

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRMIZI LAHANANIN (BRASSİCA OLERACEA VAR.CAPİTATA
F.RUBRA) TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ
ÜZERİNDE pH VE EKSTRAKSİYON SÜRESİNİN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aye ŞEYHAHMET

Kimya Anabilim Dalı

Organik Bilim Dalı

HAZİRAN 2023

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRMIZI LAHANANIN (BRASSİCA OLERACEA VAR.CAPİTATA
F.RUBRA) TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ
ÜZERİNDE pH VE EKSTRAKSİYON SÜRESİNİN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aye ŞEYHAHMET

Kimya Anabilim Dalı

Organik Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Pro. Dr. Mustafa KÜÇÜKİSLAMOĞLU

HAZİRAN 2023

Aye ŞEYHAHMET tarafından hazırlanan " KIRMIZI LAHANANIN (BRASSİCA OLERACEA VAR.CAPİTATA F.RUBRA) TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNDE pH VE EKSTRAKSİYON SÜRESİNİN ETKİSİ" adlı tez çalışması 19.06.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliğı/oy çokluğı ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı **Organik Bilim Dalı**'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Pro.Dr. Mustafa KÜÇÜKİSLAMOĞLU(Danışman).....**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Pro.Dr. Mustafa ZENGİN**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç.Dr. Fatih SONMEZ**
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “KIRMIZI LAHANANIN (BRASSICA OLERACEA VAR.CAPITATA F.RUBRA) TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNDE PH VE EKSTRAKSİYON SÜRESİNİN ETKİSİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete 'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(26/06/2023).

Aye ŞEYHAHMET

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca yon veren, desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, bizlerle bilgilerini paylaşan ve her konuda yardımcı olan, tez danışmanım Sakarya Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Mustafa KÜÇÜKİSLAMOĞLU

Tez çalıőmam boyunca yardımlarını sunarak DPPH ve ABTS alıőma yöntemleri konusunda bilgilerini paylaşarak araştırma olanağı sağlayan Sayın Doç. Dr. Fatih SONMEZ

Tez çalıőmam boyunca bana laboratuvarlarını açan Sakarya Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Dr. Mustafa ZENGİN, sayın Dr. Mustafa ARSLAN

Aileme ve bana her zaman destek olan yakın arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Aye EYHAHMET

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|------|
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ | v |
| TEŞEKKÜR | vii |
| İÇİNDEKİLER | ix |
| KISALTMALAR | xi |
| TABLO LİSTESİ | xiii |
| ŞEKİL LİSTESİ | xv |
| ÖZET | xvii |
| SUMMARY | xix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 3 |
| 2.1. Gıdalarda Renk Ve Renklendiriciler | 3 |
| 2.1.1. Gıdalarda rengin önemi | 3 |
| 2.1.2. Gıda renklendiriciler sınıflandırılması | 3 |
| 2.1.2.1. Sentetik renklendiriciler | 4 |
| 2.1.2.2. Doğal özdeş renklendiriciler | 5 |
| 2.1.2.3. Doğal renklendiriciler | 5 |
| 2.2. Kırmızı Lahana | 9 |
| 2.2.1. Kırmızı lahananın faydaları | 10 |
| 2.3. Brassica Bitkisi | 13 |
| 2.3.1. Turpgiller familyasına ait bazı türlerin özellikleri | 14 |
| 2.3.2. Brassica türleri | 15 |
| 2.3.3. Beassica oleracea var.capitata f.rubra kırmızı lahananın bitkisi | 16 |
| 2.4. Antosiyaninler | 17 |
| 2.5. Antioksidanlar | 19 |
| 2.5.1. Antioksidanların sınıflandırılması | 20 |
| 2.5.2. Antioksidanlar yararları | 21 |
| 2.5.3. Antioksidan türleri | 21 |
| 2.6. Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri | 22 |
| 2.6.1. Oksijen radikal absorban kapasitesi (ORAC) testi | 23 |
| 2.6.2. Toplam radikal yakalayıcı parametre (TRAP) yöntemi | 23 |
| 2.6.3. Toplam oksiradikal söndürme kapasite (TOSC) yöntemi | 23 |
| 2.6.4. Demir iyon indirgeyici antioksidan güç (FRAP) yöntemi | 24 |
| 2.6.5. Toplam fenolik madde tayini | 24 |
| 2.6.6. Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi yöntemi | 25 |
| 2.6.7. Troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC veya ABTS) yöntemi | 26 |
| 2.7. Analizlerde Kullanılan Uv-Vis Spektrofotometre Cihazı | 27 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 31 |
| 3.1. Materyal | 31 |
| 3.1.1. Çalışmada kullanılan bitki örneği | 31 |
| 3.1.2. Kullanılan kimyasal maddeler | 31 |
| 3.1.3. Kullanılan antioksidanlar cihazlar | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2. Metotlar | 32 |
| 3.2.1. Ekstraksiyon işlemi | 32 |
| 3.2.2. Antioksidan kapasite analizlerine numune hazırlama | 32 |
| 3.2.3. Çalışmada kullanılan antioksidan aktivite ölçme analizleri | 33 |
| 3.2.3.1. 2-2-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi yöntemi..... | 34 |
| 3.2.3.2. Troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC veya ABTS) yöntemi | 35 |
| 3.2.3.3. Toplam fenolik madde miktarı | 35 |
| 4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR..... | 37 |
| 4.1. Difenil-1-Pikrihidrazil (DPPH) Radikal Giderme Aktivite Tayini Sonuçları. | 37 |
| 4.2. Troloks Eşiti Antioksidan Aktivite (TEAC Veya ABTS) Tayini Sonuçları ... | 47 |
| 4.3. Toplam Fenolik Madde Tayini Sonuçları..... | 59 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ | 61 |
| KAYNAKLAR..... | 63 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 69 |

KISALTMALAR

| | |
|--------------------------|---|
| AAPH | : 2,2-azobis(2-amidinopropan) dihidroklorid |
| ABTS | :2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) |
| ABTS*₊ | :ABTS radikali |
| Abs | :Absorbans |
| BHA | :Bütillenmiş hidroksi anisol |
| BHT | :Bütillenmiş hidroksi toluen |
| CM | :Santimetre |
| °C | :Santigrat derece |
| DPPH | :2,2-difenil-1-pikrilhidrazil |
| FCR | :Folin-Ciocalteu reaktifi |
| FRAP | :Demir (III) iyonu indirgeme antioksidan kapasite yöntemi |
| GA | :Gallik Asit |
| MM | :Milimetre |
| MG | :Miligram |
| ORAC | :Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi Testi |
| TRAP | :Toplam Radikal Yakalayıcı Parametre Yöntemi |
| TOSC | :Toplam Oksiradikal Söndürme Kapasite Yöntemi |
| TBHQ | :Tersiyer bütihidroksikinon |
| PPM | :Milyonda bir |
| µm | :Mikrometre |
| µL | :Mikrolit |

TABLO LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Tablo 2.1. Kırmızılahana 100 g için besin değerleri | 12 |
| Tablo 2.2. Antioksidanların Sınıflandırılması | 20 |
| Tablo 4.1. 1sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. . | 37 |
| Tablo 4.2. 1sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri... 38 | 38 |
| Tablo 4.3. 1sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. . | 38 |
| Tablo 4.4. 1sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. . | 39 |
| Tablo 4.5. 1sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. . | 40 |
| Tablo 4.6. 1sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. . | 40 |
| Tablo 4.7. 1sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 41 |
| Tablo 4.8. 24sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 42 |
| Tablo 4.9. 24sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 43 |
| Tablo 4.10. 24sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 43 |
| Tablo 4.11. 24sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 44 |
| Tablo 4.12. 24sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 45 |
| Tablo 4.13. 24sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 45 |
| Tablo 4.14. 24sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri. | 46 |
| Tablo 4.15. Numunenin DPPH IC ₅₀ mg/ml aktivite sonuçları. | 47 |
| Tablo 4.16. 1sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 47 |
| Tablo 4.17. 1sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 48 |
| Tablo 4.18. 1sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 49 |
| Tablo 4.19. 1sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 49 |
| Tablo 4.20. 1sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 50 |
| Tablo 4.21. 1sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 51 |
| Tablo 4.22. 1sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 51 |
| Tablo 4.23. 1sN numunesinin pH orjinal de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri..... | 52 |
| Tablo 4.24. 24sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 53 |

| | |
|--|----|
| Tablo 4.25. 24sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 53 |
| Tablo 4.26. 24sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 54 |
| Tablo 4.27. 24sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 55 |
| Tablo 4.28. 24sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 55 |
| Tablo 4.29. 24sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 56 |
| Tablo 4.30. 24sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri. | 57 |
| Tablo 4.31. 24sN numunesinin pH orjinal de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri..... | 57 |
| Tablo 4.32. numunenin ABTS IC ₅₀ mg/ml aktivite sonuçları. | 58 |
| Tablo 4.33. toplam fenolik madde mg/ml aktivite sonuçları..... | 59 |

ŞEKİL LİSTESİ

sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. Karotenoidlerin kimyasal yapısı..... | 6 |
| Şekil 2.2. Klorofil molekülü. | 7 |
| Şekil 2.3. Flavon moleküller yapısı (2-Fenil-1,4-benzopiron). | 7 |
| Şekil 2.4. İzoflavan yapısı..... | 8 |
| Şekil 2.5. Neoflavonoidlerin yapısı. | 8 |
| Şekil 2.6. Antosiyaninin yapısı. | 8 |
| Şekil 2.7. Kırmızı lahanaya. | 9 |
| Şekil 2.8. Siyanidin kimyasal yapısı..... | 10 |
| Şekil 2.9. Kırmızı lahanaya. | 11 |
| Şekil 2.10. U üçgen teorisi..... | 14 |
| Şekil 2.11. Brassica Oleracea türleri..... | 17 |
| Şekil 2.12. Antosiyanin kimyasal yapısı | 18 |
| Şekil 2.13. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH)'in moleküler yapısı..... | 26 |
| Şekil 2.14. ABTS•+ radikali ile antioksidan arasındaki reaksiyon..... | 27 |
| Şekil 2.15. Spektrofotometre çalışma prensibi. | 28 |
| Şekil 2.16. Absorbans Beer Lambert yasası. | 29 |
| Şekil 3.1. Hazırlanan kırmızı lahanaya numuneleri..... | 32 |
| Şekil 3.2. PH metre. | 32 |
| Şekil 3.3. Hazırlanan numunelerin farklı konsantrasyonları. | 33 |
| Şekil 3.4. UV-Spektrofotometre Cihazı..... | 34 |
| Şekil 4.1. 1sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 37 |
| Şekil 4.2. 1sN numunesinin pH 5'te alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 38 |
| Şekil 4.3. 1sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 39 |
| Şekil 4.4. 1sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 39 |
| Şekil 4.5. 1sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 40 |
| Şekil 4.6. 1sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 41 |
| Şekil 4.7. 1sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 41 |
| Şekil 4.8. 24sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 42 |
| Şekil 4.9. 24sN numunesinin pH 5 te alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 43 |
| Şekil 4.10. 24sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 44 |
| Şekil 4.11. 24sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 44 |
| Şekil 4.12. 24sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 45 |
| Şekil 4.13. 24sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 46 |
| Şekil 4.14. 24sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 46 |
| Şekil 4.15. 1sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 48 |
| Şekil 4.16. 1sN numunesinin pH 5'te alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 48 |
| Şekil 4.17. 1sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 49 |
| Şekil 4.18. 1sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 50 |
| Şekil 4.19. 1sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 50 |
| Şekil 4.20. 1sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 51 |
| Şekil 4.21. 1sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği..... | 52 |
| Şekil 4.22. 1sN numunesinin pH orijinal da alınan %inhibisyon ortalama grafiği. .. | 52 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.23. 24sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 53 |
| Şekil 4.24. 24sN numunesinin pH 5 te alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 54 |
| Şekil 4.25. 24sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 54 |
| Şekil 4.26. 24sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 55 |
| Şekil 4.27. 24sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 56 |
| Şekil 4.28. 24sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 56 |
| Şekil 4.29. 24sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği. | 57 |
| Şekil 4.30. 24sN numunesinin pH orjinal da alınan %inhibisyon ortalama grafiği... | 58 |

**KIRMIZI LAHANANIN (BRASSICA OLERACEA VAR.CAPITATA F.RUBRA)
TOPLAM FENOLİK MADDE VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNDE PH VE
EKSTRAKSİYON SÜRESİNİN ETKİSİ**

ÖZET

Gıda ürünleri kabulünde önemli faktörlerden biri ve kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılan renklerdir. Gıda rengi alıcının dikkatini çekmede ve gıda maddesine etkileyici bir görünüm kazandırmasında önemli bir özelliğe sahiptir. Gıdalara renk veren doğal maddeler, doğada yaygın olarak bulunan antosiyanin maddelerdir, antosiyaninler Sebze dünyasında Birçok bitkinin en mavi ve kırmızımsı renginden sorumludurlar ve suda çözünme özellikte renk pigmentleri olarak belirlenmektedir. antosiyanin içeren bazı sebzeler (üzüm, çilek, şeftali, patlıcan, kırmızı lahana, kırmızı pancar, turp .vb.), içeren bazı meyveler ise (kiraz , Elma ve Erik çeşitleri), ancak tüm hamurda bulunmazlar çoğunluğu iç hücrelerde ve deride bulunur. Bazı meyvelerde bir veya iki çeşit antosiyanin bulunur ve bazılarında 20 ve fazla türden oluşan karmaşık bir karışıma sahiptir.

kırmızı lahana (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*) turpgiller familyesinden yaprakları kat kat, geniş ve kalın bir sebze türüdür, Serin iklim sebzesi olan lahanagillerde en kaliteli üretim Sonbahar-kış döneminde gerçekleştirilir. Avrupa ülkelerinde bütün yıl boyunca yetiştirilen lahanalar ülkemizde genellikle kışlık olarak yetiştirilirler, kırmızı lahana antioksidan aktiviteye sahip olarak bilinen birçok biyoaktif bileşikler içerir. Bu antioksidan aktivitesinin flavonoidler ve antosiyaninler gibi fenolik bileşiklerden ileri geldiği görülmektedir. yapraklarında Antosiyanin maddeleri içerdiğinden dolayı koyu kırmızı ve mor renkte olmaktadır, Düzenli tüketiminde mide, akciğer, deri ve kalınbağırsak kanserine yakalanma oranlarını düşürdüğü ve kalp, damar hastalıkları, üst solunum yolu enfeksiyonları önleme gibi birçok etkisi bilinmektedir.

Bu çalışmada farklı pH aralığında ve farklı zamanlarda kırmızı lahanadan elde edilen morumsu kırmızı ekstraktın toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite olarak DPPH ve ABTS özellikleri karşılaştırıldı.

kırmızı lahana örnekleri temizlenip distile su ile ekstrakte edilmesi amacıyla karıştırıcı ile küçük parçalara parçalanmıştır bu şekilde ekstraksiyon işlemi yapılmış sonra Örneklerin ekstraksiyon koşulları farklı pH değerlerine (pH 4-10) ayarlanmıştır.

pH'ları ayarlanmış örneklerin distile su farklı konsantrasyonlar ($\frac{1}{40}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{120}$, $\frac{1}{180}$, $\frac{1}{240}$)

elde edilmiştir. Elde edilen konsantrasyonların Folin-Ciocalteu ayırıcı yöntemiyle toplam fenolik içeriği, DPPH serbest radikal giderme aktivitesi, Troloks Eşiti Antioksidan kapasitesi spektrofotometrik ölçümleriyle antioksidan aktivitesi tayin edilmiş ve elde edilen sonuçlara göre Toplam fenolik maddenin içeriği sonuçlara göre 1saatlik ve 24saatlik ikisine aynı pH=4'te (6,48±0,77 mg GAE/g) ve (7,01±0,24b mg GAE/g) olarak en yüksek antioksidan aktivite gösterilmiştir. DPPH serbest radikal giderme ölçümleriyle en yüksek aktivite 1saatlik pH=7'de (0,21±0,06 mg/ml) ve 24saatlik pH=4'te (0,34±0,01 mg/ml) belirlenmiştir. ABTS yöntemiyle en yüksek

aktivite gösteren pH'ları 1saatlik (1sN) pH=5'te ($0,29\pm 0,01$ mg/ml) ve pH=8'de ($0,29\pm 0,11$ mg/ml) ve 24 saatlik (24sN) pH=5'te ($0,33\pm 0,01$ mg/ml), pH=8'de ($0,33\pm 0,01$ mg/ml) olarak değerleri verilmiştir.

THE EFFECT OF PH AND EXTRACTION TIME ON TOTAL PHENOLIC AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF RED CABBAGE (BRASSICA OLERACEA VAR.CAPITATA F.RUBRA).

SUMMARY

One of the important factors in the acceptance of food products is the colors used as an indicator of quality. Food color has an important feature in attracting the attention of the buyer and giving an impressive appearance to the food item.

Natural substances that give color to foods are anthocyanin substances that are commonly found in nature, anthocyanins are responsible for the bluest and reddish color of many plants in the vegetable world and are determined as water-soluble color pigments.

Some vegetables containing anthocyanins (grape, strawberry, peach, eggplant, red cabbage, red beet, radish, etc.), some fruits containing anthocyanins (cherry, apple and plum varieties), but they are not found in all pulp, most of them are found in the inner cells and skin.

Some fruits contain one or two types of anthocyanins, and some have a complex mix of 20 or more.

It grows 12.000 kinds of plants in Turkey, the number of endemic plants is 3778 taxa.

It is the Brassicaceae family, which is the fourth largest plant family in the country and attracts attention in terms of endemic plant members.

This family is spread all over the world and includes 3740 species belonging to 325 genera, while in Turkey there are 660 taxa belonging to 91 genera of this family.

Members of the family are most diverse in Southwest Asia, especially in Turkey and Iran-Turan region.

About 50 types of vegetables are grown in Turkey, and red cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata* f. *rubra*) has an important place among the vegetables taken into culture.

Red cabbage production in Turkey is carried out in the southern and western regions, with a production of 605,218 tons, it is consumed in different ways throughout the year, except for two months of the year (Eşiyok et al, 2010).

Red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) is a broad and thick vegetable type from the cruciferous family, with many layers of leaves. The best quality production of cruciferous vegetables, which is a cool climate vegetable, is carried out in the autumn-winter period.

Cabbages, which are grown all year round in European countries, are generally grown in winter in our country, they are dark red and purple in color because they contain Anthocyanin substances in their leaves. showed that the ratio of anthocyanins in red cabbage was 90.5 mg/100g.

It has been noted to contain total phenols and flavonoids, and a greater amount of antioxidant activity than most fruits and vegetables. Red cabbage has minerals such as manganese, potassium, magnesium, calcium and iron.

For this reason, it is very useful for the circulatory system, having an important place in human body nutrition and helping to strengthen the heart and protect it from heart attacks, gains importance in protecting from various cancers, plays an important role in strengthening bones, improving digestive system and eye health.

Since it is rich in E, B6, K, its consumption helps to significantly reduce the risk of osteoporosis, and vitamin K increases the amount of protein needed to maintain Calcium in the bones.

Because it is rich in Vitamin C, which is a very powerful antioxidant, it creates white blood cells, which form the first line of defense against harmful microbes, protects the body from diseases and slows down aging by fighting harmful free radicals in the body and helps keep the skin young and smooth.

The polyphenol substances contained in red head cabbage are effective in preventing Alzheimer's disease. It protects brain cells and improves long-term memory and generally increases the energy level in the body and relaxes the blood circulation.

As we have seen, the human body is affected by the damage of free radicals, so human health and the working mechanisms of the body need many and different antioxidants.

As a result of the studies carried out in recent years, many and different (electrochemical and spectrophotometric measurements) methods have been determined to measure the antioxidant activity in a sample.

Each method has advantages and disadvantages, and it has been determined that the most common, fast and simple methods are DPPH and ABTS methods.

In our study, spectrophotometric measurements are made to measure the capacity of the sample (DPPH radical scavenging capacity and Trolox equivalent antioxidant capacity method), and at the same time, the amount of total phenolic substance of antioxidants is determined.

In order to examine the Antioxidant activity of the red cabbage plant, the plant is washed and broken into small pieces with a blender in order to dissolve it completely in pure water and the extraction process is done, then adjusted to different pH values (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 and original). Different concentrations ($\frac{1}{40}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{120}$, $\frac{1}{180}$, $\frac{1}{240}$) are obtained by taking a sample from the samples and adding distilled water.

