu bulundu (240, 241). Mahboubi ve ark. (241), nar çiçeklerinin kloroform, etil asetat, metanol ve su ekstraktlarının, gıda kaynaklı hastalıklara neden olan bakteri suşlarına karşı antibakteriyel aktivitesini ve toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarını araştırmışlardır. Elde ettikleri verilere göre metanol ekstraktlarının en yüksek toplam fenolik (18.1 mg GAE/g) ve flavonoid (3.3 mg RE/g) içeriğe sahip oldukları ve *S. aureus* bakteri suşuna karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteyi sergiledikleri gözlenmiştir.

Tüm ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarı Tablo 5.4’de verildi. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tablo 5.4’de verilen bilgilere göre tüm ekstraktların toplam flavonol bileşen miktarlarının  $0.13 \pm 0.04$ - $15.13 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği belirlendi. Tüm ekstraktlar arasında en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının ekzokarp dokusunun F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise nar ekşisinin H ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Toplam flavonol bileşen miktarına göre dokular ekzokarp> tomurcuk> yaprak> çiçek> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi şeklinde, ekstraktlar ise F:M> M> F:S> S> F:E=E> H olarak sıralandı. Toplam flavonol bileşen miktarının belirlenmesinde F:M ekstraktının diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlendi. Derakhshan ve ark. (242), Natanz, Sahreza ve Doorak olmak üzere farklı nar çeşidinin kabuk ve çekirdek dokuları ile bu narlardan elde edilen meyve suyunun etanol ekstraktlarının toplam flavonol içeriğini araştırmışlardır. Verilen bulgulara göre nar kabuğunun (ekzokarp) çekirdek dokusundan ve meyve suyundan daha yüksek miktarda flavonol içeriğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir.



**Tablo 5.2.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları

| Toplam Fenolik Bileşen Miktarı (mg GAE/g ekstrakt) |                          |                          |                             |                          |                          |                          |                         |
|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Dokular &                                          | M                        | E                        | S                           | F: M                     | F: E                     | F: S                     | H                       |
| Nar Ekşisi                                         |                          |                          |                             |                          |                          |                          |                         |
| Yaprak                                             | 173.91±0.07 <sup>i</sup> | 124.70±0.04 <sup>w</sup> | 192.57±0.02 <sup>a</sup>    | 150.78±0.07 <sup>r</sup> | 80.30±0.05 <sup>l</sup>  | 178.12±0.05 <sup>f</sup> | 10.64±0.07 <sup>R</sup> |
| Tomurcuk                                           | 187.97±0.03 <sup>b</sup> | 172.40±0.05 <sup>j</sup> | 156.51±0.03 <sup>o</sup>    | 187.16±0.07 <sup>c</sup> | 170.88±0.11 <sup>k</sup> | 147.91±0.05 <sup>t</sup> | 41.51±0.04 <sup>D</sup> |
| Çiçek                                              | 174.74±0.06 <sup>h</sup> | 153.09±0.06 <sup>q</sup> | 122.87±0.04 <sup>y</sup>    | 175.52±0.58 <sup>g</sup> | 154.54±0.07 <sup>p</sup> | 123.18±0.35 <sup>v</sup> | 21.57±0.04 <sup>K</sup> |
| Çekirdek                                           | 22.17±0.02 <sup>l</sup>  | 18.52±0.05 <sup>L</sup>  | 8.51±0.05 <sup>S</sup>      | 18.62±0.06 <sup>L</sup>  | 16.07±0.04 <sup>N</sup>  | 10.36±0.04 <sup>R</sup>  | 0.54±0.05 <sup>V</sup>  |
| Dane                                               | 48.08±0.05 <sup>B</sup>  | 40.35±0.09 <sup>F</sup>  | 38.47±0.11 <sup>H</sup>     | 49.19±0.08 <sup>A</sup>  | 47.72±0.09 <sup>B</sup>  | 40.79±0.08 <sup>E</sup>  | 12.65±0.05 <sup>Q</sup> |
| Mezokarp                                           | 133.22±0.06 <sup>u</sup> | 120.32±0.06 <sup>z</sup> | 124.18±0.08 <sup>x</sup>    | 128.35±0.05 <sup>v</sup> | 97.35±0.05 <sup>/</sup>  | 109.55±0.04 <sup>l</sup> | 30.33±0.03 <sup>l</sup> |
| Ekzokarp                                           | 184.09±0.05 <sup>d</sup> | 161.80±0.08 <sup>n</sup> | 170.10±0.08 <sup>l</sup>    | 182.09±0.06 <sup>e</sup> | 148.47±0.07 <sup>s</sup> | 163.40±0.03 <sup>m</sup> | 41.28±0.04 <sup>D</sup> |
| Bütün Meyve                                        | 64.61±0.06 <sup>+</sup>  | 39.41±0.06 <sup>G</sup>  | 52.87±0.03 <sup>&amp;</sup> | 62.34±0.05 <sup>-</sup>  | 38.81±0.05 <sup>H</sup>  | 45.26±0.07 <sup>C</sup>  | 0.16±0.05 <sup>V</sup>  |
| Nar Ekşisi                                         | 16.93±0.06 <sup>M</sup>  | 8.75±0.06 <sup>S</sup>   | 13.80±0.06 <sup>P</sup>     | 14.94±0.04 <sup>O</sup>  | 7.22±0.05 <sup>T</sup>   | 12.69±0.06 <sup>Q</sup>  | 2.19±0.04 <sup>U</sup>  |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.3.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonoid bileşen miktarları

| Dokular &<br>Nar Ekşisi | Toplam Flavonoid Bileşen Miktarı (mg RE/g ekstrakt) |                            |                         |                          |                             |                             |                         |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                         | M                                                   | E                          | S                       | F: M                     | F: E                        | F: S                        | H                       |
| <b>Yaprak</b>           | 69.83±0.13 <sup>c</sup>                             | 55.57±0.09 <sup>i</sup>    | 72.73±0.09 <sup>b</sup> | 69.50±0.08 <sup>c</sup>  | 39.43±0.13 <sup>o</sup>     | 60.00±0.08 <sup>h</sup>     | 8.83±0.29 <sup>l</sup>  |
| <b>Tomurcuk</b>         | 72.53±0.05 <sup>b</sup>                             | 60.57±0.13 <sup>g</sup>    | 67.67±0.09 <sup>d</sup> | 73.93±0.09 <sup>a</sup>  | 66.27±0.13 <sup>e</sup>     | 69.70±0.08 <sup>c</sup>     | 11.17±0.13 <sup>y</sup> |
| <b>Çiçek</b>            | 49.33±0.21 <sup>k</sup>                             | 43.37±0.17 <sup>n</sup>    | 46.57±0.13 <sup>m</sup> | 62.30±0.22 <sup>f</sup>  | 54.63±0.33 <sup>j</sup>     | 60.00±0.14 <sup>h</sup>     | 9.03±0.21 <sup>l</sup>  |
| <b>Çekirdek</b>         | 7.93±0.04 <sup>/</sup>                              | 3.91±0.05 <sup>&amp;</sup> | 4.71±0.07 <sup>+</sup>  | 10.47±0.07 <sup>z</sup>  | 3.98±0.06 <sup>-&amp;</sup> | 6.93±0.02 <sup>l</sup>      | 1.55±0.07 <sup>E</sup>  |
| <b>Dane</b>             | 3.93±0.08 <sup>&amp;</sup>                          | 2.13±0.04 <sup>D</sup>     | 3.09±0.06 <sup>AB</sup> | 4.45±0.03 <sup>+-</sup>  | 2.58±0.06 <sup>CD</sup>     | 3.54±0.05 <sup>&amp;A</sup> | 1.33±0.14 <sup>E</sup>  |
| <b>Mezokarp</b>         | 34.73±0.21 <sup>P</sup>                             | 24.40±0.16 <sup>w</sup>    | 31.73±0.17 <sup>r</sup> | 35.23±0.12 <sup>P</sup>  | 30.30±0.08 <sup>s</sup>     | 32.67±0.12 <sup>q</sup>     | 8.70±0.08 <sup>l</sup>  |
| <b>Ekzokarp</b>         | 49.13±0.17 <sup>k</sup>                             | 39.57±0.12 <sup>o</sup>    | 47.30±0.16 <sup>l</sup> | 55.87±0.09 <sup>i</sup>  | 43.77±0.12 <sup>n</sup>     | 48.93±0.12 <sup>k</sup>     | 1.36±0.03 <sup>E</sup>  |
| <b>Bütün Meyve</b>      | 27.70±0.08 <sup>t</sup>                             | 25.63±0.09 <sup>v</sup>    | 26.23±0.12 <sup>u</sup> | 32.20±0.00 <sup>qr</sup> | 22.90±0.08 <sup>x</sup>     | 27.27±0.12 <sup>t</sup>     | 4.78±0.16 <sup>+</sup>  |
| <b>Nar Ekşisi</b>       | 2.51±0.04 <sup>CD</sup>                             | 2.07±0.06 <sup>D</sup>     | 2.31±0.05 <sup>D</sup>  | 2.88±0.04 <sup>BC</sup>  | 2.15±0.04 <sup>D</sup>      | 2.57±0.03 <sup>CD</sup>     | 1.49±0.01 <sup>E</sup>  |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.4.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavonol bileşen miktarları

| Dokular &<br>Nar Ekşisi | Toplam Flavonol Bileşen Miktarı (mg KUE/g ekstrakt) |                          |                              |                          |                           |                          |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                         | M                                                   | E                        | S                            | F: M                     | F: E                      | F: S                     |
| <b>Yaprak</b>           | 8.12±0.05 <sup>j</sup>                              | 6.75±0.08 <sup>o-q</sup> | 8.97±0.07 <sup>g</sup>       | 7.05±0.07 <sup>m-o</sup> | 6.02±0.12 <sup>s</sup>    | 8.08±0.05 <sup>j</sup>   |
| <b>Tomurcuk</b>         | 8.49±0.07 <sup>hi</sup>                             | 6.67±0.05 <sup>p-q</sup> | 7.10±0.11 <sup>m-o</sup>     | 9.44±0.05 <sup>f</sup>   | 5.57±0.13 <sup>t</sup>    | 8.22±0.05 <sup>ij</sup>  |
| <b>Çiçek</b>            | 7.30±0.32 <sup>m</sup>                              | 5.47±0.06 <sup>tu</sup>  | 7.20±0.07 <sup>m</sup>       | 8.79±0.06 <sup>gh</sup>  | 7.33±0.19 <sup>lm</sup>   | 7.91±0.05 <sup>jk</sup>  |
| <b>Çekirdek</b>         | 2.65±0.04 <sup>y</sup>                              | 1.13±0.04 <sup>z-</sup>  | 1.32±0.06 <sup>z-l</sup>     | 2.78±0.03 <sup>y</sup>   | 1.04±0.02 <sup>z-/A</sup> | 1.38±0.03 <sup>z-/</sup> |
| <b>Dane</b>             | 1.08±0.02 <sup>l-&amp;</sup>                        | 0.93±0.02 <sup>+-B</sup> | 0.97±0.01 <sup>l-A</sup>     | 1.14±0.03 <sup>z-</sup>  | 0.85±0.03 <sup>+-C</sup>  | 0.98±0.02 <sup>l-A</sup> |
| <b>Mezokarp</b>         | 7.18±0.08 <sup>mn</sup>                             | 5.17±0.32 <sup>uv</sup>  | 6.83±0.04 <sup>n-q</sup>     | 8.66±0.11 <sup>gh</sup>  | 4.70±0.05 <sup>wx</sup>   | 7.68±0.04 <sup>kl</sup>  |
| <b>Egzokarp</b>         | 14.41±0.12 <sup>b</sup>                             | 9.88±0.03 <sup>e</sup>   | 13.00±0.08 <sup>c</sup>      | 15.13±0.05 <sup>a</sup>  | 11.24±0.03 <sup>d</sup>   | 13.29±0.04 <sup>c</sup>  |
| <b>Bütün Meyve</b>      | 7.01±0.02 <sup>m-p</sup>                            | 4.87±0.03 <sup>vw</sup>  | 6.30±0.02 <sup>rs</sup>      | 7.19±0.27 <sup>mn</sup>  | 4.41±0.12 <sup>x</sup>    | 6.61±0.04 <sup>qr</sup>  |
| <b>Nar Ekşisi</b>       | 1.22±0.03 <sup>z-+</sup>                            | 0.57±0.02 <sup>B-E</sup> | 0.73±0.03 <sup>&amp;-D</sup> | 1.44±0.04 <sup>zl</sup>  | 0.21±0.05 <sup>EF</sup>   | 0.83±0.03 <sup>-C</sup>  |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Tüm ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarı Tablo 5.5’de verilmiş olup sonuçlar incelendiğinde, istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) anlamlı bulundu. Elde edilen bulgulara göre tüm ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarlarının  $0.04 \pm 0.01$ - $0.88 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt aralığında değiştiği tespit edildi. En yüksek toplam flavanol bileşen miktarının yaprak dokusunun S ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise nar ekşisinin H ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Toplam flavanol bileşen miktarına göre dokular yaprak> bütün meyve> ekzokarp> tomurcuk> çiçek> mezokarp> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı. En yüksek miktarda flavanol bileşen miktarının yaprak dokusundan elde edildiği belirlendi. Toplam flavanol bileşen miktarına göre ekstraktlar ise M> E> S=F:M> F:E> F:S> H olarak sıralandı. Toplam flavanol bileşen miktarının belirlenmesinde M ekstraktının diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlendi. Yapılan literatür taramasında nar bitkisinin farklı dokularının toplam flavanol içeriklerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmadı.

Çalışmamızda incelenen tüm ekstraktların toplam tanen bileşen miktarları Tablo 5.6’da verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulundu. Tablo 5.6’da verilen sonuçlar çerçevesinde tüm ekstraktlar arasında en yüksek toplam tanen bileşen miktarının çiçek dokusunun M ekstraktına ( $16.07 \pm 0.09$  mg EKE/g ekstrakt), en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise mezokarp dokusunun H ekstraktına ( $1.74 \pm 0.04$  mg EKE/g ekstrakt) ait olduğu belirlendi. Toplam tanen bileşen miktarına göre dokular çiçek> çekirdek> yaprak> ekzokarp> dane> tomurcuk> bütün meyve> nar ekşisi> mezokarp şeklinde sıralandı ve en yüksek miktarda tanen bileşenin çiçek dokusuna ait olduğu belirlendi. Toplam tanen bileşen miktarına göre ekstraktlar ise M> F:M> E> S> F:E> F:S> H olarak sıralandı. Toplam tanen bileşen miktarının belirlenmesinde M ekstraktının diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlendi. Elfalleh ve ark. (204), Gabsi çeşidi nar bitkisinin kabuk, çekirdek, çiçek ve yaprak dokularından elde edilen su ve metanol ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarını araştırdıkları çalışmada, toplam tanen bileşen miktarının belirlenmesinde metanol ekstraktının su ekstraktına göre etkili olduğunu ve en yüksek tanen bileşen miktarının çiçek dokusuna ait olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışma verileri bizim bulgularımız ile uyumlu bulunmuştur.

**Tablo 5.5.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam flavanol bileşen miktarları

| Toplam Flavanol Bileşen Miktarı (mg KE/g ekstrakt) |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Dokular &                                          | M                        | E                        | S                        | F: M                     | F: E                     | F: S                     |
| Nar Ekşisi                                         | M                        | E                        | S                        | F: M                     | F: E                     | F: S                     |
| <b>Yaprak</b>                                      | 0.79±0.07 <sup>ab</sup>  | 0.77±0.03 <sup>a-c</sup> | 0.88±0.02 <sup>a</sup>   | 0.74±0.06 <sup>a-d</sup> | 0.73±0.09 <sup>a-e</sup> | 0.70±0.02 <sup>a-f</sup> |
| <b>Tomurcuk</b>                                    | 0.64±0.07 <sup>b-h</sup> | 0.63±0.03 <sup>b-i</sup> | 0.60±0.01 <sup>b-j</sup> | 0.62±0.08 <sup>b-i</sup> | 0.57±0.03 <sup>b-k</sup> | 0.56±0.04 <sup>b-l</sup> |
| <b>Çiçek</b>                                       | 0.59±0.03 <sup>b-j</sup> | 0.54±0.03 <sup>c-l</sup> | 0.53±0.04 <sup>d-m</sup> | 0.54±0.02 <sup>c-l</sup> | 0.50±0.03 <sup>e-n</sup> | 0.48±0.03 <sup>f-n</sup> |
| <b>Çekirdek</b>                                    | 0.22±0.02 <sup>o-v</sup> | 0.19±0.02 <sup>p-v</sup> | 0.18±0.03 <sup>p-v</sup> | 0.20±0.02 <sup>o-v</sup> | 0.17±0.02 <sup>q-v</sup> | 0.15±0.02 <sup>r-v</sup> |
| <b>Dane</b>                                        | 0.40±0.02 <sup>i-q</sup> | 0.34±0.02 <sup>k-t</sup> | 0.29±0.04 <sup>m-u</sup> | 0.32±0.06 <sup>l-t</sup> | 0.29±0.04 <sup>n-u</sup> | 0.20±0.03 <sup>o-v</sup> |
| <b>Mezokarp</b>                                    | 0.44±0.02 <sup>g-o</sup> | 0.41±0.05 <sup>h-p</sup> | 0.38±0.02 <sup>j-r</sup> | 0.40±0.04 <sup>h-q</sup> | 0.37±0.06 <sup>j-r</sup> | 0.34±0.01 <sup>k-s</sup> |
| <b>Ekzokarp</b>                                    | 0.73±0.06 <sup>a-e</sup> | 0.70±0.09 <sup>a-f</sup> | 0.69±0.11 <sup>a-f</sup> | 0.70±0.05 <sup>a-f</sup> | 0.68±0.09 <sup>a-f</sup> | 0.67±0.07 <sup>a-g</sup> |
| <b>Bütün Meyve</b>                                 | 0.79±0.14 <sup>ab</sup>  | 0.74±0.08 <sup>a-e</sup> | 0.68±0.05 <sup>a-f</sup> | 0.71±0.07 <sup>a-f</sup> | 0.67±0.08 <sup>a-g</sup> | 0.64±0.11 <sup>b-h</sup> |
| <b>Nar Ekşisi</b>                                  | 0.21±0.06 <sup>o-v</sup> | 0.20±0.05 <sup>o-v</sup> | 0.17±0.03 <sup>p-v</sup> | 0.19±0.04 <sup>o-v</sup> | 0.16±0.03 <sup>r-v</sup> | 0.10±0.02 <sup>t-v</sup> |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.6.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam tanen bileşen miktarları

| Toplam Tanen Bileşen Miktarı (mg EKE/g ekstrakt) |                          |                          |                          |                          |                              |                              |                             |
|--------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Dokular &                                        | M                        | E                        | S                        | F: M                     | F: E                         | F: S                         | H                           |
| Nar Ekşisi                                       |                          |                          |                          |                          |                              |                              |                             |
| Yaprak                                           | 7.80±0.06 <sup>e</sup>   | 7.26±0.04 <sup>fg</sup>  | 6.52±0.03 <sup>ij</sup>  | 6.88±0.13 <sup>g-i</sup> | 6.65±0.07 <sup>h-j</sup>     | 5.80±0.04 <sup>lm</sup>      | 3.07±0.12 <sup>x-l</sup>    |
| Tomurcuk                                         | 5.72±0.08 <sup>lm</sup>  | 4.13±0.05 <sup>u-w</sup> | 4.45±0.02 <sup>r-u</sup> | 5.04±0.04 <sup>op</sup>  | 4.40±0.08 <sup>r-u</sup>     | 3.77±0.05 <sup>w</sup>       | 2.99±0.08 <sup>x-l</sup>    |
| Çiçek                                            | 16.07±0.09 <sup>a</sup>  | 6.30±0.04 <sup>jk</sup>  | 9.99±0.09 <sup>c</sup>   | 12.74±0.08 <sup>b</sup>  | 8.56±0.05 <sup>d</sup>       | 5.84±0.07 <sup>lm</sup>      | 3.18±0.04 <sup>xy</sup>     |
| Çekirdek                                         | 8.92±0.13 <sup>d</sup>   | 8.55±0.20 <sup>d</sup>   | 7.12±0.16 <sup>fg</sup>  | 7.77±0.22 <sup>e</sup>   | 7.49±0.17 <sup>ef</sup>      | 4.64±0.15 <sup>p-s</sup>     | 3.33±0.12 <sup>x</sup>      |
| Dane                                             | 6.32±0.15 <sup>jk</sup>  | 5.80±0.17 <sup>lm</sup>  | 4.24±0.04 <sup>s-v</sup> | 5.20±0.19 <sup>no</sup>  | 4.81±0.11 <sup>o-r</sup>     | 3.88±0.11 <sup>vw</sup>      | 1.90±0.06 <sup>&amp;A</sup> |
| Mezokarp                                         | 2.86±0.10 <sup>y-/</sup> | 2.70±0.09 <sup>z-l</sup> | 2.07±0.03 <sup>-A</sup>  | 2.54±0.06 <sup>/-+</sup> | 2.17±0.07 <sup>+-&amp;</sup> | 1.93±0.08 <sup>&amp;A</sup>  | 1.74±0.04 <sup>A</sup>      |
| Ekzokarp                                         | 7.03±0.07 <sup>gh</sup>  | 4.35±0.10 <sup>s-u</sup> | 5.20±0.15 <sup>no</sup>  | 6.06±0.07 <sup>kl</sup>  | 4.60±0.07 <sup>q-t</sup>     | 3.14±0.06 <sup>xy</sup>      | 2.48±0.13 <sup>/-</sup>     |
| Bütün Meyve                                      | 5.59±0.09 <sup>mn</sup>  | 4.99±0.08 <sup>o-q</sup> | 4.20±0.08 <sup>t-v</sup> | 4.49±0.07 <sup>r-u</sup> | 4.45±0.07 <sup>r-u</sup>     | 3.88±0.08 <sup>vw</sup>      | 2.52±0.04 <sup>/-+</sup>    |
| Nar Ekşisi                                       | 3.25±0.06 <sup>xy</sup>  | 3.09±0.06 <sup>x-z</sup> | 2.39±0.09 <sup>l-</sup>  | 2.99±0.10 <sup>x-l</sup> | 2.66±0.05 <sup>[-]</sup>     | 2.16±0.15 <sup>+-&amp;</sup> | 1.77±0.05 <sup>&amp;A</sup> |

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Tüm ekstraktların toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları Tablo 5.7’de verildi. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi ve  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde anlamlı bulundu. Elde edilen verilere göre en yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının dane dokusunun F:M ekstraktına ( $19.13 \pm 0.52$  mg Sy3GE/kg ekstrakt), en düşük toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise çekirdek dokusunun H ekstraktına ( $0.02 \pm 0.00$  mg Sy3GE/kg ekstrakt) ait olduğu belirlendi. Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına göre dokular dane> bütün meyve> çiçek> tomurcuk> nar ekşisi> ekzokarp> yaprak> çekirdek> mezokarp şeklinde sıralandı. En yüksek miktarda toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının dane dokusunda bulunduğu tespit edildi. Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına göre ekstraktlar ise F:M> F:E> F:S> M> E> S> H olarak sıralandı. Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının belirlenmesinde F:M ekstraktının diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlendi. Sonuçlarımız literatür ile uyumlu bulundu (243–245).

