

**ALOE VERA'NIN (*ALOE BARBADENSIS*) TOPLAM
FENOL İÇERİĞİNİN, ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNİN
VE ANTIOKSİDAN BİLEŞENLERİN
BİYOALINABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Burcu BAŞARAN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALOE VERA'NIN (*ALOE BARBADENSIS*) TOPLAM FENOL İÇERİĞİNİN,
ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN VE ANTİOKSİDAN BİLEŞENLERİN
BİYOALINABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Burcu BAŞARAN

0000-0002-0941-0183

Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Burcu BAŞARAN tarafından hazırlanan “ALOE VERA’NIN (*ALOE BARBADENSIS*) TOPLAM FENOL İÇERİĞİNİN, ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN VE ANTİOKSİDAN BİLEŞENLERİN BİYOALINABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Başkan : Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ
0000-0001-7871-1628
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Metin GÜLDAŞ
0000-0002-5187-9380
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Adnan Fatih DAĞDELEN
0000-0002-6777-273X
Bursa Teknik Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
28/09/2020

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28/09/2020

Burcu BAŞARAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALOE VERA'NIN (*ALOE BARBADENSIS*) TOPLAM FENOL İÇERİĞİNİN,
ANTIÖKSİDAN KAPASİTESİNİN VE ANTIÖKSİDAN BİLEŞENLERİN
BİYOALINABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Burcu BAŞARAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Aloe vera (*Aloe Barbadensis*) sağlık üzerindeki antioksidan, antitümör, anti-bakteriyal, anti-fungal, anti-inflamatuvar gibi birçok etkisi ile dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, Bursa ilinin farklı bölgelerinden ticari olarak temin edilen Aloe vera (*Aloe Barbadensis*) örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri, toplam fenol içeriği (Folin-Ciocalteu Metodu), antioksidan kapasitesi (TEAC_{ABTS}, TEAC_{CUPRAC} ve TEAC_{DPPH}) ve fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliği analiz edilmiştir. Analizler sonucunda; Aloe vera örneklerinin pH, toplam asitlik, briks, kurumadde ve kül değerleri sırası ile 4,64±0,23 (Malik asit cinsinden), 0,07±0,01 g/100g, 0,61±0,09 g/100mL, 0,68±0,13 g/100g, 0,20±0,06 g/100g olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşen içeriği incelendiğinde ekstrakte edilebilir örneklerde toplam fenol içeriği 37,74±4,19 mg/g GAE, TEAC_{ABTS} 1,72±0,21 µmol troloks/g örnek, TEAC_{DPPH} 9,62±2,30 µmol troloks/g örnek, TEAC_{CUPRAC} 6,70±2,35 µmol troloks/g örnek; hidrolize edilebilir örnekler için toplam fenol içeriği 27,49±7,57 mg/g GAE, TEAC_{ABTS} 1,81±0,47 µmol troloks/g örnek, TEAC_{DPPH} 6,73±1,94 µmol troloks/g örnek, TEAC_{CUPRAC} 4,33±1,25 µmol troloks/g örnek olarak bulunmuştur. Örneklerde antioksidan kapasiteyi oluşturan bileşiklerin %biyoalınabilirlikleri incelendiğinde belirlenen toplam fenol içeriğin %75' inin, ABTS metodu ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %36' sının, DPPH metodu ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %39' unun ve CUPRAC metodu ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %56' sının biyoalınabilir olduğu saptanmıştır. Yüksek antioksidan kapasiteye sahip bir bitki olarak, kullanımının her geçen gün artacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aloe vera, Aloe vera jeli, toplam fenolik bileşen, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik
2020, vii+ 52 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE TOTAL PHENOL CONTENT, ANTIOXIDANT CAPACITY AND ANTIOXIDANT COMPONENTS BIOAVAILABILITY OF ALOE VERA (*ALOE BARBADENSIS*) GEL

Burcu BAŞARAN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Aloe vera (*Aloe barbadensis*) has been taken attractions in several ways such as antioxidant, anti-tumour, antibacterial, anti-fungal, anti inflamatur and so on. In this thesis Aloe vera (*Aloe barbadensis*) examples is analysed in terms of physico-chemical speciality, total phenolic content (Folin-Ciocalteau's Method), antioxidant capacity (TEAC_{ABTS}, TEAC_{CUPRAC}, and TEAC_{DPPH}) and bioaccessibility of phenolic compound which have been supplied from different territories of Bursa city in terms of commercial purposes. As a result of analyses, examples of Aloe vera has been dictated respectively ph, total acidity, brix, dry matter and ash value, $4,64\pm 0,23$ (in terms of malic acid), $0,07\pm 0,01$ g/100g, $0,61\pm 0,09$ g/100mL, $0,68\pm 0,13$ g/100g, $0,20\pm 0,06$ g/100g. Whilst total phenolic compounds were examined that examples which can be extracted total phenol content is found out as $37,74\pm 4,19$ mg/g GAE, TEAC_{ABTS} $1,72\pm 0,21$ μ mol troloks/g sample, TEAC_{DPPH} $9,62\pm 2,30$ μ mol troloks/g sample, TEAC_{CUPRAC} $6,70\pm 2,35$ μ mol troloks/g sample; and for the hydrolysable samples total phenol content is obtained as $27,49\pm 7,57$ mg/g GAE, TEAC_{ABTS} $1,81\pm 0,47$ μ mol troloks/g sample, TEAC_{DPPH} $6,73\pm 1,94$ μ mol troloks/g sample, TEAC_{CUPRAC} $4,33\pm 1,25$ μ mol troloks/g sample. In the aloe vera samples, it contains 75% of the compounds that make up the antioxidant capacity, 36% of the total antioxidant capacity obtained by the ABTS, 39% of the total antioxidant capacity obtained by DPPH, 56% of the total antioxidant capacity obtained by CUPRAC method. As a plant with high antioxidant capacity, its use is thought to increase day by day.

Key words: Aloe vera, Aloe vera gel, total fenolic content, antioxidant capacity, bioaccessibility

2020, vii+ 52 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında ve yürütülmesinde engin bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, yüksek lisans eğitimin süresince desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e sonsuz teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin her aşamasında kıymetli vaktini ayırıp, aynı zamanda manevi desteğini de hiçbir zaman esirgemeyen, bugünlere gelmemi sağlayan sayın hocam Dr. Elif YILDIZ'a teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin analiz aşamasında destek olan sevgili arkadaőım Elif TAŐAR'a, her konuda yanımda olan meslektaőım ve can dostum Ece YILDIZ'a, manevi desteğiyle hep yanımda olup sonsuz destekleyen eőim İsmet BAŞARAN'a, beni bugünlere getiren canımdan parçalarım sevgili annem ve kardeőime, ve son olarak benliğiyle yanımda olmasa da ruhen varlığını hissettiğim canım babama tüm kalbimle teşekkür ederim.

