



**T.C.  
YALOVA ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YALOVA ARONYASI'NIN (CHOKEBERRY) HASAT SONRASI  
ANTIOKSİDAN İÇERİK DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**UĞUR DABAN**

**DANIŞMAN: PROF. DR. JÜLİDE HIZAL YÜCESOY**

**YALOVA  
ARALIK 2023**





T.C.  
YALOVA ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YALOVA ARONYASI'NIN (CHOKEBERRY) HASAT SONRASI  
ANTİOKSİDAN İÇERİK DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UĞUR DABAN  
218110005

DANIŞMAN: PROF. DR. JÜLİDE HIZAL YÜCESOY

YALOVA  
ARALIK 2023



## ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım “Yalova Aronyası'nın (Chokeberry) Hasat Sonrası Antioksidan İçerik Değerlendirmesi” başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Uğur DABAN



## ÖNSÖZ

Öncelikle her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için sevgili aileme çok teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimim süresince bana akademik olarak öncülük ve rehberlik yapan, benden desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Jülide HIZAL YÜCESOY'a şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, F. Gökhan ERBAŞ nezdinde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Atatürk Bahçe Bitkileri Merkezi Araştırma Enstitüsü'ne Yalova Aronyası ürünlerini temin etme noktasında verdikleri destekten dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, tez çalışmama 2022/YL/0018 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Aralık – 2023

Uğur DABAN



## İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	i
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Yalova Aronyası Örnekleme.....	2
2. GENEL KISIMLAR .....	3
2.1. Metodoloji .....	4
2.1.1. Reaktifler .....	4
2.1.2. Gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi.....	5
2.1.3. SNPAC yöntemi .....	5
2.1.4. AgNP-HOCl yöntemi .....	5
2.1.5. CUPRAC yöntemi .....	5
2.1.6. FRAP yöntemi .....	6
2.1.7. TAC testlerinin Yalova Aronya'sı üzerinde uygulanması.....	6
2.1.8. İstatistiksel Değerlendirme .....	6
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	7
3.1. AgNP-HOCl Testinin Optimizasyonu.....	7
3.2. Karakterizasyon Sonuçları .....	10
3.3. Yöntemlerin Karşılaştırılması .....	12
3.4. Diğer Yöntemlerle Karşılaştırma .....	14
3.5. Yalova Aronyası TAC Değerleri.....	14
4. SONUÇLAR.....	17
KAYNAKLAR .....	19
EKLER.....	23
Ek.1 – Yalova Aronyası Coğrafi İşaret Sicil Belgesi.....	23
ÖZGEÇMİŞ .....	27



## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

### SİMGELER

- x : Farklı konsantrasyonları temsil eden açıklama verisi simgesi  
V : Çözelti hacmi (mL)  
↔ : Çift yönlü reaksiyon

### KISALTMALAR

- ABTS : 2,2-Azinobis 3-Etilbenzothiazollin-6-Sulfonik Asit  
AgNP-HOCl : Gümüş Nanopartikül-Hipokloröz yöntemi  
CUPRAC : Bakır (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite  
DPPH : 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil Radikali  
FRAP : Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü  
FRAP : Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü  
GAEAC : Gallik Asit Ekvivalent Antioksidan Kapasitesi  
LOD : Dedeksiyon Limiti  
LOQ : Kantitatif Tayin Limiti  
Nc : Neokuproin  
PVP : Polivinilpirolidon  
Q-TOF-MS : Sıvı Kromatografi Kuadrupol Uçuş Zamanlı Kütle Spektrometresi  
SNPAC : Gümüş Nanoparçacık Antioksidan Kapasite  
SPR : Yüzey plazmon rezonansı  
TAC : Toplam Antioksidan Kapasite  
TEAC : Troloks Ekvivalent Antioksidan Kapasitesi  
TEM : Transmisyon Elektron Mikroskobu  
TPTZ : 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazin  
YÖK : Yüksek Öğretim Kurulu



## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 3.1.</b> Seçilen analitler için, AgNP-HOCl ve SNPAC yöntemlerine ait LOD, LOQ değerleri, regresyon denklemleri, determinasyon katsayıları ve ölçüm sayıları. ....	12
<b>Tablo 3.2.</b> Yalova Aronyası örneklerinin TAC değerleri.....	15





## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.1.</b> Yalova Aronyası Temsili Fotoğrafi (11) .....	2
<b>Şekil 3.1.</b> Uygulanan yöntemin farklı değişken parametreler için optimizasyonu: a) zaman, b) pH .....	8
<b>Şekil 3.2.</b> Gerçekleşen reaksiyonların şematik mekanizması. ....	9
<b>Şekil 3.3.</b> AgNP'lerin çeşitli boyut aralıklarındaki TEM görüntüleri_ a) 500 nm, b) 200 nm, c) 100 nm .....	10
<b>Şekil 3.4.</b> PVP ile stabilize edilmiş AgNP-HOCl'nin TEM görüntüleri ab) 100 nm, cd) 50 nm .....	11





## YALOVA ARONYASI'NIN (CHOKEBERRY) HASAT SONRASI ANTIOKSİDAN İÇERİK DEĞERLENDİRMESİ

### ÖZET

Bu çalışmada, SNPAC yöntemi, pH 9,3' te, PVP stabilizörü varlığında hipokloröz ( $\text{ClO}^-$ ) kullanılarak geliştirilmiştir. Sisteme HOCl eklenmesi daha kuvvetli ve stabil sarı emisyonun ortaya çıkmasına izin verir ki bu durum yöntemin hassasiyetinin artması sonucunu doğurur. Sonuç olarak modifiye bir yöntem olan AgNP-HOCl yöntemiyle daha düşük LOD ve LOQ değerlerine ulaşılmıştır. Daha düşük değerlerin eldesi PVP varlığında gümüş atomlarının  $\text{ClO}^-$  ile yeniden okside olmasıyla açıklanır. Söz konusu yeni yöntem, Yalova'da yetiştirilen ve Türk Patent ve Marka Enstitüsünce "Yalova Aronyası" adıyla coğrafi işaret tescil belgesi (Ek.1) verilen Aronya çayı ve meyve suyunun TAC ölçümlerinde kullanılmıştır. Sonuçlar, CUPRAC ve FRAP analizlerinden elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Aronya çayı ve meyve suyunun AgNP-HOCl yönteminden elde edilen TAC değerleri 137,98 ve 12,08 mmol TEAC/kg olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yalova Aronyası, Antioksidan, FRAP, CUPRAC, Nanopartikül



## EVALUATION OF POST-HARVEST ANTIOXIDANT CONTENT OF YALOVA ARONIA (CHOKEBERRY)

### ABSTRACT

In this study, SNPAC method was developed by using hypochlorous ( $\text{ClO}^-$ ) at pH 9.3. PVP was used as stabilizer. The existence of HOCl enables to form stronger and more stable yellow emission which gives sensitivity. As result, lower LOD and LOQ values were achieved by AgNP-HOCl method. The obtaining lower values was attributed to reoxidation of silver atoms with  $\text{ClO}^-$  ions in the presence of PVP. The newly modified method was applied to the TAC measurement of tea and juice obtained from Yalova Aronia (*Melanocarpa*) which is grown in Yalova and has been granted a geographical indication certificate by the Turkish Patent and Trademark Institute under the name of "Yalova Aronia" (Annex 1). The results were compared with the results obtained by application of CUPRAC and FRAP assays. The TAC values of Aronia (*Melanocarpa*) tea and juice were found as 137.98 and 12.08 mmol TEAC/kg, respectively.

**Keywords:** Yalova Aronia, Antioxidant, FRAP, CUPRAC, Nanoparticle



## 1. GİRİŞ

Antioksidanlar, biyolojik sistemlerde oksidatif stresin neden olduğu serbest radikalleri nötralize ederek hücrelerin sağlıklı işlevini korumak için önemli bir rol oynarlar. Oksidatif stres, zararlı serbest radikal moleküllerin hücrelerde birikerek DNA, protein ve lipid hasarına neden olması anlamına gelmektedir ki bu durum hücre yaşlanmasının hızlanmasına ve çeşitli hastalıkların gelişimine sebep olur. Son yıllarda, doğal kaynaklardan elde edilen besinlerin yüksek antioksidan içeriği nedeniyle sağlık açısından büyük önem taşıdığı araştırmalarla ortaya konmuştur. Antioksidan açısından zengin bitki türlerinin, potansiyel sağlık faydaları sunarak insan sağlığını korumada etkili olduğu bilinmektedir.

Yalova ilinde yetişen ve özellikleri bakımından diğer türlerden ayrılabilen karakteristik detaylara haiz, Rosaceae familyasındaki üzüksü meyvenin; *Aronia melanocarpa* (Michaux) Elliot (black chokeberry) türüne ait Nero ve Viking çeşitlerine “Yalova Aronyası” (Şekil.1) ismi verilerek coğrafi olarak tescil dilmıştır (Ek.1). Bu tez çalışması, Yalova ilinde doğal olarak yetişen bir bitki olan Yalova Aronyası (*Aronia melanocarpa*) üzerine odaklanacaktır. Yalova Aronyası, son yıllarda sağlık açısından büyük ilgi gören ve antioksidan özellikleriyle bilinen bir bitki olarak dikkat çekmektedir. Bu bitkinin yüksek antioksidan içeriği, potansiyel sağlık faydalarının araştırılması için büyük bir fırsat sunmaktadır.

Bu çalışmada, hasat sonrasında Yalova Aronyası'nın toplam antioksidan kapasitesi; literatürde var olan elektron transferine dayalı olarak TAC tayinine imkan sağlayan Gümüş Nanopartikül Antioksidan Kapasitesi (Silver Nanoparticle Antioxidant Capacity, SNPAC) metodunun ilave bir reaktifle (Hipokloröz asidi) modifikasyonu sonucu elde edilen, dedeksiyon ve kantitatif tayin limiti SNPAC metoduna kıyasla daha düşük olan tarafımızdan literatüre sunulan AgNP-HOCl yöntemi kullanılarak tayin edilmiştir. Hipokloröz asidi kullanılarak elde edilen yeni reaktifin karakterizasyonunda TEM analiz yöntemi kullanılmıştır. Metodun validasyonu, çeşitli flavanol ve vitaminlerdeki kalibrasyon grafiklerinin değerlendirilmesi, LOD ve LOQ değerlerinin hesaplanması, tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik parametrelerinin belirlenmesi, sonuçların CUPRAC ve FRAP gibi metodlardan elde edilen sonuçlarla kıyaslanması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Son olarak AgNP-HOCl, CUPRAC ve

FRAP yöntemleri dondurulmuş Aronia meyvesi pres süzütüsü ve Aronia çayı örneklerine uygulanmış ve sonuçlar TEAC ve GAEAC olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçları, Yalova Aronyası bitki özlerinin veya ekstralarının potansiyel terapötik ajanlar olarak kullanımının yaygınlaşmasının önünü açacaktır.