Bridgers ve ark. (244), yapmış oldukları çalışmada asitlendirilmiş metanol ve asitlendirilmiş etanol ekstraktlarının, metanol ve etanol ekstraktlarına göre sırasıyla %10-45 ve %16-46 oranında daha fazla antosiyanin bileşen içerdiğini belirlemişlerdir. Sefri çeşidine ait nar kabuklarının ve danelerinin antosiyanin bileşen miktarlarının belirlendiği bir çalışmada (22) ekstraksiyon çözücüsü olarak asitlendirilmiş metanol ve ekstraksiyon tekniği olarak da maserasyon yöntemi kullanılmıştır. Sunulan verilere göre, nar kabuğu ekstraktının toplam antosiyanin bileşen miktarının ( $102.97 \pm 9.19$  mg Sy3GE/100 g KA), dane ekstraktından ( $81.26 \pm 18.39$  mg Sy3GE/100 g ekstrakt) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçların bu verilerden daha düşük olduğu ve ayrıca dane dokusunun toplam antosiyanin bileşen miktarının, kabuk (ekzokarp) dokusunun antosiyanin bileşen miktarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu farklılıkların nedeni, nar çeşitlerinin, ekstraksiyon yöntemlerinin ve kullanılan ekstraksiyon çözücüsünün farklı olması ile açıklanabilir.

**Tablo 5.7.** Nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Dokular &          |                          | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı (mg Sy3GE/kg ekstrakt) |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Nar Ekşisi         | M                        | E                                                                   | S                        | F: M                     | F: E                     | F: S                     | H                        |
| <b>Yaprak</b>      | 0.11±0.02 <sup>t-v</sup> | 0.14±0.00 <sup>t-v</sup>                                            | 0.26±0.01 <sup>q-v</sup> | 0.31±0.01 <sup>q-v</sup> | 0.42±0.01 <sup>p-v</sup> | 0.50±0.01 <sup>p-v</sup> | 0.03±0.00 <sup>v</sup>   |
| <b>Tomurcuk</b>    | 2.97±0.09 <sup>t-m</sup> | 1.17±0.03 <sup>n-v</sup>                                            | 0.48±0.31 <sup>p-v</sup> | 5.52±0.22 <sup>gh</sup>  | 3.01±0.45 <sup>t-l</sup> | 1.26±0.11 <sup>n-v</sup> | 0.04±0.01 <sup>v</sup>   |
| <b>Çiçek</b>       | 3.36±0.14 <sup>ij</sup>  | 1.86±0.28 <sup>k-p</sup>                                            | 0.94±0.09 <sup>o-v</sup> | 7.88±0.18 <sup>ef</sup>  | 6.51±0.27 <sup>fg</sup>  | 4.40±0.15 <sup>hi</sup>  | 0.12±0.03 <sup>v</sup>   |
| <b>Çekirdek</b>    | 0.30±0.07 <sup>q-v</sup> | 0.29±0.01 <sup>q-v</sup>                                            | 0.22±0.03 <sup>t-v</sup> | 0.43±0.02 <sup>p-v</sup> | 0.33±0.07 <sup>q-v</sup> | 0.31±0.02 <sup>q-v</sup> | 0.02±0.00 <sup>v</sup>   |
| <b>Dane</b>        | 9.25±0.36 <sup>e</sup>   | 7.00±0.76 <sup>fg</sup>                                             | 5.56±0.23 <sup>gh</sup>  | 19.13±0.52 <sup>a</sup>  | 15.04±1.60 <sup>b</sup>  | 10.99±1.12 <sup>d</sup>  | 0.22±0.09 <sup>s-v</sup> |
| <b>Mezokarp</b>    | 0.14±0.01 <sup>t-v</sup> | 0.11±0.02 <sup>t-v</sup>                                            | 0.07±0.00 <sup>uv</sup>  | 0.54±0.03 <sup>p-v</sup> | 0.45±0.03 <sup>p-v</sup> | 0.26±0.01 <sup>q-v</sup> | *T.E.                    |
| <b>Ekzokarp</b>    | 1.43±0.03 <sup>n-v</sup> | 1.13±0.10 <sup>n-v</sup>                                            | 1.00±0.03 <sup>n-v</sup> | 1.70±0.02 <sup>k-r</sup> | 1.47±0.04 <sup>n-v</sup> | 1.46±0.07 <sup>n-v</sup> | 0.18±0.04 <sup>t-v</sup> |
| <b>Bütün Meyve</b> | 8.67±0.45 <sup>e</sup>   | 5.59±0.28 <sup>gh</sup>                                             | 3.06±0.34 <sup>k</sup>   | 14.45±0.92 <sup>bc</sup> | 13.43±0.88 <sup>c</sup>  | 8.90±0.32 <sup>e</sup>   | 1.52±0.04 <sup>m-u</sup> |
| <b>Nar Ekşisi</b>  | 1.66±0.11 <sup>k-s</sup> | 1.56±0.06 <sup>t-t</sup>                                            | 0.99±0.13 <sup>o-v</sup> | 2.46±0.32 <sup>j-n</sup> | 2.17±0.31 <sup>j-o</sup> | 1.71±0.13 <sup>k-q</sup> | 0.77±0.05 <sup>o-v</sup> |

T.E.; Tespit edilemedi.

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir.



### 5.3. Antioksidan Aktivite Tayinleri

Antioksidan aktivite tayin yöntemleri genel olarak farklı mekanizmalar ile etki göstermektedir. Benzer şekilde bitkilerin yapısında bulunan fito-kimyasal bileşenlerde farklı kimyasal etki mekanizmalarına sahiptir. Flavonoidler, peroksil ve alkoksil radikallerini giderme yeteneği gösterirken, antosiyaninler ise metal iyonlarını şelatlama yeteneği sergilemektedir. Ayrıca, fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesinin, yapısında bulunan -OH ve -COOH gruplarının sayısına ve konumuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği de bilinmektedir. Bu bakımdan, geniş fito-kimyasal içeriğe sahip bitki örneklerinin yapılarında bulunan eşsiz moleküler çeşitlilik nedeniyle, antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde tek bir yöntemin kullanılması yetersiz kalacaktır. Bu nedenle çalışmamızda *P. granatum* L. bitkisinin çeşitli dokularından elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla farklı etki mekanizmalarına dayanan,

- DPPH serbest radikal giderme aktivitesi
- Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesi
- Metal şelatlama aktivitesi ve
- CUPRAC yöntemleri kullanıldı.

Nar bitkisinin farklı dokularının ve standartların antioksidan aktiviteleri karşılaştırıldı ve sonuçlar Tablo 5.8’de özetlendi.

Çalışmamızda kullanılan tüm nar dokuları arasında en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin ekzokarp dokusuna (%78.38), en düşük DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin ise nar ekşisine ait olduğu ve nar ekşisi hariç diğer tüm dokuların güçlü antioksidan aktivite sergiledikleri belirlendi. Ek olarak, bitkinin ekzokarp, yaprak, tomurcuk, çiçek ve mezokarp dokularının, standart olarak değerlendirilen BHT’den daha yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesi gösterdikleri tespit edildi. Bitkinin gösterdiği yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesi sahip olduğu zengin fito-kimyasal içerik ile ilişkilendirilebilir.

Orak ve ark. (233) Hicaznar çeşidi nar bitkisinin kabuk dokusunun DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin nar çekirdeğinden ve meyve suyundan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Alsataf ve ark. (246) nar (Hicaz) kabuklarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin, mezokarp ve çekirdek dokularından daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim bulgularımız ile uyumlu

bulunmuştur. Tunus ve Nana çeşitlerindeki nar bitkisinin çiçek, yaprak, kabuk dokularının ve bu narlardan elde edilen meyve suyunun DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada (206), yaprak dokusunun çiçek ve kabuk dokularından daha yüksek aktivite gösterdiği rapor edilmiştir.

**Tablo 5.8.** Nar bitkisinin farklı dokularının ve standartların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması

| Örnekler           | DPPH <sup>A</sup>   | Fe <sup>3+</sup><br>İyonu<br>İndirgeme <sup>B</sup> | Metal<br>Şelatlama <sup>A</sup> | CUPRAC <sup>C</sup>  |
|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| <b>Yaprak</b>      | 74.17 <sup>ab</sup> | 0.97 <sup>b</sup>                                   | 40.14 <sup>bc</sup>             | 659.41 <sup>a</sup>  |
| <b>Tomurcuk</b>    | 76.15 <sup>ab</sup> | 1.23 <sup>a</sup>                                   | 38.00 <sup>bc</sup>             | 694.95 <sup>a</sup>  |
| <b>Çiçek</b>       | 75.70 <sup>ab</sup> | 1.09 <sup>ab</sup>                                  | 33.63 <sup>b-d</sup>            | 579.02 <sup>ab</sup> |
| <b>Çekirdek</b>    | 15.35 <sup>c</sup>  | 0.14 <sup>e</sup>                                   | 3.27 <sup>f</sup>               | 71.14 <sup>ef</sup>  |
| <b>Dane</b>        | 19.69 <sup>c</sup>  | 0.11 <sup>e</sup>                                   | 17.41 <sup>ef</sup>             | 76.70 <sup>ef</sup>  |
| <b>Mezokarp</b>    | 74.09 <sup>ab</sup> | 0.47 <sup>d</sup>                                   | 32.66 <sup>cd</sup>             | 287.53 <sup>cd</sup> |
| <b>Ekzokarp</b>    | 78.38 <sup>a</sup>  | 0.71 <sup>c</sup>                                   | 35.99 <sup>bc</sup>             | 418.53 <sup>bc</sup> |
| <b>Bütün Meyve</b> | 67.73 <sup>b</sup>  | 0.46 <sup>d</sup>                                   | 41.02 <sup>b</sup>              | 216.11 <sup>de</sup> |
| <b>Nar Ekşisi</b>  | 13.47 <sup>c</sup>  | 0.09 <sup>e</sup>                                   | 23.93 <sup>de</sup>             | 47.24 <sup>f</sup>   |
| <b>BHA</b>         | 78.15 <sup>ab</sup> | 1.51 <sup>a</sup>                                   | -                               | 839.36 <sup>a</sup>  |
| <b>BHT</b>         | 66.40 <sup>ab</sup> | 0.72 <sup>b-d</sup>                                 | -                               | 659.11 <sup>a</sup>  |
| <b>α-TOK</b>       | 78.39 <sup>ab</sup> | 0.70 <sup>b-d</sup>                                 | -                               | 521.88 <sup>ab</sup> |
| <b>EDTA</b>        | -                   | -                                                   | 88.20 <sup>a</sup>              | -                    |

A; % Aktivite

B; Absorbans

C; mg TRE/g ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

*P. granatum* L. bitki dokularının ve nar ekşisinin Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasiteleri karşılaştırıldığında, en yüksek değerlerin BHA standardına ve bitkinin tomurcuk dokusuna, en düşük değerlerin ise bitkinin çekirdek ve dane dokuları ile nar ekşisine ait olduğu belirlendi. Bitkinin yaprak, tomurcuk ve çiçek dokularının Fe<sup>3+</sup> iyonu indirgeme kapasitesinin, standart olarak değerlendirilen BHT ve α-TOK'den daha yüksek olduğu

gözlendi. Sonuçlarımız Ali ve ark. (237) tarafından rapor edilen verilerle uyumlu bulundu. Ali ve ark. (237), nar kabuklarının demir indirgeme kapasitesinin dane, çekirdek ve bütün olarak değerlendirilen meyveden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Elde ettiğimiz tüm ekstraktların metal şelatlama aktivitesi sonuçları standartlar ile karşılaştırılmış olup en yüksek değerin, bilinen en iyi şelatlayıcı ajan olan EDTA'ye ait olduğu ve standart antioksidanlardan BHA, BHT ve  $\alpha$ -TOK'un şelatlama aktivitesi göstermediği belirlendi. Bitki dokuları ve nar ekşisi sonuçları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise bütün olarak değerlendirilen nar meyvesinin ve yaprak dokusunun en yüksek metal şelatlama aktivitesine sahip oldukları tespit edildi.

Rummun ve ark. (247), nar bitkisinin kabuk, çiçek, yaprak, sap ve çekirdek dokularının %70 metanol ile ekstraksiyonlarından elde ettikleri ekstraktların metal şelatlama aktivitelerini değerlendirmiş ve en yüksek şelatlama aktivitesinin çiçek ekstraktlarına ait olduğunu ve metal şelatlama aktivitesine göre ekstraktların çiçek> kabuk> sap> yaprak> çekirdek şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir. Orak ve ark. (233) tarafından rapor edilen sonuçlar bizim sonuçlarımızla uyumlu olup nar kabuklarının metal şelatlama aktivitesinin (%37.22) çekirdek ve meyve suyundan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmamızda nar bitkisinin farklı dokularının ve nar ekşisi ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi için CUPRAC yöntemi kullanıldı. Tablo 5.8'de verilen bilgilere göre en yüksek toplam antioksidan kapasitenin BHA standardına ait olduğu belirlendi. Ekstraktlar kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasitenin tomurcuk dokusuna ait olduğu ve standart olarak değerlendirilen BHT ve  $\alpha$ -TOK'den daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edildi.

Said ve ark. (248), nar bitkisinin ağaç kabuğu, bütün meyve, yaprak ve çiçek dokularının metanol ile ekstraksiyonundan elde ettikleri ekstraktların CUPRAC antioksidan kapasitelerinin bütün meyve> ağaç kabuğu> yaprak> çiçek şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar ile bizim verilerimiz arasındaki farklılığın, ekstraksiyon yönteminin ve ekstraksiyon sıcaklığının farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

#### 5.4. *P. granatum* L. Yaprak Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) yaprak dokusundan elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.9’da verildi. Elde edilen sonuçlara göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $10.64 \pm 0.07$ - $192.57 \pm 0.02$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının S ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $8.83 \pm 0.29$ - $72.73 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının S ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.41 \pm 0.02$ - $8.97 \pm 0.07$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının S ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.18 \pm 0.09$ - $0.88 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının S ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $3.07 \pm 0.12$ - $7.80 \pm 0.06$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.03 \pm 0.00$ - $0.50 \pm 0.01$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:S ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Yaprak ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- H ekstraktı hariç tüm ekstraktların güçlü DPPH serbest radikal giderme aktivitesi sergiledikleri, en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $85.68 \pm 0.16$  değeri ile F:S ekstraktına ait olduğu belirlendi. Ayrıca en düşük derişimden itibaren H ekstraktı hariç tüm ekstraktların standartlardan daha yüksek aktivite gösterdikleri,
- en yüksek  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $44.11 \mu g mL^{-1}$  derişiminde S ekstraktına ait olduğu ve aynı derişimde H ekstraktı hariç diğer ekstraktların  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin BHT'den daha yüksek olduğu;
- metal şelatlama aktivitesini en yüksek  $76.52 \pm 0.89$  değeri ile S ekstraktının, en düşük ise  $4.71 \pm 0.30$  değeri ile H ekstraktının gösterdiği,
- en yüksek toplam antioksidan kapasitenin ise  $878.37 \pm 1.00$  mg TRE/g ekstrakt olarak S ekstraktına ait olduğu ve standartlardan daha yüksek aktivite gösterdiği belirlendi.

Gabsi çeşidi nar bitkisinin yaprak dokusunun fito-kimyasal içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada (56), yaprakların *n*-hekzan, kloroform, etil asetat, etanol, su ve aseton:su (1:1) çözücüleri kullanılarak Soxhlet ekstraksiyon tekniği aracılığıyla (6 saat) ekstraksiyonları yapılmış ve elde edilen ekstraktların toplam fenolik, flavonoid ve tanen içerikleri araştırılmıştır. Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarının  $49.24 \pm 5.65$ - $382.27 \pm 6.46$  mg GAE/g KA arasında değiştiği ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının aseton:su ekstraktına; toplam flavonoid bileşen miktarının  $55.11 \pm 5.92$ - $492.88 \pm 19.25$  mg KUE/g KA aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının yine aseton:su ekstraktına; toplam tanen bileşen miktarının ise  $30.68 \pm 0.91$ - $125.92 \pm 3.9$  mg TAE/100 g KA aralığında olduğu ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının su ekstraktına ait olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarları bizim çalışmamızın sonuçlarından daha yüksek, toplam tanen bileşen miktarları ise daha düşük bulundu. Gabsi ve Nabli çeşidi nar yapraklarından asitlendirilmiş metanol (%0.1 formik asit) çözücüsü kullanılarak elde edilen ekstraktların toplam fenolik, flavonoid ve flavonol bileşen miktarlarının ve antioksidan aktivitesinin araştırıldığı çalışmada (197), Nabli çeşidi için toplam fenolik bileşen miktarı  $79.7 \pm 2.7$  mg GAE/100 g KA, toplam flavonoid bileşen miktarı  $5.5 \pm 0.9$  mg RE/100 g KA ve toplam flavonol bileşen miktarı  $4.0 \pm 0.3$  mg RE/100 g KA olarak belirlenmiştir. Gabsi çeşidi için

ise toplam fenolik, flavonoid ve flavanol bileşen miktarları sırasıyla  $118.9 \pm 12.5$  mg GAE/100 g KA,  $6.2 \pm 0.9$  mg RE/100 g KA ve  $4.3 \pm 0.4$  mg RE/100 g KA olarak bulunmuştur. Ekstraktların DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri ise  $110.6 \pm 8.4$  mg GAE/100 g KA (Nabli) ve  $113.1 \pm 6.9$  mg GAE/100 g KA (Gabsi) olarak ifade edilmiştir. Bekir ve ark. (194) tarafından yapılan çalışmada, Gabsi çeşidi nar yapraklarının maserasyon yöntemi kullanılarak artan polaritede çözücüler (*n*-hekzan, diklormetan, etil asetat, etanol ve metanol) ile ekstraksiyonları yapılmış ve elde edilen ekstraktların fito-kimyasal özellikleri ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Metanol ve etanol ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları sırasıyla  $85.2 \pm 2.4$ ,  $82.6 \pm 1.5$  ve  $8.8 \pm 0.3$  mg GAE/g KA olarak, toplam flavonoid bileşen miktarları ise sırasıyla  $4.5 \pm 0.17$  ve  $76.9 \pm 2.45$  mg KUE/100 g KA olarak verilmiştir. Toplam antosiyanin bileşen miktarına göre ekstraktlar *n*-hekzan ( $3.73 \pm 0.02$  mg Sy3GE/g KA) > diklormetan ( $1.04 \pm 0.05$ ) > etanol ( $0.41 \pm 0.00$ ) şeklinde sıralanmış olup metanol ve etil asetat ekstraktlarında antosiyanin bileşen belirlenememiştir. Araştırmada DPPH serbest radikal giderme aktivitesine göre ekstraktlar metanol > etanol > etil asetat > diklormetan > *n*-hekzan şeklinde sıralanmış ve metanol ekstraktının en güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir. Metanol ekstraktının toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarı sonuçları bizim verilerimizden daha düşük iken, antosiyanin bileşen miktarı sonuçlarının daha yüksek olduğu, antioksidan aktivite sonuçlarının ise çalışmamız ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Nar, zeytin, incir ve guava yapraklarının antioksidan özelliklerinin incelendiği çalışmada (249), nar yapraklarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesi  $29.327 \pm 0.578$   $\mu\text{g mL}^{-1}$ , demir indirgeme kapasitesi  $259.315 \pm 1.753$   $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{g}^{-1}$  ve metal şelatlama aktivitesi  $204.898 \pm 1.443$   $\mu\text{g mL}^{-1}$  olarak belirlenmiş olup nar yapraklarının antioksidan kapasitesinin zeytin ve guava yapraklarından daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Uysal ve ark. (250) ülkemizin Akdeniz bölgesinde yetiştirilen dokuz farklı bitkinin yaprak dokularının CUPRAC yöntemi ile antioksidan aktivitelerini araştırdıkları çalışmada, nar yapraklarının metanol ve su ekstraktlarının  $0.1 \text{ mg mL}^{-1}$  derişiminde en yüksek aktivite sahip olduğunu göstermiştir.

Yapılan literatür taramasında nar yapraklarının toplam flavanol bileşen miktarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

**Tablo 5.9.** Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               |                              | Toplam Flavonoid             |                              | Toplam Flavanol              |                              | Toplam Tanen                 |                              | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup>                              | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
| <b>M</b>    | 173.91±0.07 <sup>c</sup>     | 69.83±0.13 <sup>b</sup>      | 8.12±0.05 <sup>b</sup>       | 0.79±0.07 <sup>a</sup>       | 7.80±0.06 <sup>a</sup>       | 0.11±0.02 <sup>e</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>E</b>    | 124.70±0.04 <sup>e</sup>     | 55.57±0.09 <sup>d</sup>      | 6.75±0.08 <sup>d</sup>       | 0.77±0.03 <sup>a</sup>       | 7.26±0.04 <sup>b</sup>       | 0.14±0.00 <sup>e</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>S</b>    | 192.57±0.02 <sup>a</sup>     | 72.73±0.09 <sup>a</sup>      | 8.97±0.07 <sup>a</sup>       | 0.88±0.02 <sup>a</sup>       | 6.52±0.03 <sup>d</sup>       | 0.26±0.01 <sup>d</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: M</b> | 150.78±0.07 <sup>d</sup>     | 69.50±0.08 <sup>b</sup>      | 7.05±0.07 <sup>c</sup>       | 0.74±0.06 <sup>a</sup>       | 6.88±0.13 <sup>c</sup>       | 0.31±0.01 <sup>c</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: E</b> | 80.30±0.05 <sup>f</sup>      | 39.43±0.13 <sup>e</sup>      | 6.02±0.12 <sup>e</sup>       | 0.73±0.09 <sup>a</sup>       | 6.65±0.07 <sup>cd</sup>      | 0.42±0.01 <sup>b</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: S</b> | 178.12±0.05 <sup>b</sup>     | 60.00±0.08 <sup>c</sup>      | 8.08±0.05 <sup>b</sup>       | 0.70±0.02 <sup>a</sup>       | 5.80±0.04 <sup>e</sup>       | 0.50±0.01 <sup>a</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>H</b>    | 10.64±0.07 <sup>g</sup>      | 8.83±0.29 <sup>f</sup>       | 0.41±0.02 <sup>f</sup>       | 0.18±0.09 <sup>b</sup>       | 3.07±0.12 <sup>f</sup>       | 0.03±0.00 <sup>f</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

### 5.5. *P. granatum* L. Tomurcuk Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) tomurcuklarından elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.10'da verildi. Elde edilen sonuçlara göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $41.51 \pm 0.04$ - $187.97 \pm 0.03$  mg GAE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $11.17 \pm 0.13$ - $73.93 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.69 \pm 0.05$ - $9.44 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.12 \pm 0.02$ - $0.64 \pm 0.07$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının S ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $2.99 \pm 0.08$ - $5.72 \pm 0.08$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.04 \pm 0.01$ - $5.52 \pm 0.22$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.



Tomurcuk ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- H ekstraktı hariç tüm ekstraktların güçlü DPPH serbest radikal giderme aktivitesi sergiledikleri, en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $86.55 \pm 0.42$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesi ise  $17.74 \pm 0.97$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi. Ek olarak en düşük derişimden ( $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) itibaren H ekstraktı hariç tüm ekstraktların standartlardan daha yüksek aktivite gösterdikleri,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Ayrıca, en düşük derişimde ( $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) H ekstraktı hariç diğer ekstraktların  $\text{Fe}^{3+}$  indirgeme kapasitesinin standart olarak değerlendirilen BHT ve  $\alpha$ -TOK'den daha yüksek olduğu,
- metal şelatlama aktivitesi bakımından en yüksek değerin  $74.15 \pm 1.01$  olarak S ekstraktına, en düşük değerin ise  $0.14 \pm 0.11$  değeri ile H ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $831.74 \pm 4.46$  mg TRE/g ekstrakt olarak F:M ekstraktına, en düşük değerin ise  $96.51 \pm 1.04$  mg TRE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu ve H ekstraktı hariç tüm ekstraktların toplam antioksidan kapasitesinin BHT ve  $\alpha$ -TOK standartlarından daha yüksek olduğu belirlendi.