Burcu BAŞARAN

28/09/2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Aloe Vera Bitkisi ve Bileşimi	3
2.2. Aloe Vera'nın Tarihçesi ve Etki Mekanizmaları	5
2.3. Serbest Radikaller ve Antioksidanlar	7
2.4. Antioksidan Kapasite ve Tayin Yöntemleri	8
2.4.1. ABTS yöntemi	9
2.4.2. CUPRAC yöntemi	10
2.4.3. DPPH yöntemi	11
2.5. Biyoalınabilirlik ve Biyoyararlılık	12
2.6. Aloe Vera Jeli ile İlgili Yapılan Çalışmalar	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1 Materyal	17
3.2.Yöntem	20
3.2.1. Toplam kurumadde tayini	20
3.2.2. Suda çözünen kurumadde tayini	20
3.2.3. Kül tayini	20
3.2.4. Ph tayini	20
3.2.5. Titre edilebilir asitlik tayini	20
3.2.6. Toplam antosiyanin tayini	21
3.2.7. Antioksidan kapasite ve toplam fenol içeriğinin belirlenmesi	22
3.2.8 İstatistiksel analiz	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Aloe Vera Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri	30
4.2. Aloe Vera Örneklerinin Toplam Antosiyanin Tayini	31
4.3. Aloe Vera Örneklerinin Antioksidan Kapasite ve Toplam Fenolik Bileşen Tayini	32
4.4. Antioksidan Bileşenlerinin Biyoalınabilirliğinin Belirlenmesi	40
5. SONUÇ	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
mg	Miligram
g	Gram
μ l	Mikrolitre
mL	Mililitre
L	Litre
M	Molar
μ mol	Mikromol
mM	Milimolar
nm	Nanometre
dk	Dakika
km	Kurumadde
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
$^{\circ}$ C	Santigrat Derece
%	Yüzde Değer

Kısaltmalar	Açıklama
A.vera	Aloe vera
ROS	Reaktif Oksijen Çeşitleri
HAT	Hidrojen Atomu Transferi
ORAC	Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi
TRAP	Toplam Radikal Yakalayıcı Antioksidan Parametresi
TEAC	Troloks Eşiti Antioksidan Kapasitesi
FRAP	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü Yöntemi
CUPRAC	Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite Yöntemi
ABTS	2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonat)
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
UV-GB	Ultraviyole-Görünür Bölge
AVG	Aminotoksivinilglisin
FI	<i>Fagonia Indica</i>
HIV	Human Immunodeficiency Virus
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
TE	Troloks Eşdeğeri
Min	Minimum
Max	Maksimum
Ort	Ortalama
SS	Standart Sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. ABTS•+ radikali ile antioksidan arasında gerçekleşen tepkime	10
Şekil 2.2. Cu(II)'nin antioksidanlar tarafından Cu (I)'e indirgenmesi.....	11
Şekil 2.3. DPPH Molekülünün Antioksidan Madde ile Reaksiyonu.....	11
Şekil 3.1. AV ₁ örneğinin üstten görüntüsü, önden görüntüsü ve jel formu.....	17
Şekil 3.2. AV ₂ örneğinin üstten görüntüsü, önden görüntüsü ve jel formu.....	17
Şekil 3.3. AV ₃ örneğinin üstten görüntüsü, önden görüntüsü ve jel formu.. ..	18
Şekil 3.4. Aloe vera' nın dikey kesiti ve sarı renkli sıvının (Aloin) uzaklaştırılması	18
Şekil 3.5. Toplam Fenolik Bileşen Gallik Asit Kurvesi	24
Şekil 3.6. ABTS Antioksidan Kapasite Analizi Standart Kurvesi.....	26
Şekil 3.7. DPPH Antioksidan Kapasite Analizi Standart Kurvesi.....	26
Şekil 3.8. CUPRAC Antioksidan Kapasite Analizi Standart Kurvesi	28
Şekil 4.1. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik içerik grafiği.....	33
Şekil 4.2. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir, biyoalınabilir ABTS içerik grafiği.....	34
Şekil 4.3. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir DPPH içerik grafiği.	36
Şekil 4.4. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir CUPRAC içerik grafiği.	40
Şekil 4.5. Toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite yöntemlerinin (ABTS, DPPH, CUPRAC, TPC) %biyoalınabilirlik düzeyleri.....	41
Şekil 4.6. Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşen içeriklerinin LSD testine göre gruplandırılması.....	42
Şekil 4.7. Aloe vera örneklerinin ABTS metoduna göre ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşenlerinin LSD testi gruplandırılması	43
Şekil 4.8. Aloe vera örneklerinin DPPH metoduna göre ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşenlerinin LSD testi gruplandırılması.....	43
Şekil 4.9. Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenoliklerinin CUPRAC metoduna göre antioksidan aktivitesinin LSD testi gruplandırılması.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Aloe vera'nın kimyasal kompozisyonu.....	4
Çizelge 2.2. Antioksidan kapasite yöntemlerinin gruplandırılması.....	9
Çizelge 4.1. Aloe vera örneklerinin toplam kurumadde, briks, pH ve titre edilebilir asitlik miktarları.....	31
Çizelge 4.2. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir toplam fenolik bileşen değerleri.....	32
Çizelge 4.3. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir ABTS değerleri.....	34
Çizelge 4.4. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir DPPH değerleri.....	35
Çizelge 4.5. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir CUPRAC değerleri.....	33
Çizelge 4.6. Aloe vera örneklerine ait %biyoalınabilirlik değerleri.....	40

1. GİRİŞ

Aloe vera (*Aloe barbadensis*), *Liliaceae* (Zambakgiller) familyasına ait bir bitki olup Aloe vera cinsinin en önemli türüdür (Vega-Galvez ve ark. 2011). Anavatanı Güney Afrika olan bu bitki Kuzey Afrika ve Sudan'ın Nil bölgesinde de doğal olarak yetişmektedir (Vega-Galvez ve ark. 2011, Radha ve Laxmipriya 2015). Bitki, bir rozet şeklinde gövdede birleşen şişkin yeşil yapraklardan oluşmaktadır. Her yaprak bir dış yeşil kabuk (cilt) ve iç kısım (jel) olmak üzere iki bölümden meydana gelmektedir. Aloe vera ürünleri uzun zamandır sağlıklı gıda ürünlerinde, tıp ve kozmetik sektöründe de çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Ayrıca Aloe vera'dan; jel, içecek, toz, kapsül ve krem olarak birçok alanlarda faydalanılmaktadır (Vidic ve ark. 2014).

400'den fazla türden sadece birkaç Aloe vera türü ticari öneme sahiptir. A. vera bu türler arasında en güçlü etkiye sahip olanıdır ve bu nedenle pazarlama alanındaki araştırmalarda popüler bitkilerden biri haline gelmiştir. A. vera; suda çözünen ve yağda çözünen vitaminler, mineraller, enzimler, polisakkaritler, fenolik bileşikler ve organik asitler olmak üzere 200'ün üzerinde besin içeriğine sahiptir (Kumar ve ark. 2017). Aloe vera'nın antioksidan özelliği yapısında bol miktarda bulunan A vitamini (Beta-karoten), C vitamini, E vitamini, kolin ve folik asitten kaynaklanmaktadır (Deveci ve ark. 2017). Ayrıca A. vera, anti-fungal, anti-diyabetik, anti-inflamatuar, anti-kanserojen, gastroprotektif özellikler ve yara iyileşmesinin desteklenmesi gibi tıbbi etkilere de sahiptir (Mahendiran ve ark. 2017).