Şekil 1.1. Yalova Aronyası Temsili Fotoğrafi (11)

### 1.1. Yalova Aronyası Örnekleme

Çalışmada yer alan denemeler, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nce yetiştirilmiş ve hasat edilerek  $-20^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta muhafaza edilmiş Aronya örneği ve yine aynı kurum tarafından yetiştirilmiş hasat sonrasında kurutulup öğütülerek çay haline getirilmiş Aronya örneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dondurulmuş meyve örnekleri, soğuk zincir koşullarında Yalova Üniversitesi Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı Kimya Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda bulunan buzdolabında (Arçelik) aynı şartlarda muhafaza edilerek her çalışma öncesinde yeterli miktarda alınarak  $20^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında analiz yöntemleri uygulanmıştır.

## 2. GENEL KISIMLAR

Son zamanlarda, çeşitli meyve, bitki ve reçinelere olan ilgi, zayıf bağışıklık sisteminden kaynaklanan hastalıkların gittikçe artmaktadır [6,7]. Serbest radikal ve oksidanlar zayıf bağışıklık sistemine sahip organizmalarda çeşitli bozulmalar ve hastalıklara yol açarlar. Serbest radikaller kararsız moleküller olup metabolizma proseslerinde insan vücudunda kendiliğinden oluşur. Ancak miktarları, UV radyasyonu, sigara, kirlilik veya sağlıksız beslenme gibi sebeplerle artabilir. Antioksidanlar, oksidatif stres ve hücrese zararlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek ve oksidanları süpürerek inhibe ederler [8-10].

Son yıllarda aronya (chokeberry) meyvesine içerik zenginliği sebebiyle verilen önem artmaktadır. Aronya meyvesi içerisinde bulunan proantosiyanidinler, antosiyaninler ve diğer polifenolik biyoaktif bileşenlerde özellikle flavonoidlerin enflamasyonları indirgeyici özelliklerinin varlığı bilinmektedir. Çalışmalar aronya meyvesi içeriklerinin bakterilere karşı etkili olduğu, kanseri önlediği, depresyon giderebildiği, yorgunluk önleyici etkilerinin olduğu ve melanin üretimini inhibe ettiğine yönelik çalışmalar bulunmaktadır [12]. DPPH and ABTS metodunu kullanan bir çalışmada aronya meyvesinin polifenolik içeriğinin büyük kısmının epikateşin olduğu belirtilmiştir [13]. Aronya çayının fenolik profilini değerlendiren bir diğer çalışmada ana aktif biyobileşeni ve HPLC kullanarak araştırılmıştır. Q-TOFF-MS yöntemleri kullanılarak yapılan araştırma sonucuna göre aronya meyvesi antosiyanürler, vanilik asit ve neoklorojenik asit içeren, flavonoidler açısından zengin bir meyve olduğunu göstermiştir [14].

Aronya meyvesinin kimyasal içerik ve sağlık üzerine etkileri ile ilgili birçok çalışmanın literatürde yer almasına rağmen antioksidan kapasitesinin belirlenmesine yönelik çalışmaların çok az olduğu görülmektedir. Mevcut kısıtlı çalışmalarda ise FRAP, DPPH ve ABTS yöntemleri kullanılarak sonuca ulaşılmıştır [19-20].

TAC tayinine imkân sağlayan elektron transferine dayalı yöntemlerde iki ayrı redoks çifti bulunur. Bu redoks çiftlerinden biri antioksidanın indirgenmiş ( $A_{red}$ ) ve oksitlenmiş ( $A_{ox}$ ) formu iken diğer redox çifti redüksiyon potansiyeli antioksidanın redoks çiftininkine karşılık gelen bir redoks çiftidir (Örneğin CUPRAC yönteminde  $Cu(II)-Nc/Cu(I)-Nc$  çifti gibi). ABTS, DPPH, ORAC, CUPRAC ve FRAP yöntemleri TAC tayini için yaygın olarak kullanılan başlıca yöntemlerdir [21-27]. Bu standart

yöntemlerden başka, yine elektron transferine dayanan nanopartikül bazlı ve katı-sıvı ekstraksiyonuna dayalı tayin yöntemleri de literatürde yer almaktadır [28-30]. Gümüş nanopartikül oluşumuna dayalı SNPAC tayin yönteminde, sitrat stabilize ilk gümüş nanopartikül oluştuktan sonra bu tanecik yüzeyinde gümüş katyonları antioksidan molekülleri ile reaksiyona girerler [31]. Antioksidan molekülleri yükseltgenirken gümüş katyonları da elementel gümüşe indirgenirler. Gerçek çözelti içinde gümüş katyonları ile antioksidan moleküller arasındaki hızlı reaksiyon neticesinde çökme siyah renkli elementel gümüş çökerken söz konusu yöntemde reaksiyonun nanopartikül üzerinde gerçekleşmesi sağlanarak reaksiyon hızı kontrol altına alınmış ve çökmenin önüne geçilmiştir [28]. Yöntem bu haliyle tatmin edici sonuçlar vermeye beraber üçüncü bir redoks çiftinin sisteme eklenmesiyle daha stabil ve daha düşük LOD ve LOQ değerlerine sahip bir yöntem haline dönüştürülmesi de mümkündür. Yalova Aronyasının meyvesi ve kurutulmuş çayından alınan örneklerde TAC tayini modifiye SNPAC (AgNP-HOCl) yöntemi kullanılarak tayin edilmiş ve sonuçlar CUPRAC ve FRAP uygulamalarından edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır.

## **2.1. Metodoloji**

TAC değerlerinin belirlenmesi amacıyla SNPAC yöntemi reaktiflerine hipokloröz asidi eklenerek PVP varlığında, pH 9,3' te stabil çözelti içerisinde, Yalova Aronyasının hasat sonrası farklı formlarından ön işlem sonrası alınan örneklerde analiz gerçekleştirilmiştir. SNPAC yönteminde yapılan değişikliklerle LOD ve LOQ değerleri orijinal yöntemle kıyasla daha düşük olan bir yöntem elde edilmiştir.

### **2.1.1. Reaktifler**

Analitik saflıkta AgNO<sub>3</sub>, NaOH, NaHCO<sub>3</sub>, CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, HCl (dumanlı, % 37, ağırlıkça), CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, FeCl<sub>3</sub>, TPTZ, glisial CH<sub>3</sub>COOH ve CH<sub>3</sub>COONa·3H<sub>2</sub>O Merck Millipore'dan; PVP, neokuproin ve gallik asit Fluka'dan; askorbik asit, trolox, kuersetin ve epikateşin Sigma-Aldrich'ten; Trisodyum sitrat AppliChem'den ve HOCl, (Aktif klorun %10-15, ağırlıkça) Aldrich' ten satın alınmıştır. Yalova Aronyası meyvesi ve çayı T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Atatürk Bahçe Bitkileri Merkezi Araştırma Enstitüsünden (Yalova) temin edilmiştir. Reaktifin morfolojik karakterizasyonu TEM (JEM-2100 Plus) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### **2.1.2. Gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi**

Ultra saf suyla (MES mp MINIpure) hazırlanan 50 mL 1 mM AgNO<sub>3</sub> çözeltisi, ısıtıcıli manyetik karıştırıcıda (IKA RCT) kaynatılarak 10 dakika 98 °C'de inkübe edildi. Daha sonra AgNO<sub>3</sub> çözeltisine, saf su ile hazırlanan 5 mL % 1' lik (yüzde konsantrasyon) tri sodyum sitrat çözeltisi eklendi. Renk açık sarıya dönene kadar ısıtmaya devam edildi. Çözelti 10 dakika oda sıcaklığına soğutuldu. Musluk suyu altında çözeltinin renginin açık sarıya dönmesi beklendi.

### **2.1.3. SNPAC yöntemi**

2 mL AgNP çözeltisi x mL numune ile karıştırılarak ultra saf suyla son hacim 2,8 mL'ye tamamlandı. 30 dakika sonra, örneklerin yüzey plazmon rezonansından kaynaklanan absorpsanları 423 nm' de spektrofotometrik (JENWAY 6850 UV/Vis. Spektrofotometre) olarak ölçüldü.

### **2.1.4. AgNP-HOCl yöntemi**

Günlük hazırlanan AgNP çözeltisinin 2 mL' si, x mL antioksidan çözeltisi, 0,3 mL PVP çözeltisi (2.775g (Mettler Toledo XS105DU) PVP' nin 100 mL ultra saf su içinde manyetik karıştırıcı kullanılarak çözülmesiyle hazırlanmıştır) ve 0,15 mL 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> çözeltisi bir test tüpüne eklenerek vorteksle karıştırıldı (Select Bioproducts). Antioksidana bağlı olarak antioksidan çözeltisinin konsantrasyonu x: 1,8 ila 53,6 µM arasında değişmiştir. Test tüpündeki çözelti karışımı, 10 dakika bekletildikten sonra 0,2 mL 3,4-5,0‰ aktif klor içeren HOCl çözeltisi karışıma eklendi. Son hacim 2,8 mL olacak şekilde ultra saf su ilave edildi. Karışım oda sıcaklığında 45 dakika bekletildi. 430 nm'de (JENWAY 6850 UV/Vis. Spektrofotometre) antioksidan çözeltisi yerine ultra saf su kullanılarak hazırlanan şahit çözeltiliye karşı örneğin absorpsansı ölçüldü.

### **2.1.5. CUPRAC yöntemi**

10 mM CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O ve 1 M CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> çözeltileri ultra saf su ile hazırlandı. 7,5 mM Nc çözeltisi etanol içerisinde günlük olarak hazırlandı. 1 mL Cu(II), 1 mL Nc ve 1 mL CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> çözeltileri karıştırıldıktan sonra 1 mL örnek çözeltisi karışıma eklendi. Son hacim, ultra saf su ile 4,1 mL'ye tamamlandı. Daha sonra reaksiyonun

dengeye ulaşması için çözelti 30 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Oluşan bakır(I)-neokuproin kompleksinin şahite karşı absorbans ölçümü 450 nm'de gerçekleştirildi.