Attanayeke ve ark (201) Nimali çeşidi nar tomurcuklarının toplam fenolik bileşen miktarı ile antioksidan aktivitesini araştırdıkları çalışmada, tomurcukların toplam fenolik bileşen miktarını  $110.37 \text{ mg GAE/g YA}$  olarak, DPPH serbest radikal giderme aktivitesini  $275.74$  olarak belirlemişlerdir. Rapor edilen sonuçlar bizim verilerimiz ile karşılaştırıldığında toplam fenolik bileşen miktarının bizim çalışmamızdan daha düşük, antioksidan aktivitesinin ise oldukça yüksek olduğu gözlemlendi. Bu farklılığın, bitki çeşidinin, hasat zamanının ve ekstraksiyon yönteminin farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

**Tablo 5.10.** Tomurcuk ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               | Toplam Flavonoid             | Toplam Flavanol              | Toplam Tanen                 | Toplam Monomerik Antosiyanin |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> |
| <b>M</b>    | 187.97±0.03 <sup>a</sup>     | 72.53±0.05 <sup>b</sup>      | 8.49±0.07 <sup>b</sup>       | 5.72±0.08 <sup>a</sup>       | 2.97±0.09 <sup>b</sup>       |
| <b>E</b>    | 172.40±0.05 <sup>c</sup>     | 60.57±0.13 <sup>f</sup>      | 6.67±0.05 <sup>e</sup>       | 4.13±0.05 <sup>d</sup>       | 1.17±0.03 <sup>c</sup>       |
| <b>S</b>    | 156.51±0.03 <sup>e</sup>     | 67.67±0.09 <sup>d</sup>      | 7.10±0.11 <sup>d</sup>       | 4.45±0.02 <sup>c</sup>       | 0.48±0.31 <sup>d</sup>       |
| <b>F: M</b> | 187.16±0.07 <sup>b</sup>     | 73.93±0.09 <sup>a</sup>      | 9.44±0.05 <sup>a</sup>       | 5.04±0.04 <sup>b</sup>       | 5.52±0.22 <sup>a</sup>       |
| <b>F: E</b> | 170.88±0.11 <sup>d</sup>     | 66.27±0.13 <sup>e</sup>      | 5.57±0.13 <sup>f</sup>       | 4.40±0.08 <sup>c</sup>       | 3.01±0.45 <sup>b</sup>       |
| <b>F: S</b> | 147.91±0.05 <sup>f</sup>     | 69.70±0.08 <sup>c</sup>      | 8.22±0.05 <sup>c</sup>       | 3.77±0.05 <sup>e</sup>       | 1.26±0.11 <sup>c</sup>       |
| <b>H</b>    | 41.51±0.04 <sup>g</sup>      | 11.17±0.13 <sup>g</sup>      | 0.69±0.05 <sup>g</sup>       | 2.99±0.08 <sup>f</sup>       | 0.04±0.01 <sup>d</sup>       |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı singeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Yapılan literatür taramasında tomurcuk dokusunun toplam fenolik bileşen miktarına dair sınırlı bilgi bulunmakta olup toplam flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarını araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bildiğimiz kadarıyla nar tomurcuklarının  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi, metal şelatlama yeteneği ve toplam antioksidan kapasitesi (CUPRAC) ilk kez bizim tarafımızdan belirlenmiştir.



## 5.6. *P. granatum* L. Çiçek Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) çiçeklerinden elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.11’de verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $21.57 \pm 0.04$ - $175.52 \pm 0.58$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $9.03 \pm 0.21$ - $62.30 \pm 0.22$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $1.18 \pm 0.04$ - $8.79 \pm 0.06$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.13 \pm 0.02$ - $0.59 \pm 0.03$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $3.18 \pm 0.04$ - $16.07 \pm 0.09$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.12 \pm 0.03$ - $7.88 \pm 0.18$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Çiçek ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- H ekstraktı hariç tüm ekstraktların güçlü DPPH serbest radikal giderme aktivitesi sergiledikleri, en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%87.69 \pm 0.89$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%9.61 \pm 0.89$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu belirlendi. Ek olarak en düşük derişimden itibaren H ekstraktı hariç tüm ekstraktların standartlardan daha yüksek aktivite gösterdikleri,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $(2.13 \pm 0.04)$   $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:M ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin  $(0.11 \pm 0.02)$  ise  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Ayrıca, en düşük derişimde ( $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) H ve E ekstraktları hariç diğer ekstraktların  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin, standart olarak değerlendirilen BHT ve  $\alpha$ -TOK'den daha yüksek olduğu,
- en yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%74.15 \pm 1.01$  olarak F:M ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $\%0.14 \pm 0.11$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $821.60 \pm 3.29$  mg TRE/g ekstrakt olarak F:M ekstraktına, en düşük değerin ise  $87.77 \pm 9.60$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu ve M, S, F:M ve F:S ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesinin BHT ve  $\alpha$ -TOK standartlarından daha yüksek olduğu belirlendi.

**Tablo 5.11.** Çiçek ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               |                              | Toplam Flavonoid             |                              | Toplam Flavonol              |                              | Toplam Tanen                 |                              | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup>                              | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
| <b>M</b>    | 174.74±0.06 <sup>a</sup>     | 49.33±0.21 <sup>d</sup>      | 7.30±0.32 <sup>c</sup>       | 0.59±0.03 <sup>a</sup>       | 16.07±0.09 <sup>a</sup>      | 3.36±0.14 <sup>d</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>E</b>    | 153.09±0.06 <sup>c</sup>     | 43.37±0.17 <sup>f</sup>      | 5.47±0.06 <sup>d</sup>       | 0.54±0.03 <sup>ab</sup>      | 6.30±0.04 <sup>e</sup>       | 1.86±0.28 <sup>e</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>S</b>    | 122.87±0.04 <sup>d</sup>     | 46.57±0.13 <sup>e</sup>      | 7.20±0.07 <sup>c</sup>       | 0.53±0.04 <sup>ab</sup>      | 9.99±0.09 <sup>c</sup>       | 0.94±0.09 <sup>f</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: M</b> | 175.52±0.58 <sup>a</sup>     | 62.30±0.22 <sup>a</sup>      | 8.79±0.06 <sup>a</sup>       | 0.54±0.02 <sup>ab</sup>      | 12.74±0.08 <sup>b</sup>      | 7.88±0.18 <sup>a</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: E</b> | 154.54±0.07 <sup>b</sup>     | 54.63±0.33 <sup>c</sup>      | 7.33±0.19 <sup>c</sup>       | 0.50±0.03 <sup>ab</sup>      | 8.56±0.05 <sup>d</sup>       | 6.51±0.27 <sup>b</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: S</b> | 123.18±0.35 <sup>d</sup>     | 60.00±0.14 <sup>b</sup>      | 7.91±0.05 <sup>b</sup>       | 0.48±0.03 <sup>b</sup>       | 5.84±0.07 <sup>f</sup>       | 4.40±0.15 <sup>c</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>H</b>    | 215.7±0.04 <sup>e</sup>      | 9.03±0.21 <sup>g</sup>       | 1.18±0.04 <sup>e</sup>       | 0.13±0.02 <sup>c</sup>       | 3.18±0.04 <sup>g</sup>       | 0.12±0.03 <sup>g</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda çiçek dokusundan elde edilen metanol ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarının ( $174.74 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt), Hajimahmoodi ve ark. (251) tarafından belirlenen sonuçlardan yaklaşık 7 kat, toplam flavonoid bileşen miktarının ise yaklaşık 2 kat daha yüksek olduğu tespit edildi. Araştırmada, Ghojagh, Shishegap, Danesiah, Rabbab, Golnar ve Malas nar çeşitlerinin %80 metanol ile ekstraksiyonundan elde edilen ekstraktların toplam fenolik, flavonoid ve tanen bileşen miktarlarının sırasıyla  $15.19 \pm 2.02$ - $25.94 \pm 7.00$  mg GAE/g KA,  $11.46 \pm 2.17$ - $23.06 \pm 3.46$  mg KE/g ve  $\%1.06 \pm 0.11$ - $2.03 \pm 0.15$  aralığında olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada çiçek ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesi HPLC yöntemi ile belirlenmiş olup en yüksek antioksidan aktivitenin ( $116.38 \pm 20.81$  mg E vitamini eşdeğeri/g KA) Malas nar çeşidine ait olduğu belirtilmiştir. Veriler arasındaki farklılıklar, nar bitkisinin çeşidine göre fito-kimyasal içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin değiştiğini göstermektedir.

Elfalleh ve ark. (204), Gabsi çeşidi nar çiçeklerinden su ve etanol çözücülerini kullanarak maserasyon yöntemi ile elde ettikleri ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarını  $66.29 \pm 3.06$  mg GAE/g KA (metanol),  $42.70 \pm 2.17$  (su); toplam flavonoid bileşen miktarını  $72.52 \pm 5.59$  mg RE/g KA (metanol),  $21.45 \pm 0.58$  (su); toplam antosiyanin bileşen miktarını  $168.91 \pm 3.13$  mg Sy3GE/g KA (metanol),  $80.20 \pm 7.02$  (su) ve toplam tanen bileşen miktarını  $148.24 \pm 10.29$  mg TAE/g KA (metanol),  $57.04 \pm 3.41$  (su) olarak belirlemişlerdir. Çiçek ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ise DPPH ve  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi yöntemleri kullanılarak belirlenmiş, metanol ekstraktlarının su ekstraktlarından daha güçlü antioksidan aktivite sergiledikleri rapor edilmiştir. Çalışmanın antioksidan aktivite sonuçlarının ise bizim verilerimizle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Fellah ve ark. (197), Nabli ve Gabsi çeşidi nar çiçeklerinden %0.1 formik asitle asitlendirilmiş metanol çözücüsü kullanılarak elde ettikleri ekstraktların fito-kimyasal özelliklerini ve serbest radikal giderme aktivitesini araştırılmışlardır. Verilen bulgulara göre Nabli çeşidi nar çiçeklerinin Gabsi çeşidi nar çiçeklerinden daha yüksek fito-kimyasal içeriğe sahip olduğu ve daha yüksek serbest radikal giderme aktivitesi sergilediği belirtilmiştir. Nabli çeşidi nar çiçekleri için toplam fenolik, flavonoid ve flavonol bileşen miktarları sırasıyla  $158.4 \pm 13.8$  mg GAE/100 g,  $9.1 \pm 0.6$  mg RE/100 g ve  $7.7 \pm 0.4$  mg RE/100 g KA olarak, DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ise  $161.6 \pm 4.3$

mg GAE/100 g KA olarak rapor edilmiştir. Çalışmada sunulan fito-kimyasal bileşen miktarlarının bizim verilerimizden daha düşük olduğu görülmüştür.

Malas çeşidi nar çiçeklerinin etanol ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarları ile DPPH yöntemi kullanılarak antioksidan kapasitelerinin belirlendiği çalışmada (60), toplam fenolik bileşen miktarı  $40.8 \pm 1.3$  g GAE/100 g, toplam flavonoid bileşen miktarı ise 64.38 mg KE/g olarak rapor edilmiştir.  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde nar çiçeğı ekstraktının DPPH serbest radikal giderme aktivitesi  $91.04 \pm 0.08$  olarak belirtilmiştir. Bu sonuçlar bizim verilerimizden daha yüksek olup bulgular arasındaki farklılığın nedeni, bitki çeşidinin, yetiştiğı bölgenin, toprak kalitesinin ve ayrıca ekstraksiyon yönteminin ve analiz prosedürlerinin farklı olması ile açıklanabilir.

Yapılan literatür araştırmasında nar çiçeklerinin toplam flavanol bileşen miktarının incelendiğı bir çalışmaya rastlanmamıştır.



### 5.7. *P. granatum* L. Çekirdek Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) çekirdeklerinden elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.12’de verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $0.54 \pm 0.05$ - $22.17 \pm 0.02$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $1.55 \pm 0.07$ - $10.47 \pm 0.07$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.54 \pm 0.04$ - $2.78 \pm 0.03$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.11 \pm 0.01$ - $0.22 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $3.33 \pm 0.12$ - $8.92 \pm 0.13$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.02 \pm 0.00$ - $0.43 \pm 0.02$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 5.12.** Çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               |                              | Toplam Flavonoid             |                              | Toplam Flavanol              |                              | Toplam Tanen                 |                              | Toplam Monomerik Antosiyanin |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
| <b>M</b>    | 22.17±0.02 <sup>a</sup>      | 7.33±0.04 <sup>b</sup>       | 2.65±0.04 <sup>a</sup>       | 0.22±0.02 <sup>a</sup>       | 8.92±0.13 <sup>a</sup>       | 0.30±0.07 <sup>ab</sup>      |                              |                              |                              |                              |
| <b>E</b>    | 18.52±0.05 <sup>b</sup>      | 3.91±0.05 <sup>e</sup>       | 1.13±0.04 <sup>c</sup>       | 0.19±0.02 <sup>a</sup>       | 8.55±0.20 <sup>a</sup>       | 0.29±0.01 <sup>ab</sup>      |                              |                              |                              |                              |
| <b>S</b>    | 8.51±0.05 <sup>e</sup>       | 4.71±0.07 <sup>d</sup>       | 1.32±0.06 <sup>b</sup>       | 0.18±0.03 <sup>ab</sup>      | 7.12±0.16 <sup>c</sup>       | 0.22±0.03 <sup>b</sup>       |                              |                              |                              |                              |
| <b>F: M</b> | 18.62±0.06 <sup>e</sup>      | 10.47±0.07 <sup>a</sup>      | 2.78±0.03 <sup>a</sup>       | 0.20±0.02 <sup>a</sup>       | 7.77±0.22 <sup>b</sup>       | 0.43±0.02 <sup>a</sup>       |                              |                              |                              |                              |
| <b>F: E</b> | 16.07±0.04 <sup>c</sup>      | 3.98±0.06 <sup>e</sup>       | 1.04±0.02 <sup>c</sup>       | 0.17±0.02 <sup>ab</sup>      | 7.49±0.17 <sup>bc</sup>      | 0.33±0.07 <sup>ab</sup>      |                              |                              |                              |                              |
| <b>F: S</b> | 10.36±0.04 <sup>d</sup>      | 6.93±0.02 <sup>c</sup>       | 1.38±0.03 <sup>b</sup>       | 0.15±0.02 <sup>ab</sup>      | 4.64±0.15 <sup>d</sup>       | 0.31±0.02 <sup>ab</sup>      |                              |                              |                              |                              |
| <b>H</b>    | 0.54±0.05 <sup>f</sup>       | 1.55±0.07 <sup>f</sup>       | 0.54±0.04 <sup>d</sup>       | 0.11±0.01 <sup>b</sup>       | 3.33±0.12 <sup>e</sup>       | 0.02±0.00 <sup>c</sup>       |                              |                              |                              |                              |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı singeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Çekirdek dokusundan elde edilen ekstraktların antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%28.64 \pm 1.33$  değeri ile M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%0.23 \pm 0.16$  olarak H ekstraktına ait olduğu,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $0.31 \pm 0.05$  olarak E ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $0.07 \pm 0.02$  olarak H ve S ekstraktına ait olduğu,
- en yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%9.32 \pm 0.15$  olarak S ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $\%1.07 \pm 0.29$  değeri ile aynı derişimde F:E ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $96.72 \pm 0.41 \text{ mg TRE/g}$  ekstrakt olarak E ekstraktına, en düşük değerin ise  $27.94 \pm 0.20 \text{ mg TRE/g}$  ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Derakhshan ve ark. (242), Natanz, Shahreza ve Doorak olmak üzere üç farklı çeşit nar bitkisinin çekirdek dokusundan  $\%80$  etanol ile elde ettikleri ekstraktların fito-kimyasal içeriğini araştırmışlardır. Ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları  $73 \pm 9.45 \text{ mg GAE/g}$  (Doorak),  $73 \pm 13.35$  (Shahreza) ve  $72.4 \pm 10.02$  (Natanz); toplam flavonoid bileşen miktarları  $38 \pm 6.38 \text{ mg RE/g}$  (Doorak),  $7.55 \pm 2.12$  (Shahreza) ve  $30.5 \pm 6.38$  (Natanz) ve toplam flavonol bileşen miktarları ise  $22 \pm 2.47 \text{ mg RE/g}$  (Doorak),  $3.4 \pm 1.24$  (Shahreza) ve  $8.02 \pm 1.58$  (Natanz) olarak belirtilmiş olup sonuçların bizim çalışmamızdan yüksek olduğu gözlenmiştir.

Farklı bir çalışmada ise nar çekirdeği ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarının  $134.58 \pm 1.14$ - $326.68 \pm 1.40 \text{ mg GAE/100 g}$ , toplam antosiyanin bileşen miktarının  $20.10 \pm 0.28$ - $82.30 \pm 1.42 \text{ mg Sy3GE/100 g}$  aralığında değiştiği ve en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $\%84.23 \pm 0.31$  olduğu rapor edilmiştir (252). Özcan ve ark. (253) yaptıkları araştırmada Hicaz çeşidi nar çekirdeklerinin mikrodalga yöntemiyle farklı sürelerde sabit ısı ( $150^\circ\text{C}$ ) ve güç ( $720 \text{ W}$ ) uygulayarak kavrulmasını sağlamış ve bu çekirdeklerin toplam fenolik bileşen miktarının  $304.44 \pm 0.02$ - $958.33 \pm 0.01 \text{ mg GAE/100 g}$  arasında değiştiğini ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin

%64.40±0.01-89.33±00 aralığında olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçların bizim verilerimizden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Nar çekirdeklerinden elde edilen etil asetat, metanol ve su ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin incelendiği başka bir çalışmada (254), 100 µg mL<sup>-1</sup> derişiminde nar çekirdeklerinin antioksidan aktivitesi %26.5 (etil asetat), %23.2 (metanol) ve %39.6 (su) olarak rapor edilmiştir. Sefri nar çeşidinden elde edilen metanol ekstraktının DPPH, demir indirgeme ve metal şelatlama yöntemleri kullanılarak antioksidan kapasitesinin araştırıldığı çalışmada ise (255), DPPH serbest radikal giderme aktivitesi (EC<sub>50</sub>) 1945.13±0.03 µg mL<sup>-1</sup> olarak, demir indirgeme kapasitesi 0.019±0.00 mg askorbik asit/100 g KA olarak belirlenmiş olup metal şelatlama aktivitesinin tespit edilemediği belirtilmiştir.

Elfalleh ve ark. (204), nar çekirdeklerinin metanol ve su ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, tanen ve antosiyanin bileşen miktarları ile antioksidan kapasitelerini araştırmışlardır. Verilen bilgilere göre metanol ekstraktının su ekstraktına göre daha yüksek toplam fenolik, flavonoid, tanen ve antosiyanin bileşen miktarı içerdiği belirtilmiştir. Antioksidan kapasite sonuçları EC<sub>50</sub> olarak ifade edilmiş ve metanol ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin su ekstraktlarına göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Çalışmanın sonuçları bizim bulgularımızla uyumlu bulunmuştur.

Yapılan literatür taramasında nar çekirdeklerinin toplam flavanol bileşen miktarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

### 5.8. *P. granatum* L. Dane Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) danelerinden elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.13’de verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $12.65 \pm 0.05$ - $49.19 \pm 0.08$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $1.33 \pm 0.14$ - $4.45 \pm 0.03$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.46 \pm 0.03$ - $1.14 \pm 0.03$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.12 \pm 0.01$ - $0.40 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $1.90 \pm 0.06$ - $6.32 \pm 0.15$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.22 \pm 0.09$ - $19.13 \pm 0.52$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 5.13.** Dane ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               |                              | Toplam Flavonoid             |                              | Toplam Flavonol              |                              | Toplam Flavanol              |                              | Toplam Tanen                 |                              | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup>                              | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
| <b>M</b>    | 48.08±0.05 <sup>b</sup>      | 3.93±0.08 <sup>b</sup>       | 1.08±0.02 <sup>a</sup>       | 0.40±0.02 <sup>a</sup>       | 6.32±0.15 <sup>a</sup>       | 9.25±0.36 <sup>cd</sup>      |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>E</b>    | 40.35±0.09 <sup>e</sup>      | 2.13±0.04 <sup>f</sup>       | 0.93±0.02 <sup>b</sup>       | 0.34±0.02 <sup>a</sup>       | 5.80±0.17 <sup>b</sup>       | 7.00±0.76 <sup>de</sup>      |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>S</b>    | 38.47±0.11 <sup>f</sup>      | 3.09±0.06 <sup>d</sup>       | 0.97±0.01 <sup>b</sup>       | 0.29±0.04 <sup>ab</sup>      | 4.24±0.04 <sup>d</sup>       | 5.56±0.23 <sup>e</sup>       |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: M</b> | 49.19±0.08 <sup>a</sup>      | 4.45±0.03 <sup>a</sup>       | 1.14±0.03 <sup>a</sup>       | 0.32±0.06 <sup>a</sup>       | 5.20±0.19 <sup>c</sup>       | 19.13±0.52 <sup>a</sup>      |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: E</b> | 47.72±0.09 <sup>c</sup>      | 2.58±0.06 <sup>e</sup>       | 0.85±0.03 <sup>c</sup>       | 0.29±0.04 <sup>ab</sup>      | 4.81±0.11 <sup>c</sup>       | 15.04±1.60 <sup>b</sup>      |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: S</b> | 40.79±0.08 <sup>d</sup>      | 3.54±0.05 <sup>c</sup>       | 0.98±0.02 <sup>b</sup>       | 0.20±0.03 <sup>bc</sup>      | 3.88±0.11 <sup>d</sup>       | 10.99±1.12 <sup>c</sup>      |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>H</b>    | 12.65±0.05 <sup>g</sup>      | 1.33±0.14 <sup>g</sup>       | 0.46±0.03 <sup>d</sup>       | 0.12±0.01 <sup>c</sup>       | 1.90±0.06 <sup>e</sup>       | 0.22±0.09 <sup>f</sup>       |                              |                              |                              |                              |                                                           |                              |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı simgeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Dane dokusundan elde edilen ekstraktların antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%44.55 \pm 0.71$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%5.83 \pm 0.16$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde E ekstraktına,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $0.22 \pm 0.03$  olarak  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.08 \pm 0.02$  olarak  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde E ve F:E ekstraktlarına,
- metal şelatlama aktivitesi bakımından en yüksek değerin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%71.36 \pm 0.62$  olarak F:S ekstraktına, en düşük değerin ise  $\%0.97 \pm 0.31$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $99.40 \pm 0.15$  mg TRE/g ekstrakt olarak F:M ekstraktına, en düşük değerin ise  $40.74 \pm 0.35$  mg TRE/g ekstrakt değeri ile H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Ganesh, Bhagwa, G-137, Mridula, Jyoti ve Kandhari olmak üzere altı farklı nar çeşidinin dane dokusundan  $\%80$  etanol ile elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarı  $87.62 \pm 9.09$ - $153.62 \pm 2.67$  mg GAE/100 g, toplam flavonoid bileşen miktarı  $8.23 \pm 0.50$ - $23.59 \pm 0.76$  mg KUE/100 g ve toplam antosiyanin bileşen miktarı  $6.45$ - $457.99$  mg Sy3GE/kg olarak ifade edilmiştir (256). Ekstraktların antioksidan aktivitesi DPPH ve CUPRAC yöntemleri kullanılarak araştırılmış ve en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $15.47 \pm 0.32$   $\mu\text{mol TRE/g}$  ve en yüksek bakır(II) iyonu indirgeme kapasitesinin ise  $16.24 \pm 0.10$  mol askorbik asit/g ekstrakt olarak Mridula nar çeşidine ait olduğu rapor edilmiştir. Raporda sunulan verilere göre fito-kimyasal analiz sonuçlarının bizim bulgularımızdan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ghasemnezhad ve ark. (257) tarafından yapılan çalışmada Malas Syabe Lorestan, Naderi Kashan, Malas Torsh Saveh, Torsh Syabe Lorestan ve Malas Yazdi olmak üzere beş farklı genotipteki nar bitkisinin danelerinden elde edilen metanol ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid ve antosiyanin bileşen miktarları ile antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Dane ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarlarının  $568.9 \pm 12.3$ - $713.1 \pm 26.4$  mg GAE/100 g YA, toplam flavonoid bileşen miktarlarının  $37.3 \pm 3.4$ - $200.7 \pm 13.2$  mg RE/100 g YA ve toplam antosiyanin bileşen miktarının  $53.9 \pm 27.6$ - $123.9 \pm 23.8$  mg Sy3GE/100 mL aralığında değiştiği gözlenmiştir. En yüksek DPPH

serbest radikal giderme aktivitesinin  $72.5 \pm 4.1$  ile Malas Torsh Saveh nar çeşidine, en düşük antioksidan aktivitenin ise  $65.3 \pm 5.2$  ile Naderi Kashan nar çeşidine ait olduğu belirtilmiştir. Çalışmada sunulan verilere göre, dane ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarlarının ve antioksidan aktivitesinin bizim bulgularımızdan daha düşük olduğu, antosiyanin bileşen miktarlarının ise daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Viuda-Martos ve ark. (258), ‘Mollar de Elche’ çeşidi nar bitkisinin danelerinden metanol çözücüsü kullanılarak elde ettikleri ekstraktın toplanan bileşen miktarını ve DPPH ve metal şelatlama yöntemlerini kullanarak antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Toplam tanen bileşen miktarı  $6.69 \pm 0.33$  mg KE/g olarak tespit edilmiş olup, ekstraktın  $100 \text{ g L}^{-1}$  derişiminde DPPH ve metal şelatlama aktivitesi sırasıyla  $75.92 \pm 0.56$  ve  $35.59 \pm 0.35$  olarak belirtilmiştir. Derakhshan ve ark. tarafından yapılan araştırmada, Natanz, Shahreza ve Doorak olmak üzere üç farklı çeşit nar danelerinden elde edilen meyve sularının toplam flavonol bileşen miktarlarının  $1.5 \pm 0.9$ - $2 \pm 1.01$  mg RE/g aralığında değiştiği rapor edilmiştir (242).