Son yıllarda yapılan araştırmalar doğrultusunda gıda üreticilerinin fenolik bileşence zengin gıda kaynaklarına ilgisi artmaktadır. Bunun nedeni fenolik bileşenlerin antioksidan özelliklerinin farkına varılması ve kanser, dejeneratif, kardiyovasküler hastalıklar gibi oksidatif stres kaynaklı hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol üstlenmeleridir (Topçu 2017).

Bu çalışma ile Aloe vera jelinin; kimyasal bileşiminin belirlenmesi ve bileşimi belirlenen bitkinin antioksidan kapasitesinin, antioksidan bileşenlerin biyoalınabilirliğinin belirlenerek, besleyici özelliğinin açığa çıkarılmasıdır. Günümüzde giderek artan

beslenme sorunları ve beraberinde getirdiği hastalıklar karşısında bireylerin ihtiyaçlarını karşılayacak alternatif ve fonksiyonel özelliklerde bir ürünün belirlenmesi ve Aloe vera jelinin gıda sanayinde kullanım olanaklarının arttırılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Aloe Vera Bitkisi ve Bileşimi

Liliaceae familyasına ait 400' den fazla türe sahip Aloe vera (*Aloe barbadensis*), yeşil yapraklara sahip uzun ömürlü bir çöl bitkisidir (Vega-Galvez ve ark. 2011, Kumar ve ark. 2017, Derossi ve ark. 2018). Anavatanı Güney Afrika olan Aloe vera bitkisi, Güney Amerika dahil kuru sub-tropik ve tropik iklim koşullarında yetişebilmektedir (Radha ve Laxmipriya 2015).

Sapsız ya da çok kısa saplı etli bir bitki olan A. vera yaklaşık 60-100 cm uzunluğa erişebilmektedir ve yaz aylarında çiçeklenmektedir (Satıcı 2011, Debnath ve ark. 2018). 4 yaşında olgunluğa erişmekte olup ve yaklaşık 12 yıllık bir ömre sahiptir. A. vera bitkisinin en önemli özelliklerinden birisi yaralandığı zaman kendini kısa bir sürede onarabilmesidir. Bitki yaprak kısmından zarar gördüğü anda hızlı bir biçimde katman oluşturarak kapanmakta ve bitkinin su kaybetmesi engellenmektedir. Bitkinin gelişebilmesi için en uygun koşullar; geçirgen özellikteki toprak ve bol güneş ışığıdır (Kulaksız 2016).

Kılıç biçimindeki yaprakları sebebiyle Arapça' da ismi "saber" (Kılıç) olarak anılmakta olan A. vera, çoğunlukla sarı renkte çiçek açtığından ve Anadolu'da eski dönemlerde yapraklarından elde edilen kinin tadındaki koyu sarı özsuyu süt çocuklarının memeden kesilmesini sağladığı için ülkemizde "Sarı sabır" diye de bilinmektedir (Çandöken 2008, Kulaksız 2016).

Aloe vera ilk olarak 1920 senesinde Amerika'nın Florida eyaletinde ticari olarak yetiştirilmeye başlanmıştır. Bitkinin uzun, etli, yeşil yapraklarından elde edilen jel, asırlardır halk arasında ilaç olarak bilinen sulu bir özüttür (Güler 2010). %96'sı sudan oluşan A. vera jelin geriye kalan %4'lük katı kısmı 75 farklı bileşen içermektedir (Ranjbar ve ark. 2017). Bu bileşenler ayrıntılı olarak Çizelge 2.1' de gösterilmiştir (Heş ve ark. 2019). Jelin ana bileşenleri fenolikler, vitaminler, enzimler, sakkaritler ve düşük molekül ağırlıklı maddeler olarak 5 kısma ayrılabilir (Taukoorah ve Mahomoodally 2015). Ayrıca önemli antioksidan vitaminler olan A, C, E, B₁ vitamini (tiamin), niasin, B₂

vitamini (riboflavin), kolin ve folik asit dahil olmak üzere çok sayıda bileşeni bünyesinde bulundurmaktadır (Ahlawat ve Khatkar 2011). Nadiren B₁₂ (siyanokobalin) ve B₆ (pidoksin) da içermektedir (Ağırhan 2013).

Çizelge 2.1. Aloe vera' nın kimyasal kompozisyonu

Bileşenler	Örnekler
Esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitler	Alanin, arginin, aspartik asit, glutamik asit, glisin, histidin, hidroksiprolin, izolösin, lösin, lisin, metiyonin, fenilalanin, prolin, treonin, tirozin, valin
Proteinler	Lektin ve lektin benzeri yapılar
Antrakinon ve antron	Aloe-emodin, aloetik asit, anthranol, aloin A ve B (barbaloin), isobarbaloin, emodin, sinnamik asit esteri
Enzimler	Alkali fosfataz, amilaz, karboksipeptidaz, siklooksidad, katalaz, siklooksijenaz, lipaz, oksidad, süperoksit dismutaz, fosfoenolpiruvat karboksilaz, glutatyon peroksidad
Hormonlar	Oksinler ve gibberellinler
İnorganik bileşenler	Kalsiyum, klor, krom, bakır, demir, magnezyum, manganez, potasyum, fosfor, sodyum ve çinko
Sakkaritler	Mannoz, glikoz, ramnoz
Karbonhidratlar	Saf mannan, asetillenmiş mannan, asetillenmiş glukomannan, glukogalaktomannan, galaktogalakktan, arabinogalakktan, selüloz, pektik madde, ksilan
Vitaminler	B1, B2, B6, B12, C, β-karoten, folik asit, kolin, α-tokoferol
Yağlar	Araşidonik asit, γ-linolenik asit, steroller (kampesterol, kolesterol, β-sitosterol), trigliseritler, triterpenoid, gobberellinler
Diğer bileşenler	Lignin, potasyum sorbat, salisilik asit, ürik asit

2.2. Aloe Vera' nın Tarihçesi ve Etki Mekanizmaları

Aloe vera tarihte ilk defa Mısırlılar tarafından keşfedilmiştir. Mısır tapınaklarının duvarlarında Aloe vera bitkisinin resimlerini içeren kaynaklar bulunmuştur (Mehta 2017). A. vera ile ilgili en eski kayıt ise Ebers Papirusları'dır. Yaklaşık 3500 yıl önce Mısır'da yazılan bir kaynak, A. vera'nın hazımsızlık, yara ve yanıkların tedavi edilmesinde kullanılmasından bahsetmektedir (Yılmaz 2005, Çandöken 2008). Eski Mısır'da "ölümsüzlüğün kutsal bitkisi" olarak bilinen Aloe vera'nın firavunlara cenaze hediyesi olarak verildiği söylenmektedir (Akev ve ark. 2015). Yüzyıllar boyunca "sessiz şifacı", "cennetin nimeti" gibi birçok farklı isimle anılan bu bitkiyi: Büyük İskender yaralı askerlerini tedavi etmek; güzelliğiyle bilinen Kleopatra ise cilt bakımı için kullanmıştır (Taukoorah ve Mahomoodally 2015). 1800'li senelerin başında Amerika'da laksatif amaçlı kullanılan A. vera daha sonra kronik ve şiddetli radyasyon dermatitlerini tedavi etmek için kullanılmıştır (Türsen ve Türsen 2014).