DPPH free radical scavenging activity, total phenolic content with Folin-Ciocalteu reagent and Trolox Equal Antioxidant capacity are measured by spectrophotometric methods of each concentration obtained,

According to the results obtained (the IC₅₀ value, which expresses the amount of antioxidant consumed for 50% of the % inhibition values to decrease), the greater the decrease in absorbance, the higher the antioxidant activity.

Accordingly, the antioxidant activity was measured by ABTS method and its absorbance (according to IC₅₀) was measured, and pH=5 and pH=8, respectively, (0,29±0,01 mg/ml), (0,29±0,11 mg/ml) on the same day (1sN) the pH of which showed the highest activity, and after 24 hours of waiting (24sN) (0,33±0,01 mg/ml) (0,33±0,01 mg/ml). The lowest antioxidant activity was known as 1sN PH=10 (0,38±0,02 mg/ml) and 24sN PH= 4 (0,46±0,05 mg/ml).

According to the results, the highest antioxidant activity was shown when the total phenolic substance gave the lowest value as 1sN and 24sN both at the same pH value at 4 (6.48 ± 0.77 mg GAE/g), (7.01 ± 0.24 mg GAE/g) However, when it gave high values at 1sN PH 4 (6.48 ± 0.77 mg GAE/g) and 24sN PH 6 (7.59 ± 1.22 mg GAE/g), it showed low antioxidant activity.

Finally, the antioxidant activity showed the highest activity at 1sN pH=7 (0.21 ± 0.06 mg/ml) and pH=4 (0.34 ± 0.01 mg/ml) for 24sN with DPPH free radical removal method. It showed the lowest antioxidant activity since it gave high absorbance values at 1sN PH 4 (0.32 ± 0.08 mg/ml) and 24sN PH 9 (0.94 ± 0.03 mg/ml).

As we know, red cabbage is rich in very strong antioxidants (vitamin c, k, potassium, etc.), it also contains a higher amount of antioxidant activity than most fruits and vegetables, as it contains high levels of phenols and flavonoids. It is known as a source of antioxidant.

1. GİRİŞ

Türkiye'de 12.000 çeşit bitkinin yetiştirmektedir, endemik bitki sayısı 3778 taksondur, Ülkenin dördüncü büyük bitki familyası olan ve endemik bitki üyeleri bakımından dikkat çeken, Brassicaceae familyasıdır. Bu familya dünya genelinde yayılmış olup 325 cinse ait 3740 tür içermektedir, türkiye'de ise bu familyanın 91 cinse ait 660 taksonu bulunmaktadır. Familyanın üyeleri en çok Güneybatı Asya'da yayılarak özellikle Türkiye ve İran-Turan bölgesinde çeşitlilik göstermektedir. Türkiye'de 50'ye yakın sebze türü yetiştirilmekte olup, kültüre alınan sebzeler arasında kırmızı lahana (*Brassica oleracea* var. *Capitata* f. *rubra*) önemli bir yer tutmaktadır (Sefali, 2020).

Brassica sebzelerinden olan kırmızı lahana antioksidan aktiviteye sahip olarak bilinen birçok biyoaktif bileşikleri içermektedir. Bu antioksidan aktivitesinin flavonoidler ve antosiyaninler gibi fenolik bileşiklerden ileri geldiği görülmektedir.

Cruciferae (*Brassicaceae*) familyası sebzelerinden; Beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*), Kırmızı lahana (*Brassica oleracea* L. var. *Rubra*), karnabahar (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) ve brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) serin iklim sebzeleri olup kış mevsiminde üretilmektedir (Bozukalfa ve Duman, 2009).

Türkiye'de kırmızılahana üretimi güney ve batı bölgelerinde yapılmaktadır, 605.218 ton üretilmesiyle yılın iki ay hariç yıl boyunca farklı şekillerde tüketilmektedir (Eşiyok ve ark, 2010).

Kırmızı baş lahana yüksek düzeyde besin maddeleri içerdiğinden insan vücudu beslenmesinde önemli yer almaktadır, önemli antioksidanlar açısından zengin olmaları; kalbi güçlendirmeye ve kalp krizlerinden korumaya yardımcı etkiye sahip olmaktan dolaşım sistemi için çok faydalıdır, çeşitli kanserlerden korumada önem kazanmaktadır, kemikleri güçlendirmeye, sindirim sistemi ve göz sağlığını iyileştirmeye önemli rol oynamaktadır.

Kırmızı baş lahana, yoğun bir renge sahiptir. Bu renk doğal gıda boya maddesi olan antosiyaninler varlığından kaynaklanır. Kırmızı baş lahana ile ilgili yapılan araştırmalar; kırmızı lahanadaki antosiyaninlerin oranının 90,5 mg/100g olduğunu

göstermiştir. Toplam fenol ve flavonoidlerin içerdiği belirtildi ve çoğu meyve ve sebzeden daha fazla miktarda antioksidan aktivitedir.

Bu çalışmada antioksidanların etkili kimyasal analizleri yapılmıştır. Farklı pH aralığında ve farklı zamanlarda kırmızı lahanadan elde edilen morumsu kırmızı ekstraktın toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite olarakta DPPH (2-2-Difenik-1-pikrilhidrazil serbest radikal giderme kapasitesi) ve ABTS (Troloks Eşiti Antioksidan kapasitesi) özellikleri karşılaştırıldı

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Gıdalarda Renk Ve Renklendiriciler

Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu renklendiricileri “gıdayı düzenleyen veya gıdaya renk katan maddeler” olarak tanımlamaktadır.

Renklendirici özelliği olan birçok madde kimyasal yapılarındaki farklılıklardan dolayı farklı fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklere sahiptir ve bu özellikler kullanılacak ürünlerin cinsini ve ne amaçla kullanılacağını belirlemektedir. Günümüzde uygulanan gıda işleme tekniklerinin, gıdaların görünüş özellikleri üzerinde meydana getirdikleri olumsuz etkiler, gıdaların teknolojik nedenlerle renklendirilmesi gereksinimini ortaya çıkarmıştır (Francis, 2004).

2.1.1. Gıdalarda rengin önemi

Renk, ışığın spektral dağılımından kaynaklanan optik bir özelliktir, rengin oluşumu maddenin ışıkla etkileşimi sonucunda oluşur, Doğal gıdaların renkleri, içerdikleri çeşitli kimyasal pigmentlerden kaynaklanmaktadır. Meyve ve sebzeler gibi doğal kaynaklı birçok ürün çeşitli renklere sahiptir ve çekicilikleri renkleriyle bağlantılıdır. (Francis, 2004).

Gıdaların renkleri tüketiciye çekiciliğinden dolayı gıdaların duyuşal özelliklerde önemli yer almaktadır, renk ve lezzet arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlenmiştir, Duyuşal bir bakış açısıyla renk, lezzetten daha çok bir beklenti yaratmaktadır, bildiğimiz gibi zamanla gıdaların rengini solar ve değişir, bu değişiklik ile gıdanın doku, koku ve tattaki değişimler meydana gelmektedir. Sebze ve meyvelerin olgunlaşması renk değişimi ile paralel bir ilişki gösterir. (Velioğlu, 1987).

2.1.2. Gıda renklendiriciler sınıflandırılması

Gıda renklendiricilerin şekillerine göre 3 gruba ayrılmaktadır:

- Sentetik renklendiriciler
- Doğal özdeş renklendiriciler
- Doğal renklendiriciler.

Ülkemizde GKM'leri "Türk Gıda Kodeksi-Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği" ne göre kullanıldıklarında sağlık üzerinde zararlı etki göstermezler (Büyükdere ve Ayaz, 2016).

2.1.2.1. Sentetik renklendiriciler

Yapay renklendiriciler kimyasal yapıları doğada bulunmayan çeşitli kimyasal sentez yolu ile elde edilmektedir. Renk verme gücü, renk tonu genişliği, parlaklık, renk stabilitesi ve uygulaması bakımında sentetik gıda renklendiricileri, doğal gıda renklendiricilerine göre daha üstündür (Baydan ve Sezgin, 2021).

Sentetik renklendiriciler suda yüksek oranda çözünür. Birçoğu ışığa, ısıya, asitlere, alkalilere ve koruyucu maddelere karşı kararlıdır ve bu nedenle çok uzun bir raf ömrüne sahiptir.

Sentetik renklendiriciler birçok farklı formda üretilebildiği için bu maddeler için renk tonu aralıkları geniş ve tonlama güçleri yüksektir (Kimyaevi, 2022).

Sentetik renklendiricilerin çözünürlük özelliğine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır;

- **Suda çözünenler:** Allura Red AC, Amarant, Azorubin, Brilliant Black PN, Brilliant Blue FCF, Brown FK, Brown HT, Eritrosin, Green S, Indigotin, Kinolin Sarısı, Litolrubin BK, Patent Blue V, Ponso 4R, Red 2G, Sunset Yellow FCF ve Tartrazin yer almaktadır.
- **Suda çözünmeyen, Yağda çözünenler:** Bu renklendiriciler toksik özelliğe sahip olduğundan kullanılmasına izin verilmemektedir. Örneğin; Tereyağı ve margarini renklendirmek için kullanılan yağda çözünen Penso SX toksik madde olduğundan 1976'da yasaklanmıştır.
- **Lake renklendiriciler:** suda çözünen yapay renklendirici maddelerin genellikle alüminyum oksit üzerine alüminyum klorür ilavesi ile alüminyum tuzu olarak çöktürülmeleri yoluyla elde edilen suda çözünmeyen pigmentlerdir, bu renklendiriciler alüminyum hidrat alt tabakası olarak üretilmektedir. Boya içeriği ve partikül boyutu tozun renk tonunu belirlemektedir, suyun bulunmasının istenmediği, yağ esaslı karışımların renklendirilmesinde kek, bisküvi, şekerlemeler, baharat karışımlarına ilave edilmektedir (Sezgin ve Ayyıldız, 2019).

2.1.2.2. Doğal özdeş renklendiriciler

Doğal kaynaklı renklendiriciler sentetik olarak da elde edilebilmek maddelere “doğal özdeş renklendirici” olarak ifade edilmektedirler (Laçındağ, 2019).

2.1.2.3. Doğal renklendiriciler

Doğal renklendirici sebzeler, meyveler, bitkiler, hayvansal, mineraller ve mikrobiyolojik kaynaklardan geleneksel yöntemleriyle veya uygun fiziksel prosesler ile elde edilen pigmentler.

Bu doğal renk maddeleri ısı ve pH'tan etkilenirler aynı zamanda zayıf bir stabilite ve zayıf bir renklendirme gücüne sahiptirler ama sağlık üzerine olumlu yönde etkilerinden dolayı kullanmaları artmaktadır.

Doğal renklendirici maddelerin farklı kimyasal bileşimlerinden oluşmalarından dolayı bazıları suda çözünme özeliğe bazıları da suda çözünmeyen özelliktedirler (Sezgin ve Ayyıldız, 2019).

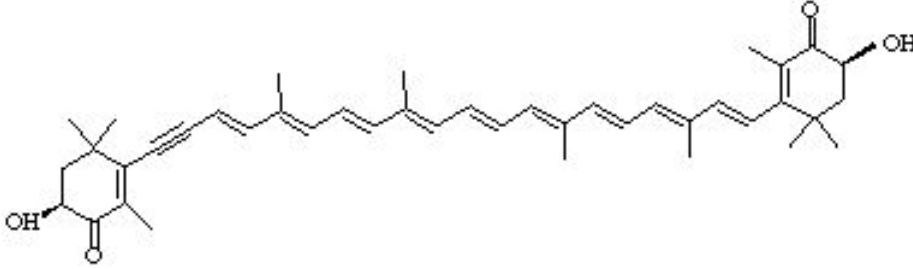
Doğal renklendirici maddeler kimyasal yapılarına göre organik ve inorganik olarak iki gruba ayrılmaktadır.

İnorganik Doğal Renklendiriciler

- Alüminum Tozu: gümüşümsü gri- toz (şekerleme, kek).
- Altın: çikolatalı şekerlemeler.
- Demir Oksitler: kırmızı, sarı, siyah, kahverengi toz (karides ezmesi, kek, pasta ve tatlılar).
- Gümüş: tipik renginde toz veya yaprak halindedir (çikolatalı şekerlemeler ve drajeler).
- Titanium Dioksit: beyaz ve toz halindedir (peynir çeşitleri, krema ve soslar).
- Kalsiyum Karbonat: (bisküvi, ekmek, dondurma, kekler ve dondurulmuş meyve ve sebzeler) beyaz ve toz halinde kullanılmaktadır (kimyaA.Ş., 2022).

Organik Doğal Renklendiriciler

Karotenoidler: besin kaynaklarından temin edilmektedir, bitkilerde ve bazı diğer fotosentetik mikroorganizmalarda bulunan biyolojik pigmenttir (vikipedi, 2022).



Şekil 2.1. Karotenoidlerin kimyasal yapı (İstock, 2020).

40C doymamış hidrokarbonların , kimyasal olarak 8 tane 5 karbonlu isoprenoid ünitesinden oluşmaktadır, Hidrokarbon karotenoidlerin apolar lipofilik özellikte moleküllerdir. Suda çözünmez, organik çözücülerde ve yağlarda çözülmemektedir.

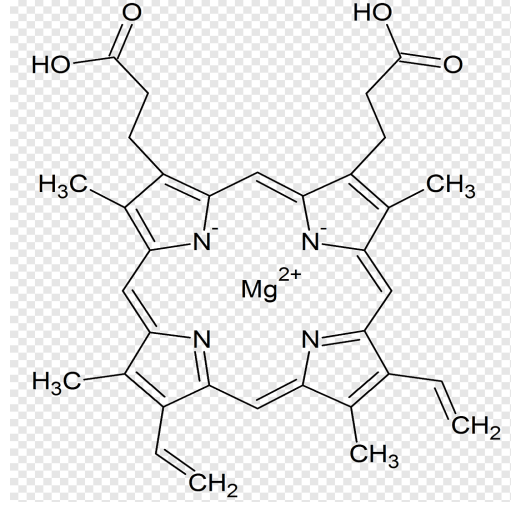
Meyveler, sebzeler, çiçekler, kuşlar, böcekler ve deniz canlılarında yaygın olarak bulunmaktadır. Sarı, turuncu ve kırmızı renk vermektedir (Mortensen, 2006).

Karotenoidlerin; α -karoten ve β -karoten olmak üzere iki türü bulunmaktadır.

Alfa ve beta karotenler sarı-turuncu rengi veren renklendirici maddelerdir, sulu çözeltilerde emülgatör olarak bilinmektedir (Mortensen, 2006).

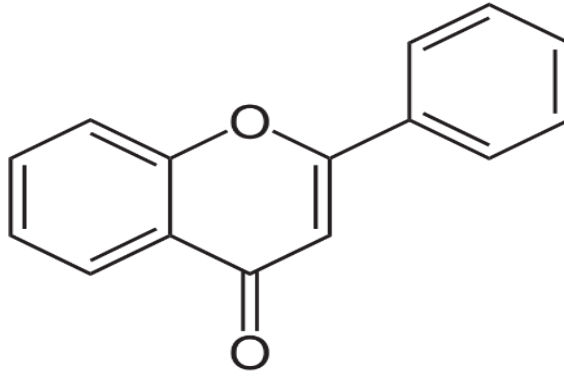
Klorofiller: Klorofil, yeşil renkli pigmentler olup fotosentez olayında temel rolü üstlenmişlerdir, klorofil-a (mavi-yeşil) ve klorofil-b (yeşil) olmak üzere klorofillerin iki türü bulunmaktadır.

Suda çözünmeyen yağda çözünen pigmentler olarak bilinmektedir (Erdal ve Ökmen, 2016).

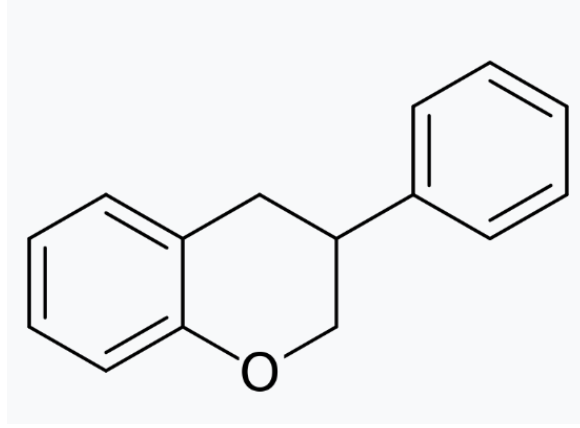


Şekil 2.2. Klorofil molekülü (Mortensen, 2006).

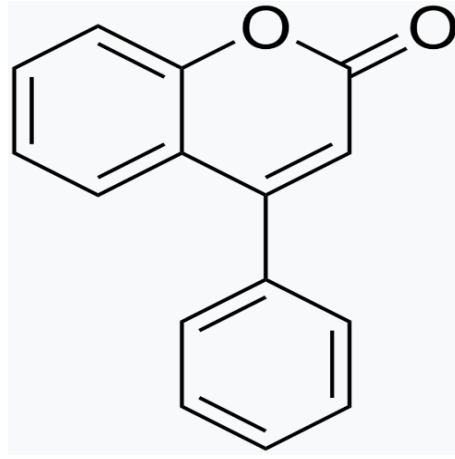
Flavonoidler: Flavonoidler her bitkide bulunan ve bitkilere sarı, turuncu ve kırmızı renk veren bileşiklerdir. 6 binden çok farklı maddeden bir araya gelmesiyle oluşmaktadır, çoğu flavonoidler insan sağlığına antioksidan işlevi göstermektedir. Bitkilere beyaz, açık sarı, yeşil, kırmızı rengini verirler. Patates, karnabahar, kırmızilahana ve kereviz gibi Sebzeler, elma, armut ve şeftali meyvelere renk veren pigmentlerdir, flavonoidlerin; Antosiyanin, Antioksidan ve tanen 3 grupta ayrılmaktadır. (Kahraman ve ark, 2002) .



Şekil 2.3.Flavon moleküller yapısı (2-Fenil-1,4-benzopiron).



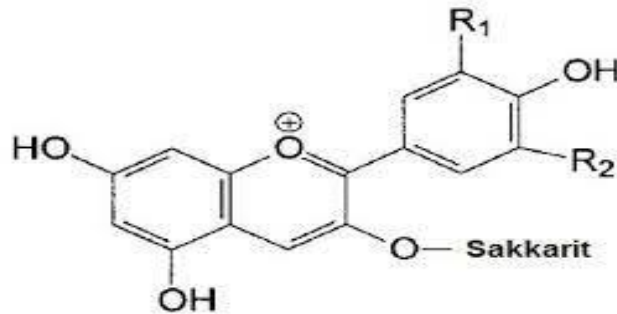
Şekil 2.4. İzoflavan yapısı.



Şekil 2.5. Neoflavonoidlerin yapısı.

Flavonoidlerin 3 ana gruba sınıflandırılmaktadır (Aktaş ve Çölgeçen, 2017).

Antosiyaninler: Antosiyaninler sebze ve meyvelerin sülfitlemiş su, asitlendirilmiş su, karbondioksit, metanol veya etanol ile ekstraksiyon yöntemleri yoluyla elde edilmektedir. Antosiyanin maddeleri Alkali ortamlarda oldukça kararsız halindedir, Suda çözünme özelliğine sahip olup, sıvı veya toz halinde bulunmaktadır.



Şekil 2.6. Antosiyaninin yapısı (Mortensen, 2006).

Diğer Organik Doğal Renklendiriciler: Bitkisel Karbon, Kantaksantin, Sade Karamel, Kostik Sülfite Karamel, Amonyum Karamel (Mortensen, 2006).

2.2. Kırmızı Lahana

Kış mevsiminde günlük olarak tüketilen bir sebze ürünüdür ve organik tekstil şeklinde olup önemli bir antosiyanin kaynağı olarak bilinmektedir.



Şekil 2.7. Kırmızı lahana.

Kırmızı lahana (*Brassica oleracea* var. *Capitata* f. *rubra*), turpgiller familyasından mevsimlik bir bitkidir, kırmızı/mor yapraklı sonbahar sebzesi olarak yetiştirilen, geniş, kalın ve koyu yaprak katmanlarına sahip bir sebze türüdür. Yapraklarında beta-karoten oranı arttıkça renkleri daha fazla koyulaştırır (Maltaş ve ark, 2017).