Orak ve ark. (233), Hicaznar çeşidi ve 19-66, 19-121 ve 17-67 genotiplerinde dört farklı nar danelerinin metanol, etanol ve su çözücülerini ile ekstraksiyonlarını yapmış ve toplam tanen bileşen miktarlarını araştırmışlardır. Verilen bilgilere göre toplam tanen bileşen miktarlarının su ekstraktları için  $7.88 \pm 0.19$ - $8.69 \pm 0.96$  µg tannik asit eşdeğeri/mg ekstrakt, metanol ekstraktları için  $4.82 \pm 0.26$ - $16.38 \pm 0.35$  µg tannik asit eşdeğeri/mg ekstrakt ve etanol ekstraktları için  $5.01 \pm 0.71$ - $8.61 \pm 0.04$  µg tannik asit eşdeğeri/mg ekstrakt aralığında değiştiği saptanmış olup sunulan verilerin bizim bulgularımızdan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bulgular arasındaki farklılığın ekstraksiyon yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan literatür taramasından nar danelerinin toplam flavanol bileşen miktarını inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır.



### 5.9. *P. granatum* L. Mezokarp Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.14’de verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $30.33 \pm 0.03$ - $133.22 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $8.70 \pm 0.08$ - $35.23 \pm 0.12$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.99 \pm 0.01$ - $8.66 \pm 0.11$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.08 \pm 0.01$ - $0.44 \pm 0.02$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $1.74 \pm 0.04$ - $2.86 \pm 0.10$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.07 \pm 0.00$ - $0.54 \pm 0.03$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise S ekstraktına ait olduğu ve H ekstraktında antosiyanin bileşen miktarının tespit edilemediği belirlendi.

**Tablo 5.14.** Mezokarp ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               |                              | Toplam Flavonoid             |                              | Toplam Flavanol              |                              | Toplam Tanen                 |                              | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup>                              | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
| <b>M</b>    | 133.22±0.06 <sup>a</sup>     | 34.73±0.21 <sup>b</sup>      | 7.18±0.08 <sup>c</sup>       | 0.44±0.02 <sup>a</sup>       | 2.86±0.10 <sup>a</sup>       | 0.14±0.01 <sup>d</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>E</b>    | 120.32±0.06 <sup>d</sup>     | 24.40±0.16 <sup>f</sup>      | 5.17±0.32 <sup>d</sup>       | 0.41±0.05 <sup>a</sup>       | 2.70±0.09 <sup>ab</sup>      | 0.11±0.02 <sup>de</sup>      |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>S</b>    | 124.18±0.08 <sup>c</sup>     | 31.73±0.17 <sup>d</sup>      | 6.83±0.04 <sup>c</sup>       | 0.38±0.02 <sup>a</sup>       | 2.07±0.03 <sup>c</sup>       | 0.07±0.00 <sup>e</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: M</b> | 128.35±0.05 <sup>b</sup>     | 35.23±0.12 <sup>a</sup>      | 8.66±0.11 <sup>a</sup>       | 0.40±0.04 <sup>a</sup>       | 2.54±0.06 <sup>b</sup>       | 0.54±0.03 <sup>a</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: E</b> | 97.35±0.05 <sup>f</sup>      | 30.30±0.08 <sup>e</sup>      | 4.70±0.05 <sup>c</sup>       | 0.37±0.06 <sup>a</sup>       | 2.17±0.07 <sup>c</sup>       | 0.45±0.03 <sup>b</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>F: S</b> | 109.55±0.04 <sup>e</sup>     | 32.67±0.12 <sup>c</sup>      | 7.68±0.04 <sup>b</sup>       | 0.34±0.01 <sup>a</sup>       | 1.93±0.08 <sup>cd</sup>      | 0.26±0.01 <sup>c</sup>       |                              |                              |                                                           |                              |
| <b>H</b>    | 30.33±0.03 <sup>g</sup>      | 8.70±0.08 <sup>g</sup>       | 0.99±0.01 <sup>f</sup>       | 0.08±0.00 <sup>b</sup>       | 1.74±0.04 <sup>d</sup>       | *T.E.                        |                              |                              |                                                           |                              |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3). \*T.E.; Tespit edilemedi.

Farklı singeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Mezokarp dokusundan elde edilen ekstraktların antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%86.94 \pm 0.28$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%9.51 \pm 0.71$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu ve H ekstraktı hariç tüm ekstraktların  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde standartlardan daha yüksek aktivite gösterdikleri,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi  $1.10 \pm 0.07$  olarak  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimde F:S ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.11 \pm 0.02$  olarak  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimde H ekstraktına ait olduğu,
- en yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%81.62 \pm 1.00$  olarak F:S ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $\%4.24 \pm 0.97$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $411.42 \pm 3.34$  mg TRE/g ekstrakt olarak F:S ekstraktına, en düşük değerin ise  $140.84 \pm 1.81$  mg TRE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Fischer ve ark. (210), nar bitkisinin mezokarp dokusundan  $\%0.1$  HCl ile asitlendirilmiş metanol çözücüsü kullanarak elde ettikleri ekstraktın toplam fenolik bileşen miktarını  $198.173 \pm 2.89$  mg GAE/g KA olarak belirlemişlerdir.

11 çeşit narın mezokarp ve ekzokarp dokusunun toplam tanen bileşen miktarının araştırıldığı bir çalışmada, mezokarp dokusunun toplam tanen bileşen miktarının ( $32\text{-}263$  g/kg), ekzokarp dokusunun toplam tanen bileşen miktarından ( $27\text{-}172$  g/kg) daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (259).

Ramlagan ve ark. (260) mezokarp dokusundan  $\%70$  etanol çözücüsü kullanarak elde ettikleri ekstraktı liyofilize etmiş ve ardından su, *n*-bütanol, etil asetat ve diklormetan çözücülerini ile fraksiyonlama işlemini gerçekleştirmişlerdir. Su ve etanol ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları sırasıyla  $415.84 \pm 9.36$  ve  $404.06 \pm 6.79$  mg GAE/liyofilize ekstrakt (LE); toplam flavonoid bileşen miktarları  $353.36 \pm 11.93$  ve  $365.15 \pm 5.67$  mg KUE/g LE; toplam tanen bileşen miktarları ise  $690.39 \pm 29.50$  ve  $685.45 \pm 28.73$  mg TAE/g LE olarak belirlenmiştir. Ekstraktların antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için DPPH ve metal şelatlama yöntemleri kullanılmış ve sonuçlar  $\text{IC}_{50}$  olarak ifade edilmiştir. Su ve etanol ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri

sırasıyla  $7.85 \pm 0.83$  ve  $6.87 \pm 0.55$   $\mu\text{g mL}^{-1}$  ve  $\text{Fe}^{2+}$  iyonlarını şelatlama aktiviteleri  $26.44 \pm 1.62$  ve  $29.76 \pm 1.62$   $\mu\text{g mL}^{-1}$  olarak rapor edilmiştir. Çalışmanın fito-kimyasal analiz sonuçları bizim verilerimizden oldukça yüksektir. Bu farklılık ekstraksiyon yönteminin farklı olması ile açıklanabilir.

Ambigaipalan ve ark. (261), mezokarp dokusundan %70 aseton çözücüsü ile elde ettikleri ekstraktın toplam fenolik ve antosiyanin bileşen miktarlarını sırasıyla 17.74 mg GAE/g ve 120 mg Sy3GE/100 g olarak rapor etmişlerdir. Ayrıca DPPH serbest radikal giderme aktivitesi  $2.56 \pm 0.07$  mmol TRE/g ve metal şelatlama aktivitesi  $3.44 \pm 0.31$   $\mu\text{mol EDTA/g}$  olarak rapor edilmiştir. Çalışmanın sonuçları bizim verilerimiz ile karşılaştırıldığında, toplam fenolik bileşen miktarının bizim bulgularımızdan düşük, antosiyanin bileşen miktarının ise yüksek olduğu görülmüştür.

Alsataf ve ark. (246) Hicaz nar çeşidinin mezokarp dokusunun fito-kimyasal özelliklerini ve antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Çalışmada, mezokarp dokusunun toplam fenolik, flavonoid, tanen ve antosiyanin bileşen miktarları sırasıyla  $52.2 \pm 0.2$  mg GAE/g,  $5.6 \pm 0.1$  mg KE/g,  $72.3 \pm 0.6$  mg TAE/g ve  $0.01 \pm 0.00$  mg/g olarak tespit edilmiştir. Mezokarp ekstraktının antioksidan aktivitesi DPPH ve CUPRAC yöntemlerine göre belirlenmiş ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $485.6 \pm 1.5$   $\mu\text{mol TRE/g}$  ve bakır(II) iyonu indirgeme kapasitesinin ise  $416.8$   $\mu\text{mol TRE/g}$  olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan literatür taramasında, *P. granatum* L. (cv. Hicaznar) mezokarp dokusunun toplam flavonol ve toplam flavanol bileşen miktarını inceleyen araştırmaya rastlanmamıştır.

### 5.10. *P. granatum* L. Ekzokarp Dokusunun Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

*P. granatum* L. (cv. Hicaznar) ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.14’de verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $41.28 \pm 0.04$ - $184.09 \pm 0.05$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $1.36 \pm 0.03$ - $55.87 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $1.48 \pm 0.04$ - $15.13 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.21 \pm 0.02$ - $0.73 \pm 0.06$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $2.48 \pm 0.13$ - $27.03 \pm 0.07$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.18 \pm 0.04$ - $1.70 \pm 0.02$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 5.15.** Ekzokarp ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               | Toplam Flavonoid             | Toplam Flavanol              | Toplam Flavanol              | Toplam Tanen                 | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup>                              |
| <b>M</b>    | 184.09±0.05 <sup>a</sup>     | 49.13±0.17 <sup>b</sup>      | 14.41±0.12 <sup>b</sup>      | 0.73±0.06 <sup>a</sup>       | 7.03±0.07 <sup>a</sup>       | 1.43±0.03 <sup>b</sup>                                    |
| <b>E</b>    | 161.80±0.08 <sup>e</sup>     | 39.57±0.12 <sup>e</sup>      | 9.88±0.03 <sup>f</sup>       | 0.70±0.09 <sup>a</sup>       | 4.35±0.10 <sup>d</sup>       | 1.13±0.10 <sup>c</sup>                                    |
| <b>S</b>    | 170.10±0.08 <sup>c</sup>     | 47.30±0.16 <sup>c</sup>      | 13.00±0.08 <sup>d</sup>      | 0.69±0.11 <sup>a</sup>       | 5.20±0.15 <sup>c</sup>       | 1.00±0.03 <sup>c</sup>                                    |
| <b>F: M</b> | 182.09±0.06 <sup>b</sup>     | 55.87±0.09 <sup>a</sup>      | 15.13±0.05 <sup>a</sup>      | 0.70±0.05 <sup>a</sup>       | 6.06±0.07 <sup>b</sup>       | 1.70±0.02 <sup>a</sup>                                    |
| <b>F: E</b> | 148.47±0.07 <sup>f</sup>     | 43.77±0.12 <sup>d</sup>      | 11.24±0.03 <sup>e</sup>      | 0.68±0.09 <sup>a</sup>       | 4.60±0.07 <sup>d</sup>       | 1.47±0.04 <sup>b</sup>                                    |
| <b>F: S</b> | 163.40±0.03 <sup>d</sup>     | 48.93±0.12 <sup>b</sup>      | 13.29±0.04 <sup>c</sup>      | 0.67±0.07 <sup>a</sup>       | 3.14±0.06 <sup>e</sup>       | 1.46±0.07 <sup>b</sup>                                    |
| <b>H</b>    | 41.28±0.04 <sup>g</sup>      | 1.36±0.03 <sup>f</sup>       | 1.48±0.04 <sup>g</sup>       | 0.21±0.02 <sup>b</sup>       | 2.48±0.13 <sup>f</sup>       | 0.18±0.04 <sup>d</sup>                                    |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı singeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Ekzokarp dokusundan elde edilen ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%86.91 \pm 0.41$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesi ise  $\%16.06 \pm 2.29$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu ve H ekstraktı hariç tüm ekstraktların en düşük derişimden itibaren standartlardan daha yüksek aktivite gösterdikleri,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesi  $1.53 \pm 0.01$  olarak  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde M ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.09 \pm 0.02$  olarak  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu ve  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde E ve H ekstraktı hariç diğer ekstraktların BHT ve  $\alpha$ -TOK standartlarından daha yüksek demir indirgeme kapasitesine sahip oldukları,
- en yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%74.32 \pm 1.23$  olarak F:S ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $\%0.84 \pm 0.39$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $567.58 \pm 3.05$  mg TRE/g ekstrakt olarak M ekstraktına, en düşük değerin ise  $131.23 \pm 4.27$  mg TRE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Singh ve ark. (262), nar bitkisinin ekzokarp dokusundan elde edilen  $\%70$  etanol ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarını  $363.04 \pm 0.10$  mg GAE/g ekstrakt, toplam flavonoid bileşen miktarını ise  $20.17 \pm 0.01$  mg KUE/g ekstrakt olarak belirlemişlerdir. Ekzokarp ekstraktının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için DPPH yöntemi kullanılmış ve  $1.00 \mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda  $\%95.1$  serbest radikal giderme aktivitesi gösterdiği ifade edilmiştir. Araştırmanın sonuçları bizim bulgularımızdan yüksek olup bu farklılık ekstraksiyon çözücüsünün, ekstraksiyon yönteminin ve bitkinin yetiştiği bölge, iklim ve toprak özelliklerinin değişkenlik göstermesi ile açıklanabilir. Başka bir çalışmada, ekzokarp dokusundan  $\%70$  aseton çözücüsü kullanılarak elde edilen ekstraktın DPPH ve metal şelatlama yöntemleri kullanılarak antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik ve toplam antosiyanin bileşen miktarları belirlenmiştir. Verilen bulgulara göre toplam fenolik ve antosiyanin bileşen miktarları sırasıyla  $9.38$  mg GAE/g ve  $50$  mg Sy3GE/100 g olarak, DPPH serbest radikal giderme aktivitesi  $3.36 \pm 0.02$  mmol TRE/g, metal şelatlama aktivitesi ise  $0.07 \pm 0.03$   $\mu\text{mol EDTA/g}$  olarak rapor edilmiştir. (261). Fischer ve ark. (210),  $\%0.1$  HCl ile asitlendirilmiş metanol ekstraktı kullanarak elde ettikleri

ekzokarp ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarının 101.85 mg GAE/g KA, toplam antosiyanin bileşen miktarını ise HPLC analiz ile 44.7 mg Sy3GE/100 g olarak belirlemişlerdir. Nar kabuklarının ekstraksiyonu için etanol çözücüsü (farklı konsantrasyonlarda) ve soğuk ekstraksiyon tekniğinin (farklı basınçlarda) kullandığı bir çalışmada (263), en yüksek toplam fenolik, flavonoid, tanen ve antosiyanin bileşen miktarlarının sırasıyla  $270 \pm 0.77$  mg GAE/g KA,  $313 \pm 3.29$  mg KUE/g KA,  $2.11 \pm 0.03$  mg KE/g KA ve  $88.78 \pm 0.71$  mg Sy3GE/g KA olduğu ve en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesi  $314 \pm 1.7$  mg TRE/g KA olarak rapor edilmiştir.

İran’da yetiştirilen on dört çeşit narın ekzokarp dokusundan etanol, metanol ve su ekstraksiyon çözücülerini kullanılarak elde edilen ekstraktların, toplam fenolik, flavonoid ve tanen bileşen miktarları ile antioksidan aktivitesi araştırılmıştır (264). En yüksek toplam fenolik bileşen miktarı  $327.05 \pm 863$  mg/100 g KA ile Sour White Peel narının etanol ekstraktına, en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarı  $119.69 \pm 1.02$  mg/100 g KA Sweet Alac narının etanol ekstraktına ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarı  $201.76 \pm 1.96$  mg/100 g KA olarak Black Peel narının etanol ekstraktına ait olduğunu, en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesini ise Black Peel çeşidi nar kabuklarının gösterdiğini belirlemişlerdir. Nar kabuklarından  $\beta$ -silkodekstrin ve ultrason destekli ekstraksiyon teknikleri kullanılarak, su çözücüsü ile elde edilen ekstraktların fito-kimyasal özelliklerinin ve antioksidan kapasitesinin incelendiği çalışmada (265), en yüksek toplam fenolik, flavonoid, flavonol ve antosiyanin bileşen miktarları sırasıyla 158.10 mg GAE/g KA, 82.30 mg KUE/g KA, 69.40 mg KUE/g KA ve 0.52 mg Sy3GE/g KA olarak, en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ise %74.40 olarak rapor edilmiştir.

Literatürden edinilen sonuçlarla bizim bulgularımız arasındaki farklılıkların, bitki çeşitlerinden, ekstraksiyon için kullanılan çözücü sisteminden ve ekstraksiyon yöntemleri ile tayin prosedürlerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ek olarak yapılan literatür taramasında nar bitkisinin ekzokarp dokusunun toplam flavanol bileşen miktarının incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.



### 5.11. *P. granatum* L. Meyvesinin Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

Bütün olarak değerlendirilen *P. granatum* L. (cv. Hicaznar) meyvesinden elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.15’de verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $0.16 \pm 0.05$ - $64.61 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $4.78 \pm 0.16$ - $32.20 \pm 0.00$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.58 \pm 0.03$ - $7.19 \pm 0.27$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.19 \pm 0.03$ - $0.79 \pm 0.14$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $2.52 \pm 0.04$ - $5.59 \pm 0.09$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $1.52 \pm 0.04$ - $14.45 \pm 0.92$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 5.16.** Bütün meyve ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavonol, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               | Toplam Flavonoid             | Toplam Flavonol              | Toplam Flavanol              | Toplam Tanen                 | Toplam Monomerik Antosiyanin Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup>                              |
| <b>M</b>    | 64.61±0.06 <sup>a</sup>      | 27.70±0.08 <sup>b</sup>      | 7.01±0.02 <sup>a</sup>       | 0.79±0.14 <sup>a</sup>       | 5.59±0.09 <sup>a</sup>       | 8.67±0.45 <sup>b</sup>                                    |
| <b>E</b>    | 39.41±0.06 <sup>e</sup>      | 25.63±0.09 <sup>e</sup>      | 4.87±0.03 <sup>c</sup>       | 0.74±0.08 <sup>a</sup>       | 4.99±0.08 <sup>b</sup>       | 5.59±0.28 <sup>c</sup>                                    |
| <b>S</b>    | 52.78±0.03 <sup>c</sup>      | 26.23±0.12 <sup>d</sup>      | 6.30±0.02 <sup>b</sup>       | 0.68±0.05 <sup>a</sup>       | 4.20±0.08 <sup>d</sup>       | 3.06±0.34 <sup>d</sup>                                    |
| <b>F: M</b> | 62.34±0.05 <sup>b</sup>      | 32.20±0.00 <sup>a</sup>      | 7.19±0.27 <sup>a</sup>       | 0.71±0.07 <sup>a</sup>       | 4.49±0.07 <sup>c</sup>       | 14.45±0.92 <sup>a</sup>                                   |
| <b>F: E</b> | 38.81±0.05 <sup>f</sup>      | 22.90±0.08 <sup>f</sup>      | 4.41±0.12 <sup>d</sup>       | 0.67±0.08 <sup>a</sup>       | 4.45±0.07 <sup>c</sup>       | 13.43±0.88 <sup>a</sup>                                   |
| <b>F: S</b> | 45.26±0.07 <sup>d</sup>      | 27.27±0.12 <sup>c</sup>      | 6.61±0.04 <sup>b</sup>       | 0.64±0.11 <sup>a</sup>       | 3.88±0.08 <sup>e</sup>       | 8.90±0.32 <sup>b</sup>                                    |
| <b>H</b>    | 0.16±0.05 <sup>g</sup>       | 4.78±0.16 <sup>g</sup>       | 0.58±0.03 <sup>e</sup>       | 0.19±0.03 <sup>d</sup>       | 2.52±0.04 <sup>f</sup>       | 1.52±0.04 <sup>d</sup>                                    |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı singeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Bütün olarak değerlendirilen meyveden elde edilen ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%86.03 \pm 0.43$  değeri ile F:M ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesi ise  $\%2.75 \pm 1.01$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu ve H ekstraktı hariç tüm ekstraktların  $62.5$  ve  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimlerinde standartlardan daha yüksek aktivite gösterdikleri,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $1.16 \pm 0.01$  değeri ile  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimde F:M ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.08 \pm 0.00$  olarak  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişimde H ekstraktına ait olduğu ve  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  M ve S ekstraktlarının BHT standardından daha yüksek demir indirgeme kapasitesine sahip oldukları,
- en yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%82.77 \pm 0.35$  olarak F:M ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $\%10.32 \pm 0.67$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:E ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $294.04 \pm 2.26$  mg TRE/g ekstrakt olarak S ekstraktına, en düşük değerin ise  $76.09 \pm 1.45$  mg TRE/g ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Masci ve ark. (236) bütün olarak değerlendirilen nar meyvesinin etanol, su ve etil asetat ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid ve antosiyanin bileşen miktarları ile antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Verilen bulgulara göre toplam fenolik bileşen miktarları  $0.479 \pm 0.011$  (etanol),  $0.406 \pm 0.003$  (su) ve  $1.924 \pm 0.022$  mmol GAE/g (etil asetat); toplam flavonoid bileşen miktarları  $0.134 \pm 0.001$  (etanol),  $0.122 \pm 0.002$  (su) ve  $0.561 \pm 0.008$  mmol RE/g (etil asetat); toplam antosiyanin bileşen miktarları ise  $0.476 \pm 0.048$  (etanol) ve  $0.458 \pm 0.036$   $\mu\text{mol Sy3GE/g}$  (su) olarak belirlenmiştir. Ek olarak, DPPH serbest radikal giderme aktivitelerine ( $\text{IC}_{50}$ ) göre ekstraktlar etil asetat ( $4.715 \pm 0.015 \mu\text{g mL}^{-1}$ )> etanol ( $17.703 \pm 0.008$ )> su ( $19.140 \pm 0.062$ ) şeklinde sıralanmıştır.