Aloe vera' nın birçok faydası bitkinin bileşiminde bulunan polisakkaritlerle (Ray ve ark. 2013, Akev ve ark. 2015, Radha ve Laxmipriya 2015, El-Naihoum 2018) ve fenolik bileşiklerle ilişkilendirilmektedir (Ray ve ark. 2013). Yapılan çalışmalara göre Aloe vera jelindeki polisakkaritlerin; anti-inflamatuar, yaraların onarılması, radyasyona karşı koruma, anti-bakteriyel, anti-viral, anti-fungal, (El-Naihoum 2018) anti-diyabetik ve antioksidan gibi pek çok etki mekanizmalarına sahip olduğu bilinmektedir (Manvitha ve Bidya 2014).

İyileştirme özelliği: Aloe vera jeli ikincil derece yanıkların tedavisinde, ısı ve güneş kaynaklı cilt sorunlarının giderilmesinde kullanılmaktadır (Mascolo ve ark. 2004). Jel bünyesinde yer alan büyüme hormonu giberelin ve polisakkaritlerin hücre içindeki kollajen ve elastin oluşumunu hızlandırarak kırışıklıklığı engellediği bilinmektedir. Aloe vera jelinin cilt sorunlarını onarmasına kanıt olarak litrede 10.000-20.000 arasında mukopolisakkarit içermesi gösterilmektedir (Ağırhan 2013).

Radyasyona karşı koruma: Aloe vera jelinin, cilt üzerindeki bir diğer etkisi ise ultraviyole ve gama ışınlarına karşı kalkan görevi üstlenmesidir. Kesin olarak rolü tahmin

edilemese de jel deriye uygulandıktan sonra metallotionin olarak bilinen bu antioksidan protein, hidroksil radikallerini süpürerek süperoksit dismutaz ve glutasyon peroksidazının derideki etkilerini engellemektedir (Surjushe ve ark. 2015).

Antidiyabetik özelliği: Yapılan klinik araştırmalar sonucunda Aloe vera jelinin, prediyabetli veya erken tedavi edilmemiş *diabetes mellitus*'lu obez kişilerde vücut ağırlığını, vücut yağ kütesini ve insülin direncini azalttığı belirlenmiştir (Taukoorah ve Mahomoodally 2015).

Antibakteriyel ve antifungal özelliği: Aloe vera jelinin antibakteriyel ve antifungal etkisi bulunmaktadır (Satıcı 2011). Christaki ve Florou-Paneri (2010) yaptığı çalışmalarda Aloe vera bitkisinin anti-bakteriyel aktivitesine kanıt olarak *Str. pyogenes*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella* sp. gibi bazı mikroorganizmaların insan ve hayvanlarda gıda zehirlenmesine veya hastalıklara sebep olan özellikle Gram-pozitif bakterilere karşı gelişmesini önlediğini belirlemiştir. Aloe vera jelinin anti-fungal etkisine örnek olarak; 'tinea' hastalığına neden olan mantarın gelişimini önleyebilmiş ancak bu deney yalnızca *in vitro* ortamda gerçekleştirilmiştir (Satıcı 2011).

Antiviral ve antitümör özelliği: Aloe vera'nin dolaylı olarak bağışıklık sisteminin uyarılması veya doğrudan antrakinonlarla bağılantısı olduğu düşünölmektedir. Bu yüzden, HIV-AIDS ya da kanser hastalığını tedavisinde Aloe vera'nın kullanıma ilişkin tıbbi araştırmalar devam etmektedir (Christaki ve Florou-Paneri 2010).

Anti-inflamatuvar özelliği: Aloe vera jelinin anti-inflamatuvar özelliğinden sorumlu olan bileşenleri ve etken maddelerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada; jelin az oranda salisilik asit içerdiği belirlenmiştir. Mascolo ve ark. (2004), Aloe vera jelinin anti-inflamatuvar etkisinin jelde bulunan emodin, emolin ve barbaloin gibi diğere bileşenlerin salisilik aside dönüştürölmesinden kaynaklı olduğunu söylemişlerdir.

Antioksidan aktivitesi: Aloe vera içerdiği başlıca antioksidanlar; tokoferol (E vitamini), karotenoid, askorbik asit (C vitamini), flavonoid ve tanen içermektedir. A.vera'nın antioksidan özelliğinden birçok hastalığı tedavi etmede faydalanılmaktadır. Jelin

etkinliğini içeren *in-vitro* bir çalışmada, konsantrasyona bağlı olarak A. vera'nın serbest radikalleri ve nitrit oksidi yakalayabildiği tespit edilmiştir. Aloe vera ekstraktlarından elde edilen polisakaritlerin antioksidan aktiviteleri incelenmiş, A.vera jeli kullanarak beş karbonhidrat ve beş proteaz olmak üzere toplamda 10 sindirilebilir enzim içeren ekstrakt hazırlanmıştır. Sonuç olarak, Aloe vera polisakaritleri oksidatif strese karşı koruyucu etki ve böbrek epitel hücrelerindeki hücre ölümünü engelleyici bir etkide bulunmuştur (Narayanan ve Prabhu 2017).

A. vera' nın içerdiği bir diğer güçlü antioksidan bileşikler; glatasyon peroksit aktivitesi, süperoksit dismutaz enzimler ve fenolik antioksidanlar şeklinde sıralanabilmektedir. Yapılan son çalışmalarda A. vera' dan türetilen üç aloesin çeşidinin (Bunlar isorabaichromone, feruoylaloetin ve *p*-coumaroylaloetin olarak isimlendirilmektedir.) serbest radikal ve süperoksit anyon süpürme aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir (El-Naihoum 2018).

2.3. Serbest Radikaller ve Antioksidanlar

Serbest radikaller, dış yörüngelerinde eşleşmemiş elektrona sahip moleküller olarak tanımlanmaktadır. Yapılarında eşleşmemiş elektron buldukları için kararsız ve oldukça reaktiftirler (Özer 2013). Reaktif oksijen çeşitlerinin (ROS) meydana gelmesini ve yol açtığı hasarları engellemek üzere bir takım savunma sistemleri bulunmaktadır. Bunlar antioksidan savunma sistemleri ya da antioksidanlar olarak bilinmektedirler (Çandöken 2008).

Diğer bir tanımlamayla, antioksidanlar serbest radikallerin oluşmasını ya da ortamda bulunan radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini önleyen ve yapılarında çoğunlukla fenolik özellik olan moleküllerdir (Yavaşer 2011).

Antioksidanlar, vücut hücreleri tarafından üretilmekte ya da gıdalardan alınabilen kimyasal maddelerdir (Çandöken 2008, Şimşek 2011, Yavaşer 2011). Fakat insan vücudunda üretilen antioksidanlar tarafından sunulan koruma sınırlıdır. Böyle bir

durumda ROS oluşumu biyolojik sistemlerin antioksidan kapasitesini aşar ise oksidatif stres oluşabilmektedir (Albayrak ve ark. 2010, Okan ve ark. 2013).