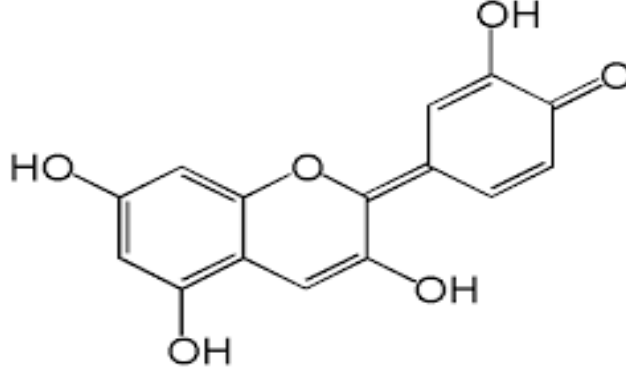
Kırmızı lahana Pişirildiğinde rengi genellikle maviye dönüşür. Kırmızı rengini koruması için içine sirke veya turunçgiller konur. İlkbaharda ekilirler ve sonbaharda hasat edilirler, Yeterli neme ve gübrenilmiş toprağa ihtiyaç duyar ve Saklanması beyaz baş lahanaya göre daha uygundur (Sarkar & Raşit, 2017).

Kırmızı baş lahana, yoğun bir renge sahip olma nedeni antosiyaninlerden kaynaklanır. Antosiyanidinlere farklı sakkaritlerin bağlanmasıyla farklı Antosiyaninler oluşur.

Önal ve Subasar'ın çalışmasına göre "Panagiotis ve arkadaşları, kütle spektroskopisi destekli yüksek kararlı sıvı kromatografisi (HPLC/DAD-ESI/Qtrap MS)" çalışmaları ile Kırmızı lahanadaki antosiyaninleri incelenmiş ve tümünün mono ve digliserit

olarak temsil edilen aglikon gibi siyanidinlerden oluştuğu belirlenmiştir (Önal ve Subasar, 2012).

Kırmızı baş lahana Bitkinin yapısındaki bulunan siyanidin'in kimyasal molekülün yapısı aşağıda görülmektedir (Önal ve Subasar, 2012).



Şekil 2.8. Siyanidin'in kimyasal yapısı (Mortensen, 2006).

“Antosiyenin profilleri çok karmaşıktır çünkü antosiyeninler glukozu iki farklı şekerle ve asil gruplarını farklı aromatik ve alifatik asitlerle bağlanmaktadır. Lahanelerin antosiyenin profillerinde, siyanidin-3,5-diglikozit ve siyanidin-3-sofhorosit-5-glikozitin, sinapik asit, ferulik asit, kafeik asit, p-kumarik asit ve malonik asit ile asillenmiş yapıları yaygın olarak bulunmaktadır” (Yetim, 2011).

Bitkinin yapısında bulunan ve aynı zamanda antioksidan ve vitamin özelliğine de sahip siyanidinler, Kromofor (renklendirici) ve ekzokrom (renk artırıcı) grupları sahip olduğu sayesinde iyi renklendirme özelliği gösterir. pH 3'ün altında ortamlarda kırmızı, pH 7-8 ortamlarda menekşe, pH 11'in üzerindeki ortamlarda mavi renk gösteren indikatör bir maddedir.

Kırmızı lahana, tüm meyve ve sebzeler arasında antosiyenin profili belirlenmesi en zor sebze grubu olarak bilinmektedir. (Yetim, 2011).

2.2.1. Kırmızı lahananın faydaları

- Kırmızı lahana, manganez, potasyum, magnezyum, kalsiyum ve demir gibi minerallere sahiptir.
- Glukozinolatların ve anti-oksidanların içerdiğinden dolayı kanseri önlemeye ve kalp hastalığı riskini azaltmaya yardımcı olurlar. (Maltaş ve ark, 2017).

- E, K ve B6 vitaminleri açısından zengin olduğundan tüketimi osteoporoz riskini önemli ölçüde azaltmaya yardımcı olur ve K vitamini, kemiklerdeki Kalsiyum korumak için gereken protein miktarını artırır.
- Çok güçlü bir antioksidan olan C Vitamini açısından zengin olduğundan dolayı zararlı mikroplara karşı ilk savunma hattını oluşturan beyaz Kan hücrelerini oluşturup vücudu hastalıklardan korur.
- vücuttaki zararlı serbest radikalleri savaşılarak yaşlanmayı yavaşlatır ve cildin genç ve pürüzsüz kalmasına yardımcı olur.
- Kırmızı baş lahanadaki içerdiği polifenol maddeler alzheimer hastalığını önlemede etkilidir. Beyin hücrelerini korur ve uzun süreli hafızayı geliştirir.
- Mide, akciğer ve bağırsak hastalıklarının önlenmesine çalışır ve bağışıklık sistemini güçlendirir.
- Vücuttaki enerji seviyesini yükseltir ve kan dolaşımını rahatlatır.
- Kemik gelişimi ve mineral yoğunluğunun korunması için gerekli olan kalsiyum, magnezyum, manganez ve diğer önemli mineralleri içermektedir (Rani ve ark, 2021).



Şekil 2.9. Kırmızı lahanaya.

Tablo 2.1. Kırmızılahana 100 g için besin değerleri (USDA, 2019).

| Bileşen | Miktar | Birim |
|----------------------------------|--------|--------|
| Su | 40.9 | G |
| Enerji | 31 | Kalori |
| Enerji | 130 | KJ |
| Protein | 1.43 | G |
| Toplam lipid (yağ) | 0.16 | G |
| Kül | 0.64 | G |
| Karbonhidrat | 7.37 | G |
| Lif, toplam diyet | 2.1 | G |
| Şekerler, toplam NLEA dahil | 3.83 | G |
| Sakaroz | 0.6 | G |
| Glikoz | 1.74 | G |
| Fruktoz | 1.48 | G |
| Laktoz | 0 | G |
| Maltoz | 0 | G |
| Galaktoz | 0 | G |
| Nişasta | 0 | G |
| Kalsiyum, Ca | 45 | Mg |
| Demir, Fe | 0.8 | Mg |
| Magnezyum, Mg | 16 | Mg |
| Fosfor, P | 30 | Mg |
| Potasyum, K | 243 | Mg |
| Sodyum, Na | 27 | Mg |
| Çinko | 0.22 | Mg |
| Manganez, Mn | 0.243 | Mg |
| C vitamini, toplam Askorbik asit | 57 | Mg |
| Tiamin | 0.064 | Mg |
| Riboflavin | 0.069 | Mg |
| B-6 vitamini | 0.209 | Mg |
| Folat, toplam | 18 | µg |
| B12 vitamini | 0 | µg |
| B9 folat | 39 | µg |
| A vitamin, RAE | 56 | µg |
| Karoten, beta | 670 | µg |
| E Vitamini (alfa-tokoferol) | 0.11 | Mg |
| K vitamini (filokinon) | 38.2 | µg |
| Aspartik asit | 0.136 | G |
| Kalsiyum | 43 | Mg |
| kolestrol | 0 | Mg |

Lahananın tohumu üretiminde “tohumdan tohuma” yöntemi En çok ve esas olarak Kullanıldığından iki yıllık bir sebze olarak bilinmektedir ve bu yöntem kullanılarak tohum elde edilmesine uzun süre alır ve tohum üretim maliyetinde artış olmaktadır. Lahana grubu sebzeler köklenme ve çiçeklenme açısından tayinlamaya ihtiyaç duyduklarından vejetatif dönemden generatif aşamaya geçişi ve tohum elde etme süreci daha uzun zaman alır bunun nedeni bu sürede tohumların genetik yapıdan kaynaklanan faktörlerinden etkilenir, kirlilik ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerden etkilenmesiyle tohum kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Lahanada üreme dönemini kısaltmak, hibrit tohumu üretimini kolaylaştırmak ve ebeveyn devamlılığını sağlamak için hızlı tohum elde etme teknikleri kullanıldı ve Bu amaçla “lahanalarda vernalizasyon uygulaması, giberellin uygulaması ve çelikle çoğaltıma yöntemleri gibi hızlı tohum üretiminin gerçekleştirilmesini sağlayan uygulamalar kullanılmaktadır”.

“Amerika’da Wisconsin Üniversitesi’nde Williams ve ark. (1986) tarafından yürütülen Brassica ıslah çalışmaları sonucunda yaşam döngüsünü çok kısa bir sürede tamamlayan “Rapid-Cycling Brassica (RCBr)” sistemi geliştirilmiştir”. Bu şekilde ıslah çalışmaları uygulanarak kaliteli tohum üretimi kısa sürede ve verimi yüksek olarak gerçekleştirilmektedir (Doğru ve Balkaya, 2015).

2.3. Brassica Bitkisi

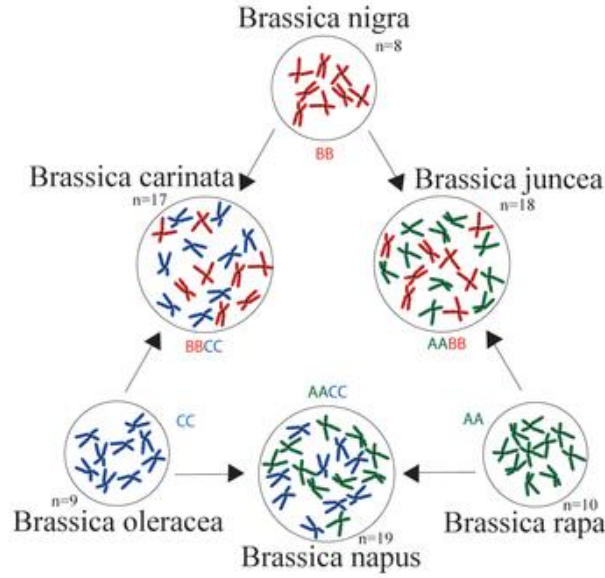
Brassica lahana ve hardal ailesindeki bir bitki cinsidir, Cinsin üyeleri turpgillerden sebzelerdir. Bu cinsin mahsullerine bazen kola bitkileri denir. Bir bitkinin sapını veya gövdesini ifade eden Latince caulis kelimesinden türetilmiştir. Çoğu mevsimlik bitkilerdir.

Brassica bitkileri, tarımsal önemlerinden dolayı çok fazla bilimsel ilgi konusu olmuştur. Altı özel tür (B.carinata , B.juncea , B.oleracea , B.napus , B.nigra ve B.rapa) U teorisinin üçgeninde tanımlandığı gibi daha önceki üç türün kromozomlarını birleştirerek gelişmiştir (Britannica, 2022).

U üçgen teorisi; Brassica cinsinin en tanınmış altı türleri arasındaki evrim ve ilişkiler hakkında bir teoridir.

Teori; Brassicanın üç diploid türünün genomlarının, üç yaygın tetraploid sebze ve yağlı tohum mahsulü türü oluşturmak için birleştiğini belirtir.

Teori, şekil 2.12'de aşağıdaki gösterildiği gibi üçgenin köşelerinde AA, BB ve CC ile gösterilen üç atasal genomu ve yanlarında AABB, AACC ve BBCC ile gösterilen üç türetilmiş genomu gösteren üçgen bir diyagram ile özetlenmiştir (Doğru A., 2020).



Şekil 2.10. U üçgen teorisi (Sefalı, 2020).

Brassica Cinsin anavatanı Batı Avrupa, Akdeniz ve Asya'nın ılıman bölgeleri Birçok yabancı tür, özellikle Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Avustralya'da yabancı ot olarak yetişir. Birçok Brassica türünün çiçekleri, tohumları, sapları ve yumuşak yaprakları çiğ veya pişmiş olarak yenilebilir, Beyaz veya mor yapraklı veya çiçek başlı bazı formlar da bazen süs için yetiştirilir (Sefalı, 2020).

2.3.1. Turpgiller familyasına ait bazı türlerin özellikleri

Turpgiller, çoğunlukla Kuzey yarımküre'de yaygın, nadiren tropik bölgelerde, 338 cins ve 3.700 tür ile büyük, ekonomik açıdan önemli bir familyadır. (Al-shehbaz ve ark, 2006).

Turpgiller, Çoğu tek yıllık, bazıları uzun ömürlü ve bazıları küçük çalılar veya yarı çalılar olmak üzere birçok türden oluşmaktadır (Şıralı ve ark, 2013).

Turpgiller familyası olarak bilinen Brassicaceae yemeklik ve endüstriyel yağ bitkileri, sebze çeşitleri, baharat bitkileri ve yem bitkileri başta olmak üzere birçok ekonomik türü içermektedir. En önemli yenilebilir yağ bitkisi, kanola (kolza tohumu) olarak bilinen Brassica napus'tur, Sinapis alba (beyaz hardal) ve Brassica nigra (siyah hardal)

tohumları da kullanılır. Baharat bitkileri arasında ise *Brassica juncea* (Hint hardalı), *Armoracia rusticana* (Yaban turbu) ve *Erysimum ssp.* (Duvar çiçeği) çeşitleri de mevcuttur. Yaprak lahanası, Baş lahanası, Karnabahar, Brokoli, Brüksel lahanası, Alabaş ve Çin lahanası gibi *Brassica oleracea* çeşitlerinin yanı sıra Turp, Bahçe teresi, Roka ve Şalgam gibi türler de sebze olarak yaygın bir şekilde tüketilmektedir, *Brassica carinata* (Ethopya hardalı), *Camelina sativa* (Ketencik), *Crambe abyssinica* (Krambe), *Eruca vesicaria* (Roka) gibi çeşitli türler ise yemeklik yağ ve protein mahsulleri, biyodizel mahsulleri, biyolojik ürün tasarımı ve moleküler tarım açısından önemli potansiyele sahiptir (Gugel ve Falk, 2006; Warwick ve ark, 2007).

Şalgam veya Yem lahanaları değişik ülkelerde hayvan yemi olarak kullanılmaktadır, Ayrıca Şalgam ve Kolza yeşil yem bitkisi olarak silaj üretiminde kullanılmaktadır. (Tansı ve ark, 1999), Beyaz ve Siyah hardal tohumlarından ise hardal sosu üretilmektedir (Şıralı ark, 2013).

Turpgiller familyası tarım alanlarında 120'den fazla yabancı ot türünü içermektedir (Warwick ve ark, 2008).

Brassicaceae türleri, tek biçimli çiçek yapıları ile morfolojik olarak diğer familyalardan kolayca ayırt edilebilir. Çiçekler iki taraflı simetrik ve genellikle dört serbest çanak yapraklı oluşur. Brassicaceae ailesinin tohumları boyut, şekil ve doku bakımından büyük farklılıklar gösterir. (Al-shehbaz ve ark, 2006).

2.3.2. Brassica türleri

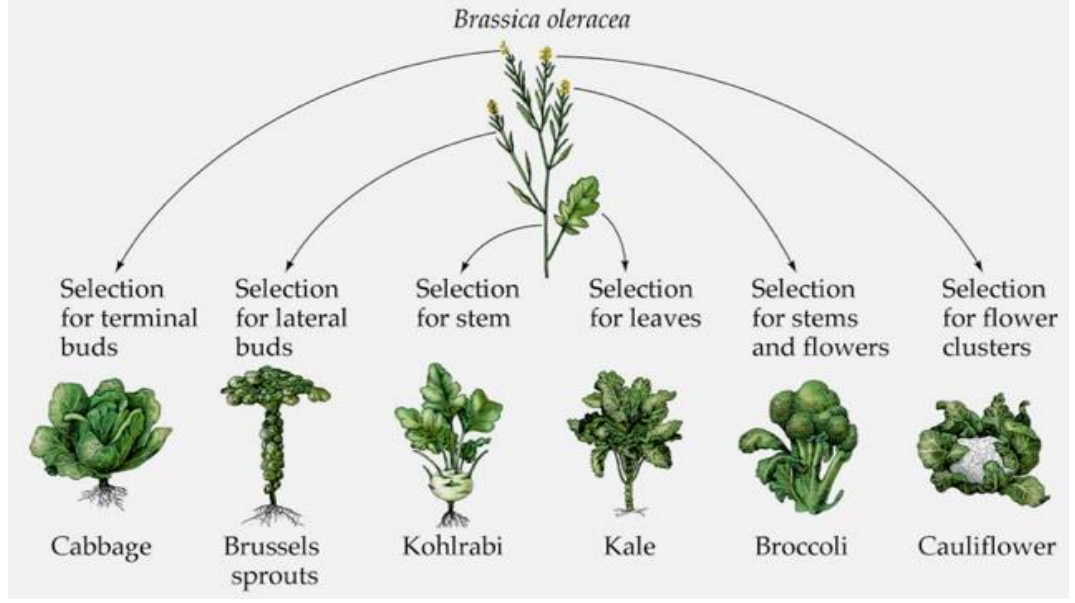
- *Balearica* : Mallorca lahanası
- *Brassica carinata* : Biyodizel üretmek için kullanılan Habeş hardalı veya Habeş lahanası
- *Brassica elongata* : uzun hardal
- *Brassica fruticulosa* : Akdeniz lahanası
- *Brassica hilarionis* : St. Hilarion lahanası
- *Brassica juncea* : Hint hardalı, kahverengi ve yapraklı hardal, Sarepta hardalı
- *Brassica napus* : kolza tohumu , kanola , rutabaga , Sibirya lahanası
- *Brassica narinosa* : geniş gagalı hardal
- *Brassica nigra* : siyah hardal
- *Brassica oleracea* : kırmızılaha , kara lahanası , brokoli , karnabahar , kailan , Brüksel lahanası , alabaşlar

- Brassica perviridis : yumuşak yeşil, hardallı ıspanak
- Brassica rapa (syn. B. campestris): Çin lahanası , şalgam , rapini , komatsuna
- Brassica rupestris Raf.
- Brassica dikenleri.
- Brassica tournefortii : Asya hardalı (Sefalı, 2020).

2.3.3. Brassica oleracea var.capitata f.rubra kırmızı lahananın bitkisi

Brassica oleracea; kırmızı lahana , brokoli , karnabahar , Brüksel lahanası , kara lahana, Savoy lahana , alabaşlar ve gailan gibi birçok yaygın çeşidi içeren bir bitki tırüdür . Brassica oleracea, bryk b gıda rezervleri nedeniyle kullanılan önemli bir insan gıda mahsul bitkisi olarak yerleşmiş ve bildiğimiz gibi C vitamini de dahil olmak rzere temel besinler açısından zengindir, Spesifik sıfatı oleracea, Latince'de "sebze/bitkisel" anlamına gelir. Ekilmemiş haliyle yabani lahana olarak adlandırılır ve gney ve batı Avrupa kıyılarına özgüdür. Ekilmemiş haliyle tuz ve kirecine karşı yksek toleransı dayanıklı bir bitkidir, diğer bitkilerle rekabete karşı tahammzslzlg, tipik olarak doğal oluşumunu İngiliz Kanalı'nın her iki yanındaki tebeşir kayalıkları gibi kireçtaşı deniz kayalıkları ile sınırlar. Fransız Atlantik kıyısındaki dokuz vahşi poplasyonun genetik analizi bunların Tarlalardan ve bahçelerden kaçan evcilleştirilmiş bitkilerden tureyen ortak yabani kökenlerini gsterdi. Turpgiller (lahana, brokoli, karnabahar gibi) zengin bir diyet, birkaç insan kanseri riskinin azalmasıyla bağlantılıdır (Rani ve ark, 2021).

U geni teorisine gbre, B.oleracea, Brassica cinsinin diğer beş tır b ile çok yakından ilişkilidir .



Şekil 2.11. Brassica Oleracea türleri (Kottke, 2013).

B.oleracea çeşitleri, gelişimsel biçime göre yedi ana çeşit grubuna ayrılır ; bunlardan Acephala ("başsız") grubu görünüşte en çok doğal yabani lahana gibi kalır.

- Brassica oleracea Acephala grubu – lahana
- Brassica oleracea Viridis grubu- kara lahana
- Brassica oleracea Alboglabra grubu – kai-lan (Çin brokoli)
- Brassicaoleracea Botrytis grubu– karnabahar , Romanesco brokoli ve brokoli çiçeği
- Brassica oleracea Capitata grubu – kırmızı lahana
- Brassica oleracea Gemmifera grubu – Brüksel lahanası
- Brassica oleracea Gongylodes grubu – alabaşlar
- Brassica oleracea Italica grubu – brokoli (Ansiklopedi, 2022).

2.4. Antosiyaninler

Fenilpropanoid yoluyla sentezlenen flavonoidlerin bir alt sınıfına aittir. Doğada 600'den fazla antosiyaninin bulunmaktadır. Yaprak ve gövdelerinin somon pembesinden kırmızıya ve mordan maviye doğru dizilmiş siyanik renklerden 6 sorumlu fenolik bileşiklerdir. Bu antosiyaninlerin insan gıdalarında yaygın olarak bulunur örneğin; üzüm, kırmızı lahana, siyah frenk üzümü, kiraz, vişne, mor kuşkonmaz, çilek, patlıcan, mor lahana, kırmızı soğan, kırmızı turp ve tatlı patates, mor mısır, mürver ve yabanmersini sayılabilir (Afacan ve Sönmezdağ, 2020).