Hicaznar çeşidi nar bitkisinin bütün olarak değerlendirilen meyvesinin toplam antosiyanin bileşen miktarı Turfan ve ark. (266) tarafından  $269 \text{ mg Sy3GE/kg}$  olarak rapor edilmiştir. Bu sonuç bizim bulgularımızdan oldukça yüksektir. Sonuçlar arasındaki

farklılığın nedeninin, ekstraksiyon yöntemi ve ekstraksiyon çözücülerini ile bitkinin yetiştiğı bölge, iklim ve olgunluk gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan literatür taramasında, bütün olarak değeriendirilen nar meyvesinin fitokimyasal özelliklerini inceleyen çalışma sayısının çok sınırlı olduğu görülmüştür. Ayrıca meyvenin toplam flavanol ve toplam flavonol bileşen miktarının incelendiğı bir çalışmaya rastlanmamıştır.



## 5.12. Nar Ekşisinin Fito-kimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesi

Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların fito-kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.16’da verildi. Elde edilen verilere göre;

- toplam fenolik bileşen miktarının  $2.19 \pm 0.04$ - $16.93 \pm 0.06$  mg GAE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam fenolik bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonoid bileşen miktarının  $1.49 \pm 0.01$ - $2.88 \pm 0.04$  mg RE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonoid bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavonol bileşen miktarının  $0.13 \pm 0.04$ - $1.44 \pm 0.04$  mg KUE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam flavonol bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam flavonol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam flavanol bileşen miktarının  $0.04 \pm 0.01$ - $0.21 \pm 0.06$  mg KE/g ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam flavanol bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam tanen bileşen miktarının  $1.77 \pm 0.05$ - $3.25 \pm 0.06$  mg EKE/g ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam tanen bileşen miktarının M ekstraktına, en düşük toplam tanen bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu,
- toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının ise  $0.77 \pm 0.05$ - $2.46 \pm 0.32$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında olduğu ve en yüksek toplam antosiyanin bileşen miktarının F:M ekstraktına, en düşük toplam antosiyanin bileşen miktarının ise H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

**Tablo 5.17.** Nar ekşisi ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid, flavanol, tanen ve monomerik antosiyanin bileşen miktarları

| Ekstrakt    | Toplam Fenolik               | Toplam Flavonoid             | Toplam Flavanol              | Toplam Flavanol              | Toplam Tanen                 | Toplam Monomerik Antosiyanin |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|             | Bileşen Miktarı <sup>A</sup> | Bileşen Miktarı <sup>B</sup> | Bileşen Miktarı <sup>C</sup> | Bileşen Miktarı <sup>D</sup> | Bileşen Miktarı <sup>E</sup> | Bileşen Miktarı <sup>F</sup> |
| <b>M</b>    | 16.93±0.06 <sup>a</sup>      | 2.51±0.04 <sup>b</sup>       | 1.22±0.03 <sup>b</sup>       | 0.21±0.06 <sup>a</sup>       | 3.25±0.06 <sup>a</sup>       | 1.66±0.11 <sup>b</sup>       |
| <b>E</b>    | 8.75±0.06 <sup>e</sup>       | 2.07±0.06 <sup>d</sup>       | 0.57±0.02 <sup>d</sup>       | 0.20±0.05 <sup>a</sup>       | 3.09±0.06 <sup>a</sup>       | 1.56±0.06 <sup>bc</sup>      |
| <b>S</b>    | 13.80±0.06 <sup>c</sup>      | 2.31±0.05 <sup>c</sup>       | 0.73±0.03 <sup>c</sup>       | 0.17±0.03 <sup>a</sup>       | 2.39±0.09 <sup>bc</sup>      | 0.99±0.13 <sup>cd</sup>      |
| <b>F: M</b> | 14.94±0.04 <sup>b</sup>      | 2.88±0.04 <sup>a</sup>       | 1.44±0.04 <sup>a</sup>       | 0.19±0.04 <sup>a</sup>       | 2.99±0.10 <sup>a</sup>       | 2.46±0.32 <sup>a</sup>       |
| <b>F: E</b> | 7.22±0.05 <sup>f</sup>       | 2.15±0.04 <sup>d</sup>       | 0.21±0.05 <sup>e</sup>       | 0.16±0.03 <sup>ab</sup>      | 2.66±0.05 <sup>b</sup>       | 2.17±0.31 <sup>ab</sup>      |
| <b>F: S</b> | 12.69±0.06 <sup>d</sup>      | 2.57±0.03 <sup>b</sup>       | 0.83±0.03 <sup>c</sup>       | 0.10±0.02 <sup>ab</sup>      | 2.16±0.15 <sup>c</sup>       | 1.71±0.13 <sup>b</sup>       |
| <b>H</b>    | 2.19±0.04 <sup>g</sup>       | 1.49±0.01 <sup>e</sup>       | 0.13±0.04 <sup>e</sup>       | 0.04±0.01 <sup>b</sup>       | 1.77±0.05 <sup>d</sup>       | 0.77±0.05 <sup>d</sup>       |

A; mg GAE/g ekstrakt

B; mg RE/g ekstrakt

C; mg KUE/g ekstrakt

D; mg KE/g ekstrakt

E; mg EKE/g ekstrakt

F; mg Sy3GE/kg ekstrakt

Veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3).

Farklı singeler, verilerin anlamlı olarak farklı olduğunu göstermektedir. Her sütun kendi içinde değerlendirilmektedir.

Nar ekşisinden elde edilen ekstraktların antioksidan özellikleri incelendiğinde;

- en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%46.62 \pm 2.82$  değeri ile F:S ekstraktına, en düşük serbest radikal giderme aktivitesinin ise  $\%0.23 \pm 0.16$  olarak  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu,
- en yüksek  $\text{Fe}^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin  $0.15 \pm 0.01$  olarak  $44.11 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde F:S ekstraktına, en düşük indirgeme kapasitesinin ise  $0.06 \pm 0.01$  değeri ile  $5.88 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H, E ve M ekstraktlarına ait olduğu,
- en yüksek metal şelatlama aktivitesinin  $125.0 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde  $\%88.57 \pm 0.51$  olarak F:S ekstraktına, en düşük aktivitenin ise  $\%2.30 \pm 0.63$  değeri ile  $12.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  derişiminde H ekstraktına ait olduğu,
- toplam antioksidan kapasite bakımından en yüksek değerin  $57.64 \pm 0.53 \text{ mg TRE/g}$  ekstrakt olarak F:S ekstraktına, en düşük değerin ise  $33.90 \pm 0.45 \text{ mg TRE/g}$  ekstrakt olarak H ekstraktına ait olduğu belirlendi.

Yılmaz ve ark. (267) ticari olarak satılan nar ekşisinin toplam fenolik bileşen miktarını  $52.6 \text{ mg GAE/g}$  olarak, İncedayı ve ark. (268) yedi çeşit ticari nar ekşisinin toplam fenolik bileşen miktarının  $551.61\text{-}9695.17 \text{ mg/kg}$  aralığında değiştiğini, antioksidan aktivitesinin ise (DPPH)  $\%0\text{-}46.31$  aralığında olduğunu rapor etmişlerdir. 28 çeşit ticari ve 4 çeşit ev yapımı nar ekşilerinin toplam fenolik ve flavonoid bileşen miktarının incelendiği farklı bir çalışmada (269) ticari nar ekşilerinin toplam fenolik ve flavonoid içeriklerinin sırasıyla  $9.86 \pm 0.56\text{-}78.28 \pm 4.62 \text{ mg GAE/g}$  ve  $12.15 \pm 0.43\text{-}90.92 \pm 0.17 \text{ mg KUE/g}$  arasında değiştiği; ev yapımı nar ekşilerinin ise toplam fenolik bileşen miktarının  $21.19 \pm 0.23\text{-}44.32\text{-}1.58 \text{ mg GAE/g}$  ve toplam flavonoid bileşen miktarının  $28.73 \pm 0.42\text{-}48.28 \pm 1.68 \text{ mg KUE/g}$  aralığında değiştiği belirtilmiştir. Nar ekşilerinin antioksidan aktiviteleri DPPH ve metal şelatlama yöntemlerine göre belirlenmiş olup en yüksek DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin ( $\text{IC}_{50}$ )  $0.09 \text{ mg mL}^{-1}$ , en yüksek metal şelatlama aktivitesinin ise  $\%46.78$  olduğu tespit edilmiş ve ev yapımı nar ekşilerinin antioksidan aktivitesinin ticari nar ekşilerinden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Farklı bir çalışmada ise, üç çeşit ticari nar ekşisi ile üç çeşit geleneksel olarak hazırlanan nar ekşilerinin toplam fenolik bileşen miktarları ve DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri incelenmiştir (270). Çalışmada, ticari nar ekşilerinin toplam

fenolik bileşen miktarı ve antioksidan aktivitesinin yöresel nar ekşilerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Geleneksel olarak hazırlanan iki çeşit nar ekşisi ile üç çeşit ticari nar ekşisinin toplam antosiyanin içeriklerinin araştırıldığı çalışmada (271), geleneksel olarak hazırlanan nar ekşilerinin toplam antosiyanin bileşen miktarları 118 ve 113 mg malvidin-3-glikozit eşdeğeri/L olarak belirlenirken, en düşük antosiyanin miktarının 87.5 mg malvidin-3-glikozit eşdeğeri/L olarak ticari nar ekşilerden elde edildiği belirtilmiştir.

Toydemir Şen (272), nar ekşisinden asitlendirilmiş metanol çözücüsü kullanarak elde ettiği ekstraktın fito-kimyasal özelliklerini ve antioksidan kapasitesini araştırmıştır. Sunulan verilere göre nar ekşisi ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarı  $402.9 \pm 8.4$  mg GAE/100 mL, toplam flavonoid bileşen miktarı  $110.0 \pm 1.7$  mg KE/100 mL, toplam antosiyanin bileşen miktarı  $1415.7 \pm 240.7$  µg Sy3GE/100 mL belirtilmiştir. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için DPPH ve CUPRAC yöntemleri kullanılmış ve sonuçlar sırasıyla  $1618.3 \pm 22.9$  mg TE/100 mL ve  $5361.1 \pm 172.7$  mg TE/100 mL olarak rapor edilmiştir.

Literatür sonuçları ile bizim sonuçlarımız arasındaki farklılıkların, nar ekşisinin üretim prosesi, nar ekşisinin elde edildiği nar çeşidi ve bu narların yetiştiği bölge, toprak kalitesi, meyve olgunluğu ve hasat zamanı gibi faktörlerden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Yapılan literatür taramasında nar ekşisinin toplam tanen, flavanol ve flavonol bileşen miktarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.



### 5.13. *P. granatum* L. Ekstraktlarının Fenolik ve Antosiyanin Bileşenleri

Çalışmamızda nar bitkisinin farklı dokuları ve nar ekşisinden elde edilen ekstraktların fenolik bileşenlerinin belirlenmesi için en yüksek toplam fenolik bileşen miktarı tespit edilen metanol ekstraktları seçildi. HPLC yöntemi kullanılarak yedi fenolik bileşen tanımlandı ve miktarları (mg/100 g ekstrakt) belirlendi. Tanımlanan fenolik bileşikler gallik asit, şiringik asit, epikateşin, rutin, ellagik asit, protokateşuik asit ve punikalajin olup *p*-OH benzoik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, sinapik asit, *trans*-ferulik asit, mirisetin, kuersetin, *p*-kumarik asit, kateşin ve naringin ise araştırmamızda tespit edilemedi. Tanımlanan fenolik bileşiklerden punikalajin, nar bitkisi için majör fenolik bileşen olarak belirlendi ve en yüksek miktarda  $7968.00 \pm 0.04$  mg/100 g olarak ekzokarp ekstraktında tespit edildi. Tablo 4.128 ve Tablo 4.129 'da verilen bilgilere göre ekzokarp ekstraktındaki punikalajin miktarının ellagik asit miktarından yaklaşık olarak 19 kat daha yüksek olduğu belirlendi. Sonuçlarımız literatür ile uyumlu bulundu (273–275).

Araştırmamızda incelediğimiz örneklerin antosiyanin bileşenlerinin ve miktarlarının belirlenmesi için, toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının belirlenmesinde diğer çözücülerden daha etkili olan asitlendirilmiş metanol çözücüsü ile elde edilen ekstraktlar seçildi. Ekstraktlarda delphinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit ve pelargonidin-3-glikozit olmak üzere üç antosiyanin bileşen tanımlandı. Sonuçlarımız literatür ile benzer bulundu (276–278).

Bildiğimiz kadarıyla nar tomurcuklarının fenolik ve antosiyanin bileşen profili ilk kez bizim çalışmamız ile tanımlandı.

Swilam ve ark. (279), nar yaprağının polifenol profilini incelemek amacıyla %70 etanol çözücüsü ile elde ettikleri nar yaprağı ekstraktını artan polaritede çözücüler kullanarak (*n*-hekzan, metilen klorür, etil asetat ve *n*-bütanol) fraksiyonlama uygulamışlardır. Çalışmada LC-MS/MS ile UPLC-PDA-UV yöntemleri aracılığı ile 23 adet fenolik bileşen tanımlanmış ve ellagik asit majör bileşen ( $43.14 \pm 0.57$  µg/mg) olarak belirtilmiştir.

Singh ve ark. (274) tarafından, narın temel fenolik bileşenlerinden punikalajin, ellagik asit ve gallik asidin nar danelerinden elde edilen su, etanol, aseton, eter, etanol:eter (8:2), etanol:su (8:2) ve etanol:eter:su (8:1:1) ekstraktlarında tespit edilebilmesi için HPLC-UV yöntemi kullanılmıştır. Elde ettikleri verilere göre, en yüksek miktarda

punikalajin-A, punikalajin-B, ellagik asit ve gallik asidin etanol:eter:su ekstraktında belirlendiği ifade edilmiştir.

12 çeşit nar bitkisinin danelerinin sıkılmasıyla elde edilen meyve sularının fenolik ve antosiyanin bileşen profilinin araştırıldığı çalışmada (278), 13 antosiyanin bileşen ve 14 fenolik bileşen tanımlanmış olup bitkinin çeşidine bağlı olarak majör antosiyanin ve majör fenolik bileşenlerin değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir.

Parfianka, G1, Mollar de Elche ve Wonderful olmak üzere dört çeşit nar kabuğunun ve Mollar de Elche ve Wonderful olmak üzere iki çeşit nar çiçeğinin fenolik profilinin tanımlanması ve miktarının belirlenmesi için UPLC-ESI-MS/MS sisteminin kullanıldığı çalışmada ise (277), punikalajin-A, punikalajin-B ve punikalın, en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşenler olarak belirlenmiştir.

Zhao ve ark. (276), üç çeşit (Lvbaoshi, Hongbaoshi ve Moshiliu) nar kabuğundan elde edilen asitlendirilmiş metanol (%0.1 HCl) ekstraktlarında HPLC-DAD yöntemi ile delfinidin-3,5-diglikozit, siyanidin-3,5-diglikozit, pelargonidin-3,5-diglikozit, delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit ve pelargonidin-3-glikozit olmak üzere 6 çeşit antosiyanin bileşen tanımlamışlardır. İncelenen üç çeşit nar için majör antosiyanin bileşen siyanidin-3-glikozit ( $1.56 \pm 0.20$ - $53.52 \pm 5.33$  mg/100 g) olarak belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda Hicaznar için majör antosiyanin bileşen  $1850.00 \pm 0.09$  µg/kg değeri ile siyanidin-3-glikozit olarak belirlenmiş olup bu araştırma sonucu ile paralel bulunmuştur.

Yapılan literatür taramasına göre bizim sonuçlarımızla uyumlu bulunan ve bizim sonuçlarımız ile arasında tutarsızlık bulunan verilere rastlanmıştır. Çalışmalar arasındaki farklılıklar; bitki çeşidine, bitkinin yetiştiği toprak ve iklim koşullarına, hasat zamanına, olgunluk derecesine bağlı olarak bitkinin kimyasal içeriğinin de etkilendiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, ekstraksiyon yöntemi, çözücü sistemi ve tayin prosedürlerindeki farklılıklarında, bitkinin fenolik profilinin aydınlatılmasında önemli birer faktör olduğu düşünülmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmamızda, nar (*P. granatum* L. cv. Hicaznar) bitkisinin yaprak, tomurcuk, çiçek, çekirdek, dane, mezokarp, ekzokarp ve bütün olarak değerlendirilen meyve örnekleri ile bu narlardan üretilen nar ekşisinin metanol, etanol, su, asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş etanol, asitlendirilmiş su ve *n*-hekzan olmak üzere yedi farklı çözücü ile ekstraksiyonları yapıldı. Elde edilen 63 adet ekstraktın fito-kimyasal özelliklerinin ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinin yanı sıra kullanılan ekstraksiyon çözümlerinin ekstraksiyon verimi de dahil olmak üzere fito-kimyasal içerik ve antioksidan kapasite üzerine etkisi araştırıldı. Ek olarak *P. granatum* L. (cv. Hicaznar) bitkisinin fenolik profili HPLC ve antosiyanin profili LC-MS/MS yöntemleri kullanılarak incelendi.

Çalışmamızda, en yüksek toplam fenolik bileşen miktarının  $192.57 \pm 0.02$  mg GAE/g ekstrakt olarak yaprak dokusunun asitlendirilmiş metanol ekstraktına ait olduğu ve toplam fenolik bileşen miktarına göre dokuların tomurcuk> ekzokarp> çiçek> yaprak> mezokarp> bütün meyve> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandığı tespit edildi. Araştırmamızda incelenen bitki dokularının fenolik bileşen miktarının belirlenmesinde metanol çözücüsünün diğer çözücülere göre daha etkili olduğu gözlemlendi.

Toplam flavonoid bileşen miktarları incelendiğinde; en yüksek toplam flavonoid bileşen miktarının  $73.93 \pm 0.09$  mg RE/g ekstrakt değeri ile tomurcuk dokusunun asitlendirilmiş metanol ekstraktına ait olduğu ve kullanılan ekstraksiyon çözümlerinden asitlendirilmiş metanol çözücüsünün diğer çözümlere oranla daha etkili olduğu tespit edildi. Toplam flavonoid bileşen miktarına göre dokular tomurcuk> yaprak> çiçek> ekzokarp> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

En yüksek toplam flavonol bileşen miktarının  $15.13 \pm 0.05$  mg KUE/g ekstrakt olarak ekzokarp dokusunun asitlendirilmiş metanol ekstraktına ait olduğu ve toplam flavonol bileşen miktarına göre dokuların ekzokarp> tomurcuk> yaprak> çiçek> mezokarp> bütün meyve> çekirdek> dane> nar ekşisi şeklinde sıralandığı gözlemlendi. Toplam flavonol bileşen miktarının belirlenmesinde asitlendirilmiş metanol çözücüsünün diğer çözücülere göre daha etkili olduğu görüldü.

Analizleri yapılan tüm ekstraktların toplam flavanol bileşen miktarları incelendiğinde, en yüksek toplam flavanol bileşen miktarının  $0.88 \pm 0.02$  değeri ile yaprak dokusunun su ekstraktına ait olduğu ve toplam flavanol bileşen miktarının belirlenmesinde metanol çözücüsünün kullanılan diğer çözücülere göre daha etkili olduğu belirlendi. Toplam flavanol bileşen miktarına göre dokular yaprak> bütün meyve> ekzokarp> tomurcuk> çiçek> mezokarp> dane> çekirdek> nar ekşisi şeklinde sıralandı.

Toplam tanen bileşen miktarları incelendiğinde, en yüksek toplam tanen bileşen miktarının  $16.07 \pm 0.09$  mg EKE/g ekstrakt olarak çiçek dokusunun metanol ekstraktına ait olduğu belirlendi. Toplam flavanol bileşen miktarına göre dokular çiçek> çekirdek> yaprak> ekzokarp> dane> tomurcuk> bütün meyve> nar ekşisi> mezokarp şeklinde sıralandı. Toplam flavanol bileşen miktarının belirlenmesinde metanol çözücüsü diğer çözücüler ile kıyaslandığında daha etkili bulundu.

İncelenen tüm ekstraktların toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarlarının  $0.02 \pm 0.00$ - $19.13 \pm 0.52$  mg Sy3GE/kg ekstrakt aralığında değiştiği ve en yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarının dane dokusunun asitlendirilmiş metanol ekstraktına ait olduğu tespit edildi. Toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarına göre dokular dane> bütün meyve> çiçek> tomurcuk> nar ekşisi> ekzokarp> yaprak> çekirdek> mezokarp şeklinde sıralanırken, ekstraktlar ise F:M> F:E> F:S> M> E> S> H olarak sıralandı.

Çalışmamızda incelenen tüm ekstraktların DPPH serbest radikal giderme aktivitesi değerlendirildiğinde, en yüksek aktivitenin %78.38 değeri ile ekzokarp dokusuna ait olduğu belirlendi. Ekzokarp dokusunu sırasıyla tomurcuk (%76.15), çiçek (%75.70), yaprak (%74.17) ve mezokarp (%74.09) dokularının takip ettiği ve BHT standardına göre daha yüksek aktivite sergiledikleri tespit edildi. Kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesine etkisi incelendiğinde, asitlendirilmiş metanol çözücüsü diğer çözücülere göre daha etkili bulundu.

En yüksek  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesinin (1.23) tomurcuk dokusuna ait olduğu ve BHT ve  $\alpha$ -TOK standartlarından yaklaşık 1.7 kat daha fazla  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine sahip olduğu belirlendi. Tomurcuk dokusunu sırasıyla 1.09 değeri ile çekirdek ve 0.97 değeri ile yaprak takip etti.  $Fe^{3+}$  iyonu indirgeme kapasitesine kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin etkisi incelendiğinde ise F:M, M ve S ekstraktlarının daha etkili olduğu görüldü.

Analizleri yapılan tüm ekstraktların metal şelatlama aktivitesi değerlendirildiğinde, en yüksek aktivitenin %88.20 değeri ile pozitif kontrol olarak kullanılan EDTA'ye ait olduğu, dokular kendi içinde karşılaştırıldığında ise en yüksek metal şelatlama aktivitesinin %41.02 değeri ile bütün olarak değerlendirilen meyveye ait olduğu tespit edildi. Metal şelatlama aktivitesinin belirlenmesinde F:S çözücüsünün diğer çözücülere göre daha etkili olduğu belirlendi.