Gıdalarda bulunan doğal antioksidanlar; A, C ve E vitamini, flavonoidler, karotenoidler ve polifenollerdir (Özer 2013). Gıdalarla alınan antioksidanlar; kanser, kardiyovasküler gibi çeşitli hastalıkları önlemekte ve yaşlanmayı geciktirmektedirler. (Okan ve ark. 2013). Bu sebeple gıdalarda ve biyolojik sistemlerde doğal şekilde oluşan birçok maddenin antioksidan kapasite çalışmasına ilgi günden güne artmaktadır (Albayrak ve ark. 2010).

2.4. Antioksidan Kapasite ve Tayin Yöntemleri

Antioksidan aktivite ve antioksidan kapasite kavramları genellikle birbirileri yerine kullanılmaktadır. Ancak her birinin anlamı oldukça farklıdır. Antioksidan aktivite, belirli bir antioksidan ve oksidan arasındaki tepkimenin hız sabitini ihtiva eder. Antioksidan kapasite ise bir örneğin süpürdüğü spesifik bir serbest radikalın miktarının ölçüsü olarak tanımlanabilmektedir. Bu ölçümlerde, bileşenlerin tek tek antioksidan kapasitesinin ölçülmediği yalnızca heterojen antioksidan karışımının miktarının belirlendiği unutulmamalıdır (Büyüktuncel 2013).

Bu zamana kadar birçok antioksidan kapasite yöntemi geliştirilip uygulanmıştır (Aydoğan 2016). Antioksidan kapasite yöntemleri hidrojen atomu transferine dayanan (HAT) ve elektron transferine dayanan (ET) olarak iki ana başlıkta toplanmaktadır (Doğan 2015).

Çizelge 2.2. Antioksidan kapasite yöntemlerinin gruplandırılması (Doğan 2015, Aydoğan 2016, Kara 2018).

Antioksidan Kapasite Metotları	
Hidrojen atomu transfer (hat) reaksiyonlarına dayanan yöntemler	<ul style="list-style-type: none">• Oksijen radikal absorbans kapasite (ORAC)• Toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre (TRAP)
Elektron aktarımına (ET) dayanan yöntemler	<ul style="list-style-type: none">• Troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC veya ABTS yöntemi)• Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi• Cu (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) yöntemi• DPPH radikal söndürücü kapasite yöntemidir.

Bu tez çalışmasında yararlanılan antioksidan kapasite yöntemleri ABTS, CUPRAC ve DPPH olup aşağıda prensipleri açıklanmıştır.

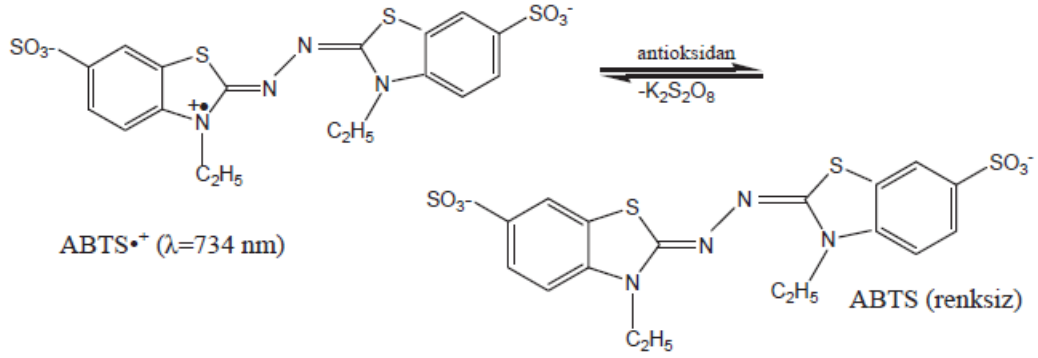
2.4.1. ABTS Yöntemi

ABTS metodunu ilk olarak Miller ve Rice-Evans 1993 senesinde raporlamış Re ve arkadaşları tarafından ise yöntem geliştirilmiştir (Büyüktuncel 2013, Okan ve ark. 2013, Aydoğan 2016). Bu yöntemde 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonat) (ABTS) $K_2S_2O_8$, MnO_2 , H_2O_2 gibi kimyasal bileşikler kuvvetli yükseltgenlerle reaksiyona girip $ABTS^+$ oluşturulur (Öztürk 2008). ABTS yöntemi karakteristik dalga boyu 660, 734 ve 820 nm' de maksimum absorbasyona ulaşmaktadır. Yöntemin temeli ABTS radikal katyonunun verdiği absorbansın antioksidan bileşikler yoluyla ABTS' nin renginin azalmasına dayanmaktadır (Büyüktuncel 2013, Okan ve ark. 2013).

Standart madde olarak vitamin E'nin suda çözünebilen bir formu olan Troloks (6-hidroksi- 2, 5, 7, 8- tetrametilkroman2- karboksilik asit) kullanılmakta (Büyüktuncel 2013) ve sonuçlar Troloks türevinden verilmektedir (Koçak 2014).

Yöntemin en büyük avantajlarından birisi ABTS' nin hem suda hem de organik çözücülerde çözünmesidir. Bu sebeple hem hidrofilik hem de lipofilik ortamlarda kolaylıkla kullanılabilir (Şimşek 2011).

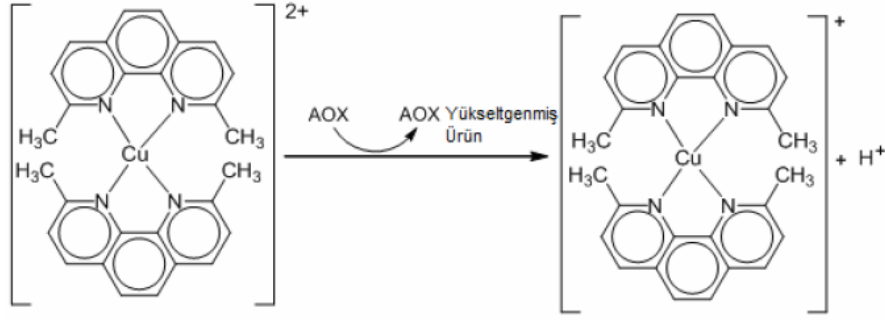
ABTS yöntemi kolay uygulanması sebebiyle sıklıkla tercih edilmiş ayrıca çok sayıda gıda ürünüde de kullanılmıştır (Albayrak ve ark. 2010). Ancak yöntemin olumsuz özelliği olarak ABTS tepkimesinin sonlanma noktasına ulaşmasının uzun sürmesi söylenebilmektedir. Reaksiyonun kısa süreli bir sonlanma noktasının olması (4-6 dakika) reaksiyon bitmeden önce okuma yapılmasına ve bu yüzden ABTS değerlerinin daha düşük olmasına sebebiyet verebilmektedir (Büyüktünel 2013).