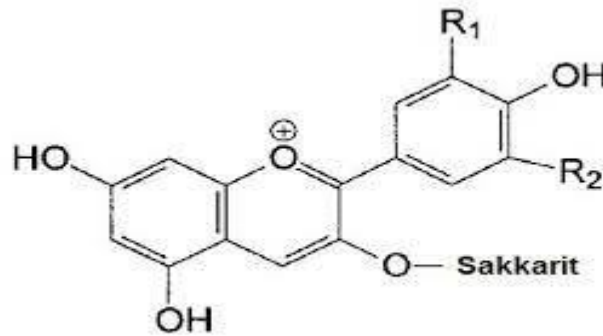
Antosiyaninler, çiçek ve mavi anlamına gelen iki yunanca kelimedenden adlandırılır. Çilekgiller, siyah üzüm, nar, erik, kırmızı turp, kırmızı baş lahana, kırmızı pancar gibi pek çok meyve, sebze, çiçeklerin ve diğer bitki dokularındaki rengi kırmızı, mor, mavi veya siyah pH değerlere bağlı olarak değişmektedir (Özen ve Akbulut, 2008).

Antosiyaninlerin 2-fenilbenzopirillium olanlar yapıtaşları C₆-C₃-C₆ iskeletindedir, temel kimyasal yapısı Şekil 2.12'de verilmiştir (Halil, 2020).

Antosiyaninlerin bileşikleri bitkilere görüş sağlamanın yanı sıra çeşitli streslere karşı koruyucu görevi göstermektedir (Özen ve Akbulut, 2008).

Bitki aleminde suda çözünebilen en yaygın pigmentlerdir. Yapay renklendiricilere ve raf ömrünü uzatabilen katkı maddelerine alternatif bileşikler olarak gıdalarda doğal renk maddeleri ile kullanılmaktadır. Yüksek boyama kabiliyeti ve yüksek kaliteli gıda ürünlerinin formülasyonu nedeniyle boya olarak kullanılmaktadır (Markakis, 1982).

Antosiyanin bileşiklerin renkleri pH değişimine bağlıdır; pH 7'nin altında olan asidik ortamlarda kırmızı renk , pH 7 olan nötral ortamlarda mor renk ve pH 7'nin üzerinde bazik ortamlarda mavi renk verirler (Markakis, 1982).



Şekil 2.12. Antosiyanin kimyasal yapısı (Mortensen, 2006).

Antosiyaninin Sağlık Üzerine Etkisi; antosiyaninlerin damar geçirgenliğini koryucu, iltihap giderici, trombosit agregasyonunun inhibisyonu, diyabet kontrolü, antitümör büyümesi, ülser önlemek ve UV radyasyona karşı koruyucu, DNA kırılmalarını önleyici, östrojenik aktivite göstericiyi, kronik enfeksiyonlar hastalıklarla ilişkili nitrik oksidi inhibe edici, Hormonların neden olduğu hastalıkların seyrini değiştirici, siklooksigenaz gibi bazı enzimleri inhibe edici, bağışıklık sistemini destekleyici etkileri gibi birçok farklı olumlu etkisi olduğu kanıtlanmaktadır. Hafızayı geliştirmede ve yaşa bağlı nörolojik hastalıkları önlemede önemli rol oynamaktadırlar. Bireysel

olarak saflaştırılmamış antosiyanin ekstraktlarının, sinerjistik etki ile daha yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği belirtilmektedir (Arık, 2020).

2.5. Antioksidanlar

Canlı organizmalar yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu Enerji sağlamak amacıyla karbon, yağ asitleri ve hidrojen atomları açısından zengin glikoz gibi bileşikler kullanırlar. Bu bileşiklerin vücutta oksidasyonu sonucunda oksidatif hasar durumuna neden olan zararlı oksitleyici maddeler diğer adıyla serbest oksijen radikalleri ortada oluşur. Bu durumda ortaya çıkan zararlı oksitleyici maddeler hücrede DNA, membran ve dokularını besleyen yapı ürünleri, enzimler ve genetik ürünlerine biyokimyasal düzeyde olumsuz etkilebilir ve zarar verebilir (Karabulut ve Gülay, 2016).

Yaşam ortamı, çevre koşulları, hava kirliliği, sigara kullanımı ve tüketilen besinler den Oksidatif hasar olayının kaynaklanmaktadır (Medka, 2022).

Oksitleyici maddeler kronik romatizmal hastalıkların, Bulaşıcı hastalıklardan kansere, kalp krizlerine gibi Çeşitli sağlık sorunlarının gelişimi üzerinde önemli derecede etki eden toksik maddeler olarak tanımlanmaktadır. Oluşan bu toksik oksidan maddelerin zararlı etkilerini önleyip ortamdan uzaklaştırarak, vücudu koruyan ve oksidatif hasarın etkisi azaltılmasına neden olan maddelere antioksidan maddeler denir (Karabulut ve Gülay, 2016).

2.5.1. Antioksidanların sınıflandırılması

Tablo 2.2. Antioksidanların Sınıflandırılması (Karabulut ve Gülay, 2016).

| ENDOJEN ANTIOKSİDANLAR | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|
| Enzimatik Antioksidanlar | Nonenzimatik Antioksidanlar | |
| Süperoksit dismutaz (SOD) | Glutatyon | Koenzim Q 10 |
| Katalaz (CAT) | Melatonin | Selenyum |
| Glutatyon peroksidaz (GPx) | Ürik asit | α -lipoik asit |
| Glutatyon redüktaz (GR) | Bilirubin | Transferrin |
| | Albümin | Seruloplazmin |
| EKSOJEN ANTIOKSİDANLAR | | |
| Vitamin Eksojen Antioksidanlar | İlaç Olarak Kullanılan Eksojen Antioksidanlar | |
| α -Tokoferol (Vitamin E) | Ksantin oksidaz inhibitörleri (allopürinol, oksipürinol, pterin aldehit, tungsten) | |
| β -karoten (Vitamin A) | NADPH oksidaz inhibitörleri (adenozin, lokal anestezikler, kal- siyum kanal blokerleri, nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar) | |
| Askorbik asit (Vitamin C) | Rekombinant süperoksit dismutaz | |
| Folik asit (Vitamin B9) | Trolox-C (vitamin E analogu) | |
| | Endojen antioksidan aktiviteyi artıranlar (GPx aktivitesini artıran ebselen ve asetilsistein) | |
| | Nonenzimatik serbest radikal toplayıcılar (mannitol, albümin) | |
| | Demir redoks döngüsü inhibitörleri (desferroksamin) | |
| | Nötrofil adezyon inhibitörleri | |
| | Sitokinler (TNF ve IL-1) | |
| | Barbitüratlar | |
| | Demir şelatörleri | |

2.5.2. Antioksidanlar yararları

Serbest oksijen radikalleri, hücrelerdeki moleküllerin yapısındaki oksijen atomunu kararsız hale getirerek ciddi kimyasal hasarlara neden olabilir (Ayvaz, 2021).

Vücutta bu maddelerin fazlalığına neden olabilecek durumlar şu şekilde sıralanabilir:

- Kan dolaşımının yetersizliği nedeniyle dokularda iskemik hastalığı.
- Yapay tatlandırıcı ve işlenmiş gıdaların tüketimi
- Sigara ve alkol tüketimi
- Radyasyon veya ultraviyole ışınlarına maruz kalma
- Hava veya çevre kirliliğine maruz kalma
- Yoğun fiziksel aktivite
- Vücutta gelişen iltihaplanmalar, enfeksiyon hastalıkları ve kanser gibi sağlık sorunları (Kurulu, 2022).

Antioksidan maddeleri vücut hastalıklarına neden olan zararlı serbest radikalleri önler ve hastalıklara karşı savunma etki eder, antioksidan maddeleri yararları şu şekilde sıralanabilir

- Yağların oksidasyonunu yavaşlatır
- Serbest radikallerle etkileşime sonucu neden olduğu hücresel hasarı önler.
- Hastalıkları önleyebilir veya ortaya çıkan bir sağlık sorunu için daha hafif bir eylem planı sağlar.
- Hücrelerin anormal hale gelme ve nihayetinde riskini azaltır.
- Hücre yıkımını da azaltır.
- Yaşlılık etkilerinin azaltır (Ayvaz, 2021).

2.5.3. Antioksidan türleri

Antioksidan ürünleri bir kısmı vücutta doğal olarak üretilebilir diğer kısmı ise beslenme ile alınması gerekmektedir (Koca ve Karadeniz, 2005). Vücuda giren antioksidanlar da serbestçe hareket edebilmek için çeşitli protein ve enzimlerin yapısına katılıp vücudu koruma işlevini de yerine getirebilir. Antioksidanlar vücuttaki bazı maddelerin iyonik yükünü değiştirerek bu maddelerin hücreler tarafından farklı şekilde kullanılmasını ve emilmesini sağlar. “Örneğin, Demir, normal şartlarda vücutta ferröz (+2 iyon) veya ferik (+3 iyon) haliyle bulunur. Antioksidanlar, Demirin

ferröz hale geçerek hücreler tarafından daha kolay emilmesine yardımcı olur” (Yılmaz, 2010).

Antioksidanların en güçlü ve yaygın bilenen türleri aşağıda gösterilmektedir.

- A vitamini
- Mangenezyum
- Selenyum
- Glutasyon
- Askorbik Asit (C vitamin).
- E vitamin (alfa, beta, gama ve delta tokoferolleri)
- Beta karoten
- Flavonoidler
- Likopen lütein
- Katalaz
- Peroksidaz,
- Süperoksit dismutaz (SOD).

Bu türlerin dışında bilinen onlarca farklı antioksidan türleri vardır (Medicalpark, 2022).

Vücudun günlük ihtiyaçtan daha az miktarda antioksidanlar alınırsa Günlük serbest oksijen radikallerine bağlı olarak vücudun genel sağlığı ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak bazı hastalıklara neden olabilir ve var olanlara şiddetlendirebilir böylece romatizmal hastalıklar, kalp ve damar hastalıkları ve kanser gibi kronik hastalıklara bağlı komplikasyon insidansı artabilir (Afacan ve Sönmezdağ , 2020).

2.6. Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri

Biyolojik bir materyalin antioksidan aktivitesini ölçmek için ve tüketilen besin maddelerin ne derecede antioksidan etkili olduğunu belilemek ve karşılaştırmak için çeşitli yöntemler kullanılır. En yaygın olarak kullanılanlar, indirgeyici oksijen türlerini uyaran radikal yapıdaki kromojen bileşiklerini içerenlerdir. Bu yöntemler kolaylıkları, hızları ve hassasiyetleri nedeniyle popülerdir. Antioksidanların varlığı, bu radikal kromojenlerin kaybolmasına yol açar; en yaygın kullanılanları ABTS ve DPPH yöntemleridir. FRAP testi, ORAC testi, PCL testi vb. (Ali ve ark, 2008).

2.6.1. Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC) testi

“ORAC yöntemi başlangıçta Ghiselli ve arkadaşları ve Glazer tarafından çalışılmıştır. Daha sonra Cao ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş” maddelerin toplam antioksidan güçlerini ölçen invitro veya invivo bir yöntemdir (Büyüktuncel E., 2013).

Fitokimyasalların, bitkisel materyallerin, diğer biyolojik numunelerin ve gıdaların antioksidan aktivitelerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. (Albayrak ve ark, 2010).

“ORAC analizi ilk olarak Cao, Alessio, ve Cutler tarafından hedef molekül olarak fikoeritrin üzerinde kullanılmış olmasına rağmen günümüzde daha çok fluoresein üzerinde kullanılmaktadır” (Okan ve ark, 2013).

Oksijen radikal absorbans kapasite (ORAC) yönteminde Beta-f v Oksitlenebilir bir protein olarak, 2,2-azobis peroksi radikal oluşturucu olarak ve diklorit veya Cu^{2+} -hidroksi radikal sağlayıcısı olarak kullanılmaktadır (Ali ve ark, 2008).

2.6.2. Toplam radikal yakalayıcı parametre (TRAP) yöntemi

Toplam radikal yakalayıcı parametre (TRAP) yöntemi “ilk defa Wayner ve arkadaşları tarafından 1985 yılında kullanılmış ve chiselli ve arkadaşları tarafından da ileriki yıllarda geliştirilmiştir”. TRAP yöntemi serum ve plazmanın antioksidan kapasitesini değerlendirilmesinde çok fazla kullanılmaktadır (Büyüktuncel E., 2013).

TRAP analizinde 2-aminopropan hidroklorürü APPH'den peroksitlenebilir. APPH'nin plazmaya eklendikten sonra oksitlenebilir materyalin oksidasyonu Reaksiyon sırasında tüketilen oksijenin miktarını ölçülerek izlenir. Başlatma döneminde bu oksidasyon işlemi plazmanın antioksidanları tarafından yavaşlatılır. “Başlatma periyodunun uzunluğu iç standart olarak kullanılan Trolox (6-hidroksil-, 5, 7, 8, tetrametilikroman-2-karboksilik asit) ile karşılaştırılır ve plazmadaki antioksidant. Kapasiteyle miktarsal olarak ilişkilendirilir” (Ali ve ark, 2008).

TRAP yöntemin en önemli dezavantajı olan oksijen elektrodunun uç noktalarının istenilen sürede stabilizesinin sağlanmaması ve düzenli bakım gerektirir (Apak ve ark, 2007).

2.6.3. Toplam oksiradikal söndürme kapasite (TOSC) yöntemi

“Toplam oksiradikal söndürme kapasite (TOSC) yöntemini ilk olarak Winston ve arkadaşları kullanmış olup sonra MacLean, Murr ve DeEll (2003) bu testi bitki

dokularında antioksidan aktiviteyi belirlemek için kullandı". Bu analiz, keto-alfa- γ -methiobutirik asidin peroksi radikalleri tarafından üretilen AAPH'dan etilene oksidasyonuna dayanmaktadır. Oluşan bu etilen oluşumu, reaksiyon hücresindeki tepe boşluğunun gaz kromatografisi ile izlenir (Ali ve ark, 2008).

2.6.4. Demir iyon indirgeyici antioksidan güç (FRAP) yöntemi

FRAP yöntemi; demir iyonu indirgenmesiyle antioksidan aktivitesini ölçmesine kullanılan ve "Benzie ve Strain tarafından geliştirilen" bir yöntemdir. Bu yöntemde, Fe^{3+} oksidan kullanılarak Fe^{3+} -tripridiltria zin pH 7'nin altında asidik ortamda indirgeyici özelliklere sahip olan antioksidanlar ile Fe^{2+} -tripridiltriazin'e indirgenir (Benzie ve Strain, 1996).

Oluşan Fe^{2+} -tripridiltriazin rengi koyu mavi ve absorbans ölçümü 593nm'de maksimum vermektedir (Yıldız, 2007).

Genel yöntemde absorbans izlenmesi 4 dakikada oluyor ama bazı polifenollerin hareketi yavaş olduğundan bu sürede reaksiyon tamamlanamamasından dolayı absorbans izlenmesi daha uzun sürer ve absorbans izlenme süresi 30 dakikaya kadar uzatılabilir (Albayrak ve ark, 2010).

FRAP Metodu diğer yöntemlere göre daha basit, daha hızlı ve daha ucuz olduğuna rağmen sadece demir iyonlarına dayanmasından mekanik ve fizyolojik antioksidan aktiviteleri için uygun değildir (Okan ve ark, 2013).

2.6.5. Toplam fenolik madde tayini

Gıdaların içeriğinde bulunan toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi, antioksidan aktiviteyi sağlayan hidroksil grupları hakkında fikir vermesi açısından önemlidir. Genellikle toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi arasında oldukça iyi doğrusal bir korelasyon görülmektedir.

"Altı farklı solventle (aseton, etanol, etil asetat, kloroform, metanol, su) hazırlanan ekstraktlarının Folin-Ciocalteu'nun fenol reaksiyonuna göre toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşik belirleme tayini UV Spektrofotometre cihazıyla kolorimetrik olarak Singleton ve ark. (1999)'na göre yapılmıştır. Standart fenolik bileşik olarak gallik asit kullanılmıştır" (Zoral ve Turgay, 2014).

Toplam fenolik madde tayininin esası fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü redoks

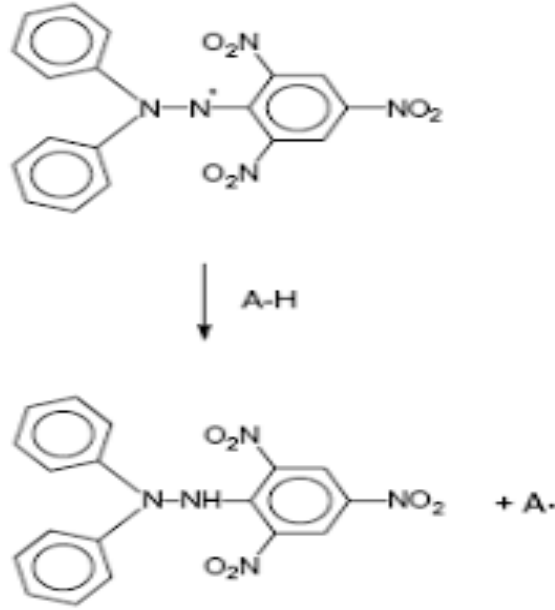
reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin-Ciocalteu ayracı burada oksitleyici bir bileşik görevi göstermektedir. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayracın oluşturduğu mavinin absorbansı UV-spektrofotometre cihazına 765nm dalga boyunda ölçülerek, analiz edilen numunedeki toplam fenolik bileşiklerin miktarının hesaplanabilmektedir.

2.6.6. Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi yöntemi

“Bu yöntem ilk kez Blois (1958) tarafından” Antioksidan moleküllerin aktivitesini ölçmek için 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikallerinin kullanılması önerilmiştir ve “Brand-Williams ve arkadaşları tarafından 1995 yılında geliştirilmiş olup sonrasında arkadaşları tarafından 1998 yılında değiştirilerek kullanılmaya başlanmıştır” (Okan ve ark, 2013).

DPPH (2,2-difenil-1- pikrilhidrazil) ticari olarak temin edilebilen kararlı bir organik nitrojen radikalidir. Oksidatif stresin zararlı etkilerini azaltmadaki çeşitli rolleri nedeniyle antioksidanların uygulamaları artmaktadır. DPPH yöntemi, farklı bileşiklerin antioksidan aktivitesini ölçmek için en yaygın, hızlı, basit ve ucuz kullanılan spektrofotometri bir yöntemdir. DPPH radikalleri mor renklidir ve metanolik bir çözeltilde oksitlenmiş halde maksimum yaklaşık 520 nm'de absorpsiyona sahip bir kimyasaldır. DPPH yönteminde, antioksidanlar tarafından DPPH serbest radikallerine proton transfer reaksiyonu, 517 nm'de daha düşük absorbans ile sonuçlanır. Bu süreç, stabilize olana kadar görünür aralıkta bir spektrofotometre ile absorpsiyonun izlenmesine dayanır (Büyüktuncel, 2013).

Moleküldeki serbest elektronun yer değiştirmesi ile renk mor rengine değişmesine neden olur. DPPH çözeltisi, hidrojen atomu verebilen antioksidan ile karıştırıldığında, koyu mor renk kaybıyla indirgenmiş form gerçekleşir (Albayrak ve ark, 2010).



Şekil 2.13. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH)'in moleküler yapısı (Albayrak ve ark, 2010).

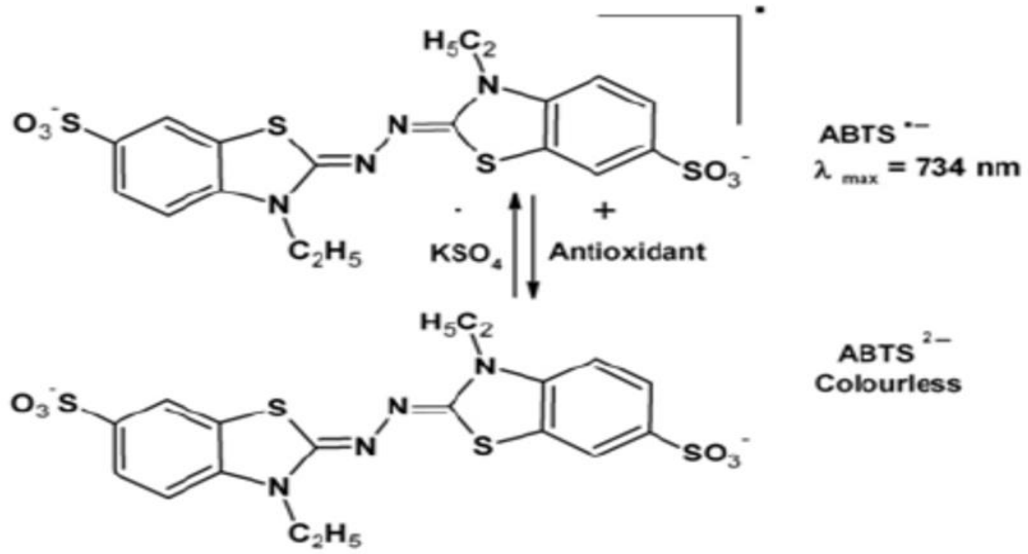
2.6.7. Troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC veya ABTS) yöntemi

“TEAC yöntemi ilk defa Miller ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir, daha sonra Re ve arkadaşları tarafından değiştirilmiş olan bu yöntem” gıdalarda antioksidan aktivitesini belirlemek için kolay, hızlı, basit ve yaygın olarak kullanılan spektrofotometrik bir yöntemdir. Bu yöntemin temeli; ABTS radikal katyonunun antioksidan maddeler tarafından yükseltgenmesi ve absorbans değerlerinin 734 nm uzun dalga boyunda inhibisyonuna dayanmaktadır (Konus ve ark, 2019).