Çalışmamızda toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla CUPRAC yöntemi kullanıldı ve en yüksek toplam antioksidan kapasitenin 839.36 mg TRE/g ekstrakt olarak BHA standardına ait olduğu görüldü. Ekstraktlar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise en yüksek toplam antioksidan kapasitenin 694.95 mg TRE/g ekstrakt değeri ile tomurcuk dokusunun gösterdiği belirlendi. Tomurcuk dokusunu sırasıyla 659.41 mg TRE/g ekstrakt değeri ile yaprak ve 579.02 mg TRE/g ekstrakt değeri ile çiçek dokuları takip etti. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesinde asitlendirilmiş su çözücüsünün diğer çözücülere göre daha etkili olduğu gözlemlendi.

Çalışmalarımız sırasında çok sayıda ekstrakt elde edildi ve bunların fito-kimyasal analizleri ve antioksidan aktiviteleri belirlendi. Tez önerimizde belirttiğimiz üzere en yüksek fenolik bileşen miktarı içeren ekstraktların HPLC yöntemi kullanılarak fenolik bileşenleri belirlenirken, en yüksek toplam monomerik antosiyanin bileşen miktarı içeren ekstraktların LC-MS/MS yöntemi kullanılarak antosiyanin bileşenleri belirlendi. HPLC ve LC-MS/MS çalışmaları sonucunda; gallik asit, şiringik asit, protokateşuik asit ve ellagik asit olmak üzere dört hidroksibenzoik asit, bir flavanol (epikateşin), bir flavonol (rutin), bir tanen (punikalajin) ve dört antosiyanin bileşen (delfinidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit ve pelargonidin-3-glikozit) tanımlandı ve miktarları belirlendi. Punikalajin ve siyanidin-3-glikozit, nar için majör bileşenler olarak tespit edildi.

Fito-kimyasal analiz ve antioksidan aktivite sonuçları genel olarak incelendiğinde, ülkemizde değerlendirilmeyerek bitki arazilerinde ve endüstride atık olarak görülen dokuların, meyvenin yenilebilir kısmı olan danelere göre daha zengin fito-kimyasal içeriğe ve daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlendi. Kullanılan ekstraksiyon çözücülerinde asitlendirilmiş çözücülerin fito-kimyasal içeriğin ve antioksidan aktivitenin belirlenmesinde daha etkili olması, asidik çözücünün hücre zarını parçalayarak bitki matriksinde hücre yapısal elementlerine bağlı olarak bulunan fenolik bileşiklerin serbest hale gelmiş olması ile açıklanabilir. Bitkinin fito-kimyasal içeriğinin

dokular arasında farklılık göstermesini ise, dokuların geniş moleküler çeşitliliğe sahip olması ve dokular arasında bu çeşitliliğin değişkenlik göstermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Nar ekşisi ekstraktlarının düşük oranlarda polifenol içeriğe sahip olmasını ve değerlendirilen diğer örneklerle oranla daha az antioksidan aktivite göstermesini, nar ekşisi üretimi yapan işletmelerde gözlemlediğimiz kadarıyla ekşinin üretim aşamasında yüksek sıcaklığa maruz kalması ve nar ekşisi üretiminde kullanılan meyve suyunun, bütün meyvenin preslenmesiyle değil danelerin sıkılmasıyla elde edilmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu nedenle nar ekşisi üretiminde, meyve suyunun bütün olarak meyvenin preslenmesiyle elde edilmesi ve yüksek ısıya maruz bırakılmadan güneş ışığında yoğunlaştırılması, nar ekşisinin besin içeriğinin korunmasına ve zenginleştirilmesine katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, nar (*P. granatum* L. cv. Hicaznar) bitkisinin araştırılan tüm dokularının ve özellikle tomurcukların yüksek fenolik bileşen kaynağı olduğu ve güçlü antioksidan aktivite sergilediği, ayrıca bitkinin farklı kısımlarının ve ekstraksiyon çözücüsünün fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite üzerinde önemli bir etkisinin olduğu sonucuna varıldı. Çalışmalarımız sırasında, işletme türüne bağlı olarak narın kullanılan kısmı dışında atık olarak bırakılan dokularının yüksek besin değerine sahip fito-kimyasallar içerdiği belirlendi. Bu atık kısımların ekstrakte edilip ekstraktların,

- ✓ doğal hammadde kaynağı olarak yeni ilaçların keşfinde,
- ✓ koku, aroma ve koruyucu olarak gıda takviyelerinde,
- ✓ yüksek ellagik asit içeriği ile cilt tonunun eşitlenmesi için kozmetik ürünlerinde ve
- ✓ içeriğindeki glikozitler nedeniyle kalp kasılmalarının güçlendirilmesi amacıyla glikozit içerikli ilaçların etken maddelerinin yerine kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Ramana KV, Reddy ABM, Majeti NVRK, Singhal SS. Therapeutic potential of natural antioxidants. *Oxid Med Cell Longev* 2018,2018:9471051.
2. Fierascu RC, Fierascu I, Avramescu SM, Sieniawska E. Recovery of natural antioxidants from agro-industrial side streams through advanced extraction techniques. *Molecules* 2019,24(23):4212.
3. Orgil O, Schwartz E, Baruch L, Matityahu I, Mahajna J, Amir R. The antioxidative and anti-proliferative potential of non-edible organs of the pomegranate fruit and tree. *LWT - Food Sci Technol* 2014,58(2):571–7.
4. Rezzadori K, Benedetti S, Amante ER. Proposals for the residues recovery: Orange waste as raw material for new products. *Food Bioprod Process* 2012,90(4):606–14.
5. Babbar N, Oberoi HS, Uppal DS, Patil RT. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Res Int* 2011,44(1):391–6.
6. Mohapatra D, Mishra S, Sutar N. Banana and its by-product utilisation: An overview. *J Sci Ind Res (India)* 2010,69(5):323–9.
7. Alzate Acevedo S, Díaz Carrillo ÁJ, Flórez-López E, Grande-Tovar CD. Recovery of banana waste-loss from production and processing: A contribution to a circular economy. *Molecules* 2021,26(17):5282.
8. Smuga-Kogut M, Piskier T, Walendzik B, Szymanowska-Powałowska D. Assessment of wasteland derived biomass for bioethanol production. *Electron J Biotechnol* 2019,41:1–8.
9. Guerrero AB, Aguado PL, Sánchez J, Curt MD. GIS-Based Assessment of Banana Residual Biomass Potential for Ethanol Production and Power Generation: A Case Study. *Waste Biomass Valori* 2016,7(2):405–15.
10. Jena SP, Mishra S, Acharya SK, Mishra SK. An experimental approach to produce biogas from semi dried banana leaves. *Sustain Energy Technol Assessments*

2017,19:173–8.

11. Nathoa C, Sirisukpoca U, Pisutpaisal N. Production of Hydrogen and Methane from Banana Peel by Two Phase Anaerobic Fermentation. *Energy Procedia* 2014,50:702–10.
12. Han S, Kim G-Y, Han J-I. Biodiesel production from oleaginous yeast, *Cryptococcus* sp. by using banana peel as carbon source. *Energy Rep* 2019,5:1077–81.
13. Alborzi Z, Izadi-Vasafi H, Ghayoumi F. Wound dressings based on chitosan and gelatin containing starch, sesame oil and banana peel powder for the treatment of skin burn wounds. *J Polym Res* 2021,28(2):61.
14. Kumar KPS, Bhowmik D, Duraivel S, Umadevi M. Traditional and medicinal uses of banana. *J Pharmacogn Phytochem* 2012,1(3):51–63.
15. Vu HT, Scarlett CJ, Vuong Q V. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. *J Funct Foods* 2018,40:238–48.
16. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. Son Erişim Tarihi 23 Ekim 2022
17. Ge S, Duo L, Wang J, GegenZhula, Yang J, Li Z, Tu Y. A unique understanding of traditional medicine of pomegranate, *Punica granatum* L. and its current research status. *J Ethnopharmacol* 2021,271:113877.
18. Karimi M, Sadeghi R, Kokini J. Pomegranate as a promising opportunity in medicine and nanotechnology. *Trends Food Sci Technol* 2017,69:59–73.
19. Wu S, Tian L. Diverse phytochemicals and bioactivities in the ancient fruit and modern functional food pomegranate (*Punica granatum*). *Molecules* 2017,22(10):1606.
20. Lourenço SC, Moldão-Martins M, Alves VD. Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules* 2019,24(22):4132.
21. Diamanti AC, Igoumenidis PE, Mourtzinis I, Yannakopoulou K, Karathanos VT. Green extraction of polyphenols from whole pomegranate fruit using



- cyclodextrins. *Food Chem* 2017,214:61–6.
22. Benchagra L, Berrougui H, Islam MO, Ramchoun M, Boulbaroud S, Hajjaji A, Fulop T, Ferretti G, Khalil A. Antioxidant Effect of Moroccan Pomegranate (*Punica granatum* L. Sefri Variety) Extracts Rich in Punicalagin against the Oxidative Stress Process. 2021,10(9):2219.
  23. Amri Z, Zaouay F, Lazreg-Aref H, Soltana H, Mneri A, Mars M, Hammami M. Phytochemical content, Fatty acids composition and antioxidant potential of different pomegranate parts: Comparison between edible and non edible varieties grown in Tunisia. *Int J Biol Macromol* 2017,104:274–80.
  24. Caliskan O, Bayazit S. Phytochemical and antioxidant attributes of autochthonous Turkish pomegranates. *Sci Hortic (Amsterdam)* 2012,147:81–8.
  25. Montefusco A, Durante M, Migoni D, De Caroli M, Ilahy R, Pék Z, Helyes L, Fanizzi FP, Mita G, Piro G, Lenucci MS. Analysis of the phytochemical composition of pomegranate fruit juices, peels and kernels: A comparative study on four cultivars grown in Southern Italy. *Plants* 2021,10(11):2521.
  26. Desseva I, Mihaylova D. Influence of in vitro gastrointestinal digestion on phytochemicals in pomegranate juice. *Food Sci Technol* 2020,40(June):211–6.
  27. Boussaa F, Zaouay F, Burlo-Carbonell F, Noguera-Artiaga L, Carbonell-Barrachina A, Melgarejo P, Hernandez F, Mars M. Growing Location Affects Physical Properties, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Pomegranate Fruit ( *Punica granatum* L. var. Gabsi). *Int J Fruit Sci* 2020,20(sup2):508–23.
  28. Melgarejo-Sánchez P, Núñez-Gómez D, Martínez-Nicolás JJ, Hernández F, Legua P, Melgarejo P. Pomegranate variety and pomegranate plant part, relevance from bioactive point of view: a review. *Bioresour Bioprocess* 2021,8(1):1–29.
  29. Kaur G, Jabbar Z, Athar M, Alam MS. *Punica granatum* (pomegranate) flower extract possesses potent antioxidant activity and abrogates Fe-NTA induced hepatotoxicity in mice. *Food Chem Toxicol* 2006,44(7):984–93.
  30. Verma N, Mohanty A, Lal A. Pomegranate genetic resources and germplasm conservation: a review. *Fruit, Veg Cereal Sci Biotechnol* 2010,4(2):120–5.

31. Guerrero-Solano JA, Jaramillo-Morales OA, Jiménez-Cabrera T, Urrutia-Hernández TA, Chehue-Romero A, Olvera-Hernández EG, Bautista M. *Punica protopunica* balf., the forgotten sister of the common pomegranate (*Punica granatum* L.): Features and medicinal properties—a review. *Plants* 2020,9(9):1–15.
32. Magangana TP, Makunga NP, Fawole OA, Opara UL. Processing factors affecting the phytochemical and nutritional properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel waste: A review. *Molecules* 2020,25(20):4690.
33. Kahramanoglu I. Trends in pomegranate sector: production, postharvest handling and marketing. *Int J Agric For Life Sciece* 2019,3(2):239–46.
34. Ranjha MMAN, Shafique B, Wang L, Irfan S, Safdar MN, Murtaza MA, Nadeem M, Mahmood S, Mueen-ud-Din G, Nadeem HR. A comprehensive review on phytochemistry, bioactivity and medicinal value of bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum*). *Adv Tradit Med* 2021,:1–21.
35. İkinci A, Mamay M, Unlu L, Bolat I, Ercisli S. Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau* 2014,56(4):131–8.
36. Kandyliş P, Kokkinomagoulos E. Food Applications and Potential Health Benefits of Pomegranate and its Derivatives. *Foods* 2020,9(2):122.
37. Pirzadeh M, Caporaso N, Rauf A, Shariati MA, Yessimbekov Z, Khan MU, Imran M, Mubarak MS. Pomegranate as a source of bioactive constituents: a review on their characterization, properties and applications. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2021,61(6):982–99.
38. Wang D, Özen C, Abu-Reidah IM, Chigurupati S, Patra JK, Horbanczuk JO, Jóźwik A, Tzvetkov NT, Uhrin P, Atanasov AG. Vasculoprotective effects of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Front Pharmacol* 2018,9:544.
39. Teixeira da Silva JA, Rana TS, Narzary D, Verma N, Meshram DT, Ranade SA. Pomegranate biology and biotechnology: A review. *Sci Hortic (Amsterdam)* 2013,160:85–107.
40. Kupnik K, Primožič M, Vasić K, Knez Ž, Leitgeb M. A comprehensive study of

- the antibacterial activity of bioactive juice and extracts from pomegranate (*Punica granatum* L.) peels and seeds. *Plants* 2021,10(8):1554.
41. Mostafa YS, Alamri SA, Alrumman SA, Hashem M, Baka ZA. Green synthesis of silver nanoparticles using pomegranate and orange peel extracts and their antifungal activity against *Alternaria solani*, the causal agent of early blight disease of tomato. *Plants* 2021,10(11):2363.
  42. Živković I, Šavikin K, Živković J, Zdunić G, Janković T, Lazić D, Radin D. Antiviral effects of pomegranate peel extracts on human norovirus in food models and simulated gastrointestinal fluids. *Plant Foods Hum Nutr* 2021,76(2):203–9.
  43. Panth N, Manandhar B, Paudel KR. Anticancer Activity of *Punica granatum* (Pomegranate): A Review. *Phyther Res* 2017,31(4):568–78.
  44. Gharib E, Kouhsari SM. Study of the antidiabetic activity of *Punica granatum* L. Fruits aqueous extract on the alloxan-diabetic wistar rats. *Iran J Pharm Res* 2019,18(1):358–68.
  45. Zhao S-S, Ma D-X, Zhu Y, Zhao J-H, Zhang Y, Chen J-Q, Sheng Z-L. Antidiarrheal effect of bioactivity-guided fractions and bioactive components of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels. *Neurogastroenterol Motil* 2018,30(7):e13364.
  46. Panichayupakaranant P, Tewtrakul S, Yuenyongsawad S. Antibacterial, anti-inflammatory and anti-allergic activities of standardised pomegranate rind extract. *Food Chem* 2010,123(2):400–3.
  47. Rosenblat M, Volkova N, Borochoy-Neori H, Judeinstein S, Aviram M. Anti-atherogenic properties of date vs. pomegranate polyphenols: the benefits of the combination. *Food Funct* 2015,6(5):1496–509.
  48. Sun W, Yan C, Frost B, Wang X, Hou C, Zeng M, Gao H, Kang Y, Liu J. Pomegranate extract decreases oxidative stress and alleviates mitochondrial impairment by activating AMPK-Nrf2 in hypothalamic paraventricular nucleus of spontaneously hypertensive rats. *Sci Rep* 2016,6:34246.
  49. Cano-Lamadrid M, Marhuenda-Egea FC, Hernández F, Rosas-Burgos EC, Burgos-Hernández A, Carbonell-Barrachina AA. Biological Activity of

Conventional and Organic Pomegranate Juices: Antioxidant and Antimutagenic Potential. *Plant Foods Hum Nutr* 2016,71(4):375–80.

50. Xiang Q, Li M, Wen J, Ren F, Yang Z, Jiang X, Chen Y. The bioactivity and applications of pomegranate peel extract: A review. *J Food Biochem* 2022,46(7):14105.
51. Sreekumar S, Sithul H, Muraleedharan P, Azeez JM, Sreeharshan S. Pomegranate Fruit as a Rich Source of Biologically Active Compounds. *Biomed Res Int* 2014,2014:1–12.
52. Wong TL, Strandberg KR, Croley CR, Fraser SE, Nagulapalli Venkata KC, Fimognari C, Sethi G, Bishayee A. Pomegranate bioactive constituents target multiple oncogenic and oncosuppressive signaling for cancer prevention and intervention. *Semin Cancer Biol* 2021,73:265–93.
53. Prakash CVS, Prakash I. Bioactive chemical constituents from pomegranate (*Punica granatum*) juice, seed and peel-a review. *Int J Res Chem Env* 2011,1(1):1–18.
54. Fadavi A, Barzegar M, Azizi MH, Bayat M. Note. Physicochemical Composition of Ten Pomegranate Cultivars (*Punica granatum* L.) Grown in Iran. *Food Sci Technol Int* 2005,11(2):113–9.
55. Guerra-Vázquez CM, Martínez-Ávila M, Guajardo-Flores D, Antunes-Ricardo M. Punicic Acid and Its Role in the Prevention of Neurological Disorders: A Review. *Foods* 2022,11(3):252.
56. Trabelsi A, El Kaibi MA, Abbassi A, Horchani A, Chekir-Ghedira L, Ghedira K. Phytochemical Study and Antibacterial and Antibiotic Modulation Activity of *Punica granatum* (Pomegranate) Leaves. *Scientifica (Cairo)* 2020,2020:1–7.
57. Hamouda HA, Khalifa RKM, El-Dahshouri MF, Zahran NG. Yield, fruit quality and nutrients content of pomegranate leaves and fruit as influenced by iron, manganese and zinc foliar spray. *Int J Pharm Tech Res* 2016,9(3):46–57.
58. Nasiri E, Hosseinimehr SJ, Akbari J, Azadbakht M, Azizi S. The Effects of *Punica granatum* Flower Extract on Skin Injuries Induced by Burn in Rats. *Adv Pharmacol Sci* 2017,2017:1–8.

59. Zheng J, Meenu M, Xu B. A systematic investigation on free phenolic acids and flavonoids profiles of commonly consumed edible flowers in China. *J Pharm Biomed Anal* 2019,172:268–77.
60. Abdolahi N, Soltani A, Mirzaali A, Soltani S, Balakheyli H, Aghaei M. Antibacterial and Antioxidant Activities and Phytochemical Properties of *Punica granatum* Flowers in Iran. *Iran J Sci Technol Trans A Sci* 2018,42(3):1105–10.
61. Kori AH, Mahesar SA, Sherazi STH, Laghari ZH, Panhwar T. A review on techniques employed for encapsulation of the bioactive components of *Punica granatum* L. *J Food Process Preserv* 2020,44(11):14848.
62. Putnik P, Kresoja Ž, Bosiljkov T, Režek Jambrak A, Barba FJ, Lorenzo JM, Roohinejad S, Granato D, Žuntar I, Bursać Kovačević D. Comparing the effects of thermal and non-thermal technologies on pomegranate juice quality: A review. *Food Chem* 2019,279:150–61.
63. Santhi VP, Masilamani | Poomaruthai, Sriramavaratharajan V, Murugan R, Gurav SS, Veerasamy |, Sarasu P, Parthiban S, Muniappan Ayyanar |. Therapeutic potential of phytoconstituents of edible fruits in combating emerging viral infections. *J Food Biochem* 2021,45:e13851.
64. Rozadi N, Oktavia S, Fauziah F. Pharmacological Activities of Punicalagin: A Review. *J Drug Deliv Ther* 2022,12(2):148–55.
65. Venusova E, Kolesarova A, Horky P, Slama P. Physiological and immune functions of punicalagin. *Nutrients* 2021,13(7):2150.
66. Usta C, Ozdemir S, Schiariti M, Puddu PE. The pharmacological use of ellagic acid-rich pomegranate fruit. *Int J Food Sci Nutr* 2013,64(7):907–13.
67. Savic IM, Jovic E, Nikolic VD, Popsavin MM, Rakic SJ, Savic-Gajic IM. The effect of complexation with cyclodextrins on the antioxidant and antimicrobial activity of ellagic acid. *Pharm Dev Technol* 2019,24(4):410–8.
68. Kullappan M, Benedict BA, Rajajagadeesan A, Baskaran P, Periadurai ND, Ambrose JM, Gandhamaneni SH, Nakkella AK, Agarwal A, Veeraraghavan VP, Surapaneni KM. Ellagic Acid as a Potential Inhibitor against the Nonstructural Protein NS3 Helicase of Zika Virus: A Molecular Modelling Study. *Biomed Res*

*Int* 2022,2022:1–15.

69. Ríos J-L, Giner R, Marín M, Recio M. A Pharmacological Update of Ellagic Acid. *Planta Med* 2018,84(15):1068–93.
70. Peng Z, Li Y, Tan L, Chen L, Shi Q, Zeng Q-H, Liu H, Wang JJ, Zhao Y. Anti-tyrosinase, antioxidant and antibacterial activities of gallic acid-benzylidenehydrazine hybrids and their application in preservation of fresh-cut apples and shrimps. *Food Chem* 2022,378:132127.
71. Wu Y, Li K, Zeng M, Qiao B, Zhou B. Serum Metabolomics Analysis of the Anti-Inflammatory Effects of Gallic Acid on Rats With Acute Inflammation. *Front Pharmacol* 2022,13:22.
72. Ko E-B, Jang Y-G, Kim C-W, Go R-E, Lee HK, Choi K-C. Gallic Acid Hindered Lung Cancer Progression by Inducing Cell Cycle Arrest and Apoptosis in A549 Lung Cancer Cells via PI3K/Akt Pathway. *Biomol Ther (Seoul)* 2022,30(2):151–61.
73. Xu Y, Tang G, Zhang C, Wang N, Feng Y. Gallic Acid and Diabetes Mellitus: Its Association with Oxidative Stress. *Molecules* 2021,26(23):7115.
74. Dlodla P, Nkambule B, Jack B, Mkandla Z, Mutize T, Silvestri S, Orlando P, Tiano L, Louw J, Mazibuko-Mbeje S. Inflammation and Oxidative Stress in an Obese State and the Protective Effects of Gallic Acid. *Nutrients* 2018,11(1):23.
75. Janošević Ležaić A, Pašti I, Gledović A, Antić-Stanković J, Božić D, Uskoković-Marković S, Ćirić-Marjanović G. Copolymerization of aniline and gallic acid: Novel electroactive materials with antioxidant and antimicrobial activities. *Synth Met* 2022,286:117048.
76. Bai J, Zhang Y, Tang C, Hou Y, Ai X, Chen X, Zhang Y, Wang X, Meng X. Gallic acid: Pharmacological activities and molecular mechanisms involved in inflammation-related diseases. *Biomed Pharmacother* 2021,133:110985.
77. Abdelwahab SI. Protective mechanism of gallic acid and its novel derivative against ethanol-induced gastric ulcerogenesis: Involvement of immunomodulation markers, Hsp70 and Bcl-2-associated X protein. *Int Immunopharmacol* 2013,16(2):296–305.