Şekil 2.1. ABTS•⁺ radikali ile antioksidan arasında gerçekleşen tepkime

2.4.2. CUPRAC Yöntemi

Yöntem Apak ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Büyüktünel 2013). Bu yöntem, Cu(II)'nin antioksidanlar tarafından Cu (I)'e indirgenmesi esasına dayanmaktadır (Şekil 2.2) (Horasan Sağbasan 2015).



Şekil 2.2. Cu(II)'nin antioksidanlar tarafından Cu(I)'e indirgenmesi (Aydoğan 2016)

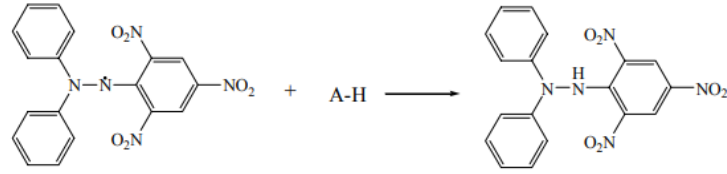
Yöntemde 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin (Neokuproin) ve Cu (II) aynı ortama bırakılmaktadır. Cu (II)'nin antioksidanlar tarafından indirgenmesinin ardından oluşan Cu (I)' in Neokuproin ile gerçekleştirdiği karışım 450 nm' de en yüksek absorbans değeri göstermektedir (Öztürk 2008).

Metodun kısa sürede tamamlanabilmesi yani hızlı olması en iyi özelliklerinden biridir. CUPRAC yönteminin diğer antioksidan kapasite tayin yöntemlerine göre avantajı olarak pratik uygulanabilirliği ve kullanılan ayıraçların uygun fiyatlı olması sayılabilmektedir (Aydoğan 2016). Analiz askorbik asit, ürik asit, gallik asit ve kersetin için birkaç dakikada tamamlanırken daha karmaşık yapılar 30-60 dakika sürmektedir (Büyüktuncel 2013, Okan ve ark. 2013).

2.4.3. DPPH Yöntemi

DPPH yöntemi ilk kez 1995 senesinde Brand-Williams ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Sanchez ve arkadaşları 1998 senesinde bu metot üzerinde bir takım değişiklikler uygulamışlardır (Okan ve ark. 2013). 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), nadir olarak ticari üretimi yapılan ve bileşiminde azot bulunduran kararlı bir radikaldir (Horasan Sağbasan 2015). Yöntem doğal ekstraktların antioksidan kapasite tayininde sıklıkla tercih edilmektedir (Okan ve ark. 2013). Dalga boyu 515 nm' de en yüksek absorbans değerine ulaşmaktadır. Analiz sırasında serbest bir elektron yer değiştirdiğinde menekşe rengi oluşmaktadır. DPPH çözeltilisi antioksidan bir maddeyle

karıştırıldığında indirgenerek koyu menekşe renginin kaybı gözlemlenmektedir (Albayrak ve ark. 2010). DPPH ve antioksidan madde arasındaki tepkime Şekil 3'de şematize edilmiştir (Öztürk 2008).



Şekil 2.3. DPPH Molekülünün Antioksidan Madde ile Reaksiyonu (Öztürk 2008)

DPPH metodu kolay, hızlı olmakla birlikte net ve tekrar uygulanabilen sonuçlar vermektedir. Sadece UV-GB spektrofotometresine ihtiyaç duymaktadır. Mikroplaka yardımıyla birçok örnek okunabilmektedir. DPPH organik şartlarda çözülebilirken (özellikle alkol ortamında), sulu koşullarda çözülme göstermez. Bu yüzden hidrofilik antioksidanlar için DPPH yöntemi tercih edilmemektedir. Bu yöntem antioksidan kapasite tayinlerinde sıklıkla uygulanmaktadır. Ancak analiz esnasında ışığın etkisi unutulmamalıdır. Metanol ve aseton ile hazırlanan DPPH solüsyonu 517 nm'de 120 dakika direkt olarak ışığa maruz bırakıldıktan sonra yapılan okumada absorbans değeri %20 ve %35 oranlarında düşüş göstermiştir. 150 dk boyunca karanlıkta bekletildiğinde ise ciddi bir değişim gözlenmemiştir (Büyüktuncel 2013).

2.5. Biyoalınabilirlik ve Biyoyararlılık

In vitro biyoyararlılık/biyoalınabilirlik yöntemleri besin maddeleri ve/veya gıda bileşenleri arasındaki olası etkileşimler, luminal faktörlerin etkileri (pH ve enzimler dahil), gıda hazırlama ve işleme uygulamaları, gıda matrisinin doğası hakkında bilgi vermek amacıyla kullanılmaktadır (Etcheverry ve ark. 2012). Fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin tam olarak tespit edilebilmesi için bu bileşiklerin biyoyararlılıklarının incelenmesi gerekmektedir (Arslan 2015). Fakat insanlar ve hayvanlar üzerinde uygulanan *in vivo* çalışmalar etik sebeplerden ve yüksek maliyetlerden ötürü kısıtlanmıştır (Deveci ve ark. 2017). *In vitro* metotlar *in vivo* metotlara göre ucuz, daha hızlı ve deneysel değişkenler için daha iyi kontroller sunmaktadır (Etcheverry ve ark. 2012). Bu sebeplerle *in vitro* simülasyon modelleri

geliştirilmiş ve gıda biyoyararlılıklarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. (Deveci ve ark. 2017).

Oral tüketimde mikrobeyinler ve fitokimyasallar vücutta tam olarak emilememektedir. Tam olarak emilen, dokulara dağıtılan, metabolize edilen ve sonunda vücuttan atılan miktarı ölçmek için biyoyararlılık terimi ortaya çıkmıştır (Çatalakaya 2015).

Biyoyararlılık, maddenin gastrointestinal sistemden kan dolaşımına ulaşan kısmı olarak tanımlanabilmektedir (Arslan 2015). Bir bileşiğin vücuttaki potansiyel kullanılabilirliğini değerlendirme aşamasında bu bileşiğin miktarından daha önemli olan gıdadaki biyoyararlanımıdır. Fenolik bileşiklerin ve antioksidan maddelerin biyolojik olarak erişilebilmesi ile ilgili çalışmaların önem kazandığı görülmektedir. Bunun sebebi yalnızca gıda matrisinden salınan ve/veya ince bağırsakta absorbe edilen bileşiklerin biyolojik olarak kullanılabilmesi ve faydalarını gösterebilmeleri olarak bilinmektedir (Şensu 2018).

Biyoalınabilirlik ise bir maddenin veya elementin fraksiyonlarının bir bölümünün canlılar tarafından emilimi şeklinde açıklanmaktadır (Albayrak 2015). Gıda bileşenlerinin doğası gereği biyolojik etkiler gösterebilmesi için, biyoalınabilir olması gerektiği aşıkardır (Aydın 2014).