ABTS çözeltisi kullanılmadan önce oda sıcaklığında 24 saat beklemesi gerekmektedir, çözelti rengi bekledikten sonra koyu mavi/yeşil bir renge dönüştürülmektedir.

Orijinal yöntemde ferrilmiyoglobin, methemoglobin hidrogen peroksit ile aktivasyonu sonucu oluşur. Bu bileşik daha sonra 2,2-azinobis ABTS^{•-} radikalinin oluşumuna neden olmaktadır. Yöntemde ABTS^{•-} radikalleri oluşumundan önce test örneği ekleyince ABTS^{•-} radikallerinin oluşumunu azaltmaktadır. “Bu yöntemin olumsuz yönü hızlı reaksiyona giren antioksidanların ferrilmiyoglobin radikalini de indirgeyebilmeleridir. İyileştirilmiş şeklinde ABTS^{•-}, oksidan ABTS²⁻ nin potasyum persülfat oksidasyonu ile oluşturulur”, Olumlu yönü ise antioksidan aktivitesini hem sulu hem de lipid fazlarda belirlenmesinde kullanılabilmesidir. ABTS Yöntemi geniş bir pH aralığında kullanılabildiğinden pH'ın antioksidan mekanizma üzerindeki

etkisinin incelenmesini olanağı sağlamaktadır. Lipofilik ve hidrofilik bileşiklerin antioksidan aktivitesini belirlemek için kullanılabilir (Alan, 2018).



Şekil 2.14. ABTS•+ radikali ile antioksidan arasındaki reaksiyon (Apetrei, 2021).

2.7. Analizlerde Kullanılan Uv-Vis Spektrofotometre Cihazı

Spektrofotometre, bir numunenin emdiği ışık miktarını ölçen bir araçtır. Spektrofotometre, bir numunenin ışık yoğunluğunu ölçmek için bir numuneden bir ışık demeti geçirerek çalışır.

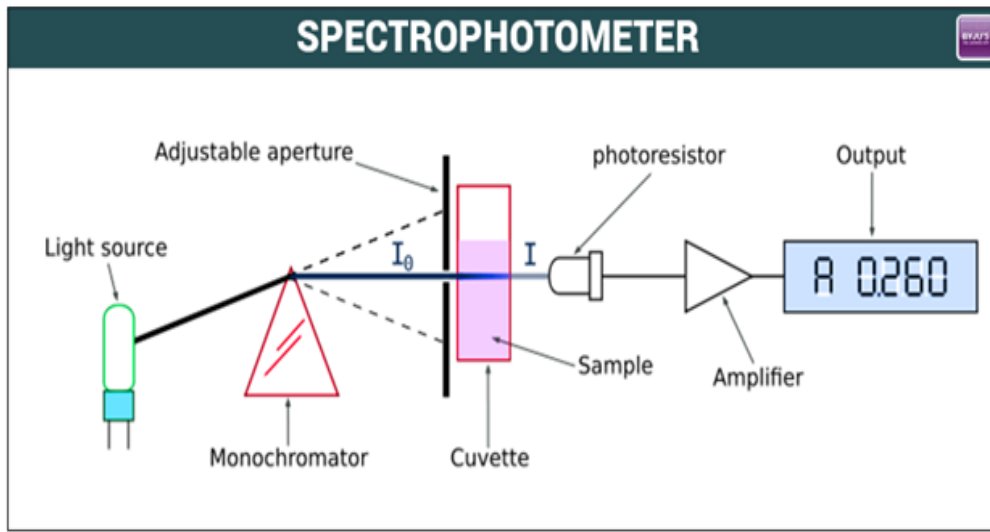
Spektrofotometre Uygulamaları, neredeyse her endüstriyel ve ticari alanda kullanıldıkları için sınırsızdır. Bununla birlikte, başlıca uygulamalarını sıvılarda, plastiklerde, kağıtlarda, metallerde ve kumaşlarda bulur.

Bir spektrofotometre iki cihazdan oluşur: bir spektrometre ve bir fotometre. Spektrometre, herhangi bir dalga boyunda ışık üretmek, fotometre ise ışığın yoğunluğunu ölçmek içindir (Perkampus, 2002).

Spektrofotometre, spektrometre ile fotometre arasına sıvı veya numune yerleştirilecek şekilde tasarlanmıştır. Fotometre, numuneden geçen ışık miktarını ölçer ve ekrana bir voltaj sinyali gönderir. Işığın soğurulması değişirse, voltaj sinyali de değişir. Spektrofotometreler çeşitli şekil ve boyutlarda gelir ve çok amaçlı kullanımları vardır.

En popüler spektrofotometreler 45 derece, küre ve çok açılı spektrofotometrelerdir. Sadece kaynağından gelen ışığın emilimini ve ışığın yoğunluğunu ölçen spektroskopi. Temel spektrofotometre cihazı, bir ışık kaynağı, bir dijital ekran, bir monokromatör, seçilen bir dalga boyunu iletmek için bir dalga boyu sektörü, düz ışık demeti iletimi için bir kolimatör, fotoelektrik dedektör ve numune yerleştirmek için bir küvetten oluşur (Prosafety, 2022).

“DEFAM ’da Agilen Cary 60 Ultraviyole Görünür Bölge Spektrofotometre (UV-Vis) cihazımız bulunmaktadır. Tek ışın yolludur ve dalga boyu aralığı 190-1100nm’dir” (Perkampus, 2002).



Şekil 2.15. Spektrofotometre çalışma prensibi.

Spektrofotometrenin çalışma prensibi; “UV-VİS cihazı; Lambert-Beer eşitliğine göre moleküllerin tek dalga boyundaki (monokromatik) ışınları absorbe etmesine dayanır” (Perkampus, 2002).

İlk olarak ışık kaynağından yansıyan ışık demeti tek bir dalga boyundaki ışına bir monokromatör vasıtasıyla dönüştürülür, bu ışın küvetteki numunenin içerisinden geçerek ışığın yoğunluğunu dedektör vasıtasıyla saptar ve Kayıt cihazına elektrik sinyali şeklinde gönderilir. Absorpsiyon yoğunlukla moleküllerdeki bağ elektronlarının uyarılmasından kaynaklanır.

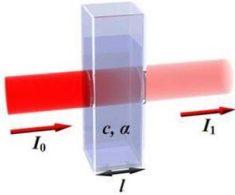
Bir moleküldeki fonksiyonel grupların tanımlanması, Fonksiyonel grup taşıyan bileşiklerin kantitatif tayininde, organik ve inorganik bileşiklerin analizlerinde spektrofotometre cihazı kullanılmaktadır (World, 2022).

“Lambert-Beer Yasası: Bir çözültiden geçen ışık miktarı, çözültü derişimi, ışığın çözültiden geçerken aldığı yol ile logaritmik olarak ters, absorplanan ışık miktarı ile doğru orantılıdır”.

Absorbans: Beer-Lambert Yasası

$$A = -\log(I_1 / I_0) = \epsilon c l$$

derişim ϵ
ışık yolu l



31

Şekil 2.16. Absorbans Beer Lambert yasası.

$$\text{Absorbans (A)} = \epsilon \cdot c \cdot l = -\log_{10} T$$

ϵ =Absorpsiyon katsayısı (L/mol.cm)

C=Maddenin konsantrasyonu (mol/L)

l=Işık yolu (cm)

Çözültiden çıkan ışık yoğunluğunun çözültüye giren ışık yoğunluğuna oranı transmittans (T) denir. $T=I/I_0$

“Transmittansın tersinin logaritmasına absorbans (A) denir ve çözültiden geçen ışığın absorbe edilmesi olarak ifade edilir” (Doc, 2022).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan bitki örneği

Kullanılan tüm kimyasallar Sigma Aldrich ve Merck'ten satın alınmıştır. Türkiye'de yetiştirilen kırmızı lahana yerel pazardan temin edilmiş ve laboratuvarın oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir, Bitkinin alımında kendine has renk, koku ve şekillerini koruması ve küflü olmamasına dikkat edilmiştir.

3.1.2. Kullanılan kimyasal maddeler

- [2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) diazonyum tuzu] ABTS
- (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) DPPH
- Etil alkol (C₂H₆O)
- Metil alkol (CH₃OH)
- Sitrik asit C₆H₈O₇
- Sodyum karbonat Na₂CO₃
- Etil asetat CH₃COOCH₂CH₃

3.1.3. Kullanılan antioksidanlar cihazlar

- Karıştırıcı
- UV mini-1240 spektrofotometre (Shimadzu)
- PH metre
- Vorteks (Velp Scientifica)
- Ultra saf su cihazı (LABCONCO WaterPro PS)
- Otomatik mikropipetler
- Emme filtrasyon cihazı (200 ml Buchner Huni, 1Litre erlenmeyer flaks).

3.2. Metotlar

3.2.1. Ekstraksiyon işlemi

Kırmızılahana örnekleri temizlendikten sonra blender ile 80gr küçük parçalara parçalanmıştır, Ardından 8 adet cam kavanoz hazırlanıp her kavanoz içine 10gr numune tartılmış üzerine 100 ml distile su ilave edilerek ekstrakt edilmiştir. Bu şekilde analizlerde kullanılacak örneklerin aşağıdaki fotoğra gösterildiği gibi hazırlanmaktadır.



Şekil 3.1. Hazırlanan kırmızılahana numuneleri.

3.2.2. Antioksidan kapasite analizlerine numune hazırlama

Hazırlanan örneklerin ekstraksiyon koşulları farklı pH değerlerine (pH 4-10) ayarlanmış, PH değerleri yükseltmesine %10'luk sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi, düşürülmesine %5'lik sitrik asit çözeltisi kullanılmaktadır.



Şekil 3.2. PH metre.

Bu çalışmada numunelerinin farklı konsantrasyonlar seyreltilerek iki yöntem ile antioksidan aktivite ölçmeleri yapılmaktadır.

1.yöntem pH değerleri ayarlandıktan bir saat sonra (1sN) antioksidan aktivitesi ölçmeleri yapılmaktadır.

2.yöntem ise stok numunelerin pH değerleri ayarlandıktan 24 saat sonra (24sN) antioksidan aktivite ölçmeleri yapılmaktadır.

Numunelerinin seyreltilecek konsantrasyonlar ($\frac{1}{40}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{120}$, $\frac{1}{180}$, $\frac{1}{240}$) beherler kullanılarak seyreltilmektedir.

Her stok numuneden bir beher içine 2ml alınıp üzerine 98ml saf su ilave edilerek $\frac{1}{40}$ konsantrasyonu hazırlanmaktadır.

Hazırlanan $\frac{1}{40}$ konsantrasyondan diğer bir beher içine 50ml alınıp üzerine 50ml saf su ilave edilerek $\frac{1}{80}$ konsantrasyonu hazırlanmaktadır.

bu şekilde her hazırlanan konsantrasyondan 50ml alınarak üzerine 50ml saf su ilave edilerek sırayla $\frac{1}{120}$, $\frac{1}{180}$, $\frac{1}{240}$ şekil 2.20'de gösterildiği gibi farklı konsantrasyonları hazır olmaktadır.



Şekil 3.3. Hazırlanan numunelerin farklı konsantrasyonları.

3.2.3. Çalışmada kullanılan antioksidan aktivite ölçme analizleri

Bu çalışmada antioksidan aktivite ölçmesinde 2-2-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi, Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (ABTS) ve toplam fenolik madde tayini UV-Spektrofotometrik yöntemleri kullanılmıştır.

3.2.3.1. 2-2-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi yöntemi

DPPH çözeltisi hazırlanışı; Hassas teraziyle Bir 1000ml balon jöjeye 0.020gr DPPH tartılıp üzerine 700ml etil alkol ilave edilip balon jöjeye kalan hacmi distile su ile tamamlanmıştır.

Kontrol için çözelti hazırlanışı: bir 50ml balon jöjeye 35ml metil alkol üzerine 15ml distile su ilave edilerek hazırlanmıştır.

Hazırlanan konsantrasyonlardan 0,2ml Üzerine DPPH çözeltisinden 3ml eklenmiş, kontrol tüplere ise 0.2ml hazırlanan etil alkol çözeltisinden üzerine 3ml DPPH çözeltisinden eklenmiştir.

Tüpler vorteks cihazı kullanılarak karıştırıldıktan sonra (20°-22°C) oda sıcaklığında karanlık bir ortamda otuz dakika inküpe edilip sonra absorbans değerleri UV-spektrofotometre 517 nm dalga boyunda okunmuştur. nhibisyon değerlerine karşılık konsantrasyon grafiği çizilmiş ve regresyon eşitliğinden hesaplama yapılmıştır. IC50 değeri kalibrasyon eğrisinden bulunmuştur. Bu analiz 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak verilmiştir. DPPH inhibisyon yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. UV-Spektrofotometre Cihazı.

$$\% \text{ inhibisyon} = \frac{A_k - A_ö}{A_k} 100$$

A_k = kontrolün absorbans değeri

$A_ö$ = örneğin absorbans değeri

3.2.3.2. Troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC veya ABTS) yöntemi

ABTS çözeltisi hazırlanışı; bir beher içine 0.019gr ABTS tartılır üzerine 0.003gr potasyum peroksidi sülfat ve 5ml saf su ilave edilip iyice 2-3 dakika karıştırılırken çözeltinin rengi hemen koyu mavi-yeşil olur. Beheri ışığı görmeyecek şekilde üzeri kaplanıp karanlıkta bir gün (24 saat) bekletilmelidir.

İnküpe süresi dolunca ABTS⁺ çıkartılıp 734 nm'de absorbans değeri 0,7±0,02 olacak şekilde distile su ile seyreltilmiştir.

2,5ml ABTS⁺ radikal çözeltisi üzerine farklı pH değerine sahip ekstraktlardan 0,5ml ilave edilip 734 nm'de başlangıç olmak üzere 6. dakika sonundaki farklı absorbans değerleri kaydedilmiştir.

Absorbans değerinden faydalanılarak % İnhibisyon değeri hesaplanmıştır. Elde edilen ölçümler neticesinde her bir ekstraktın inhibisyon-konsantrasyon grafiği elde edilmiştir. Grafikten elde edilen denklem ile IC50 değeri hesaplanarak verilmiştir. Bu analiz 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak verilmiştir.

ABTS inhibisyon yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}\% \text{ inhibisyon} &= \frac{A_k - A_6}{A_k} 100 \\ &= \frac{\Delta A}{A_k} 100\end{aligned}$$

A_K = kontrolün absorbans değeri

A₆ = altıncı dakikadaki absorbans değeri

3.2.3.3. Toplam fenolik madde miktarı

Ekstraktlardan hazırlanan farklı pH ve konsantrasyonlardaki numunelerin toplam fenolik madde miktarının tayini için Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemi uygulanmıştır.

%20'lik Na₂CO₃ hazırlanışı; 200gr sodyum karbonat (Na₂CO₃) 1000ml distile suda çözünmesiyle hazırlanmıştır.

Tüplere konulan 0.1ml örneklerin üzerine 2ml distile su ile seyreltilmiş FCR ajandan 0.2ml ilave edildikten sonra vorteks cihazıyla iyice karıştırılmış ve 3 dakika beklenmiştir, Reaksiyon başladıktan 3 dakika sonra 1ml sodyum karbonat (%20 lik Na₂CO₃) ilave edilmiş ve 60 dakika karanlıkta spektrofotometrede (Shimadzu UV-1240) 765 nm dalga boyundaki absorbansı ölçülmüştür. Ekstraktların fenolik madde

miktarlarını belirlemek için spektrofotometrede okunan absorbans değerleri gallik asit standart eğrisini veren denklemde yerine konularak gallik asit eğdeğeri (GAE) hesaplanmıştır. Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı mg GAE/g ekstrakt olarak hesaplanmıştır. Bu ölçümler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

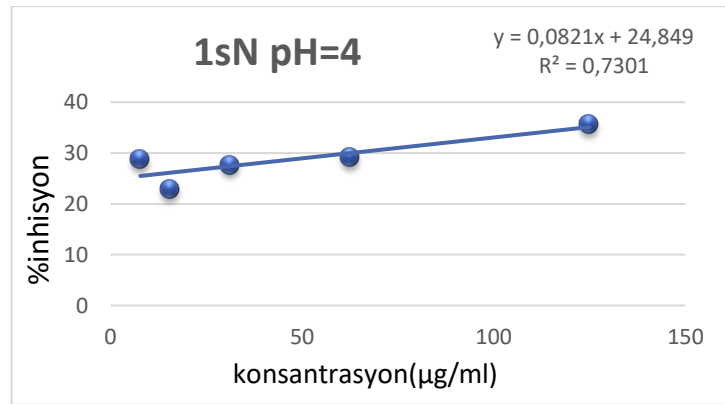
4.1. Difenil-1-Pikrihidrazil (DPPH) Radikal Giderme Aktivite Tayini Sonuçları

Yöntem pH değerleri ayarlandığı aynı günde ve ayarlandıktan 24 saat sonra DPPH radikal aktivitesi ölçme sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir, birinci kontrol absorbans değeri 0,389 ikinci ise 0,438 vermektedir.

- PH değerleri ayarlandıktan bir saat sonra (1sN) konsantrasyonları DPPH radikal giderme yöntemiyle aktivite ölçme sonuçları aşağıdaki tablolarda sırayla verilmiştir.