78. AL Zahrani NA, El-Shishtawy RM, Asiri AM. Recent developments of gallic acid derivatives and their hybrids in medicinal chemistry: A review. *Eur J Med Chem* 2020,204:112609.
79. Rho HS, Kumar Ghimeray A, Yoo DS, Ahn SM, Kwon SS, Lee KH, Cho DH, Cho JY. molecules Kaempferol and Kaempferol Rhamnosides with Depigmenting and Anti-Inflammatory Properties. *Molecules* 2011,16:3338–44.
80. Muzolf-Panek M, Gliszczyńska-Świgło A, Szymusiak H, Tyrakowska B. The influence of stereochemistry on the antioxidant properties of catechin epimers. *Eur Food Res Technol* 2012,235(6):1001–9.
81. Anitha S, Krishnan S, Senthilkumar K, Sasirekha V. Theoretical investigation on the structure and antioxidant activity of (+) catechin and (–) epicatechin – a comparative study. *Mol Phys* 2020,118(17):e1745917.
82. Geetha T, Garg A, Chopra K, Pal Kaur I. Delineation of antimutagenic activity of catechin, epicatechin and green tea extract. *Mutat Res Mol Mech Mutagen* 2004,556(1–2):65–74.
83. Kuang W, Yang J, Liu Z, Zeng J, Xia X, Chen X, Zhong S, Huang R. Catechin Mediates Ferroptosis to Exert an Anti-Inflammatory Effect on RAW 264.7 Cells. *Foods* 2022,11(11):1572.
84. Sutherland BA, Rahman RMA, Appleton I. Mechanisms of action of green tea catechins, with a focus on ischemia-induced neurodegeneration. *J Nutr Biochem* 2006,17(5):291–306.
85. Cuccioloni M, Mozzicafreddo M, Sparapani L, Spina M, Eleuteri AM, Fioretti E, Angeletti M. Pomegranate fruit components modulate human thrombin. *Fitoterapia* 2009,80(5):301–5.
86. Jacinto AMT. Review of the Phytochemical, Pharmacological and Toxicological Properties of *Punica granatum* L., (Lythraceae) Plant. *Int J Food Sci Agric* 2018,2(3):71–83.
87. Kashyap D, Sharma A, Tuli HS, Sak K, Punia S, Mukherjee TK. Kaempferol – A dietary anticancer molecule with multiple mechanisms of action: Recent trends and advancements. *J Funct Foods* 2017,30:203–19.

88. Yisimayili Z, Abdulla R, Tian Q, Wang Y, Chen M, Sun Z, Li Z, Liu F, Aisa HA, Huang C. A comprehensive study of pomegranate flowers polyphenols and metabolites in rat biological samples by high-performance liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2019,1604:460472.
89. Cho HJ, Park JHY. Kaempferol Induces Cell Cycle Arrest in HT-29 Human Colon Cancer Cells. *J cancer Prev* 2013,18(3):257–63.
90. Liao W, Chen L, Ma X, Jiao R, Li X, Wang Y. Protective effects of kaempferol against reactive oxygen species-induced hemolysis and its antiproliferative activity on human cancer cells. *Eur J Med Chem* 2016,114:24–32.
91. Luo H, Daddysman MK, Rankin GO, Jiang B-H, Chen YC. Kaempferol enhances cisplatin's effect on ovarian cancer cells through promoting apoptosis caused by down regulation of cMyc. *Cancer Cell Int* 2010,10(1):16.
92. Wang X, Yang Y, An Y, Fang G. The mechanism of anticancer action and potential clinical use of kaempferol in the treatment of breast cancer. *Biomed Pharmacother* 2019,117:109086.
93. Cornard JP, Merlin JC. Spectroscopic and structural study of complexes of quercetin with Al(III). *J Inorg Biochem* 2002,92(1):19–27.
94. Yang D, Wang T, Long M, Li P. Quercetin: Its Main Pharmacological Activity and Potential Application in Clinical Medicine. *Oxid Med Cell Longev* 2020,2020:1–13.
95. El-Saber Batiha G, Beshbishy AM, Ikram M, Mulla ZS, Abd El-Hack ME, Taha AE, Algammal AM, Ali Elewa YH. The pharmacological activity, biochemical properties, and pharmacokinetics of the major natural polyphenolic flavonoid: Quercetin. *Foods* 2020,9(3):374.
96. Dogan M. Assessment of mechanism involved in the apoptotic and anti-cancer activity of Quercetin and Quercetin-loaded chitosan nanoparticles. *Med Oncol* 2022,39(11):176.
97. Kim CH, Kim J-E, Song Y-J. Antiviral Activities of Quercetin and Isoquercitrin Against Human Herpesviruses. *Molecules* 2020,25(10):2379.
98. Elbarbry F, Abdelkawy K, Moshirian N, Abdel-Megied AM. The



- Antihypertensive Effect of Quercetin in Young Spontaneously Hypertensive Rats; Role of Arachidonic Acid Metabolism. *Int J Mol Sci* 2020,21(18):6554.
99. Srinivasan P, Vijayakumar S, Kothandaraman S, Palani M. Anti-diabetic activity of quercetin extracted from *Phyllanthus emblica* L. fruit: In silico and in vivo approaches. *J Pharm Anal* 2018,8(2):109–18.
  100. Zhao X, Cui X, Yang Y, Zhu L, Li L, Kong X. Synergistic Effect of Quercetin on Antibacterial Activity of Florfenicol Against *Aeromonas hydrophila* In Vitro and In Vivo. *Antibiotics* 2022,11(7):929.
  101. Bueno JM, Sáez-Plaza P, Ramos-Escudero F, Jiménez AM, Fett R, Asuero AG. Analysis and Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. Part II: Chemical Structure, Color, and Intake of Anthocyanins. *Crit Rev Anal Chem* 2012,42(2):126–51.
  102. Zhao X, Yuan Z. Anthocyanins from Pomegranate (*Punica granatum* L.) and Their Role in Antioxidant Capacities in Vitro. *Chem Biodivers* 2021,18(10):e2100399.
  103. Fang Z, Tao W, Bolin Z, Hongfei Z. Addition of sucrose during the blueberry heating process is good or bad? Evaluating the changes of anthocyanins/anthocyanidins and the anticancer ability in HepG-2 cells. *Food Res Int* 2018,107:509–17.
  104. Smeriglio A, Barreca D, Bellocchio E, Trombetta D. Chemistry, Pharmacology and Health Benefits of Anthocyanins. *Phyther Res* 2016,30(8):1265–86.
  105. Les F, Cásedas G, Gómez C, Moliner C, Valero MS, López V. The role of anthocyanins as antidiabetic agents: from molecular mechanisms to in vivo and human studies. *J Physiol Biochem* 2021,77(1):109–31.
  106. Deng H, Zhu J, Tong Y, Kong Y, Tan C, Wang M, Wan M, Meng X. Antibacterial characteristics and mechanisms of action of *Aronia melanocarpa* anthocyanins against *Escherichia coli*. *LWT - Food Sci Technol* 2021,150:112018.
  107. Banach M, Wiloch M, Zawada K, Cyplik W, Kujawski W. Evaluation of Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Anthocyanin-Rich Water-Soluble *Aronia* Dry Extracts. *Molecules* 2020,25(18):4055.
  108. Sander WJ, Fourie C, Sabiu S, O'Neill FH, Pohl CH, O'Neill HG. Reactive oxygen

- species as potential antiviral targets. *Rev Med Virol* 2022,32(1):e2240.
109. Dumanović J, Nepovimova E, Natić M, Kuća K, Jačević V. The Significance of Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense System in Plants: A Concise Overview. *Front Plant Sci* 2020,11:552969.
  110. Gulcin İ. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. *Arch Toxicol* 2020,94(3):651–715.
  111. Parcheta M, Świsłocka R, Orzechowska S, Akimowicz M, Choińska R, Lewandowski W. Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials (Basel)* 2021,14(8):1984.
  112. Gao F, Xiong Z. Reactive Oxygen Species Responsive Polymers for Drug Delivery Systems. *Front Chem* 2021,9:649048.
  113. Demirci-Çekiç S, Özkan G, Avan AN, Uzunboy S, Çapanoğlu E, Apak R. Biomarkers of Oxidative Stress and Antioxidant Defense. *J Pharm Biomed Anal* 2022,209:114477.
  114. Mendonça J da S, Guimarães R de CA, Zorretto-Pinheiro VA, Fernandes CD Pietro, Marcelino G, Bogo D, Freitas K de C, Hiane PA, de Pádua Melo ES, Vilela MLB, Nascimento VA do. Natural Antioxidant Evaluation: A Review of Detection Methods. *Molecules* 2022,27(11):3563.
  115. Aslankoç R, Demirci D, İnan Ü, Yıldız M, Öztürk A, Çetin M, Savran EŞ, Yılmaz B. Oksidatif stres durumunda antioksidan enzimlerin rolü - Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPX). *SDÜ Tıp Fakültesi Derg* 2020,26(3):362–9.
  116. Margis R, Dunand C, Teixeira FK, Margis-Pinheiro M. Glutathione peroxidase family - an evolutionary overview. *FEBS J* 2008,275(15):3959–70.
  117. Weaver K, Skouta R. The Selenoprotein Glutathione Peroxidase 4: From Molecular Mechanisms to Novel Therapeutic Opportunities. *Biomedicines* 2022,10(4):891.
  118. Berardesca E, Cameli N. Vitamin E supplementation in inflammatory skin diseases. *Dermatol Ther* 2021,34(6):e15160.

119. Manosso LM, Camargo A, Dafre AL, Rodrigues ALS. Vitamin E for the management of major depressive disorder: possible role of the anti-inflammatory and antioxidant systems. *Nutr Neurosci* 2022,25(6):1310–24.
120. Genç Y, Bardakci H, Yücel Ç, Karatoprak GŞ, Küpeli Akkol E, Hakan Barak T, Sobarzo-Sánchez E. Oxidative Stress and Marine Carotenoids: Application by Using Nanoformulations. *Mar Drugs* 2020,18(8):423.
121. Zhuang C, Yuan J, Du Y, Zeng J, Sun Y, Wu Y, Gao X-H, Chen H-D. Effects of Oral Carotenoids on Oxidative Stress: A Systematic Review and Meta-Analysis of Studies in the Recent 20 Years. *Front Nutr* 2022,9:754707.
122. Ousji O, Sleno L. Identification of In Vitro Metabolites of Synthetic Phenolic Antioxidants BHT, BHA, and TBHQ by LC-HRMS/MS. *Int J Mol Sci* 2020,21(24):9525.
123. Roy UK, Nielsen BV, Milledge JJ. Antioxidant Production in Dunaliella. *Appl Sci* 2021,11(9):3959.
124. Wang W, Xiong P, Zhang H, Zhu Q, Liao C, Jiang G. Analysis, occurrence, toxicity and environmental health risks of synthetic phenolic antioxidants: A review. *Environ Res* 2021,201:111531.
125. Xu X, Liu A, Hu S, Ares I, Martínez-Larrañaga MR, Wang X, Martínez M, Anadón A, Martínez MA. Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. *Food Chem* 2021,353:129488.
126. Eseberri I, Trepiana J, Léniz A, Gómez-García I, Carr-Ugarte H, González M, Portillo MP. Variability in the Beneficial Effects of Phenolic Compounds: A Review. *Nutrients* 2022,14(9):1925.
127. Mutha RE, Tatiya AU, Surana SJ. Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: an overview. *Futur J Pharm Sci* 2021,7(25):1–13.
128. Tatipamula VB, Kukavica B. Phenolic compounds as antidiabetic, anti-inflammatory, and anticancer agents and improvement of their bioavailability by liposomes. *Cell Biochem Funct* 2021,39(8):926–44.
129. Alara OR, Abdurahman NH, Ukaegbu CI. Extraction of phenolic compounds: A review. *Curr Res Food Sci* 2021,4:200–14.

130. Swallah MS, Fu H, Sun H, Affoh R, Yu H. The Impact of Polyphenol on General Nutrient Metabolism in the Monogastric Gastrointestinal Tract. *J Food Qual* 2020,2020:1–12.
131. Maleki Dana P, Sadoughi F, Asemi Z, Yousefi B. The role of polyphenols in overcoming cancer drug resistance: a comprehensive review. *Cell Mol Biol Lett* 2022,27(1):1.
132. Oluwole O, Fernando WB, Lumanlan J, Ademuyiwa O, Jayasena V. Role of phenolic acid, tannins, stilbenes, lignans and flavonoids in human health – a review. *Int J Food Sci Technol* 2022,:1–10.
133. Ekalu A, Habila JD. Flavonoids: isolation, characterization, and health benefits. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci* 2020,9(1):45.
134. Rocha MFG, Sales JA, da Rocha MG, Galdino LM, de Aguiar L, Pereira-Neto W de A, de Aguiar Cordeiro R, Castelo-Branco D de SCM, Sidrim JJC, Brilhante RSN. Antifungal effects of the flavonoids kaempferol and quercetin: a possible alternative for the control of fungal biofilms. *Biofouling* 2019,35(3):320–8.
135. Shi X, Niu L, Zhao L, Wang B, Jin Y, Li X. The antiallergic activity of flavonoids extracted from Citri Reticulatae Pericarpium. *J Food Process Preserv* 2018,42(4):e13588.
136. Cheng Y, Tan J, Li H, Kong X, Liu Y, Guo R, Li G, Yang B, Pei M. Cardioprotective effects of total flavonoids from Jinhe Yangxin prescription by activating the PI3K/Akt signaling pathway in myocardial ischemia injury. *Biomed Pharmacother* 2018,98:308–17.
137. Ofosu FK, Elahi F, Daliri EB-M, Yeon S-J, Ham HJ, Kim J-H, Han S-I, Oh D-H. Flavonoids in Decorticated Sorghum Grains Exert Antioxidant, Antidiabetic and Antiobesity Activities. *Molecules* 2020,25(12):2854.
138. Lin Z, Gan T, Huang Y, Bao L, Liu S, Cui X, Wang H, Jiao F, Zhang M, Su C, Qian Y. Anti-Inflammatory Activity of Mulberry Leaf Flavonoids In Vitro and In Vivo. *Int J Mol Sci* 2022,23(14):7694.
139. Kikuchi H, Yuan B, Hu X, Okazaki M. Chemopreventive and anticancer activity of flavonoids and its possibility for clinical use by combining with conventional

- chemotherapeutic agents. *Am J Cancer Res* 2019,9(8):1517–35.
140. Al-Karmalawy AA, Farid MM, Mostafa A, Ragheb AY, H. Mahmoud S, Shehata M, Shama NMA, GabAllah M, Mostafa-Hedeab G, Marzouk MM. Naturally Available Flavonoid Aglycones as Potential Antiviral Drug Candidates against SARS-CoV-2. *Molecules* 2021,26(21):6559.
  141. Zhang Q, Yang W, Liu J, Liu H, Lv Z, Zhang C, Chen D, Jiao Z. Identification of Six Flavonoids as Novel Cellular Antioxidants and Their Structure-Activity Relationship. *Oxid Med Cell Longev* 2020,2020:4150897.
  142. Shen N, Wang T, Gan Q, Liu S, Wang L, Jin B. Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food Chem* 2022,383:132531.
  143. Den Hartogh DJ, Tsiani E. Antidiabetic Properties of Naringenin: A Citrus Fruit Polyphenol. *Biomolecules* 2019,9(3):99.
  144. Santos AG, da Rocha GO, de Andrade JB. Occurrence of the potent mutagens 2-nitrobenzanthrone and 3-nitrobenzanthrone in fine airborne particles. *Sci Rep* 2019,9(1):1.
  145. Albuquerque de Oliveira Mendes L, Ponciano CS, Depieri Cataneo AH, Wowk PF, Bordignon J, Silva H, Vieira de Almeida M, Ávila EP. The anti-Zika virus and anti-tumoral activity of the citrus flavanone lipophilic naringenin-based compounds. *Chem Biol Interact* 2020,331:109218.
  146. Stanisic D, Liu LHB, dos Santos R V., Costa AF, Durán N, Tasic L. New Sustainable Process for Hesperidin Isolation and Anti-Ageing Effects of Hesperidin Nanocrystals. *Molecules* 2020,25(19):4534.
  147. Sánchez Macarro M, Martínez Rodríguez JP, Bernal Morell E, Pérez-Piñero S, Victoria-Montesinos D, García-Muñoz AM, Cánovas García F, Castillo Sánchez J, López-Román FJ. Effect of a Combination of Citrus Flavones and Flavanones and Olive Polyphenols for the Reduction of Cardiovascular Disease Risk: An Exploratory Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study in Healthy Subjects. *Nutrients* 2020,12(5):1475.
  148. Shi L, Feng XE, Cui JR, Fang LH, Du GH, Li QS. Synthesis and biological activity of flavanone derivatives. *Bioorg Med Chem Lett* 2010,20(18):5466–8.

149. Tong C, Shi F, Tong X, Shi S, Ali I, Guo Y. Shining natural flavonols in sensing and bioimaging. *TrAC Trends Anal Chem* 2021,137:116222.
150. Hobbs CA, Koyanagi M, Swartz C, Davis J, Kasamoto S, Maronpot R, Recio L, Hayashi S-M. Comprehensive evaluation of the flavonol anti-oxidants, alpha-glycosyl isoquercitrin and isoquercitrin, for genotoxic potential. *Food Chem Toxicol* 2018,113:218–27.
151. Chaves OA, Fintelman-Rodrigues N, Wang X, Sacramento CQ, Temerozo JR, Ferreira AC, Mattos M, Pereira-Dutra F, Bozza PT, Castro-Faria-Neto HC, Russo JJ, Ju J, Souza TML. Commercially Available Flavonols Are Better SARS-CoV-2 Inhibitors than Isoflavone and Flavones. *Viruses* 2022,14(7):1458.
152. Nguyen T-T, Ketha A, Hieu HV, Tatipamula VB. In vitro antimycobacterial studies of flavonols from *Bauhinia vahlii* Wight and Arn. *3 Biotech* 2021,11(3):128.
153. Kubina R, Iriti M, Kabala-Dzik A. Anticancer Potential of Selected Flavonols: Fisetin, Kaempferol, and Quercetin on Head and Neck Cancers. *Nutrients* 2021,13(3):845.
154. Ferenczyova K, Kalocayova B, Bartekova M. Potential Implications of Quercetin and its Derivatives in Cardioprotection. *Int J Mol Sci* 2020,21(5):1585.
155. Luo Y, Jian Y, Liu Y, Jiang S, Muhammad D, Wang W. Flavanols from Nature: A Phytochemistry and Biological Activity Review. *Molecules* 2022,27(3):719.
156. Xu Y-Q, Gao Y, Granato D. Effects of epigallocatechin gallate, epigallocatechin and epicatechin gallate on the chemical and cell-based antioxidant activity, sensory properties, and cytotoxicity of a catechin-free model beverage. *Food Chem* 2021,339:128060.
157. Mani VM, Soundari AJPG, Balasubramanian B, Park S, Issara U, Preethi K, Liu W-C. Evaluation of Dimer of Epicatechin from an Endophytic Fungus *Curvularia australiensis* FC2AP on Acute Toxicity Levels, Anti-Inflammatory and Anti-Cervical Cancer Activity in Animal Models. *Molecules* 2021,26(3):654.
158. Al-Sayed E, Abdel-Daim MM. Analgesic and anti-inflammatory activities of epicatechin gallate from *Bauhinia hookeri*. *Drug Dev Res* 2018,79(4):157–64.

159. Bunchmann D, Schultze N, Borchardt J, Böttcher I, Schaufler K, Guenther S. Synergistic antimicrobial activities of epigallocatechin gallate, myricetin, daidzein, gallic acid, epicatechin, 3-hydroxy-6-methoxyflavone and genistein combined with antibiotics against ESKAPE pathogens. *J Appl Microbiol* 2022,132:949–63.
160. Zhang Y, Wang H, Su M, Lu L. (-)-Epicatechin gallate, a metabolite of (-)-epigallocatechin gallate in grass carp, exhibits antiviral activity in vitro against grass carp reovirus. *Aquac Res* 2020,51(4):1673–80.
161. Tan J, Li Q, Xue H, Tang J. Ultrasound-assisted enzymatic extraction of anthocyanins from grape skins: optimization, identification, and antitumor activity. *J Food Sci* 2020,85(11):3731–44.
162. Xie L, Su H, Sun C, Zheng X, Chen W. Recent advances in understanding the anti-obesity activity of anthocyanins and their biosynthesis in microorganisms. *Trends Food Sci Technol* 2018,72:13–24.
163. Ma Y, Feng Y, Diao T, Zeng W, Zuo Y. Experimental and theoretical study on antioxidant activity of the four anthocyanins. *J Mol Struct* 2020,1204:127509.
164. Szymanowska U, Baraniak B. Antioxidant and Potentially Anti-Inflammatory Activity of Anthocyanin Fractions from Pomace Obtained from Enzymatically Treated Raspberries. *Antioxidants* 2019,8(8):299.
165. Lee JY, Jo Y, Shin H, Lee J, Chae SU, Bae SK, Na K. Anthocyanin-fucoidan nanocomplex for preventing carcinogen induced cancer: Enhanced absorption and stability. *Int J Pharm* 2020,586:119597.
166. Yu J, Bi X, Yu B, Chen D. Isoflavones: Anti-Inflammatory Benefit and Possible Caveats. *Nutrients* 2016,8(6):361.
167. Shao T-M, Liao H-X, Li X-B, Chen G-Y, Song X-P, Han C-R. A new isoflavone from the fruits of *Ficus auriculata* and its antibacterial activity. *Nat Prod Res* 2022,36(5):1191–6.
168. Messaoudi O, Steinmann E, Praditya D, Bendahou M, Wink J. Taxonomic Characterization, Antiviral Activity and Induction of Three New Kenalactams in *Nocardiopsis* sp. CG3. *Curr Microbiol* 2022,79(9):284.

169. Jheng H-F, Hayashi K, Matsumura Y, Kawada T, Seno S, Matsuda H, Inoue K, Nomura W, Takahashi H, Goto T. Anti-Inflammatory and Antioxidative Properties of Isoflavones Provide Renal Protective Effects Distinct from Those of Dietary Soy Proteins against Diabetic Nephropathy. *Mol Nutr Food Res* 2020,64(10):2000015.
170. Křížová L, Dadáková K, Kašparovská J, Kašparovský T. Isoflavones. *Molecules* 2019,24(6):1076.
171. Rashmi HB, Negi PS. Phenolic acids from vegetables: A review on processing stability and health benefits. *Food Res Int* 2020,136:109298.
172. Spiegel M, Kapusta K, Kołodziejczyk W, Saloni J, Żbikowska B, Hill GA, Sroka Z. Antioxidant Activity of Selected Phenolic Acids–Ferric Reducing Antioxidant Power Assay and QSAR Analysis of the Structural Features. *Molecules* 2020,25(13):3088.
173. Lee H, Lee J. Anti-diabetic effect of hydroxybenzoic acid derivatives in free fatty acid-induced HepG2 cells via miR-1271/IRS1/PI3K/AKT/FOXO1 pathway. *J Food Biochem* 2021,45(12):13993.
174. Baniahmad B, Safaeian L, Vaseghi G, Rabbani M, Mohammadi B. Cardioprotective effect of vanillic acid against doxorubicin-induced cardiotoxicity in rat. *Res Pharm Sci* 2020,15(1):87–96.
175. Acevedo F, Hermosilla J, Sanhueza C, Mora-Lagos B, Fuentes I, Rubilar M, Concheiro A, Alvarez-Lorenzo C. Gallic acid loaded PEO-core/zein-shell nanofibers for chemopreventive action on gallbladder cancer cells. *Eur J Pharm Sci* 2018,119:49–61.
176. Caruso G, Godos J, Privitera A, Lanza G, Castellano S, Chillemi A, Bruni O, Ferri R, Caraci F, Grosso G. Phenolic Acids and Prevention of Cognitive Decline: Polyphenols with a Neuroprotective Role in Cognitive Disorders and Alzheimer's Disease. *Nutrients* 2022,14(4):819.
177. Pieczykolan A, Pietrzak W, Gawlik-Dziki U, Nowak R. Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Anti-Diabetic Activity of Phenolic Acids Fractions Obtained from *Aerva lanata* (L.) Juss. *Molecules* 2021,26(12):3486.