### **2.1.6. FRAP yöntemi**

0,002 M FeCl<sub>3</sub> çözeltisi, 1 mL 1 M HCl solüsyonu varlığında ultra saf su içerisinde hazırlandı. 0,01 M TPTZ çözeltisi %96'lık etanol içerisinde uygun miktardaki TPTZ çözülerek hazırlandı. FRAP reaktifi, 10 mL, pH' sı 3.6 olan tampon çözeltisinin (3,1 g CH<sub>3</sub>COONa.3H<sub>2</sub>O ve 1,6 mL glisial asetik asitin 100 mL ultra saf su içinde çözülmesiyle hazırlandı.), 1mL TPTZ ve 1 mL FeCl<sub>3</sub> ile karıştırılmasıyla oluşturularak aşağıdaki prosedüre göre uygulandı:

3 mL FRAP reaktifi + x mL antioksidan çözeltisi + (0,1-x) mL etanol + 0,3 mL ultra saf su.

Tüm bileşenler bir tüpte karıştırıldıktan sonra çözeltinin dengeye gelmesi için 6 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Daha sonra çözeltinin absorbansı spektrofotometrik olarak 595 nm' de ölçüldü.

### **2.1.7. TAC testlerinin Yalova Aronya'sı üzerinde uygulanması**

0,2 g Aronya çayı tozu, 50 mL ultra saf suya ilave edilerek 2 dakika boyunca mikrodalga radyasyonuna tabi tutuldu. Filtrelendikten sonra Yalova Aronyası ekstraktından alınan örneklerin TAC değerleri AgNP-HOCl, FRAP ve CUPRAC yöntemleri kullanılarak ölçüldü. Öte yandan yaklaşık 12 g dondurulmuş Aronya meyvesi öğütülerek filtrelendi. Süzüntü ultra saf su ile 250 mL' ye seyreltildi. Söz konusu TAC testleri bu çözeltiden alınan numunelere makul bir şekilde uygulandı.

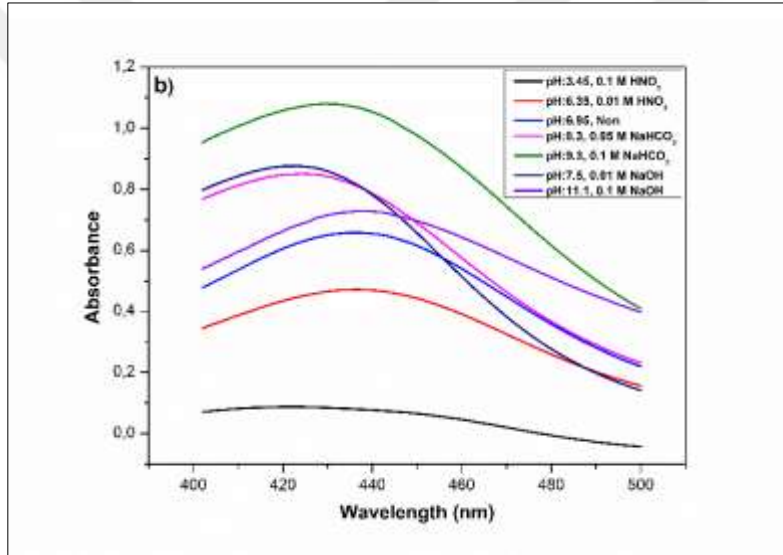
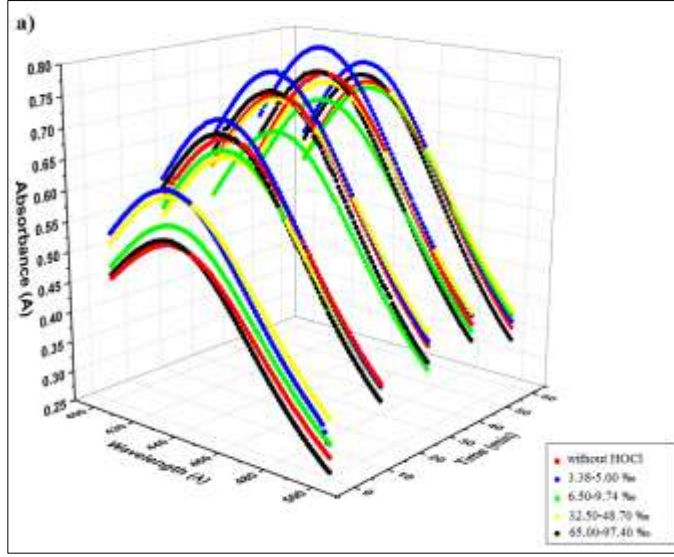
### **2.1.8. İstatistiksel Değerlendirme**

Tüm sonuçlar (ortalama ± standart sapma) olarak ifade edildi. İstatistiksel değerlendirme ve korelasyon analizi Microsoft Office Excel 2010 kullanılarak yapıldı. Tüm sonuçlar üç paralel deneyden elde edildi ve ard arda birkaç gün boyunca uygulandı.

### 3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

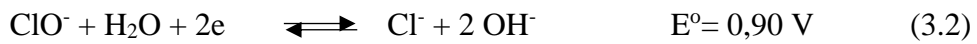
#### 3.1. AgNP-HOCl Testinin Optimizasyonu

AgNP-HOCl yöntemi 0 ile 68-100 ‰ aktif klor arasında değişen HOCl başlangıç konsantrasyonları, 0-60 dakika arasındaki zaman aralıklarında,  $3,4 < \text{pH} < 11,1$  arasında optimize edildi. Farklı konsantrasyonlardaki HOCl çözeltisi, 136-200 ‰ aktif klor içeren stok HOCl çözeltisi kullanılarak hazırlandı. Şekil 1'de görüldüğü gibi, diğer kombinasyonlara kıyasla, HOCl konsantrasyonunun 3.4-5.0 ‰ aktif klor; denge süresinin 45 dakika ve pH'ının 9,3 olduğu kombinasyonun en yüksek absorban değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu prosedüre göre hazırlanan çözeltinin doğal pH'ı 6,9'dur. Çözeltilerin pH'larını 3,4, 6,3, 6,9, 7,5, 8,3, 9,3 ve 11,1'e ayarlamak için sırasıyla 0,01 M NaOH, 0,05 M NaHCO<sub>3</sub>, 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> ve 0,1 M NaOH, kullanıldı.



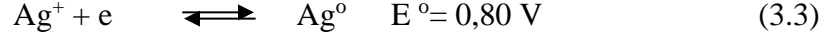
**Şekil 3.1.** Uygulanan yöntemin farklı değişken parametreler için optimizasyonu:  
a) zaman, b) pH

HOCl'nin indirgenme reaksiyonları aşağıda gösterilmiştir:

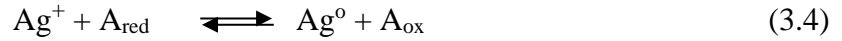


HOCl türleri 5 ila 8,5 arasındaki pH'larda baskındır [33]. HOCl ve  $\text{Ag}^+$ 'nın redüksiyon potansiyelleri arasındaki fark bu bölgede oldukça yüksektir, aralarındaki kontrolsüz reaksiyon gümüş nanopartiküllerin oluşması yerine çökerek ortamdan ayrılmasına sebep olacaktır. Bu sebeple, HOCl varlığında, gümüş katyonları ve antioksidanların redoks reaksiyonu için düşük pH' larda çalışmak uygun değildir. Şekil 1b'nin incelenmesi, pH 8,5' in altında elde edilen tüm absorbansların, pH 9,3 olan numunenin

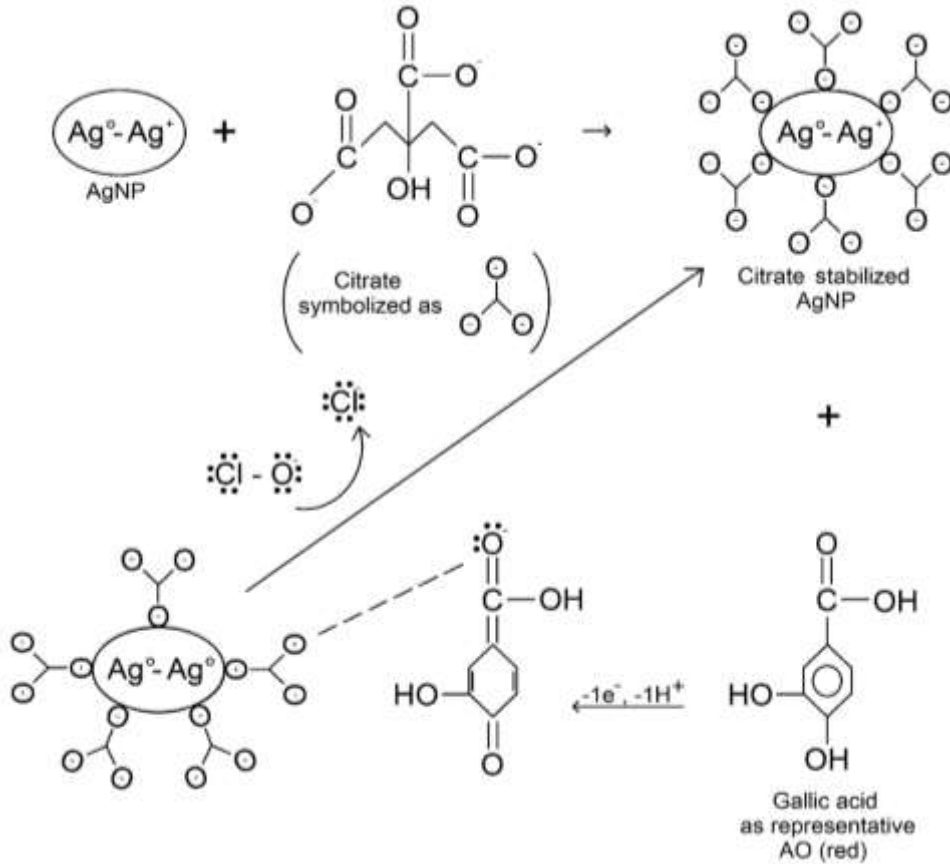
absorbansının altında olduğunu gösterir. Öte yandan, 8,5' ten daha yüksek pH'larda  $\text{ClO}^-$  türü baskın hale gelir [33].  $\text{ClO}^-$  in redüksiyon potansiyeli,  $\text{Ag}^+$  iyonlarınınkinden biraz yüksektir.