Tablo 4.1. 1sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

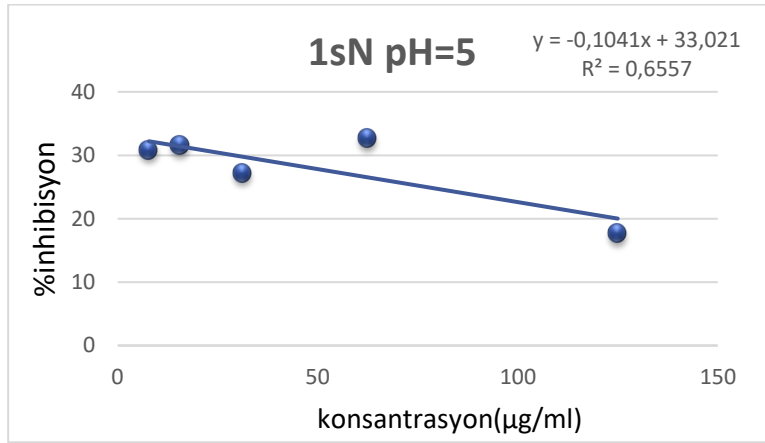
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 125 | 35,6711 |
| 62,5 | 29,14148 |
| 31,25 | 27,69045 |
| 15,625 | 22,85369 |
| 7,8125 | 28,77872 |



Şekil 4.1. 1sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.2. 1sN numunesinin pH 5’te konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

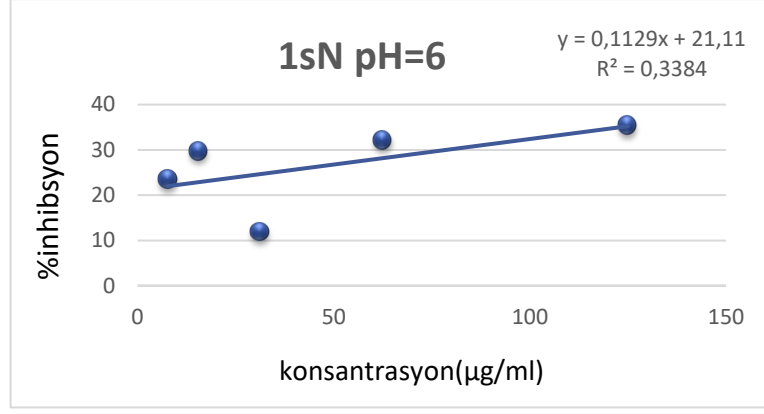
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 125 | 17,65417 |
| 62,5 | 32,64813 |
| 31,25 | 27,20677 |
| 15,625 | 31,55985 |
| 7,8125 | 30,83434 |



Şekil 4.2. 1sN numunesinin pH 5’te alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.3. 1sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

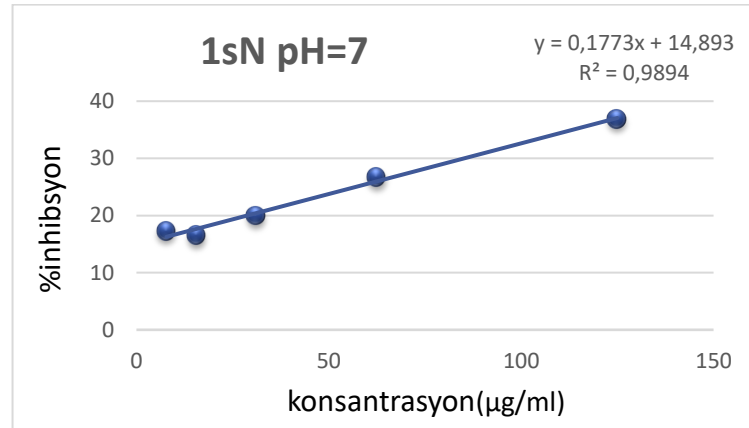
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 125 | 35,42926 |
| 62,5 | 32,16445 |
| 31,25 | 11,97098 |
| 15,625 | 29,74607 |
| 7,8125 | 23,5792 |



Şekil 4.3. 1sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.4. 1sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

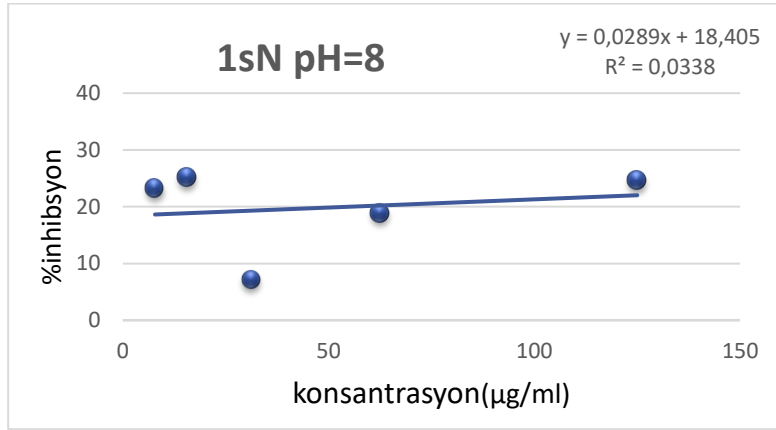
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------|-----------------------------|
| 125 | 36,88029 |
| 62,5 | 26,7231 |
| 31,25 | 19,95163 |
| 15,625 | 16,5659 |
| 7,8125 | 17,29141 |



Şekil 4.4. 1sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.5. 1sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

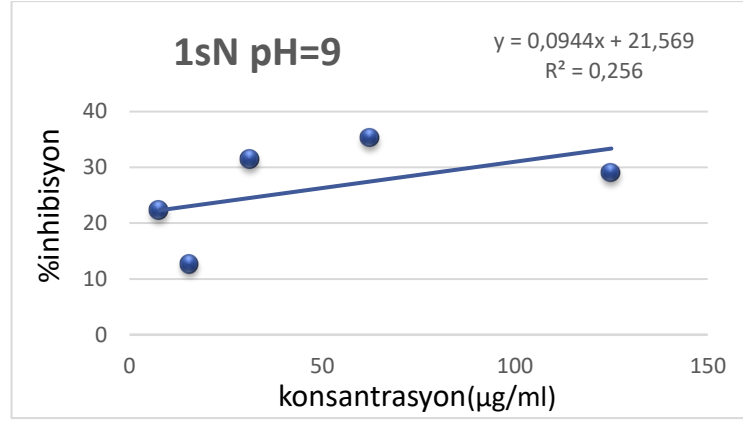
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 125 | 24,66747 |
| 62,5 | 18,86336 |
| 31,25 | 7,13422 |
| 15,625 | 25,15115 |
| 7,8125 | 23,21644 |



Şekil 4.5. 1sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.6. 1sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

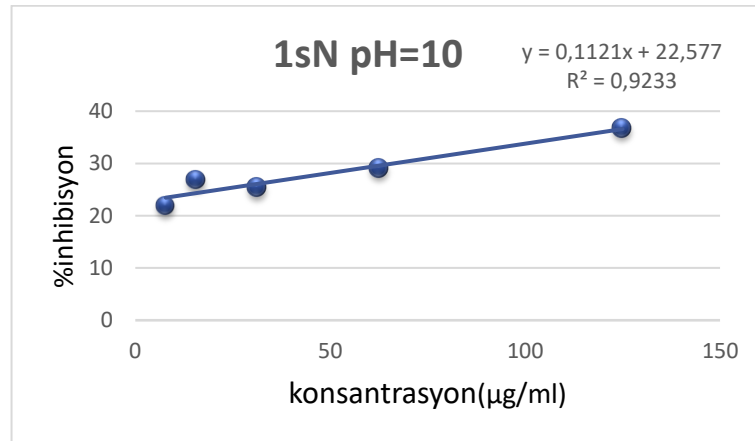
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 125 | 29,02056 |
| 62,5 | 35,30834 |
| 31,25 | 31,43894 |
| 15,625 | 12,69649 |
| 7,8125 | 22,24909 |



Şekil 4.6. 1sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.7. 1sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 125 | 36,75937 |
| 62,5 | 29,14148 |
| 31,25 | 25,39299 |
| 15,625 | 26,84401 |
| 7,8125 | 21,88634 |

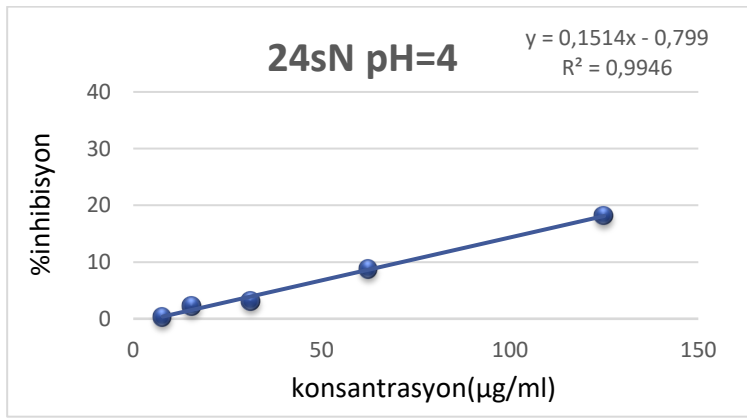


Şekil 4.7. 1sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

- PH değerleri ayarlandıktan 24 sonra (24sN) konsantrasyonları DPPH radikal giderme yöntemiyle aktivite ölçme sonuçları aşağıdaki tablolarda sırayla verilmiştir.

Tablo 4.8. 24sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

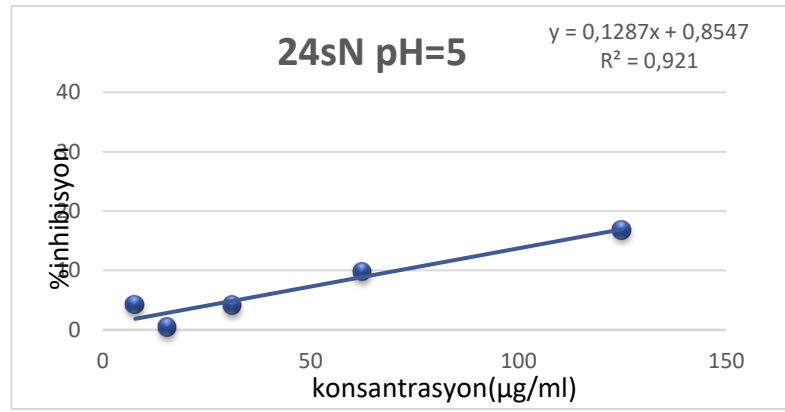
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 125 | 18,17168 |
| 62,5 | 8,807135 |
| 31,25 | 3,121516 |
| 15,625 | 2,229654 |
| 7,8125 | 0,334448 |



Şekil 4.8. 24sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.9. 24sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

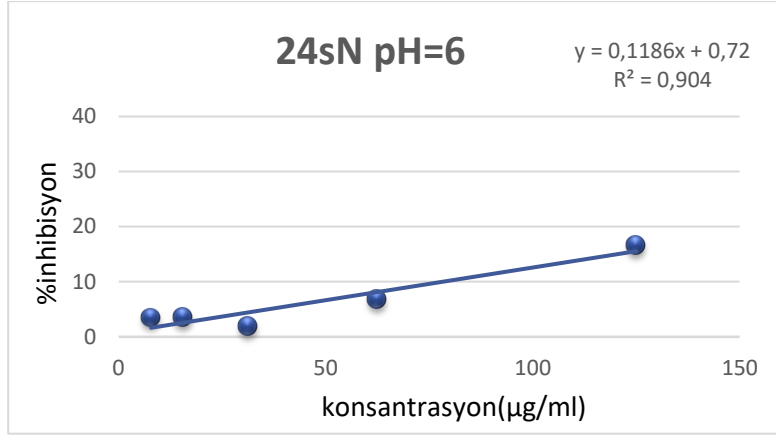
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 125 | 16,83389 |
| 62,5 | 9,810479 |
| 31,25 | 4,124861 |
| 15,625 | 0,445931 |
| 7,8125 | 4,236343 |



Şekil 4.9. 24sN numunesinin pH 5 te alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.10. 24sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

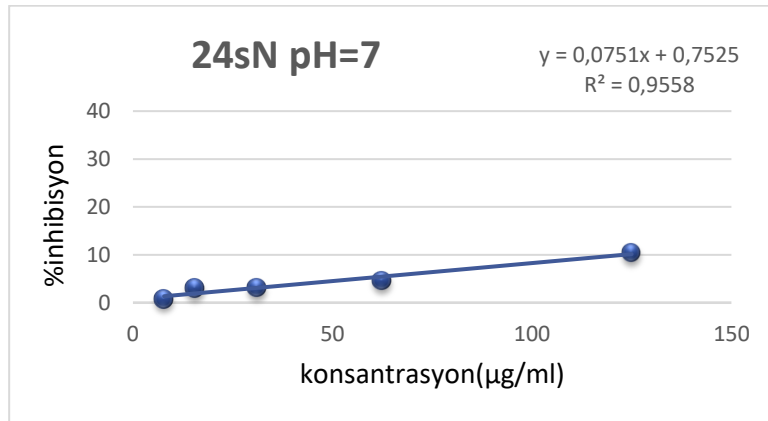
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 125 | 16,61093 |
| 62,5 | 6,800446 |
| 31,25 | 1,895206 |
| 15,625 | 3,567447 |
| 7,8125 | 3,455964 |



Şekil 4.10. 24sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.11. 24sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

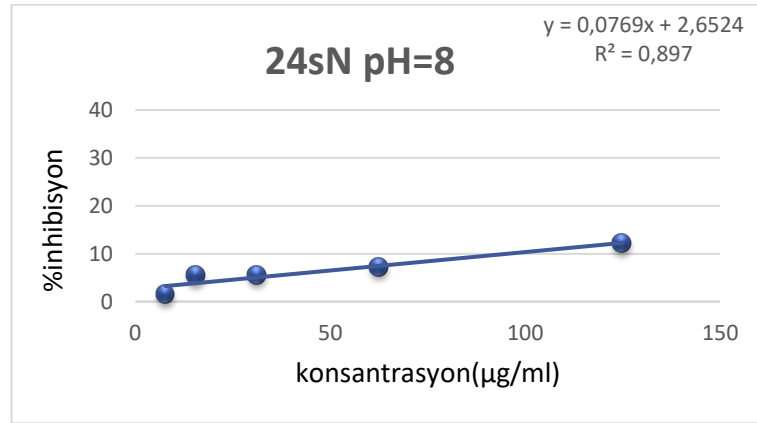
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 125 | 10,47938 |
| 62,5 | 4,570792 |
| 31,25 | 3,121516 |
| 15,625 | 3,010033 |
| 7,8125 | 0,780379 |



Şekil 4.11. 24sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.12. 24sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

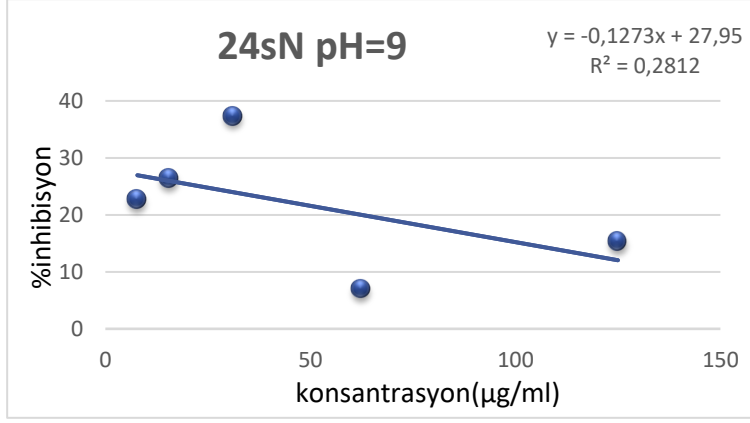
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 125 | 12,15162 |
| 62,5 | 7,246377 |
| 31,25 | 5,574136 |
| 15,625 | 5,462653 |
| 7,8125 | 1,449275 |



Şekil 4.12. 24sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.13. 24sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

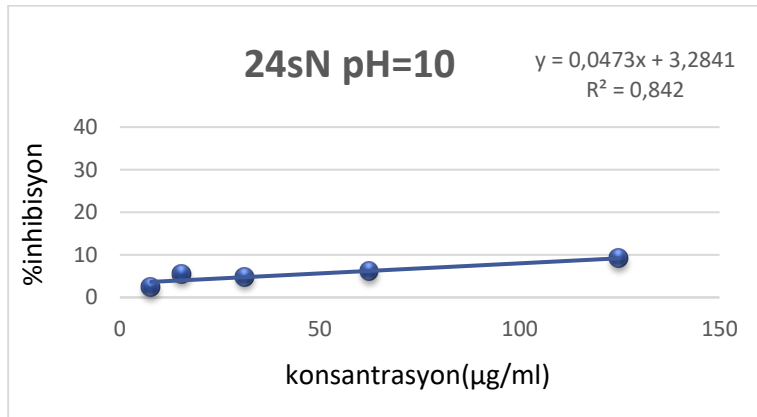
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 125 | 15,38462 |
| 62,5 | 7,023411 |
| 31,25 | 37,34671 |
| 15,625 | 26,4214 |
| 7,8125 | 22,74247 |



Şekil 4.13. 24sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalaması grafiği.

Tablo 4.14. 24sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları DPPH aktivite ölçmeleri.

| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalaması değeri |
|-----------------------|-------------------------------|
| 125 | 9,141583 |
| 62,5 | 6,13155 |
| 31,25 | 4,793757 |
| 15,625 | 5,462653 |
| 7,8125 | 2,341137 |



Şekil 4.14. 24sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalaması grafiği.

- ❖ Antioksidan aktivite başlangıçtaki (inhibe etme yüzdesi) derişiminin %50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden IC50 değeri ile verilmiştir. Absorbanstaki dūřuř ne kadar bŸyŸkse antioksidan aktivite o kadar yŸksek demektir. Kırmızı lahana DPPH antioksidan aktivite değerleri Tablo 4.15'te verilmiştir. Kırmızı lahana ekstraktları, 1 saatte IC50 değeri $0,21 \pm 0,06$ - $0,34 \pm 0,01$ mg/mL ve 24 saatte IC50 değeri $0,34 \pm 0,01$ - $0,94 \pm 0,03$ mg/mL ile DPPH aktivitesi gŸstermiřtir.

Tablo 4.15. Numunenin DPPH IC₅₀ mg/ml aktivite sonuçları.

| pH değerli | 1sN | 24sN |
|------------|-----------------|-----------------|
| pH4 | $0,32 \pm 0,08$ | $0,34 \pm 0,01$ |
| pH5 | $0,34 \pm 0,01$ | $0,39 \pm 0,06$ |
| pH6 | $0,26 \pm 0,02$ | $0,46 \pm 0,16$ |
| pH7 | $0,21 \pm 0,06$ | $0,67 \pm 0,14$ |
| pH8 | $0,28 \pm 0,08$ | $0,72 \pm 0,18$ |
| pH9 | $0,25 \pm 0,11$ | $0,94 \pm 0,03$ |
| pH10 | $0,25 \pm 0,06$ | $0,89 \pm 0,83$ |

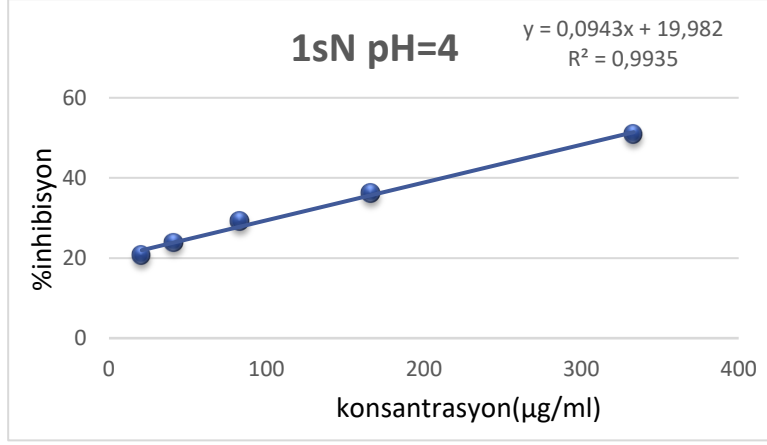
4.2. Troloks Eşiti Antioksidan Aktivite (TEAC Veya ABTS) Tayini Sonuçları

YŸntem pH değerleri ayarlandığı aynı gŸnde ve ayarlandıktan 24 saat sonra ABTS ōlme sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

- PH değerleri ayarlandıktan bir saat sonra (1sN) konsantrasyonları ABTS yŸntemiyle aktivite ōlme sonuçları aşağıdaki tablolarda sırayla verilmiştir.

Tablo 4.16. 1sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ōlmeleri.