178. de Souza LG, Rennó MN, Figueroa-Villar JD. Coumarins as cholinesterase inhibitors: A review. *Chem Biol Interact* 2016,254:11–23.
179. Widelski J, Luca S, Skiba A, Chinou I, Marcourt L, Wolfender J-L, Skalicka-Wozniak K. Isolation and Antimicrobial Activity of Coumarin Derivatives from Fruits of *Peucedanum luxurians* Tamamsch. *Molecules* 2018,23(5):1222.
180. Li W-B, Qiao X-P, Wang Z-X, Wang S, Chen S-W. Synthesis and antioxidant activity of conjugates of hydroxytyrosol and coumarin. *Bioorg Chem* 2020,105:104427.
181. Zhang L, Xu Z. Coumarin-containing hybrids and their anticancer activities. *Eur J Med Chem* 2019,181:111587.
182. Bang NC, Abyshev AZ, Ivkin DY. Synthesis and In Vivo Evaluation of New Coumarin Conjugates as Potential Indirect-Action Anticoagulants. *Pharm Chem J* 2019,53(5):419–22.
183. Hu Y, Chen W, Shen Y, Zhu B, Wang G-X. Synthesis and antiviral activity of coumarin derivatives against infectious hematopoietic necrosis virus. *Bioorg Med Chem Lett* 2019,29(14):1749–55.
184. Witaicenis A, Seito LN, da Silveira Chagas A, de Almeida LD, Luchini AC, Rodrigues-Orsi P, Cestari SH, Di Stasi LC. Antioxidant and intestinal anti-inflammatory effects of plant-derived coumarin derivatives. *Phytomedicine* 2014,21(3):240–6.
185. Lončar M, Jakovljević M, Šubarić D, Pavlić M, Buzjak Služek V, Cindrić I, Molnar M. Coumarins in Food and Methods of Their Determination. *Foods* 2020,9(5):645.
186. Dubrovina AS, Kiselev K V. Regulation of stilbene biosynthesis in plants. *Planta* 2017,246(4):597–623.
187. Oh WY, Shahidi F. Antioxidant activity of resveratrol ester derivatives in food and biological model systems. *Food Chem* 2018,261:267–73.
188. El Khawand T, Courtois A, Valls J, Richard T, Krisa S. A review of dietary stilbenes: sources and bioavailability. *Phytochem Rev* 2018,17(5):1007–29.

189. De Filippis B, Ammazalorso A, Fantacuzzi M, Giampietro L, Maccallini C, Amoroso R. Anticancer Activity of Stilbene-Based Derivatives. *ChemMedChem* 2017,12(8):558–70.
190. Durazzo A, Lucarini M, Camilli E, Marconi S, Gabrielli P, Lisciani S, Gambelli L, Aguzzi A, Novellino E, Santini A, Turrini A, Marletta L. Dietary Lignans: Definition, Description and Research Trends in Databases Development. *Molecules* 2018,23(12):3251.
191. Cui Q, Du R, Liu M, Rong L. Lignans and Their Derivatives from Plants as Antivirals. *Molecules* 2020,25(1):183.
192. Tufano I, Buommino E, Iesce MR, De Filippis A, Grieco P, Lembo F, DellaGreca M. Synthesis of novel lignan-like compounds and their antimicrobial activity. *Bioorg Med Chem Lett* 2020,30(17):127413.
193. Zeb A. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. *J Food Biochem* 2020,44(9):1–22.
194. Bekir J, Mars M, Souchard JP, Bouajila J. Assessment of antioxidant, anti-inflammatory, anti-cholinesterase and cytotoxic activities of pomegranate (*Punica granatum*) leaves. *Food Chem Toxicol* 2013,55:470–5.
195. Das S, Barman S. Antidiabetic and antihyperlipidemic effects of ethanolic extract of leaves of *Punica granatum* in alloxan-induced non-insulin-dependent diabetes mellitus albino rats. *Indian J Pharmacol* 2012,44(2):219–24.
196. Elbatanony MM, El-Feky AM, Hemdan BA, Azab El-Liethy M. Assessment of the antimicrobial activity of the lipoidal and pigment extracts of *Punica granatum* L. leaves. *Acta Ecol Sin* 2019,39(1):89–94.
197. Fellah B, Bannour M, Rocchetti G, Lucini L, Ferchichi A. Phenolic profiling and antioxidant capacity in flowers, leaves and peels of Tunisian cultivars of *Punica granatum* L. *J Food Sci Technol* 2018,55(9):3606–15.
198. Viswanatha G, Venkataranganna M, Prasad N, Ashok G. Evaluation of anti-epileptic activity of leaf extracts of *Punica granatum* on experimental models of epilepsy in mice. *J Intercult Ethnopharmacol* 2016,5(4):415.
199. Ali J, Rehman I ur, Shah J, Bangash JA, Ilyas M. Comparative evaluation of in

- vitro antioxidant potential of *Punica granatum* L. leaves extracts. *Int J Eng Sci Technol* 2022,14(1):1–9.
200. Barwal S, Nirmal Sunil A, Dhasade V, Patil M, Pal S, Mandal Subhash C. Antihistaminic effect of various extracts of *Punica granatum* Linn. flower buds. *J Young Pharm* 2009,1(4):322–35.
  201. Attanayake R, Rajapaksha R, Weerakkody P, Pradeepa , Bandaranayake CG. The Effect of Maturity Status on Biochemical Composition, Antioxidant Activity, and Anthocyanin Biosynthesis Gene Expression in a Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivar with Red Flowers, Yellow Peel, and Pinkish Arils. *J Plant Growth Regul* 2019,38:992–1006.
  202. Janarny G, Ranaweera KKDS, Gunathilake KDPP. Antioxidant activities of hydro-methanolic extracts of Sri Lankan edible flowers. *Biocatal Agric Biotechnol* 2021,35:102081.
  203. Bekir J, Mars M, Vicendo P, Fterrich A, Bouajila J. Chemical composition and antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferation activities of pomegranate (*Punica granatum*) flowers. *J Med Food* 2013,16(6):544–50.
  204. Elfalleh W, Hannanchi H, Tlili N, Yahia Y, Nasri N, Ferchichi A. Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *J Med Plants Res* 2012,6(32):4724–30.
  205. Gözlekçi S, Saraçoğlu O, Onursal E, Ozgen M. Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. *Pharmacogn Mag* 2011,7(26):161–4.
  206. Amri Z, Ghorbel A, Turki M, Akroun FM, Ayadi F, Elfeki A, Hammami M. Effect of pomegranate extracts on brain antioxidant markers and cholinesterase activity in high fat-high fructose diet induced obesity in rat model. *BMC Complement Altern Med* 2017,17(1):339.
  207. Chaves FM, Pavan ICB, da Silva LGS, de Freitas LB, Rostagno MA, Antunes AEC, Bezerra RMN, Simabuco FM. Pomegranate Juice and Peel Extracts are Able to Inhibit Proliferation, Migration and Colony Formation of Prostate Cancer Cell Lines and Modulate the Akt/mTOR/S6K Signaling Pathway. *Plant Foods Hum Nutr* 2020,75(1):54–62.

208. Erbil N, Arslan M. Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Nar Ekşisinin Antibakteriyel ve Antimutajenik Etki Potansiteli. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilim Enstitüsü Derg* 2019,12(2):957–65.
209. Demir T, Akpınar Ö, Kara H, Güngör H. Nar (*Punica granatum* L.) Kabuğunun İn Vitro Antidiyabetik, Antienflamatuar, Sitotoksik, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitesi. *Akad Gıda* 2019,17(1):61–71.
210. Fischer UA, Carle R, Kammerer DR. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD–ESI/MSn. *Food Chem* 2011,127(2):807–21.
211. Miklavčič Višnjevec A, Ota A, Skrt M, Butinar B, Smole Možina S, Gunde Cimerman N, Nečemer M, Baruca Arbeiter A, Hladnik M, Krapac M, Ban D, Bučar-Miklavčič M, Poklar Ulrih N, Bandelj D. The Genetic, Biochemical, Nutritional and Antimicrobial Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Grown in Istria. *Food Technol Biotechnol* 2017,55(2):151.
212. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 1999,299:152–78.
213. Büyükkormaz Ç, Küçükbay FZ. Kumquat fruit and leaves extracted with different solvents: phenolic content and antioxidant activity. *Foods Raw Mater* 2022,10(1):51–66.
214. 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.
215. Keskin S, Sirin Y, Cakir HE, Keskin M. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Wisteria sinensis. *Int J Sci Technol Res* 2019,5(2):98–103.
216. Kalita P, Tapan BK, Pal TK, Kalita R. Estimation of Total Flavonoids Content (TFC) and Anti Oxidant Activities of Methanolic Whole Plant Extract of Biophytum Sensitivum Linn. LINN. *J Drug Deliv Ther* 2013,3(4):33–7.
217. Kumaran A, Joel Karunakaran R. In vitro antioxidant activities of methanol

- extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT - Food Sci Technol* 2007,40(2):344–52.
218. Popova M, Bankova V, Butovska D, Petkov V, Nikolova-Damyanova B, Sabatini AG, Marcazzan GL, Bogdanov S. Validated Methods for the Quantification of Biologically Active Constituents of Poplar-type Propolis. *Phytochem Anal* 2004,15:235–40.
  219. McMurrough I, McDowell J. Chromatographic separation and automated analysis of flavanols. *Anal Biochem* 1978,91(1):92–100.
  220. de Pascual-Teresa S, Treutter D, Rivas-Gonzalo JC, Santos-Buelga C. Analysis of Flavanols in Beverages by High-Performance Liquid Chromatography with Chemical Reaction Detection. *J Agric Food Chem* 1998,46(10):4209–13.
  221. Broadhurst RB, Jones WT. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J Sci Food Agric* 1978,29(9):788–94.
  222. Schofield P, Mbugua DM, Pell AN. Analysis of condensed tannins: a review. *Anim Feed Sci Technol* 2001,91(1–2):21–40.
  223. Lee J, Durst RW, Wrolstad RE, Barnes WK, Eisele T, Giusti MM, Hache J, Hofsommer H, Koswig S, Krueger DA, Kupina S, Martin SK, Martinsen BK, Miller TC, Paquette F, Ryabkova A, Skrede G, Trenn U, Wightman JD. Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *J AOAC Int* 2005,88(5):1269–78.
  224. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 1958,181(4617):1199–200.
  225. Oyaizu M. Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J Nutr Diet* 1986,44(6):307–15.
  226. Işıl Berker K, Güçlü K, Tor İ, Demirata B, Apak R. Total Antioxidant Capacity Assay Using Optimized Ferricyanide/Prussian Blue Method. *Food Anal Methods* 2010,3(3):154–68.
  227. Carter P. Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram

- level with a new reagent (ferrozine). *Anal Biochem* 1971,40(2):450–8.
228. Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE. Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric Ion Reducing Capability in the Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. *J Agric Food Chem* 2004,52(26):7970–81.
229. Gil-Martín E, Forbes-Hernández T, Romero A, Cianciosi D, Giampieri F, Battino M. Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products. *Food Chem* 2022,378:131918.
230. Garcia-Salas P, Morales-Soto A, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules* 2010,15(12):8813–26.
231. Khoddami A, Wilkes M, Roberts T. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. *Molecules* 2013,18(2):2328–75.
232. Costa DC, Costa HS, Albuquerque TG, Ramos F, Castilho MC, Sanches-Silva A. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. *Trends Food Sci Technol* 2015,45(2):336–54.
233. Orak HH, Yagar H, Isbilir SS. Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, Tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. *Food Sci Biotechnol* 2012,21(2):373–87.
234. Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, Cheng S. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem* 2006,96(2):254–60.
235. Yassin MT, Mostafa AA-F, Al Askar AA. In Vitro Evaluation of Biological Activities and Phytochemical Analysis of Different Solvent Extracts of *Punica granatum* L. (Pomegranate) Peels. *Plants* 2021,10(12):2742.
236. Masci A, Coccia A, Lendaro E, Mosca L, Paolicelli P, Cesa S. Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction. *Food Chem* 2016,202:59–69.

237. Ali SI, El-Baz FK, El-Emary GAE, Khan EA, Mohamed AA. HPLC-analysis of polyphenolic compounds and free radical scavenging activity of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Int J Pharm Clin Res* 2014,6(4):348–55.
238. Haminiuk CWI, Plata-Oviedo MSV, de Mattos G, Carpes ST, Branco IG. Extraction and quantification of phenolic acids and flavonols from *Eugenia pyriformis* using different solvents. *J Food Sci Technol* 2014,51(10):2862–6.
239. Nakilcioğlu-Taş E, Ötleş S. Influence of extraction solvents on the polyphenol contents, compositions, and antioxidant capacities of fig (*Ficus carica* L.) seeds. *An Acad Bras Cienc* 2021,93(1):e20190526.
240. Kopjar M, Orsolic M, Pilizota V. Anthocyanins, Phenols, and Antioxidant Activity of Sour Cherry Puree Extracts and their Stability During Storage. *Int J Food Prop* 2014,17(6):1393–405.
241. Mahboubi A, Asgarpanah J, Sadaghiyani PN, Faizi M. Total phenolic and flavonoid content and antibacterial activity of *Punica granatum* L. var. pleniflora flowers (Golnar) against bacterial strains causing foodborne diseases. *BMC Complement Altern Med* 2015,15:366.
242. Derakhshan Z, Ferrante M, Tadi M, Ansari F, Heydari A, Hosseini MS, Conti GO, Sadrabad EK. Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. *Food Chem Toxicol* 2018,114:108–11.
243. Awika JM, Rooney LW, Waniska RD. Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. *Food Chem* 2005,90(1–2):293–301.
244. Bridgers EN, Chinn MS, Truong V-D. Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweetpotatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars. *Ind Crops Prod* 2010,32(3):613–20.
245. Ju ZY, Howard LR. Effects of Solvent and Temperature on Pressurized Liquid Extraction of Anthocyanins and Total Phenolics from Dried Red Grape Skin. *J Agric Food Chem* 2003,51(18):5207–13.
246. Alsataf S, Başıyigit B, Karaaslan M. Multivariate Analyses of the Antioxidant, Antidiabetic, Antimicrobial Activity of Pomegranate Tissues with Respect to Pomegranate Juice. *Waste Biomass Valori* 2021,12(11):5909–21.

247. Rummun N, Somanah J, Ramsaha S, Bahorun T, Neergheen-Bhujun VS. Bioactivity of Nonedible Parts of *Punica granatum* L.: A Potential Source of Functional Ingredients. *Int J Food Sci* 2013,2013:1–12.
248. Said O, Aksut Y, Yardımcı RE, Karataş Steinum S, Yiğit H, Tel AZ, Arda N. Antioxidant and Antibacterial Activities of Methanol Extracts from Various Plant Parts of Pomegranate and Anatolian Black Pine. *Curr Perspect Med Aromat Plants* 2022,5(1):50–62.
249. Farag RS, Abdel-Latif MS, Abd El Baky HH, Tawfeek LS. Phytochemical screening and antioxidant activity of some medicinal plants' crude juices. *Biotechnol Reports* 2020,28:e00536.
250. Uysal S, Zengin G, Aktumsek A, Karatas S. Chemical and biological approaches on nine fruit tree leaves collected from the Mediterranean region of Turkey. *J Funct Foods* 2016,22:518–32.
251. Hajimahmoodi M, Moghaddam G, Ranjbar AM, Khazani H, Sadeghi N, Oveisi MR, Jannat B. Total phenolic, flavonoids, tannin content and antioxidant power of some Iranian pomegranate flower cultivars (*Punica granatum* L.). *Am J Plant Sci* 2013,4(09):1815.
252. Bchir B, Besbes S, Karoui R, Attia H, Paquot M, Blecker C. Effect of Air-Drying Conditions on Physico-chemical Properties of Osmotically Pre-treated Pomegranate Seeds. *Food Bioprocess Technol* 2012,5(5):1840–52.
253. Özcan MM, Alkaltham MS, Uslu N, Salamatullah A. Effect of different roasting methods on the bioactive properties, phenolic compounds and fatty acid compositions of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaz) seed and oils. *J Food Sci Technol* 2021,58(6):2283–94.
254. Singh RP, Chidambara Murthy KN, Jayaprakasha GK. Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate ( *Punica granatum* ) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *J Agric Food Chem* 2002,50(1):81–6.
255. Sabraoui T, Khider T, Nasser B, Eddoha R, Moujahid A, Benbachir M, Essamadi A. Determination of Punicalagins Content, Metal Chelating, and Antioxidant Properties of Edible Pomegranate ( *Punica granatum* L ) Peels and Seeds Grown in Morocco. *Int J Food Sci* 2020,2020:1–8.



256. Kaur C, Pal RK, Kar A, Gadi C, Sen S, Kumar P, Chandra R, Jaiswal S, Khan I. Characterization of Antioxidants and Hypoglycemic Potential of Pomegranate Grown in India: A Preliminary Investigation. *J Food Biochem* 2014,38(4):397–406.
257. Ghasemnezhad M, Zareh S, Shiri MA, Javdani Z. The arils characterization of five different pomegranate (*Punica granatum*) genotypes stored after minimal processing technology. *J Food Sci Technol* 2015,52(4):2023–32.
258. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Sendra E, Sayas-Barberá E, Pérez-Álvarez JA. Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Res Int* 2011,44(5):1217–23.
259. Fischer UA, Jaksch A V, Carle R, Kammerer DR. Influence of origin source, different fruit tissue and juice extraction methods on anthocyanin, phenolic acid, hydrolysable tannin and isolariciresinol contents of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits and juices. *Eur Food Res Technol* 2013,237(2):209–21.
260. Ramlagan P, Issa MY, Rondeau P, Bourdon E, Baborun T, Farag MA, Neergheen VS. Metabolite Profiling of Antioxidant Rich Fractions of *Punica granatum* L. Mesocarp and CD36 Expression Regulation. *J Am Coll Nutr* 2021,:1–19.
261. Ambigaipalan P, de Camargo AC, Shahidi F. Phenolic Compounds of Pomegranate Byproducts (Outer Skin, Mesocarp, Divider Membrane) and Their Antioxidant Activities. *J Agric Food Chem* 2016,64(34):6584–604.
262. Singh M, Lee KE, Vinayagam R, Kang SG. Antioxidant and Antibacterial Profiling of Pomegranate-pericarp Extract Functionalized-zinc Oxide Nanocomposite. *Biotechnol Bioprocess Eng* 2021,26(5):728–37.
263. Alexandre EMC, Araújo P, Duarte MF, de Freitas V, Pintado M, Saraiva JA. Experimental Design, Modeling, and Optimization of High-Pressure-Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Pomegranate Peel. *Food Bioprocess Technol* 2017,10(5):886–900.
264. Mohammadi MOG, Mirghazanfari SM. Investigation of Iranian pomegranate cultivars for wound healing components. *Eur J Transl Myol* 2019,29(1):7995.

265. Kalantari S, Roufegarinejad L, Pirsä S, Gharekhani M. Green extraction of bioactive compounds of pomegranate peel using  $\beta$ -Cyclodextrin and ultrasound. *Main Gr Chem* 2020,19(1):61–80.
266. Turfan Ö, Türkyılmaz M, Yemiş O, Özkan M. Anthocyanin and colour changes during processing of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar) juice from sacs and whole fruit. *Food Chem* 2011,129(4):1644–51.
267. Yılmaz Y, Çelik I, Isik F. Mineral composition and total phenolic content of pomegranate molasses. *J Food Agric Environ* 2007,5(3/4):102.
268. İncedayi B, Tamer CE, Çopur ÖÜ. A research on the composition of pomegranate molasses. *J Agric Fac Uludag Univ* 2010,24(2):37–47.
269. Bou Dargham M, Matar Boumosleh J, Farhat A, Abdelkhalek S, Bou-Maroun E, El Hosry L. Antioxidant and anti-diabetic activities in commercial and homemade pomegranate molasses in Lebanon. *Food Biosci* 2022,46:101540.
270. Özmert Ergin S. Investigation of the physicochemical, nutritional properties and antioxidant activities of commercial and traditional pomegranate molasses samples. *Food Heal* 2020,6(3):177–85.
271. El Darra N, Rajha HN, Saleh F, Al-Oweini R, Maroun RG, Louka N. Food fraud detection in commercial pomegranate molasses syrups by UV–VIS spectroscopy, ATR-FTIR spectroscopy and HPLC methods. *Food Control* 2017,78:132–7.
272. Toydemir Şen G. Bazı Siyah Üzüm ve Nar Ürünlerinin Antioksidan Özelliklerinin İncelenmesi. *Eur J Sci Technol* 2021,(23):800–9.
273. Qu W, Breksa III AP, Pan Z, Ma H. Quantitative determination of major polyphenol constituents in pomegranate products. *Food Chem* 2012,132(3):1585–91.
274. Singh M, Jha A, Kumar A, Hettiarachchy N, Rai AK, Sharma D. Influence of the solvents on the extraction of major phenolic compounds (punicalagin, ellagic acid and gallic acid) and their antioxidant activities in pomegranate aril. *J Food Sci Technol* 2014,51(9):2070–7.
275. Kazemi M, Karim R, Mirhosseini H, Abdul Hamid A. Optimization of pulsed ultrasound-assisted technique for extraction of phenolics from pomegranate peel

- of Malas variety: Punicalagin and hydroxybenzoic acids. *Food Chem* 2016,206:156–66.
276. Zhao X, Yuan Z, Fang Y, Yin Y, Feng L. Characterization and evaluation of major anthocyanins in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel of different cultivars and their development phases. *Eur Food Res Technol* 2013,236(1):109–17.
277. Gigliobianco MR, Cortese M, Nannini S, Di Nicolantonio L, Peregrina DV, Lupidi G, Vitali LA, Bocchietto E, Di Martino P, Censi R. Chemical, Antioxidant, and Antimicrobial Properties of the Peel and Male Flower By-Products of Four Varieties of *Punica granatum* L. Cultivated in the Marche Region for Their Use in Cosmetic Products. *Antioxidants* 2022,11(4):768.
278. Gómez-Caravaca AM, Verardo V, Toselli M, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A, Caboni MF. Determination of the Major Phenolic Compounds in Pomegranate Juices by HPLC–DAD–ESI-MS. *J Agric Food Chem* 2013,61(22):5328–37.
279. Swilam N, Nematallah KA. Polyphenols profile of pomegranate leaves and their role in green synthesis of silver nanoparticles. *Sci Rep* 2020,10(1):14851.

## **EKLER**

### **EK 1. Özgeçmiş**













## **EK 2. Etik Kurul Kararı**

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne**

13 Nisan 2013 tarih ve 28617 sayı ile T.C. Resmî Gazetede yayınlanan “Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik” in birinci bölümünün 2. maddesinin 1. fıkrası (Bu yönetmelik biyoyararlanım ve biyoeşdeğerlik çalışmaları dahil, ruhsat veya izin alınmış olsa dahi insanlar üzerinde yapılacak olan ilaç, tıbbi ve biyolojik ürünler ile bitkisel ürünlerin klinik araştırmaları, klinik araştırma yerlerini ve bu araştırmaları gerçekleştirecek gerçek veya tüzel kişileri kapsar.) gereğince doktora öğrencisi Zehra TEKİN’in tezinin klinik bir araştırma olmaması, kullanılacak verinin bilgisayar ortamında türetilerek olması sebebiyle Etik Kurul Kararı alınmamıştır.

Durumu bilgilerinize arz ederim.

26.10.2022

Fatümetüzzehra KÜÇÜKBAY

Danışman Öğretim Üyesi