Bu durum daha önce meydana gelen  $\text{Ag}^0$  ün kısmen yeniden oksidasyonuna neden olur. Yeniden oksidasyon sebebiyle  $\text{Ag}^0$  sistemden çekildiğinde aşağıdaki reaksiyonda dengenin konumu sağa doğru hareket edecektir.



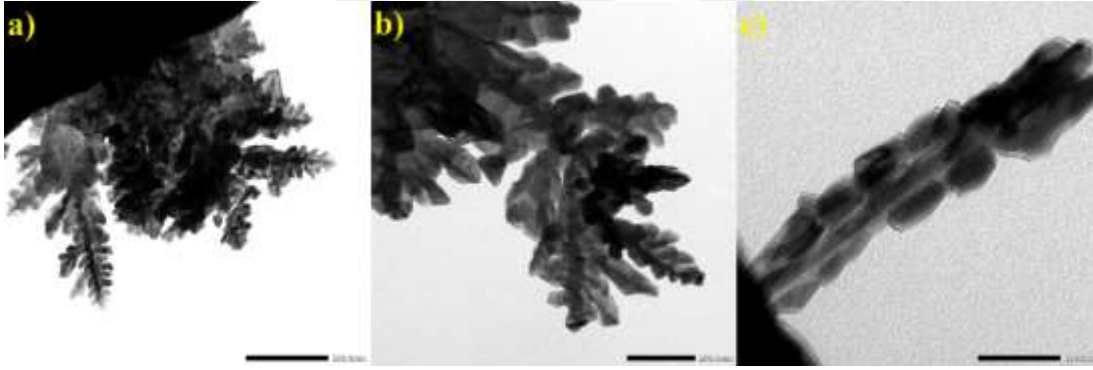
$\text{Ag}^0$  ile  $\text{ClO}^-$  arasında meydana gelen reaksiyonların denge sabiti Nernst Denklemi kullanılarak, sırasıyla 8,5' in altında ve üstündeki pH'lar için  $1,4 \times 10^{10}$  ve  $2,9 \times 10^1$  olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, reaksiyon ortamında  $\text{ClO}^-$  iyonlarının varlığı, pH' nın 8,5' ten daha yüksek olduğu çözeltilerde  $\text{Ag}^0$  ün oksidasyonu sonucu ortaya çıkan taze gümüş katyonlarının antioksidan moleküllerle yeniden reaksiyona girmesini sağlar. Söz konusu reaksiyon mekanizması Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Gerçekleşen reaksiyonların şematik mekanizması.

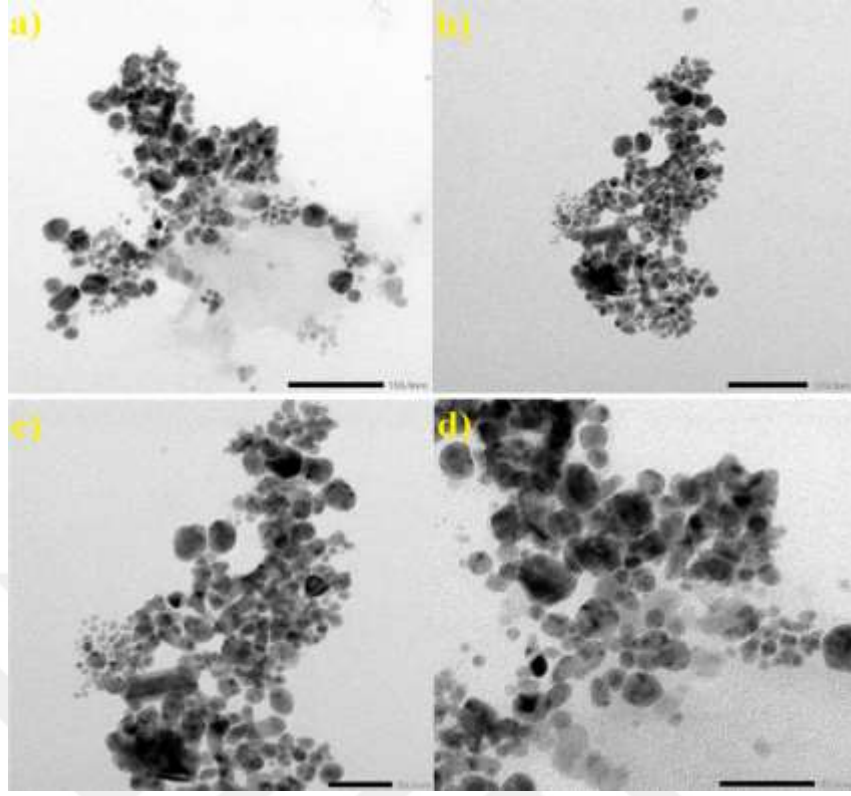
### 3.2. Karakterizasyon Sonuçları

TEM ile gerçekleştirilen, tek başına AgNP ve örnek çözeltisi eklenmiş ve eklenmemiş formlarıyla AgNP-HOCl reaktif çözeltilerinin morfolojik analizlerinden elde edilen görüntüler Şekil 3.3-3.5' te yer almaktadır. Şekil 3.3(a-c), 100-500 nm arasında büyüklüğe sahip tanecikleri göstermektedir. 500 nm boyutundaki görüntülerde farklı büyüklüklere sahip taneciklerin polidispers olarak çözelti içinde yer aldıkları, taneciklerin çoğunlukla küresel olduğu ancak beraberinde karakteristik bir şekle sahip olmayan düzensiz taneciklerin de bulunduğu gözlenmiştir. 100-200 nm boyutundaki görsellerde, büyüklük açısından birbirine yakın olan taneciklerin monodispers olarak yerleştikleri görülmüştür. Sonuç olarak AgNP çözeltisinde büyük taneciklerin çoğunlukla polidispers ve irregüler bir sistem oluşturduğu sonucuna varılmaktadır.



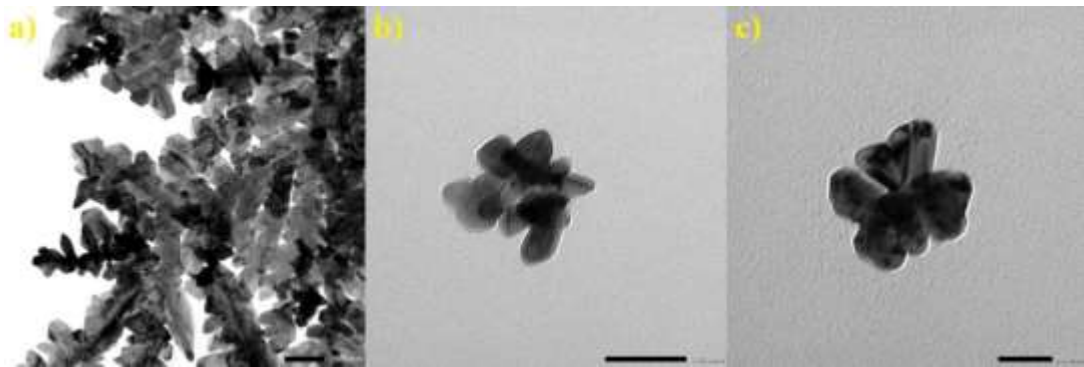
**Şekil 3.3.** AgNP'lerin çeşitli boyut aralıklarındaki TEM görüntüleri  
3) 500 nm, b) 200 nm, c) 100 nm

Şekil 3.4' te örnek eklenmeksizin AgNP-HOCl reaktif çözeltisinin morfolojik yapısı yine 100-500 nm aralığında yer almaktadır. Bir önceki şekille kıyaslandığında özellikle PVP' nin eklenmesiyle birlikte küresel taneciklerin daha düzenli ve çözeltinin her yerinde aynı formu gösteren bir yapıya geçildiği anlaşılmaktadır.



**Şekil 3.4.** PVP ile stabilize edilmiş AgNP-HOCl'nin TEM görüntüleri  
ab) 100 nm, cd) 50 nm

Bu sonuçlar gümüş nanopartiküllerin sentezi üzerine daha önce yapılmış çalışmalar ve koloidal çözeltilerde PVP varlığının daha ince dağılmış daha küresel parçacıkların oluşumuna izin verdiğini belirten literatür bilgileriyle örtüşmektedir [34, 35].



**Şekil 3.5.** Örnek eklenmiş AgNP-HOCl reaktifinin TEM görüntüsü  
a) 200 nm, b, c) 50 nm

Şekil 3.5 (a-c)' deki TEM görüntüleri, antioksidan moleküllerin varlığında AgNP-HOCl yönteminin morfolojisini göstermektedir. Şekil 3.4 ile 3.5' in kıyaslanması

neticesinde örnek eklenmeden önceki düzenli yapıların, antioksidan moleküllerinin tanecik üzerinde birikmesiyle aglomerasyon ve agregasyonun artması sonucu bozulduğu gözlenmiştir. Şekil 3.5 a' da, reaksiyonun antioksidan aglomeratlar üzerinde gerçekleştiği ve aynı zamanda küresel parçacıkların belirgin olduğu net görülebilmektedir.

### 3.3. Yöntemlerin Karşılaştırılması

Tablo 3.1, standart antioksidan çözeltiler kullanılarak gerçekleştirilen önerilen yöntemin analitik performans analizini göstermektedir. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla aşağıdaki denklemlerle hesaplanmıştır:

$$LOD = \frac{3 \times s}{m} \quad (3.5)$$

$$LOQ = \frac{10 \times s}{m} \quad (3.6)$$

Bu denklemlerde “s” regresyon analizinden elde edilen standart hatadır. “m” standart antioksidan çözeltilerin ölçümlerinden elde edilen kalibrasyon eğrisinin eğimidir. Tüm kalibrasyon verileri % 95 güven aralığında verilmiştir. Tablo 3.1, SNPAC ve geliştirilen AgNP-HOCl testinin LOD, LOQ ve regresyon denklemi açısından karşılaştırmasını içermektedir.

**Tablo 3.1.** Seçilen analitler için, AgNP-HOCl ve SNPAC yöntemlerine ait LOD, LOQ değerleri, regresyon denklemleri, determinasyon katsayıları ve ölçüm sayıları.