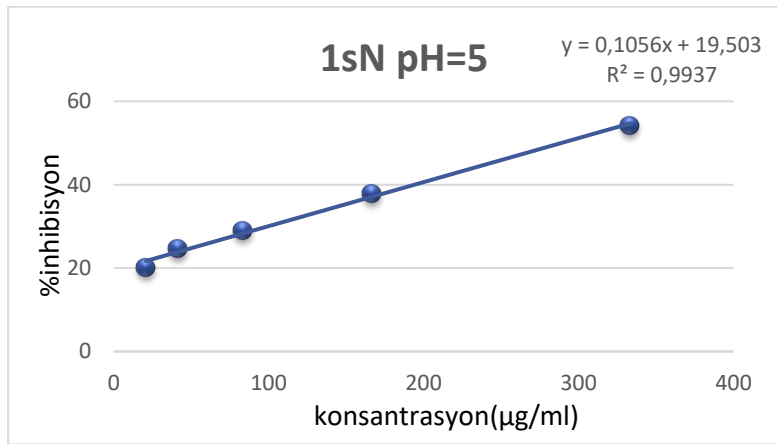
| Konsantrasyon (μ g/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 50,92626 |
| 166,665 | 36,20855 |
| 83,3325 | 29,14144 |
| 41,666 | 23,84035 |
| 20,833 | 20,70319 |



Şekil 4.15. 1sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.17. 1sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

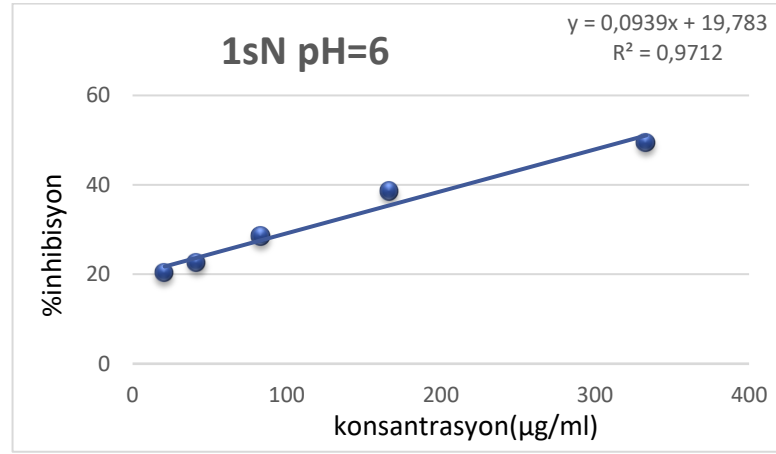
| Konsantrasyon(µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|----------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 54,16305 |
| 166,665 | 37,85691 |
| 83,3325 | 29,02846 |
| 41,666 | 24,60002 |
| 20,833 | 20,07117 |



Şekil 4.16. 1sN numunesinin pH 5'te alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.18. 1sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

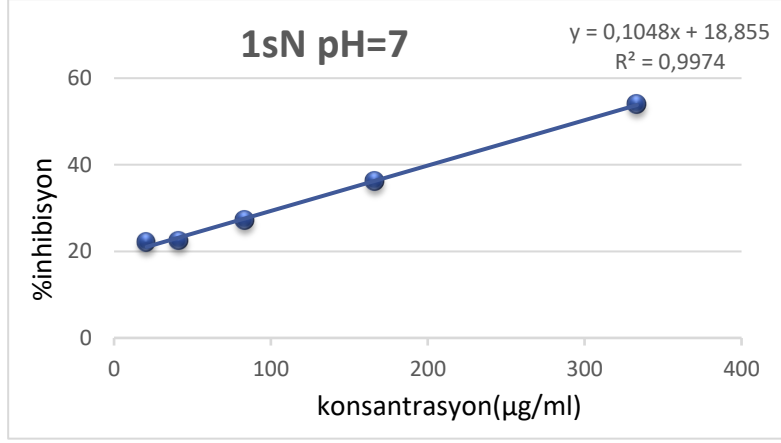
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 49,46207 |
| 166,665 | 38,62256 |
| 83,3325 | 28,52847 |
| 41,666 | 22,62488 |
| 20,833 | 20,29194 |



Şekil 4.17. 1sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.19. 1sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

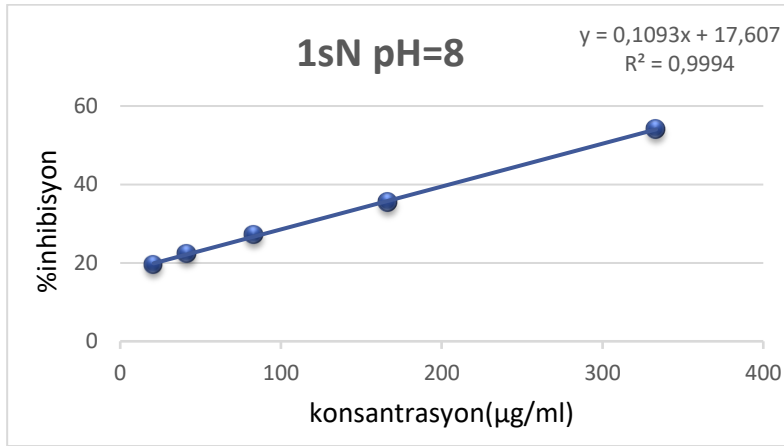
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 53,98478 |
| 166,665 | 36,18942 |
| 83,3325 | 27,2028 |
| 41,666 | 22,49486 |
| 20,833 | 22,10123 |



Şekil 4.18. 1sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.20. 1sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

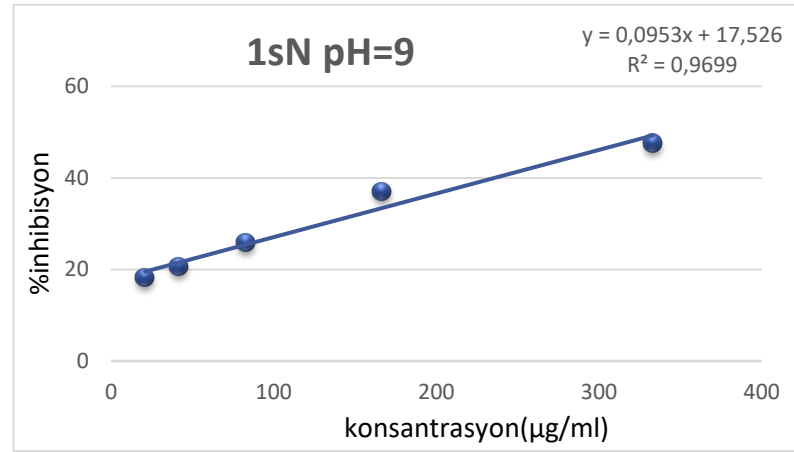
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 54,09843 |
| 166,665 | 35,48182 |
| 83,3325 | 27,18295 |
| 41,666 | 22,32723 |
| 20,833 | 19,5379 |



Şekil 4.19. 1sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.21. 1sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

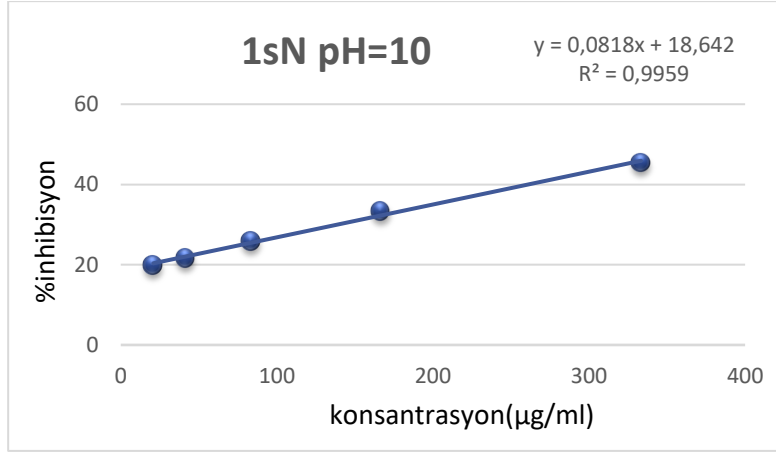
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 47,61963 |
| 166,665 | 36,94721 |
| 83,3325 | 25,87917 |
| 41,666 | 20,61622 |
| 20,833 | 18,11689 |



Şekil 4.20. 1sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.22. 1sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

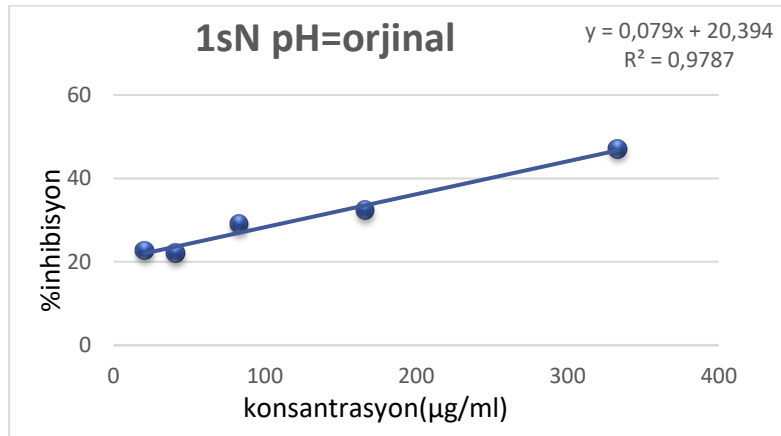
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 45,39702 |
| 166,665 | 33,26366 |
| 83,3325 | 25,86012 |
| 41,666 | 21,63435 |
| 20,833 | 19,88621 |



Şekil 4.21. 1sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.23. 1sN numunesinin pH orjinal de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 47,0079 |
| 166,665 | 32,32603 |
| 83,3325 | 29,02111 |
| 41,666 | 22,04614 |
| 20,833 | 22,59646 |

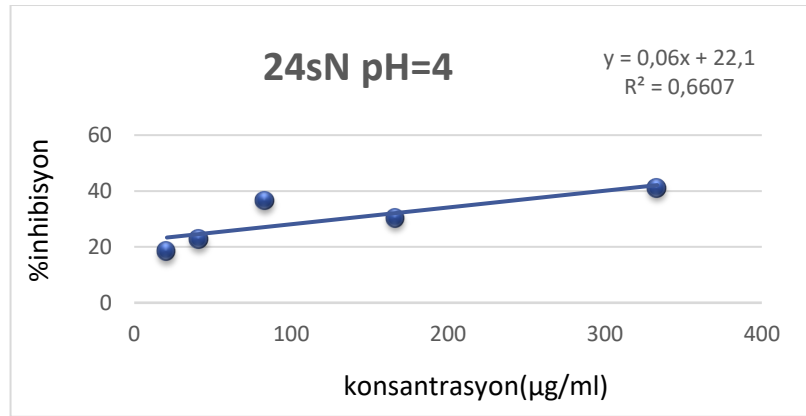


Şekil 4.22. 1sN numunesinin pH orjinal da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

- pH değerleri ayarlandıktan 24 sonra (24sN) konsantrasyonları ABTS yöntemiyle aktivite ölçme sonuçları aşağıdaki tablolarda sırayla verilmiştir.

Tablo 4.24. 24sN numunesinin pH 4 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

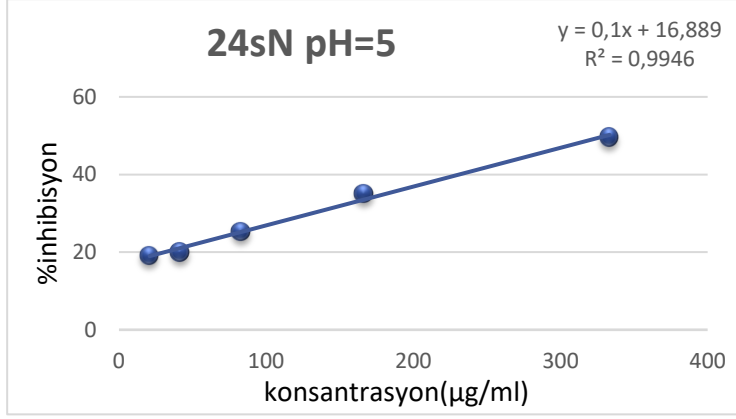
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 41,15441 |
| 166,665 | 30,36661 |
| 83,3325 | 36,48901 |
| 41,666 | 22,82024 |
| 20,833 | 18,42733 |



Şekil 4.23. 24sN numunesinin pH 4 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.25. 24sN numunesinin pH 5'te konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

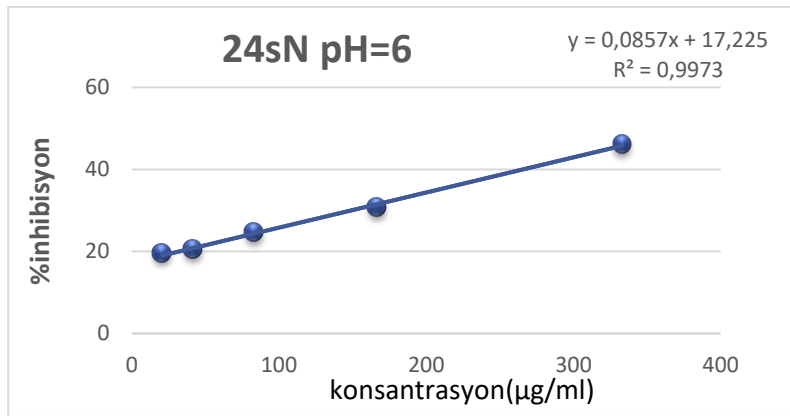
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 49,59646 |
| 166,665 | 34,99408 |
| 83,3325 | 25,25547 |
| 41,666 | 20,03991 |
| 20,833 | 19,11857 |



Şekil 4.24. 24sN numunesinin pH 5 te alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.26. 24sN numunesinin pH 6 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

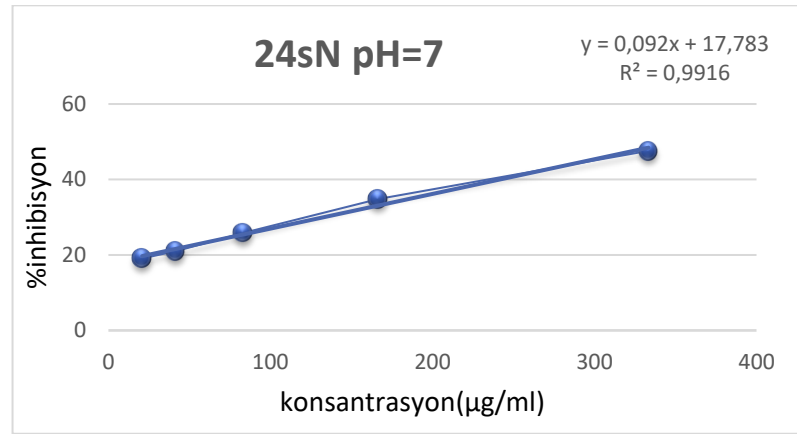
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 46,14424 |
| 166,665 | 30,7034 |
| 83,3325 | 24,57658 |
| 41,666 | 20,45118 |
| 20,833 | 19,59178 |



Şekil 4.25. 24sN numunesinin pH 6 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.27. 24sN numunesinin pH 7 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

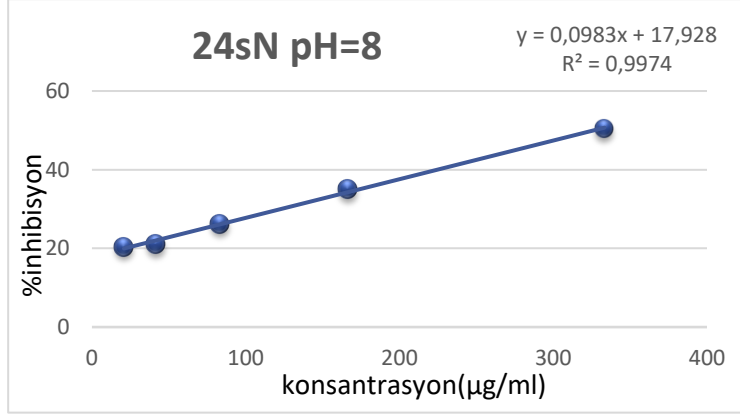
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 47,59598 |
| 166,665 | 34,83949 |
| 83,3325 | 25,80645 |
| 41,666 | 20,99472 |
| 20,833 | 19,06475 |



Şekil 4.26. 24sN numunesinin pH 7 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.28. 24sN numunesinin pH 8 de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

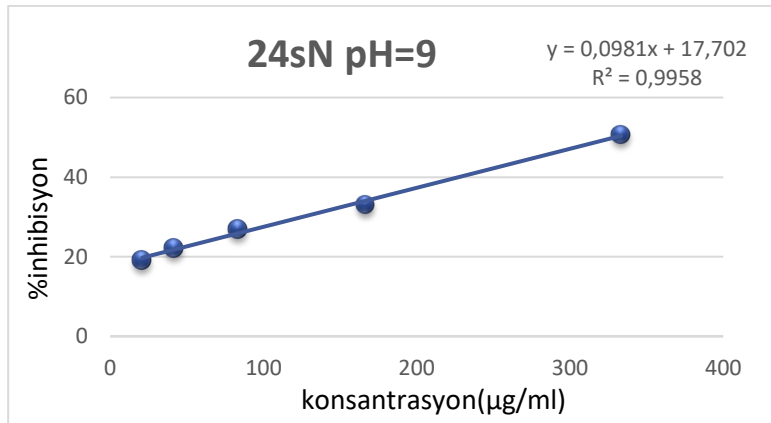
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 50,39681 |
| 166,665 | 35,00589 |
| 83,3325 | 26,22442 |
| 41,666 | 21,08447 |
| 20,833 | 20,39068 |



Şekil 4.27. 24sN numunesinin pH 8 de alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.29. 24sN numunesinin pH 9 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

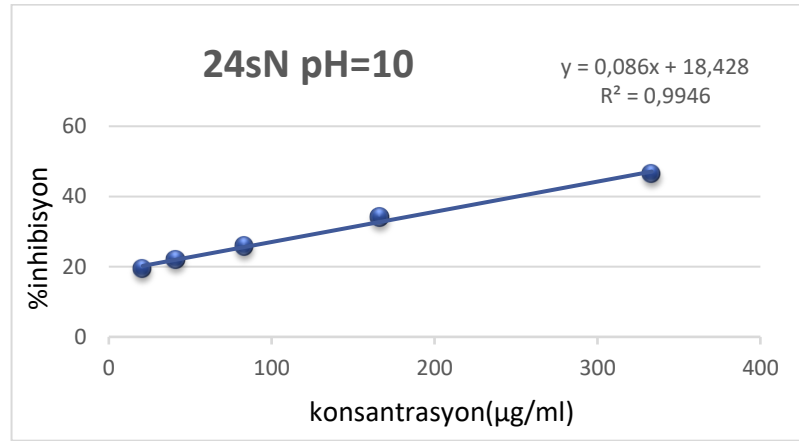
| Konsantrasyon (µg/ml) | %inhibisyon ortalama değeri |
|-----------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 50,62455 |
| 166,665 | 33,04417 |
| 83,3325 | 26,93116 |
| 41,666 | 22,09687 |
| 20,833 | 19,14536 |



Şekil 4.28. 24sN numunesinin pH 9 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.30. 24sN numunesinin pH 10 da konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

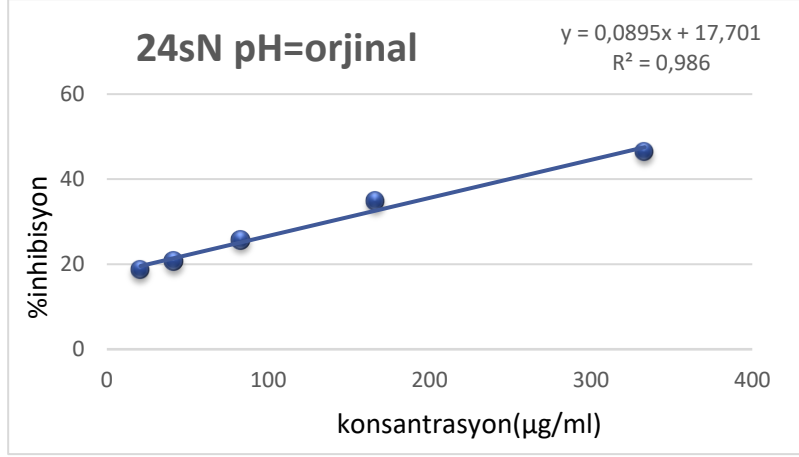
| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 46,48505 |
| 166,665 | 34,04045 |
| 83,3325 | 25,7108 |
| 41,666 | 22,00416 |
| 20,833 | 19,45672 |



Şekil 4.29. 24sN numunesinin pH 10 da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

Tablo 4.31. 24sN numunesinin pH orjinal de konsantrasyonları ABTS Aktivite ölçmeleri.

| Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$) | %inhibisyon ortalama değeri |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 333,33 | 46,46021 |
| 166,665 | 34,75289 |
| 83,3325 | 25,70569 |
| 41,666 | 20,66877 |
| 20,833 | 18,6914 |



Şekil 4.30. 24sN numunesinin pH orjinal da alınan %inhibisyon ortalama grafiği.

- ❖ Elde edilen ölçümler neticesinde her bir ekstraktın inhibisyon-konsantrasyon grafiği elde edilmiştir. Grafikten elde edilen denklem ile IC50 değeri hesaplanarak tablo 4.33'te verilmiştir. Kırmızı lahana özü, 1 saatte IC50 değeri $0,29 \pm 0,01$ - $0,38 \pm 0,02$ mg/mL ve 24 saatte IC50 değeri $0,33 \pm 0,01$ - $0,46 \pm 0,05$ mg/mL ile ABTS aktivitesi göstermiştir.

Tablo 4.32. numunenin ABTS IC₅₀ mg/ml aktivite sonuçları.

| PH değeri | 1sN | 24sN |
|-----------|-----------------|-----------------|
| PH4 | $0,32 \pm 0,03$ | $0,46 \pm 0,05$ |
| PH5 | $0,29 \pm 0,01$ | $0,33 \pm 0,01$ |
| PH6 | $0,32 \pm 0,02$ | $0,38 \pm 0,03$ |
| PH7 | $0,32 \pm 0,09$ | $0,35 \pm 0,01$ |
| PH8 | $0,29 \pm 0,11$ | $0,33 \pm 0,01$ |
| PH9 | $0,34 \pm 0,08$ | $0,34 \pm 0,01$ |
| PH10 | $0,38 \pm 0,02$ | $0,37 \pm 0,02$ |
| PHorjinal | $0,37 \pm 0,02$ | $0,36 \pm 0,02$ |

4.3. Toplam Fenolik Madde Tayini Sonuçları

- PH değerleri ayarlandıktan bir saat sonra (1sN) ve 24 saat sonra konsantrasyonları toplam fenolik madde içeriği tablo 4.35'te verilmiştir.
- Kırmızı lahana ekstraktının toplam fenolik içeriği pH=4-10 ve 1 saatde $4,93 \pm 0,2$ ile $6,48 \pm 0,77$ mg GAE/g fw iken pH=4-10 ve 24 saatte ise $5,64 \pm 0,16$ ile $7,59 \pm 1,22$ mg GAE/g fw arasındadır.