Hamman (2008), A. vera jeli ve yaprak ekstraktının C ve E vitaminlerinin oral biyoyararlanımına etkisini, randomize, çift kör, çapraz klinik bir çalışmada insanlar üzerinde araştırmıştır. Hem jelin hem de yaprak ekstraktının C vitamininin emilim oranını azalttığı görülmüştür. Ancak A.vera jel uygulanan örnek ile kontrol örneği kıyaslandığında, C vitamininin genel biyoyararlılığı 3 kat daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca A.vera jel, C vitamininin bu seviyesini başlangıç seviyesinden 24 saat sonra bile önemli derece yüksek olarak korumuştur ($p \leq 0.05$). A.vera yaprak ekstraktının C vitamininin biyoyararlanımı ise kontrolle karşılaştırıldığında yalnızca %80 olarak tespit edilmiş ve bu değer 24 saat sonra başlangıç seviyesine geri dönmüştür. E vitamini için biyoyararlanıma bakıldığında A.vera jel uygulandığında 3,7 kat, A.vera yaprak ekstraktı uygulandığında 2 kat daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak bu araştırma ile Aloe vera

ürünlerinin vitaminlerin biyoyararlanımını arttırdığı görülmüştür. Bunun sebebi ise A.vera' nın etki mekanizmasının bağırsak sistemindeki vitaminlerin yıkımına, polisakkaritlerin vitaminlere bağlanmasına ve böylece absorbasyon hızının yavaşlamasına karşı olası bir koruma kalkan oluşturması ile ilişkilendirilmiştir.

Arslan (2015) yapmış olduğu çalışmada çiğ ve haşlanmış brokoli, ıspanak, radika ve cibesde bulunan fenolik bileşiklerin biyoyararlılık ve biyoalınabilirliklerini incelemiştir. Sindirim sonrasındaki toplam fenolik bileşik miktarlarının mide koşullarında artış gösterdiği ancak bağırsak koşullarında azaldığı görülmüştür. Fenolik bileşikler için biyoyararlılık değerleri %11-32, biyoalınabilirlik değerleri %60-80 aralıklarında bulunmuştur. Hem mide hem de bağırsak ortamında antioksidan kapasite değeri başlangıca göre önemli düzeyde azalmıştır ($p<0,05$). DPPH metoduyla elde edilen antioksidan kapasitenin biyoyararlılık değeri %10-42 aralığında ve ABTS metoduyla elde edilen antioksidan kapasitenin biyoyararlılık değeri ise %20-48 aralığında belirlenmiştir. Sebzelerin fenolik bileşik miktarları haşlama uygulamasıyla kayba uğramıştır fakat radika dışındaki tüm sebzelerin biyoyararlılıklarında artış gözlenmiştir ($p<0,05$). Sonuç olarak bu çalışmadaki sebzelerin fenolik içerik bakımından zengin olmasına karşın bu içeriklerin biyoyararlılık değerlerinin düşük olduğu belirlenmiştir.

2.6. Aloe Vera Jeli ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Öztürk ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada Pirariz elmasına hasat öncesi aminoetoksiviniylisin (AVG ; 125 mgL⁻¹), hasat sonrasında ise Aloe vera jel (%20) uygulayarak soğuk şartlarda (2 °C ve %90+5 oransal nem) muhafaza etkinliği ve meyve kalitesi gibi kriterleri incelemiştir. Depolama ve raf ömrü boyunca meyve eti sertliği, ağırlık kaybı, nişasta parçalanması, suda çözünür kuru madde gibi birçok parametreleri değerlendirilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Neticede AVG ve Aloe vera jel kombinasyonunun meyve kalitesini arttırmak ve muhafaza süresini uzatmak amacıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Castillo ve ark. (2010) ' un yaptığı çalışmada, sofralık üzüm asmaları hasat edilmeden 1 ve 7 gün öncesinde Aloe vera jeli (%25) ile muamele edildikten sonra 2 °C'de

depolanmıştır. Depolama zarfında üzümlerdeki solunum oranı, renk, sertlik, mikroorganizma gelişimi gibi parametreler gözlenmiştir. Aloe vera muamelesi ile meyvedeki ağırlık kaybı ve solunum oranında görülen artışlar ciddi bir oranda geciktirilmiş, renk ve sertlikteki değişimler ise belli bir seviyeye kadar indirgenebilmiştir. Depolama sonundaki mikroorganizma sayısı (mesofilik aerobik, küf ve fungus)da Aloe vera uygulaması ile büyük miktarda düşürülmüştür. Sonuç olarak Autumn Royal sofralık üzüm çeşidinin soğukta muhafazasında Aloe vera jeli muamelesi kullanılarak başarı sağlanabilmiştir (Saticı 2011).

Hu ve ark. (2003), iki, üç ve dört yaşındaki A. vera bitkilerinde bulunan polisakkarit ve flavonoid bileşenlerini incelemiştir. Üç ve dört yaşındaki aloe veraların polisakkarit ve flavonoidce daha zengin olduğunu ve aynı zamanda bütün Aloe vera ekstralarının önemli seviyede antioksidan aktivitelerine sahip olduğunu kanıtlamıştır. Yapılan çalışma sonucunda, A.vera kompozisyonunda ve antioksidan aktivitesinde bitkinin gelişme aşamalarının büyük ölçüde etken olduğu düşünülmektedir.

Miranda ve ark. (2009) hava sıcaklığının, Aloe vera (*Aloe barbadensis*) jelinin fizikokimyasal ve besinsel özellikleri ile antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 80°C ve 90°C’ deki kuruma sıcaklıklarında jelin fizikokimyasal ve besinsel özellikleri önemli derecede değişmiş ya da kaybı gözlenmiştir. Ayrıca bu sıcaklıklarda A.vera jelin antioksidan kapasitesi azalmıştır. Bu etkiler çok uzun bir kurutma süresinin (50°C, 810 dk) sonunda ortaya çıkmıştır. Buna rağmen A.vera jeldeki fizikokimyasal ve besinsel özelliklerdeki küçük değişimler 60-70° C’de gözlenmiştir. Sonuç olarak yüksek kalitede bir jelin üretimi sağlanmıştır.

Jiwanit ve ark. (2018), antagonistik bir maya olan *Pichia guilliermondii* (suş; BCC5389) ile aloe vera jeli karıştırılarak hasat sonrasında toplanan mandalinaları bu karışım ile kaplamıştır. Savunmaya ilişkin gen ifadesi ve enzim aktivitelerine ek olarak meyvedeki flavonoid dokusunda biyoaktif bileşik birikimi bulunmuştur. Bu olay *Penicillium digitatum*'un sebep olduğu meyve çürümelerini büyük ölçüde engellemeyi sağlamıştır. Depolama süresince meyve kalitesi kriterlerinin hiçbiri yapılan işlemlerden etkilenmemiştir. Aloe vera jel ile antagonistik maya suşu BCC5389’ nun karıştırılması ve

bu karışımın kaplama olarak kullanılması meyve kalitesinde olumlu etkiler göstermiştir. Bunlara ek olarak, mandalinaların hasat sonrası depolanma zarfında doğal savunma mekanizmalarının tetiklenmesi sayesinde yeşil küfün ortaya çıkardığı ürün kaybı önlemiştir.