Analit	AgNP-HOCl Yöntemi		SNPAC Yöntemi	
	LOD (mol/L)	LOQ (mol/L)	LOD (mol/L)	LOQ (mol/L)
Gallik asit	1.42x10 <sup>-6</sup>	4.75x10 <sup>-6</sup>	7.72x10 <sup>-6</sup>	2.57x10 <sup>-6</sup>
	A=42119 C + 0.101; R: 0.996; N:72		A=16650 C + 0.136; R: 0.990; N:42	
Epikateşin	6.60x10 <sup>-6</sup>	2.20x10 <sup>-5</sup>	3.71x10 <sup>-6</sup>	1.24x10 <sup>-5</sup>
	A=43896 C - 0.150; R: 0.995; N:84		A=34947 C + 0.156; R: 0.992; N:42	
Quercetin	2.13x10 <sup>-6</sup>	7.10x10 <sup>-6</sup>	1.28x10 <sup>-6</sup>	4.29x10 <sup>-6</sup>
	A=57214 C + 0.162;		A=31883 C + 0.185;	

	R: 0.997; N:114		R: 0.997; N:36	
Troloks	4.54x10 <sup>-6</sup>	1.51x10 <sup>-5</sup>	8.09x10 <sup>-6</sup>	2.71x10 <sup>-5</sup>
	A=14208 C - 0.034; R: 0.999; N:78		A=9854.1 C + 0.004; R: 0.992; N:42	
Askorbik asit	5.32x10 <sup>-6</sup>	1.77x10 <sup>-5</sup>	9.67x10 <sup>-6</sup>	3.22x10 <sup>-5</sup>
	A=18072 C + 0.195; R: 0.994; N:72		A=14502 C + 0.158; R: 0.996; N:42	

Tablo 3.1'den de görüldüğü gibi, epikateşin dışındaki deneylerde kullanılan tüm antioksidanlar için önerilen yöntemin LOD ve LOQ değerleri SNPAC' la elde edilen değerlerden daha düşüktür. Analiz edilen antioksidanlar için kullanılan yöntemlerin analitik duyarlılığını gösteren molar ekstinksiyon katsayıları, oldukça yüksektir ki bu durum daha düşük konsantrasyonların ölçümüne imkân sağlamaktadır. Genel olarak, tüm analizlerde, askorbik asit ve troloks gibi fenol ve hidroksil gruplarına sahip bazı antioksidanların molar ekstinksiyon katsayıları, kuersetin, epikateşin ve gallik asit gibi hidrokinoon ve kateşol gruplarına sahip diğerlerine göre daha düşüktür. Ag<sup>+</sup>, ClO<sup>-</sup> ve kateşol-hidrokinoon grupları arasında meydana gelen reaksiyonların, Nernst denkleminde hesaplanan denge sabitleri 10<sup>5</sup> ile 10<sup>10</sup> arasında değişmektedir.

Öte yandan, fenoksi-Ag<sup>+</sup> ve fenoksi-ClO<sup>-</sup> reaksiyonlarının denge sabit değerlerinin büyüklüğü yaklaşık 10' dur. Hesaplamalarda kullanılan, kinon ve semikinon gruplarına ait redüksiyon potansiyelleri Enache ve arkadaşlarına ait çalışmadan elde edilmiştir [36].

SNPAC yöntemi, AgNP' lerin, altın nanopartiküllerinin sahip olduğundan daha güçlü ve belirgin plazmon rezonansına ve daha düşük redüksiyon potansiyeline sahip olması nedeniyle Au nanopartikül oluşumuna dayalı yöntemlerden daha hassastır. Özyürek ve arkadaşları, SNPAC yönteminde, antioksidan molekülleri ve Ag<sup>+</sup> iyonlarının AgNP çekirdekleri üzerine diffüzlenererek çekirdek-kabuk yapısı oluşturduğunu, böylelikle karakteristik SPR absorpsiyonunun ortaya çıktığını ve elektron transferinin de bu yüzeyde gerçekleştiğini ifade etmişlerdir [37]. Özetle, sarı emisyon iki kademeli reaksiyon neticesinde ortaya çıkmaktadır. İlk kademedeki küçük küresel AgNP' ler oluşur, ikinci kademedeyse bu tanecikler üzerinde gümüş katyonlarıyla antioksidan molekülleri redoks reaksiyonu verirler [31]. Tarafımızdan geliştirilen modifiye

yöntemdeyse, bu kademelere üçüncü bir adım eklenmiştir. Bu adımda,  $\text{ClO}^-$  eklenmesiyle, antioksidan molekülleriyle gümüş katyonlarının reaksiyonu sonucu oluşan elementel gümüşler yeniden okside olarak sisteme yeniden antioksidan molekülleriyle reaksiyona girmek üzere servis edilirler. Sonuç olarak daha kuvvetli ve daha stabil sarı renkli emisyon elde edilir.

### 3.4. Diğer Yöntemlerle Karşılaştırma

FRAP ve CUPRAC yöntemleri, SNPAC ve AgNP-HOCl yöntemleri gibi elektron transferine dayalı yöntemlerdir. CUPRAC tüm polifenoller, vitaminler ve flavonoidler ile reaksiyona verebilmektedir. Yöntem, bir dış küre elektron transfer kompleksi olarak Cu(II) bis-neocuproine (Cu(II)Nc) bileşiğinin, antioksidan molekülleriyle reaksiyona girmesi ve Cu(I) bis-neocuproine kompleksine (Cu(I)Nc) indirgenmesi esasına dayanır. Cu(I)'nin Nc ile kararlı kompleks oluşumu, Cu(II)'nin kolaylıkla indirgenmesine neden olur (Cu(II)Nc/Cu(I)Nc redoks çiftinin redüksiyon potansiyeli 0,600 V' dir). Bu durum, antioksidanlar için CUPRAC yönteminin seçiciliği sağlar [37]. FRAP yönteminde ise elektron transfer ajanı  $\text{Fe}^{3+}$  iyonudur.  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  redoks çiftinin redüksiyon potansiyeli 0,771 V' tur. Reaksiyon sırasında üretilen  $\text{Fe}^{2+}$  iyonları TPTZ ile kompleks oluşturur. Bu kompleksleşme,  $\text{Fe}^{3+}$ 'nin indirgenmesini destekler ve bu redüksiyon potansiyelini, CUPRAC' ta olduğu gibi artırır. Kısacası, FRAP testinin redüksiyon potansiyeli 0,771V' den yüksek olmalıdır. Bu, FRAP reaktifinin oksidasyon reaksiyonu verebilecek çeşitli gruplarla reaksiyona girebileceği anlamına gelir [38]. AgNP-HOCl yönteminde,  $\text{Ag}^+/\text{Ag}^0$  çiftinin redüksiyon potansiyeli 0,8 V olmasına rağmen, gümüş iyonları sürekli indirgenme-yükseltgenme döngüsü ile reaksiyon sırasında sisteme yeniden sağlanır. Reaksiyon ortamında üç redoks çifti vardır. Başlangıçta gümüş iyonları antioksidan moleküllerle indirgenir, daha sonra elementel gümüşler HOCl ilavesiyle üst oksidasyon basamağına çıkarlar. Bu sürekli sirkülasyon, kateşol, hidrokinon ve semikinon gibi oksitlenebilir polifenolik grupların seçici oksidasyonuna izin verir.

### 3.5. Yalova Aronyası TAC Değerleri

Aronya örneklerinin GAEAC ve TEAC değerleri Tablo 3.2' de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Yalova Aronyası örneklerinin TAC değerleri

Sample	Assay	GAEAC (mmol/kg)	TEAC (mmol/kg)
Yalova Aronyası Çayı	AgNP-HOCl	38,779±1,91	137,976±6,31
	FRAP	75,446±4,10	156,760±8,97
	CUPRAC	86,619±2,09	280,794±6,04
Yalova Aronyası Suyu	AgNP-HOCl	3,388±0,19	12,084±0,64
	FRAP	11,248±0,36	23,877±0,80
	CUPRAC	13,108±0,58	43,190±1,68

Farklı metod uygulamalarından elde edilen TAC değerleri arasındaki farklar, söz konusu yöntemlerin seçiciliklerinin farklılığından ve Aronia ekstraktında bulunan diğer oksitlenebilir türlerin söz konusu metod ve/veya örnek matrisi şartlarında kısmi oksidasyonundan kaynaklanabilir. Genel olarak değerlendirildiğinde, tüm örnekler için CUPRAC testinin uygulanmasından elde edilen sonuçlar diğerlerine göre daha yüksektir. Mevcut TAC testleri, farklı matriksteki herhangi bir antioksidan bileşene karşı farklı yanıtlar verebilir. Örneğin, CUPRAC yöntemi, hümik asit örnekleri için beraberinde test edilen Folin ve nanopartikül bazlı yöntemler gibi diğer yöntemlerden daha düşük TAC değerleri vermiştir [28]. Matriksteki aktif antioksidan grupları arasında veya reaktif ile diğer matriks bileşenleri arasındaki etkileşim sonucu oluşan çevresel etkilerin bu farklılıklardan sorumlu olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Yalova Aronyası için en düşük TAC değerleri AgNP-HOCl yönteminin uygulanması sonucu elde edilmiştir. Yüksek ihtimalle AgNP-HOCl testi, redüksiyon potansiyeli  $Ag^+/Ag^0$  çiftinininkine karşılık gelen antioksidan gruplarıyla reaksiyona girerken  $ClO^-$  iyonları bu antioksidan gruplarla kısmen reaksiyona girebilir ve sonuç olarak daha düşük TAC değerlerine sebep olabilir. Tolić ve arkadaşları Aronya çayının TAC değerlerinin meyvesinin suyundan daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Aronya çayı örneklerine FRAP ve DPPH analizlerinin uygulanmasıyla elde edilen TAC değerlerinin 110-170 mmol TEAC/100 g arasında değiştiğini, buna karşılık Aronya meyve suyu örneklerinin TAC değerlerinin 10-40 mmol TEAC/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir [20]. Blaszcak ve arkadaşları Aronya suyunun toplam fenolik konsantrasyonunu ve antioksidan aktivitesini belirlemek için sırasıyla ABTS ve FRAP yöntemini uygulayarak söz konusu

değerlerin sırasıyla 54,3 mmol TEAC / mL ve demir indirgeyici antioksidan gücün 134,6  $\mu\text{mol Fe}^{2+}$  / mL olduğunu belirlemişlerdir [28]. Deneylerden elde edilen literatür bilgisine uygun diğer bulgu ise çay örneğinin TAC değerlerinin meyve suyuna göre daha yüksek olduğudur [13] Bununla birlikte, literatürde sonuçlarımızı karşılaştırmak için Aronya' nın TAC tayinine ilişkin oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.