Tablo 4.33. toplam fenolik madde mg/ml aktivite sonuçları.

| PH değeri | TPC mg GAE/g örnek | TPC mg GAE/g örnek |
|-----------|--------------------|--------------------|
| PH4 | $6,48 \pm 0,77$ | $7,01 \pm 0,24$ |
| PH5 | $5,66 \pm 0,22$ | $6,99 \pm 0,54$ |
| PH6 | $5,37 \pm 0,09$ | $7,59 \pm 1,22$ |
| PH7 | $5,37 \pm 0,14$ | $5,95 \pm 0,42$ |
| PH8 | $5,62 \pm 0,40$ | $6,36 \pm 0,20$ |
| PH9 | $4,94 \pm 0,22$ | $6,28 \pm 0,10$ |
| PH10 | $4,93 \pm 0,20$ | $5,64 \pm 0,16$ |
| pH 0,586 | $3,55 \pm 0,14$ | $6,39 \pm 0,07$ |

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Giriş bölümünde gördüğümüz gibi İnsan vücudu serbest radikallerin zararlarından etkilenir bu nedenle insan sağlığına ve vücudun çalışma mekanizmalarına çok ve farklı antioksidanlara ihtiyaç duyar. Son yıllarda yapılan çalışmalar sonucu bir numunedeki antioksidan aktivitesini ölçmek amacıyla birçok ve farklı (elektrokimyasal ve spektrofotometrik ölçmeleri) yöntemler belirlenmiştir. Her yöntemine avantaj ve dezavantajları vardır bunların göz önüne alınarak en yaygın, Hızlı ve basit olarak kullanılan yöntemlerin DPPH, ABTS ve toplam fenolik maddenin miktarı belirlenmiştir. Bu yöntemler Çalışmamızda kullanılarak numunelerdeki antioksidan aktivite kapasitesinin tespit edilmiştir.

pH değerleri artıkça toplam fenolik maddede azalma gözlenmiştir. Böylece numunelerin farklı konsantrasyonları pH'larda 1saatlik hesaplanan IC50 sonuçlara göre pH=4'te toplam fenol madde miktarı $6,48\pm 0,77$ en yüksek olduğundan pH=4'te antioksidan aktivitesi en güçlü olarak bilinmiştir, pH=10'da toplam fenol madde miktarı $4,93\pm 0,20$ en düşük değer verirken aktivitesi en düşük olarak bilinmiştir.

Numunelerin farklı konsantrasyonları pH'larda daha uzun süreler bekletirken daha yüksek bir aktivite göstermiştir. 24 saatlik toplam fenol madde sonuçlarda pH=10'da $5,64\pm 0,16$ en düşük antioksidan aktivitesine sahiptir. PH=6'da $7,59\pm 1,22$ en en yüksek antioksidan aktivite göstermiştir.

Numunelerin farklı konsantrasyonları pH'larda 1saatlik DPPH ölçme sonuçları IC50 değerleri hesaplanarak verilmiş ve pH=7'de $0,21\pm 0,06$ antioksidan aktivitesi en yüksek, pH=5'te $0,32\pm 0,01$ en düşük aktivite olarak göstermiştir. Numunelerin pH'larda 24saatlik ise en kuvvetli antioksidan aktivitesi pH=4'te $0,34\pm 0,01$ ve en düşük pH=9'da $0,94\pm 0,03$ olarak göstermiştir.

ABTS sonuçları IC50 değerleri hesaplanarak verilmiş numunelerinin konsantrasyonları pH'larda 1saatlik pH=5'te $0,29\pm 0,01$ ve pH=8'de $0,29\pm 0,11$ en yüksek antioksidan aktivitesine sahipleri olurken pH10='da $0,38\pm 0,02$ en düşük aktivite göstermiştir.

Numunelerin konsantrasyonları 24 saat bekletildiğinde pH=5'te $0,33\pm 0,01$ ve pH=8'de $0,33\pm 0,01$ en yüksek aktivite göstermiş, pH=4'te ise $0,49\pm 0,05$ en düşük aktiviteyi bir sonuç vermiştir.

kırmızı lahana ekstraktı pH=6'da ve 24 saatte en yüksek toplam fenolik içeriğe sahiptir. Bunlar arasında kırmızı lahana ekstresi en güçlü DPPH aktivitesini 1. saatte ve pH=7'de gösterirken 1 saat ve pH=5 ile pH=8'de en yüksek ABTS aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, kırmızı lahana ekstraktı, yüksek toplam fenolik içeriğe ve ayrıca hem ekstraksiyon süresi hem de tüm pH değerleri için güçlü DPPH ve ABTS aktivitelerine sahiptir. Değişen ekstraksiyon süresi ve pH, kırmızı lahana ekstraktın DPPH ve ABTS aktivitelerini lineer olarak etkilememiştir.

Sonuç olarak, farklı pH değerleri ve ekstraksiyon süreleri elde edilen kırmızı lahana ekstraktları toplam fenolik içerikleri ve antioksidan özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, kırmızı lahananın önemli ölçüde yüksek fenolik içeriğe sahip olduğunu göstermiştir.

Kırmızı lahana ekstraktının en yüksek TPC için ekstraksiyon süresinin 24 saat ve pH değerinin 6 olduğu, en güçlü DPPH aktivitesi için ekstraksiyon süresinin 1 saat ve pH değerinin 7 olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, ABTS aktivitesi için en iyi koşullar olarak ekstraksiyon süresinin 1 saat, pH değerlerinin 5 ve 8 olduğu tespit edilmiştir.

Tüm bu sonuçlara göre kırmızı lahana ekstraktlarının beslenmede doğal renklendirici katkı maddesi olarak kullanılmasının tercih edilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Afacan, F. Ö., & Sönmezdağ , A. S. (2020). Antosiyaninlerin Beslenmedeki Önemi Ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Karya J Health Sci*, 1(1), 19-24.
- Aktaş, T., & Çölgeçen , H. (2017). Farklı Bitki Türlerinden Bitki Doku Kültürü Teknikleriyle Flavonoidlerin Üretimi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(2), 665-673.
- Alan, Y. (2018). Arum elongatum Steven Ekstraktlarının Fenolik Madde Miktarı ve Biyolojik Aktivitelerinin İncelenmesi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 370-379. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.429497>
- Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A. (2010). Bitkisel Ürünlerin Ve Gıdaların Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4), 401-409.
- Ali, S. S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., & Bora, U. (2008). Indian Medicinal Herbs As Sources Of Antioxidants. *Food Research International*, 41(1) , 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.001>
- Al-shehbaz, I. A., Beilstein, M. A., & Kellog, E. A. (2006). Systematics And Phylogeny Of The Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Pl. Syst. Evol.* 259, 89–120, <https://doi.prg/10.1007/s00606-006-0415-z>.
- Ansiklopedi, A. T. (2022, Kasım 01). Akademik Topluluk Ansiklopedi. Encyclopedia.pub: <https://encyclopedia.pub/entry/6089> adresinden 23 ekim 2022 tarihinde alınmıştır.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Ozyürek, M., Celik, S. E., Bektaşoğlu, B., Ozyurt, D. (2007). Comparative Evaluation Of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied To Phenolic Compounds With The CUPRAC Assay. *Molecules*, 19;12(7), 1496-1547, <https://doi.org/10.3390/12071496>.
- Apetrei, I. G. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity:A Review. *Int. J. Mol. Sci*, 25;22(7), 1-30, <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>.
- Arık, E. (2020, Ağustos 09). GIDA BİLGİ.COM. gidabilgi.com: <https://www.gidabilgi.com/Makale/Detay/antosiyenin-e86cac> adresinden 8 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Arın, L. (2005). Alabaş (Brassica oleraceae var. gongylodes L.) Yetiştiriciliği. *Alatarım*, 4 (2), 13 - 17.
- Ayvaz, Z. (2021). Serbest Radikallerle Savaşan Antioksidanlar. *ResearchGate*, 26-31.
- Baydan, S., & Sezgin, A. C. (2021). Gıda Sanayinde Kullanılan Katkı Maddeleri ve Sağlık İlişkileri. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5, 527-542 . <https://doi.org/10.21325/jotags.2021.972>.
- Baysal, T., & Ersus, S. (1999). Karotenoidler Ve İnsan Sağlığı. *Gıda*, 24(3) 177-185.

- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of ‘‘Antioxidant Power’’: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry* 239(1), 239, 70–76, <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.
- Bozokalfa , M. K., Duman , i., Yolageldi, L., Turhan, G., & Turhan, K. (2009). Brassicaceae Ve Solanaceae Familyası Sebzelerinin Münavebeli Yetiştiriciliğinde Türlerin Karşılıklı Etkileşimlerinin Verim Ve Kalite Özelliklerine Etkisi*. *Anadolu, J.*, 19 (1), 47 - 62.
- Britannica. (2022, Kasım 27). *Britannica*. webcache.googleusercontent.com:https://webcache.googleusercontent.com/search adresinden 27 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Büyükdere, Y., & Ayaz, A. (2016). Gıdalarda Kullanılan Renklendiricilerin Sağlık Yönü: Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu. *Bes Diy Derg*, 44(2), 169-177.
- Büyüktuncel, S. E. (2013). Toplam Fenolik İçerik Ve Antioksidan Kapasite Tayininde Kullanılan Başlıcaspektrofotometrik Yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 2(17), 93-103. <https://doi.org/10.12991/201317377>.
- Doc. (2022, Kasım 18). *DOC*. Enstrumantal-analiz-lambert-beer-yasasi-absorpsiyon-spektrofotometrisi-absorpsiyometride-kullanilan-temel-kavramlar.html webcache.googleusercontent.com:https://docplayer.biz.tr/28339935 adresinden 29 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Doğru, A. (2020). Kolza Bitkisine (Brassica napus L.) Genel Bir Bakış. *UAZİMDER Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(2), 30-36. <https://orcid.org/0000-0003-0060-4691>.
- Doğru, Ş. M., & Balkaya, A. (2015). Lahanalarda Tohum Üretim Süresini Kısaltmaya Yönelik Uygulamalar ve Etki Mekanizmaları. *alatarım*, 29-37.
- Erdal, p., & Ökmen, G. (2016). Gıdalarda Kullanılan Mikrobiyal Kaynaklı Pigmentler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(2), 56-68.
- Eşiyok , D., Salman, M. H., Bozokalfa, M. K., Şen, F., & Aşcıoğlu, T. k. (2010). Bazı Brokkoli Çeşitlerinde Raf Ömrü Süresince Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47(1), 79-86.
- Francis, F. J. (2004). A new group of food colorants. *scinesdirect*, (3), 27-30. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(92\)90112-A](https://doi.org/10.1016/0924-2244(92)90112-A)
- Gugel, R., & Falk, K. (2006). Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. *Canadian Journal Of Plant Science*, 86(4) 1047–1058. <https://doi.org/10.4141/P04-081>
- Halil, T. (2020, Ocak 17). labakademi. Kırmızı-Mor Sağlık Antosiyaninler. labakademi.com:https://labakademi.com/kirmizi-mor-saglik-antosiyaninler/ adresinden 27 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- İstock. (2020, Temmuz 20). Beta-karoten Kimyasal Yapı ve Formül-illüstrasyon. [istockphoto.com:https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/beta-karoten-kimyasal-yap%C4%B1-ve-form%C3%BCI-gm1257012649-368237428](https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/beta-karoten-kimyasal-yap%C4%B1-ve-form%C3%BCI-gm1257012649-368237428) adresinden alındı
- Kahraman, A., Serteser, M., & Köken, T. (2002). FLAVONoidLER. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 3, 01-08.

- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Antioksidanlar. *MAE Vet Fak Derg*, 1(1), 65-76. <https://doi.org/10.24880/maeuvfd.260790>.
- kimyaA.Ş., T. (2022, Ocak 22). *TGS kimyaA.Ş.* tgskimya: <http://tgskimya.com/bilgibankasi-renklendiriciler/> adresinden 25 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- Kimyaevi.* (2022, Ekim 22). Gıdalarda rengin önemi. [kimyaevi.org](http://www.kimyaevi.org): <http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF679A66406202CCB0B48A2ED314157011> adresinden 17 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- Kimyaevi.* (2022, Ekim 22). Doğal Renklendiriciler. [kimyaevi.org](http://www.kimyaevi.org): <http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF679A66406202CCB0B48A2ED314157011> adresinden 19 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- Koca, N., & Karadeniz, F. (2005). Gıdalardaki Doğal Antioksidan Bileşikler. *Gıda*, 30(4), 229-236.
- Konuş, M., Yılmaz, C., Özdoğan, N., Çetin, D., Kızılkın, N. D., & Kayhan, A. (2019). Testing of Reproducibility and Consistency of Commonly Used Five Different Antioxidant Capacity Methods on Turnip Juice. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(12), 2233-2238. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2233-2238.3006>.
- Kottke, J. (2013, Eylül 11). The Magical Brassica Oleracea Plant. kottke.org: <https://kottke.org/13/09/the-magical-brassica-oleracea-plant> adresinden 17 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- kurulu, M. w. (2022, Eylül 16). *Medicana*, Antioksidan Nedir?. [medicana.com.tr](http://www.medicana.com.tr): <https://www.medicana.com.tr/saglik-rehberi-detay/15362/antioksidan-nedir> adresinden 18 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- Laçındağ, İ. (2019, Ocak 29). Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler. [gidanotlari](http://www.gidanotlari.com): <https://www.gidanotlari.com/gidalarda-kullanilan-renklendiriciler/#:~:text=Bu%20t%C3%BCr%20renklendiricilere%20'do%204%9Fala%20%C3%B6zde%20%20%20gibi%20renklendiriciler%20'do%204%9Fala%20renklendiriciler%20s%C4%B1n%C4%B1f%C4%B1ndad%C4%B1r> adresinden 17 Ağustos 2022 tarihinde alınmıştır.
- Maltaş, A. Ş., Tavalı, İ. E., Uz, İ., & Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Maltaş ve ark./Mediterr Agric Sci*, 30(2), 155-161.
- Markakis, P. (1982). *Anthocyanins As Food Colors*. newyork,london,paris,tokyo,sandeigo,sanfransisco,sydney,saopaulo: cademic prees.
- Medicalpark. (2022, Haziran 14). Antioksidan Nedir. [medicalpark.com.tr](http://www.medicalpark.com.tr): <https://www.medicalpark.com.tr/antioksidan-nedir/hg-2687> adresinden 20 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Medka. (2022, Kasım 15). Antioksidanlar. [medka.com.tr](http://www.medka.com.tr): <https://medka.com.tr/blog/antioksidanlar-245> adresinden 14 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

- Mortensen, A. (2006). Carotenoids and other pigments as natural colorants. *1477 Pure Appl. Chem.*, 1477–1491.
- Okan, O. T., Varlıbaşı, H., Öz, M., & Deniz, İ. (2013). Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1), 48-59.
- Önal, A., & Subasar, F. D. (2012). Kırmızı lahanadan (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) elde edilen doğal boya ile yün, pamuk ve keten kumaşların boyanması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (1), 35-41.
- Özen, G., & Akbulut, M. (2008). Dut Suyu Antosiyanin İçeriğinin Belirlenmesi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 279-282.
- Özyürek, M., Güçlü, K., & Apak, R. (2011). The main and modified CUPRAC methods of antioxidant measurement. *Trac-Trends In Analytical Chemistry*, 30(4), 652-664. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2010.11.016>.
- Perkampus, H. H. (2002). *Uv-Vis Spectroscopy And Its Applications*. Berlin: Springer Verlag.
- Prosafety. (2022, Kasım 28). Spektrofotometre Nedir? Çalışma Prensipleri Nasıldır?. [prosafety.com.tr:https://prosafety.com.tr/spektrofotometre-nedir-calisma-prensibi-nasildir/](https://prosafety.com.tr/spektrofotometre-nedir-calisma-prensibi-nasildir/) adresinden 9 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Rani, S., Singh, A., & Kumra, P. (2021). Evaluation of nutritional facts and health benefits of red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*). *The Journal of Rural and Agricultural Research*, 21(1), 37-39.
- Sarkar, D., & Raşit, A. (2017). Red cabbage as potential functional food in the present perspective. *ResearchGate*, 4(1):7-8. <https://doi.org/10.5958/2454-9541.2017.00002.0>
- Sefalı, A. (2020, Mars 31). Türkiye’de Bulunan Brassica Türlerinin Biyolojisi ve Ekonomik Önemi. s. 5-39.
- Sefalı, A. (2020). TÜRKİYE’DE BULUNAN BRASSİCA TÜRLERİNİN BİYOLOJİSİ VE EKONOMİK ÖNEMİ. *ResearchGate*, 4-39.
- Sezgin, A. C., & Ayyıldız, S. (2019). Çocukların Tükettiği Atıştırmalık Gıdalarda Kullanılan Renklendiricilere İlişkin Bir Araştırma. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 876-913. <https://doi.org/10.26466/opus.552795>.
- Şıralı, R., Uğur, A., Zambı, O., Dikmen, A., & Çağlar, S. (2013). Turpgiller (*Brassicaceae*) familyasına ait bazı türlerin arıcılık açısından önemi. *Akademik Ziraat Dergisi* 2(2), 107-115.
- USDA. (2019, Nisan 1). ABD Tarım Bakanlığı. [fdc.nal.usda.gov:https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169977/nutrients](https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169977/nutrients) adresinden 5 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Velioğlu, S. (1987). Gıdalarda Renk Ölçme İlke ve Sistemleri. *Dergipark*, 12(6), 409-416.
- Wikipedi. (2022, Nisan 01). Karotenoid. [tr.wikipedia.org:https://tr.wikipedia.org/wiki/Karotenoid](https://tr.wikipedia.org/wiki/Karotenoid) adresinden 7 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.

- Vikipedi. (2022, Mayıs 23). tr.wikipedia.org: https://www.google.com/search?q=%D8%A7%D8%B4%D9%87%D8%B1+%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%86%D8%A9&sxsrf=ALiCzsYBsDtTVAevg5ZLVzXPAN5TIREwWA:1669478980250&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjelM_sncz7AhVTRPEDHRe5BuEQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgcr=Nf0Su 7 Ekim 2022 tarihinde alınmıştır.
- Warwick, S., Gugel, R., Gómez-Campo, C., & James, T. (2007). Genetic variation in *Eruca vesicaria* (L.) Cav. *Plant Genetic Resources Volume 5*, 142 - 153. <https://doi.org/10.1017/S1479262107842675>.
- Warwick, S., Légère, A., Simard, M.-J., & James, T. (2008). Do escaped transgenes persist in nature? The case of Do escaped transgenes persist in nature? The case of rapa population. *Mol Ecol*, 17(5), 1387-1395.
- World, P. (2022, Kasım 28). *Paramedics World*. paramedicsworld.com: <https://paramedicsworld.com/biochemistry-practicals/demonstration-of-spectrophotometer-principle-components-working-applications/medical-paramedicalstudynotes#:~:text=The%20working%20principle%20of%20the,light%20path%20through%20the%20solution.> adresinden 27 Kasım 2022 tarihinde alınmıştır.
- Yetim, H. (2011). Siyah Havuç Ve Kırmızı Lahanadan Ekstrakte Edilen Antosiyanin Bazlı Renk Maddelerinin Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Bazı Gıda Maddelerinde Renklendirici Olarak Kullanımı. 17-137.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 143-153.
- Zoral, F. B., & Turgay, Ö. (2014). Çeşitli Gıda Atıklarının Toplam Fenolik Madde İçeriğinin, Antioksidan ve Antimikrobiyel Aktivitelerinin Araştırılması*. *KSÜ Doğa Bil. Derg*, 24-32.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Aye ŞEYHAHMET

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2019, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği.
- **Yükseklisans** : 2022, Sakarya Üniversitesi, Kimya Ana Bilim Dalı, Organik Kimya PR. (YL).

Yayın Makaleler:

Suriye burma tatlısının bazı kalite özelliklerin belirlenmesi / journal of the in istitute of science and technology , 10(1): 271-279, 2020

Kırmızı Lahananın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Üzerinde pH ve Ekstraksiyon Süresinin Etkisi / 2023 Published by All sciences proceedings