#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, literatürde var olan SNPAC yöntemi üçüncü bir redoks çiftinin sisteme eklenmesi yoluyla geliştirilmiş ve söz konusu modifiye yöntem, Yalova Aronyasının çayı ve dondurulmuş meyvesinin suyunun TAC değerlerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Optimizasyon deneyleri, maksimum absorpsiyonun, pH 9,3' te, 3,4-5,0 ‰ aktif kloro sahip HOCl çözeltisinin eklenmesiyle, PVP varlığında ve oda sıcaklığında sistemin dengeye ulaşması için 45 dakika bekletildikten sonra elde edildiğini göstermiştir. Bazik ortama HOCl ilavesi, daha küçük boyutlu tanecik oluşumuna yol açarak ve gümüş atomlarının yeniden oksidasyonunu sağlamak suretiyle sisteme yeniden antioksidan molekülleriyle reaksiyon vermeye hazır gümüş katyonu oluşumunu sağlayarak daha kararlı bir sarı renkli SPR' ye yol açmıştır. Böylelikle SNPAC yönteminin hassasiyetinin arttırmış, bu da AgNP-HOCl yöntemi ile daha düşük LOD ve LOQ değerlerinin sağlamıştır. Çalışmada ayrıca, AgNP-HOCl yöntemiyle elde edilen sonuçlar, CUPRAC ve FRAP testlerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu uygun maliyetli ve kolay uygulanabilir TAC analiz yöntemi diğer gıda matrislerinin analizinde de uygulanabilecektir.



## KAYNAKLAR

- [1] Dilek Ozyurt, Birsen Demirata, Resat Apak, Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce(IV) reducing capacity measurement, *Talanta* 2007; 71 (3), 1155-1165. doi: [10.1016/j.talanta.2006.06.015](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2006.06.015)
- [2] Yanmin Liang, Runli Li, Hao Sun, Jie Dan, Zehui Su, Yi Kang, Qiuping Zhang, Shuo Shi, Jianlong Wang, Wentao Zhang, Functionalized natural melanin nanoparticle mimics natural peroxidase for total antioxidant capacity determination, *Sensors and Actuators B: Chemical* 2022; 359, 131541. doi: [10.1016/j.snb.2022.131541](https://doi.org/10.1016/j.snb.2022.131541)
- [3] Willmann Antonio Jiménez-Morales, María del Pilar Cañizares-Macias, José Pedraza-Chaverri, Fast ORAC-SIA method for antioxidant capacity determination in food samples, *Food Chemistry* 2022; 384, 132524. doi: [10.1016/j.foodchem.2022.132524](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132524)
- [4] Drew A. Glencross, Tzer-Ren Ho, Nuria Camiña, Catherine M. Hawrylowicz, Paul E. Pfeffer, Air pollution and its effects on the immune system, *Free Radical Biology and Medicine* 2020; 151, 56-68. doi: [10.1016/j.freeradbiomed.2020.01.179](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.01.179)
- [5] Vinita Sharma, Mohammad Murtaza Mehdi, Oxidative stress, inflammation and hormesis: The role of dietary and lifestyle modifications on aging, *Neurochemistry International* 2023; 164, 105490. doi: [10.1016/j.neuint.2023.105490](https://doi.org/10.1016/j.neuint.2023.105490)
- [6] Lin Zhu, Meiying Luo, Yinfeng Zhang, Fang Fang, Min Li, Feifei An, Dongxu Zhao, Jinfeng Zhang, Free radical as a double-edged sword in disease: Deriving strategic opportunities for nanotherapeutics, *Coordination Chemistry Reviews* 2023; 475, 214875. doi: [10.1016/j.ccr.2022.214875](https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214875)
- [7] G. Smilin Bell Aseervatham, T. Sivasudha, R. Jeyadevi, D. Arul Ananth, Environmental factors and unhealthy lifestyle influence oxidative stress in humans—an overview, *Environmental Science and Pollution Research* 2013; 20, 4356-4369. doi: [10.1007/s11356-013-1748-0](https://doi.org/10.1007/s11356-013-1748-0)
- [8] Charanjit Kaur, Harish C. Kapoor, Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health, *International Journal of Food Science and Technology* 2001; 36, 703-725. doi: [10.1111/j.1365-2621.2001.00513.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.00513.x)
- [9] Yun-Zhong Fang, Sheng Yang, Guoyao Wu, Free radicals, antioxidants, and nutrition, *Nutrition* 2002; 18 (10), 872-879. doi: [10.1016/S0899-9007\(02\)00916-4](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00916-4)
- [10] Shuangjian Li, Siyuan Li, Minhui Gong, Hongzhi Zhang, Linlin Fan, Xiaoli Liu, Jianzhong Zhou, Development of Zein/tannic acid nanoparticles as antioxidants for oxidation inhibition of blackberry seed oil emulsions, *Food Chemistry* 2023; 403, 134236. doi: [10.1016/j.foodchem.2022.134236](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134236)

- [11] [www.trthaber.com](http://www.trthaber.com), “Yalova'da tescilli "Yalova aronyası" için hasat şenliği düzenlendi”, 1.10.2023, <https://www.trthaber.com/haber/guncel/yalovada-tescilli-yalova-aronyasi-icin-hasat-senligi-duzenlendi-793635.html>
- [12] L. Wang, R. Wang, J. Dong, Y. Wang, X. Huang, C. Chen, Research on the extraction, purification and determination of chemical components, biological activities, and applications in diet of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*), *Chinese Journal of Analytical Chemistry* 2023; 51, 100301. doi:10.1016/j.cjac.2023.100301.
- [13] J. Oszmianski, A. Wojdylo, *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity, *European Food Research and Technology* 2005; 221, 809–813. doi:10.1007/s00217-005-0002-5
- [14] Özlem Tokusoglu, *Aronia Berry Tea as Antioxidant Functional Drink: Bioactive Phenolics By HPLC-DAD and LC-ESI/TOF-Mass Spectrometry*, *Journal of Food Health and Technology Innovations* 2019; 2, 187-192.
- [15] Andrzej Sidor, Agnieszka Drożdżyńska, Anna Gramza-Michałowska, Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors- An overview, *Trends in Food Science & Technology* 2019; 89, 45-60. doi:10.1016/j.tifs.2019.05.006
- [16] Alexandru O. Doma, Romeo T. Cristina, Eugenia Dumitrescu, Diana Degi, Razvan F. Moruzi, Diana Brezovan, Ioan Petroman, Florin Muselin, The antioxidant effect of *Aronia melanocarpa* extract in rats oxidative stress induced by cisplatin administration, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 2023; 79, 12720. doi:10.1016/j.jtemb.2023.127205
- [17] Ewelina Pieczykolan, Marcin Andrzej Kurek, Use of guar gum, gum Arabic, pectin, beta-glucan and inulin for microencapsulation of anthocyanins from chokeberry, *International Journal of Biological Macromolecules* 2019; 129, 665-671. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.02.073
- [18] Bo Yuan, Mary-Grace C. Danao, Mei Lu, Steven A. Weier, Jayne E. Stratton, Curtis L. Weller, High pressure processing (HPP) of aronia berry puree: Pilot scale processing and a shelf-life study, *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2018; 47, 241-248. doi:10.1016/j.ifset.2018.03.006
- [19] Wioletta Błaszczak, Ryszard Amarowicz, Adrian R. Górecki, Antioxidant capacity, phenolic composition and microbial stability of aronia juice subjected to high hydrostatic pressure processing, *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2017; 39, 141-147. doi:10.1016/j.ifset.2016.12.005
- [20] M.-T. Tolić, I. Jurčević Landeka, I. Panjkota Krbavčić, K. Marković, N. Vahčić, Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*) Products, *Food Technology and Biotechnology* 2015; 53. doi:10.17113/ftb.53.02.15.3833

- [21] Ayşe Nur Tufan, S. Esin Çelik, Mustafa Özyürek, Kubilay Güçlü, Reşat Apak, Direct measurement of total antioxidant capacity of cereals: QUENCHER-CUPRAC method, *Talanta* 2013; 108, 136-142. doi: [10.1016/j.talanta.2013.02.061](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.02.061)
- [22] Amparo Angelica S. Bolanos de la Torre, Terence Henderson, Poonam Singh Nigam, Richard K. Owusu-Apenten, A universally calibrated microplate ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay for foods and applications to Manuka honey, *Food Chemistry* 2015; 174, 119-123. doi: [10.1016/j.foodchem.2014.11.009](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.009)
- [23] Shiwangni Rao, Abishek B. Santhakumar, Kenneth A. Chinkwo, Christopher L. Blanchard, Q-TOF LC/MS identification and UHPLC-Online ABTS antioxidant activity guided mapping of barley polyphenols, *Food Chemistry* 2018; 266, 323-328. doi: [10.1016/j.foodchem.2018.06.011](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.011)
- [24] Stéphanie Dudonné, Xavier Vitrac, Philippe Coutière, Marion Woillez, and Jean-Michel Mérillon, Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2009; 57 (5) 1768-1774. doi: [10.1021/jf803011r](https://doi.org/10.1021/jf803011r)
- [25] Kandi Sridhar, Albert Linton Charles, In vitro antioxidant activity of Kyoho grape extracts in DPPH and ABTS assays: Estimation methods for EC<sub>50</sub> using advanced statistical programs, *Food Chemistry* 2019; 275, 41-49. doi: [10.1016/j.foodchem.2018.09.040](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.040)
- [26] Song Gao, Yuwen Kong, Yao Lv, Bili Cao, Zijing Chen, Kun Xu, Effect of different LED light quality combination on the content of vitamin C, soluble sugar, organic acids, amino acids, antioxidant capacity and mineral elements in green onion (*Allium fistulosum* L.), *Food Research International* 2022; 156, 111329. doi: [10.1016/j.foodres.2022.111329](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111329)
- [27] Josué Pozo-Martínez, Saleta Vázquez-Rodríguez, Claudio Olea-Azar, Mauricio Moncada-Basualto, Evaluation of ORAC methodologies in determination of antioxidant capacity of binary combinations of quercetin and 3-(3,4,5-trihydroxybenzoyl) coumarin derivatives, *Arabian Journal of Chemistry* 2022; 15 (11), 104298. doi: [10.1016/j.arabjc.2022.104298](https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104298)
- [28] Şeyda Karadirek, Nergis Kanmaz, Zeynep Balta, Pelin Demirçivi, Ayşem Üzer, Jülide Hizal, Reşat Apak, Determination of total antioxidant capacity of humic acids using CUPRAC, Folin–Ciocalteu, noble metal nanoparticle- and solid–liquid extraction-based methods, *Talanta* 2016; 153, 120-129. doi: [10.1016/j.talanta.2016.03.006](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.03.006)
- [29] Nergiz Kanmaz, Ayşem Uzer, Jülide Hizal, Resat Apak, Determination of total antioxidant capacity of *Cynara Scolymus* L. (globe artichoke) by using novel nanoparticle-based ferricyanide/Prussian blue assay, *Talanta* 2020; 216, 120960. doi: [10.1016/j.talanta.2020.120960](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120960)

- [30] Ying Zhou, Naijin Xu, Meijuan Zhang and Hui Liu, A new method for measuring total antioxidant capacity in urine using the iodine starch agar based on agar diffusion, *Current Analytical Chemistry* 2016; 12 (5), 425-430. doi: [10.2174/1573411011666150903204210](https://doi.org/10.2174/1573411011666150903204210)
- [31] Mustafa Özyürek, Nilay Güngör, Sefa Baki, Kubilay Güçlü, Reşat Apak, Development of a silver nanoparticle-based method for the antioxidant capacity measurement of polyphenols, *Analytical Chemistry* 2012; 84 (18), 8052-8059. doi: [10.1021/ac301925b](https://doi.org/10.1021/ac301925b)
- [32] Luis P. Candeias, Kantilal B. Patel, Michael R.L. Stratford, Peter Wardman, Free hydroxyl radicals are formed on reaction between the neutrophil derived species superoxide anion and hypochlorous acid, *FEBS Letters* 1993; 333 (1, 2), 151-153. doi: [10.1016/0014-5793\(93\)80394-A](https://doi.org/10.1016/0014-5793(93)80394-A)
- [33] John Marsden, Iain House, *The Chemistry of Gold Extraction (Second Edition)*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2006; 186-190. doi: [10.1007/BF03215543](https://doi.org/10.1007/BF03215543)
- [34] Hongshui Wang, Xueliang Qiao, Jianguo Chen, Shiyuan Ding, Preparation of silver nanoparticles by chemical reduction method, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 2005; 256 (2-3), 111-115. doi: [10.1016/j.colsurfa.2004.12.058](https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2004.12.058)
- [35] T.C. Deivaraj, Neeta L. Lala, Jim Yang Lee, Solvent-induced shape evolution of PVP protected spherical silver nanoparticles into triangular nanoplates and nanorods, *Journal of Colloid and Interface Science* 2005; 289 (2), 402-409. doi: [10.1016/j.jcis.2005.03.076](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2005.03.076)
- [36] Teodor Adrian Enache, Ana Maria Oliveira-Brett, Phenol and para-substituted phenols electrochemical oxidation pathways, *Journal of Electroanalytical Chemistry* 2011; 655 (1), 9-16. doi: [10.1016/j.jelechem.2011.02.022](https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2011.02.022)
- [37] Mustafa Özyürek, Kubilay Güçlü, Esma Tütem, Kevser Sözgen Başkan, Erol Erçağ, S. Esin Çelik, Sefa Baki, Leyla Yıldız, Şeyda Karaman, Reşat, Apak, A comprehensive review of CUPRAC methodology, *Analytical Methods* 2011; 3 (11), 2439-2453. doi: [10.1039/C1AY05320E](https://doi.org/10.1039/C1AY05320E)
- [38] Deepshikha Gupta, Methods for determination of antioxidant capacity: A review, *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2015; 6 (2), 546-566. doi: [10.13040/IJPSR.0975-8232.6\(2\).546-66](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6(2).546-66)
- [39] Pilar Prieto, Manuel Pineda 2, Miguel Aguilar, Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E., *Analytical Biochemistry* 1999; 269 (2), 337-341. doi: [10.1006/abio.1999.4019](https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019)

## **EKLER**

### **Ek.1 – Yalova Aronyası Coğrafi İşaret Sicil Belgesi**

**No: 786 – Menş e Adı**

**YALOVA ARONYASI**

Tescil Ettiren  
**YALOVA İL TARIM VE ORMAN MÜDÜRLÜ ĞÜ**

Bu coğrafi iş areti, 6769 sayılı Sınai Mülkiyet Kanunu kapsamında 08.11.2019 tarihinden itibaren korunmak üzere 24.06.2021 tarihinde tescil edilmiştir.

**Değ iş iklik İlanı:**

01.12.2022 tarih ve 138 sayılı Bülten

<b>Tescil No</b>	: 786
<b>Tescil Tarihi</b>	: 24.06.2021
<b>Başvuru No</b>	: C2019/171
<b>Başvuru Tarihi</b>	: 08.11.2019
<b>Coğrafi İşaretin Adı</b>	: Yalova Aronyası
<b>Ürün / Ürün Grubu</b>	: Aronya / İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar
<b>Coğrafi İşaretin Türü</b>	: Menşe adı
<b>Tescil Ettiren</b>	: Yalova İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
<b>Tescil Ettirenin Adresi</b>	: Cengiz Koçal Cd. No: 55 Pk.60 Merkez YALOVA
<b>Coğrafi Sınırı</b>	: Yalova ili
<b>Kullanım Biçimi</b>	: Yalova Aronyası ibareli aşağıda verilen logo ve menşe adı amblemi, ürünün ambalajı üzerinde yer alır. Ürünün ambalajı üzerinde kullanılmadığında, Yalova Aronyası ibareli logo ve menşe adı amblemi, işletmede kolayca görülecek şekilde bulundurulur.



#### Ürünün Tanımı ve Ayırt Edici Özellikleri:

Yalova Aronyası; Rosaceae familyasındaki Aronia cinsi *Aronia melanocarpa (Michaux) Elliot* (black chokeberry) türüne ait Viking ve Nero çeşitlerinden üretilen üzümü bir meyvedir.

Yalova Aronyasında meyve rengi ilk dönemde pembe iken sırasıyla pembe-mor ve mor-siyah renk dönüşümleri gerçekleşir. İçerdiği tanenden dolayı tadı buruk, mayhoş ve kekremsi olsa da, meyve tam olgunlaştığında tatlımsı olur.

Yalova Aronyasının bitkisi, kendine verimli olup tozlayıcı çeşit bitkilere ihtiyaç duymaz, Yapraklarını döken, ocak şeklinde büyüme gösteren, odunsu, çok yıllık, çalı formunda, uzun ömürlü, onlarca yıl canlılığını devam ettiren bir bitkidir.

Yalova Aronyasının bir yıllık dalları üzerinde tomurcukların sürmesi ile, o yılki sürgünler üzerinde çiçek salkımları meydana gelir. Çiçek yapısı erseliktir, yani çiçekleri hem erkek hem dişi organlara sahiptir. Çiçeklerin çanak ve taç yaprak sayısı 5 olup 1 adet yumurtalık bulunur. Çiçek salkımı yapısı kimoz, bileşik yalancı şemsiye şeklindedir, yani birkaç salkımın bir araya gelmesiyle oluşur. Ortalama çiçek sayısı Viking çeşidinde 34, Nero çeşidinde ise 30 adettir. Çiçeklenme kademeli olarak meydana gelir. Salkımdaki çiçekler, merkezden başlayarak dışarıya doğru sırayla açılır. İnce dallardaki çiçekler, kalın dallardakilere göre daha erken açar. Bir yıllık dallar üzerindeki çiçek salkımlarının açma düzeni, uçtan dibine doğrudur. Çiçeklenme hem salkım hem de dal üzerinde kademeli olarak gerçekleştiği için çiçeklenme süresi, sıcaklığa bağlı olarak değişmekle birlikte, yaklaşık 20 gündür.

Pomolojik olarak aronya meyvesi, botanik bakımdan yalancı meyvedir. Meyveler, her birinde 1 tohum taşıdığı bulunan 5 karpelden oluşur.

Yalova Aronyasında çiçeklenme nisan-mayıs aylarında meydana gelir ve bu nedenle ilkbahar geç donlarından zarar görmez. Meyve tutumu mayıs ayında; meyve gelişimi ile birlikte meyve renklenmesi haziran ve temmuz ayında; meyve olgunlaşması ise ağustos ayında gerçekleşir. Meyve gelişimi ile birlikte renklenme başlar. İlk dönemlerde meyve yüzeyi pembe iken ilerleyen dönemlerde pembe-mor, mor-siyah renk dönüşümleri olur. Olgun meyve döneminde meyveler tam iriliğine ulaşarak siyah rengini alır. Meyve siyah renge döndükten sonra da olgunlaşma devam eder ve meyve iriliği de artar.

Viking çeşidi Yalova Aronyası 2,2-2,5 m boylanır; soğuğa dayanıklıdır; 30-40 adet dip sürgünü verir, daha dik büyür. Nero çeşidi Yalova Aronyası ise 1,8-2 m boylanır; daha yatay büyür; daha az dip sürgünü oluşturur. Bitkiler dikimi takip eden ikinci yıldan itibaren ocak başına 2-5 kg arasında meyve vermeye başlar. Yalova ilinde bitki tam verime 7. yaşında ulaşır ve 14 kg'a kadar ürün almabilir.

#### Yalova Aronyasının bazı özellikleri

Meyve ağırlığı (100 tane)	Meyve iriliği	Salkımdaki meyve sayısı	Salkım ağırlığı	Meyve suyu randımanı (en çok)	Muhafaza süresi (+4°C)	Briks değeri
90-140 g	5-14 mm	16-34 adet	15-21 g	%71	60 gün	%18-24

1 kg Yalova Aronyası meyvesinde 20 g polifenol ve 4–8,5 g antosiyanin bulunur. Kimyasal olarak klorojenik, neoklorojenik, malik, tartarik, sitrik asit gibi organik asitler yönünden baskındır. pH değeri 3,3–3,8 arasındadır.

Yalova Aronyasının Nero çeşidindeki antioksidan içeriği 896,31 (Trolox  $\mu\text{M}/100\text{g}$ ); Viking çeşidindeki ise 903 (Trolox  $\mu\text{M}/100\text{g}$ )'dir. "mg Gallik Asit/100g" cinsinden toplam fenol içeriği Nero çeşidinde 99,56; Viking çeşidinde ise 96,38'dir.

Yalova ilinin iklimi, makro klima tipi olarak Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında geçiş özelliği gösterir. Yaz aylarının sıcak ve nemli olması Yalova Aronyasının biyokimyasal ve pomolojik özelliklerini kazanmasını; kış aylarının hafif soğuk, yağışlı ve donsuz geçmesi ise, yapraksız uyku döneminde kök gelişimi ve gövde beslenmesini sağlar. En soğuk ayların aralık, ocak ve şubat olması, generatif olgunluğa gelen bitkilerin çiçeklenmesi için gereken 800-1000 saatlik soğuklanma ihtiyacını karşılar.

Yalova ilinde yaz aylarında en yüksek sıcaklıkların 30°C'yi çoğunlukla aşmaması; kış ve ilkbahar don olaylarının nadiren yaşanması; ortalama nispi nemin yüksek (% 50-70 ) olması; en çok yağışın, hasat sonrasında, yaprak dökümünün tamamlandığı ve bitkiye dinlenme imkanı sağladığı aralık ayına denk gelmesi; meyvelerin toprak ve güneşten beslenerek temel yapısını oluşturduğu; temmuz ayı ile meyve tanelerinin güneşten beslenerek olgunlaşması ve hasada uygun besin değerlerine ulaşması açısından önemli olduğu ağustos ayının yağışların en az olduğu döneme denk gelmesi çok önemlidir. Bununla birlikte meyvelerin siyah rengini aldığı ağustos ayında tamamen kurak iklimin etkili olması durumunda meyve kabuğu buruşmaları, su kayıpları, hücimsel azalma ve görünüş bozulmaları sonucu erken hasat ve buna bağlı olarak da tat ve aroma kayıpları gibi sorunlar yaşanmaz.

Yalova Aronyasının yetiştirildiği toprakların, tınlı (yer yer killi-tınlı), nötr veya hafif alkali reaksiyonda (pH 7,0-7,6), kireçsiz veya az kireçli, orta düzeyde nem ihtiva eden, hafif bünyeli, süzek, tuzluluk problemi olmayan yapıya sahip olması, Yalova Aronyasının ayırt edici özelliklerini kazanmasında etkili olur.

Yalova Aronyasının hasadı, genellikle ağustos ayı sonu ile eylül ayı ortasında yapılır. Meyve iriliğinin artması ve şeker oranının yükselmesi bakımından hasadın geciktirilmesi, Yalova Aronyasının pazarlanmasında esneklik sağlar.

Yalova Aronyası taze olarak tüketilebildiği gibi gıda sanayiinde alkollü ve alkolsüz içecekler, reçel, marmelat, şekerleme, sirke, sos, kuru meyve, gıda boyası, besin takviyesi vb ürünlerin üretiminde kullanılır.

#### Üretim Metodu:

Yalova Aronyası bahçesi kurulacak arazinin organik madde kapsamı iyileştirmek için, dikimden 6 ay önce toprağa, 3 ton/da olacak şekilde çiftlik gübresi karıştırılır. İlkbahardaki dikimden önce, toprak ihtiyacına uygun miktarda kompoze gübre verilip ince sürüm yapılır. Nisan ayında ise 30 kg/da amonyum sülfat verilir. Yalova Aronyasının yetiştiriciliği için yıllık besin maddesi miktarı, dekara 5 kg azot, 4,5 kg fosfor ve 10 kg potasyumdur.

Yalova Aronyası bahçesinin tesisinde dikim mesafeleri; hasat yöntemi, toprak ve arazi koşullarına göre değişkenlik gösterir. Ticari olarak büyük ölçekli alanlarda kurulmuş bahçelerde genellikle sıra arası / sıra üzeri mesafeleri 3x2 m veya 4x1,5 m dikim aralıklarıyla planlanır. Makinalı hasat yapılması öngörülüyorsa, sıra üzeri mesafe 0,8 m'ye kadar düşürülebilir. Küçük ölçekli bahçe tesislerinde dikim aralığı 1x2 m veya 2x2 m'dir.

Yalova Aronyasının üretiminde, Viking ve Nero çeşidi aronya kullanılır. 1 yaşına gelen aronya fidanları, mart-nisan aylarında dikilir. Dip sürgünü oluşturmak için önemli olduğundan, dikim sırasında kök boğazının 2-3 cm toprağa gömülmesine özellikle dikkat edilir.

Doku kültüründen elde edilmiş, 15-20 cm uzunluğunda, viyollerde, odunlaşmamış, sebze fidesi kalmışındaki aronya fideleri de dikim için kullanılabilir. Eğer bahçe tesisinde sebze fidesi formunda aronya fideleri kullanılacaksa dikim zamanının, ilkbahar son donları geçtikten sonra, yani nisan ayı sonu ve mayıs ayı başları olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca dikim sonrası sulamalarına da özen gösterilmelidir.

Yalova Aronyasının meyve iriliği ile meyve suyu randımanının artmasında sulama miktarı ve sulamanın zamanlaması önemlidir. Meyve tutumundan sonra ilk dönemlerde meyve rengi pembe olup ilerleyen dönemlerde pembe-mor, mor-siyah renk dönüşümleri görülür. Olgun meyve döneminde meyveler tam iriliğine ulaşarak siyah rengini alır. Meyve siyah renge döndükten sonra da olgunlaşma devam eder ve meyve iriliği artar. Ağustos ayında

meyvelerin siyah rengini alması ile birlikte sulama miktarı artırılarak meyvenin eylül ayının ikinci haftasına kadar (genellikle 10 Eylül) bitki üzerinde sulama ile birlikte irileşmesi sağlanır. Sulama, damlama sulama şeklinde yapılır ve bitkinin uzun süre susuz kalmamasına özen gösterilerek en geç 2-3 günde bir defa su verilir. Toprak yapısı geçirgen olduğu sürece bitki, fazla sulamadan zarar görmez. Bu şekilde meyve tutumundan itibaren özellikle siyahlaşmanın başladığı dönemden hasat sonuna kadar düzenli şekilde sulama yapılır. Meyve kalitesi açısından bu uygulama önemlidir. Aksi takdirde meyveler küçük yapılı kalır, su kayıplarıyla buruşur ve meyve kalitesi düşer.

Yalova Aronyası, %18 ve üzerinde Briks değerine ulaştığında, genellikle ağustos ayı sonu ile eylül ayı ortasında hasat edilir. Bununla birlikte, meyvenin irilik kazanması ve şeker oranının artırılması amacıyla meyvelerin hasadının geciktirilmesi ile Briks değeri % 20-24'e ulaştığında da hasat edilebilir.

Yalova Aronyası hasattan sonra 15-25°C'de ve %80 nemde iki hafta bozulmadan muhafaza edilebilir. Daha uzun süreli muhafaza için soğuk depolamaya ihtiyaç duyulur. Meyve suyu randımanının yüksek ve meyvelerin iri taneli yapıda olması, ayrıca fenolik bileşiklerce zengin olması nedeniyle buzdolabında +4°C'de 2 ay süreyle muhafaza edilebilir.

Yalova Aronyası; ahşap, mukavva, mika, selefön ambalaj veya şeffaf plastik ambalajda ve çeşitli ağırlıklarda satışa sunulabilir. Ürünün ambalajında muhafaza koşulları, en az Briks değeri (% 18), Yalova Aronyası ibareli logo ve menşe adı amblemi bulunur.

#### **Denetim:**

Denetimler; Yalova İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün koordinasyonunda ve Yalova İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü ile Yalova Ticaret ve Sanayi Odasından konuda uzman birer üyenin katılımıyla oluşan toplam üç kişilik denetim merci tarafından yılda bir kere düzenli olarak, ayrıca ihtiyaç duyulduğunda ve şikâyet halinde ise her zaman yapılır.

Denetime esas kriterlere aşağıda yer verilmektedir.

- Yalova Aronyasının yetiştirileceği arazi koşullarının ve toprak yapısının uygunluğu.
- Üretimde kullanılacak aronya çeşidinin uygunluğu.
- Özellikle sulama, dalında meyve bırakma ve hasat aşamaları olmak üzere üretim metoduna uygunluk.
- Ürünün pomolojik özellikleri (meyve 100 tane ağırlığı, meyve iriliği, salkımdaki meyve miktarı ve salkım ağırlığı) ile meyve suyu randımanının uygunluğu.
- Muhafaza ve ambalaj koşullarının uygunluğu.
- Yalova Aronyası ibaresinin, logosunun ve menşe adı ambleminin kullanımının uygunluğu.

Denetim merciinde yer alan kurumların görevleri aşağıdaki gibidir.

- Yalova İl Tarım ve Orman Müdürlüğü: Denetim merciinin koordinasyon işlemlerini yapmak; gerektiğinde üreticilere, Yalova Aronyası logosu ile menşe adı amblemini temin etmek; denetim raporlarını düzenli olarak Türk Patent ve Marka Kurumuna göndermek.
- Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü: Yalova Aronyasının özelliklerinin uygunluğunun tespiti için gerektiğinde numune olarak analiz yapmak veya yaptırmak.
- Çiftlikköy Ziraat Odası: Yalova Aronyasının üretimin yapıldığı arazi koşullarının ve toprak yapısının uygunluğunu denetlemek.

Denetim sırasında oluşabilecek analiz masrafları ile Yalova Aronyası logosunun ve menşe adı ambleminin baskı masrafları, denetlenenlerden tahsil edilebilir.

Denetim merci, kamu veya özel kuruluşlarından veya bunlarda görevli uzman gerçek veya tüzel kişilerden denetimin gerçekleştirilmesi sırasında faydalanabilir veya hizmet satın alabilir. Tescil ettiren, hakların korunmasında hukuki süreçleri yürütür.

## ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Konya’da tamamladı. 1998 yılında girdiği Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 2003 yılında mezun oldu.

2009 yılından beri kurucusu olduğu Umut OSGB Mühendislik Hizmetleri Limited Şirketi isimli firmada yönetici, Koordinatör Çevre Danışmanı ve A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olarak çalışmaktadır.

## TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER

- [1] Eryaman Z., Hizal J., Yilmazoglu M, Daban U., Mert H., Kanmaz N., “The Performance of Hypochlorous Acid Modified Ag Nanoparticle-Based Assay in the Determination of Total Antioxidant Capacity of Boswellia Serrata and Aronia Melanocarpa”, Talanta, 125218 [doi:10.1016/j.talanta.2023.125218](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2023.125218)