Khaliq ve ark. (2019) Sapodilla meyvesine Aloe vera (AV) jeli (%50 veya %100) tek başına ya da *Fagonia indica* (FI) bitki özütü ile %1 oranında zenginleştirerek uygulamıştır. Bu uygulama sırasında Sapodilla meyvesi 20°C'de 12 gün boyunca depolanmış olup fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri izlenmiştir. %100 AV ve %1 FI ile muamele edilen meyvede ağırlık kaybı, bozulma oranı, çözünür katı madde konsantrasyonu gibi parametreler potansiyel olarak azalmıştır. Muamele görmeyen meyveyle karşılaştırıldığında meyve sertliğinin ve titre edilebilir asitlik derecesinin korunduğu görülmüştür. Katılımcılar, AV jeli ve FI bitki özünün sapodilla meyvesi üzerindeki duyuşal özellikleri bakımından herhangi bir olumsuz etki tespit etmemişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen kanıtlar, FI ekstraktı ve AV jel kaplamasının beraber uygulanmasının sapodilla meyvesi üzerinde depolama esnasında kaliteyi korumak ve raf ömrünü uzatmak için umut verici bir yaklaşım açısı olduğunu göstermiştir.

Mendy ve ark. (2019) yapmış olduğu çalışmada papaya meyvelerini A.vera ile kaplamış, meyvenin kalite niteliklerini, raf ömrünü ve antioksidan aktivitesini 15 gün boyunca 3 gün aralıklarla depolama esnasında gözlemlemiştir. Depolama süresi boyunca oda sıcaklığındaki papaya meyvelerine, A. vera jel (0, 15, 25 ve %50, hacim / hacim' de) uygulanmıştır. A. vera kaplanmış meyveler pH, titre edilebilir asitlik, askorbik asit, toplam karotenoid içeriği, toplam fenolik içeriği ve toplam flavonoid içeriği gibi özelliklerini korumuştur. Ayrıca DPPH süpürme aktivitesinin 12 gün içerisinde çürüyen A. vera ile kaplanmamış meyvelere göre daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında, papaya meyvesinin A. vera ile kaplanmasının meyvenin raf ömrü gibi daha bir çok özelliğini olumlu yönden etkilediği vurgulanmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan Aloe vera (*Aloe barbadensis*) örnekleri, Bursa İlinin farklı yerlerinden ticari olarak temin edilmiştir ve analizler gerçekleştirilinceye dek, -24°C' de muhafaza edilmiştir.

Aloe vera (*Aloe barbadensis*) örneklerinin bir kısmı toplam kurumadde tayini, kül tayini, pH, briks, titre edilebilir asitlik tayini, toplam antosiyanin tayini ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır.

Analizlerde kullanılacak Aloe vera örnekleri Şekil 3.1., Şekil 3.2., Şekil 3.3.' te gösterilmiştir. A.vera örnekleri tabanından kesilerek yapraklar distile su ile yıkanarak kurulanmıştır. Şekil 3.4' de sarı renkli sıvının (Aloin) uzaklaştırılması amacıyla kesilen yapraklar dikey olacak şekilde bir behere konulup 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra bir bıçak yardımıyla yapraklar ortadan ikiye ayrılarak iç jel kısmı çıkarılarak porselen havanda homojen hale getirilmiştir.





Şekil 3.1. AV₁ örneğinin üstten görüntüsü, önden görüntüsü ve jel formu



Şekil 3.2. AV₂ örneğinin üstten görüntüsü, önden görüntüsü ve jel formu



Şekil 3.3. AV3 örneğinin üstten görüntüsü, önden görüntüsü ve jel formu



Şekil 3.4. Aloe vera' nın dikey kesiti ve sarı renkli sıvının (Aloin) uzaklaştırılması

Yapılan fizikokimyasal ve spektrofotometrik analizler, Bursa Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Enstrümantal Analiz ve Fiziksel-Kimyasal Analiz Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

3.2.Yöntem

3.2.1. Toplam Kurumadde Tayini

Aloe vera örneklerine ait kurumadde tayini, AOAC Metot No: 984.25'e (AOAC 1990) göre yapılmış, 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları g/100g olarak ifade edilmiştir.

3.2.2. Suda Çözünen Kurumadde Tayini

Aloe vera örneklerine ait suda çözünen kurumadde tayini, AOAC Metot No: 970.59'a (AOAC1990) göre 3 paralelli olarak dijital refraktometre ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Kül Tayini

Aloe vera örneklerine ait kül tayini, AOAC Metot No: 940.26'ya (AOAC 1990) göre 3 paralelli olarak yapılmış ve analiz sonuçları g/100 g km olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. pH Tayini

Aloe vera örneklerine ait pH tayini, AOAC Metot No: 981.12'ye göre (AOAC 1990). Hanna marka, pH 211 model (Hanna Instruments S.R.L., ABD) pH-metre cihazı ile 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş.

3.2.5. Titre Edilebilir Asitlik Tayini

Aloe vera örneklerine ait titre edilebilir asitlik tayini, AOAC Metot No: 942.15'ya (AOAC 1990) göre 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş, sonuçlar malik asit cinsinde g/100g olarak ifade edilmiştir.

3.2.6. Toplam Antosiyanin Tayini

Aloe vera örneklerindeki toplam antosiyanin miktarı Lee ve ark. (2005) in geliştirdiği pH-diferansiyel yöntemiyle 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş, sonuçlar *siyanidin-3-glikozit* eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

Tampon Hazırlama

- (a) pH:1,0 tamponu (KCl: 0,025 M): 0,18638 g KCl bir behere tartılıp bir miktar saf su ile ultrasonik su banyosunda çözündürme gerçekleştirilmiştir. Tamamen çözdürüldükten sonra elde edilen karışım yaklaşık 0,63 mL HCl ile pH-metre yardımıyla pH:1,0'e getirilmiştir. Hazırlanan çözelti 100 mL' lik balonjojede saf su ile hacme tamamlanmıştır.
- (b) pH:4,5 tampon (sodyum asetat, 0,4M): Bir beherde 5,443 g $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ tartılıp bir miktar saf su ile ultrasonik su banyosunda çözdürülmüştür. Çözülen karışım pH-metre yardımıyla yaklaşık 2 mL HCl ile pH 4,5' a getirildikten sonra 100 mL'lik balonjojede saf su ile hacme tamamlanmıştır.

Örnek Hazırlama

Aloe vera jellerinden 2 gram örnek 10 mL' lik balonjojeye tartılmıştır. Bir miktar saf su eklendikten sonra ultrasonik su banyosunda homojen hale getirilip saf su ile hacme tamamlanmıştır. Hazırlanan bu karışımdan 1 mL örnek pyrex tüplere alınıp ve üzerine pH:1,0 ve pH: 4,5 tamponlu 4 mL çözelti ilave edilmiştir.

Ölçüm ve Hesaplama

Hazırlanan örnekler önce 520 nm sonra 700 nm dalga boylarında olacak şekilde spektrofotometrede (Optizen 322OUV, Optizen Labs LLC, Warsaw, Polonya) okuma yapılmıştır. Toplam monomerik antosiyanin miktarı siyanidin-3-glikozit eşdeğeri olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Monomerik Antosiyenin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l} \quad (3.1)$$

$$A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH:1.0}} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH:4.5}}$$

MW=Siyanidin-3-Glikozitin molekül ağırlığı 449,2 g/mol

DF=Seyreltme faktörü

ϵ = Siyanidin-3-Glikozit için molar yok etme (extinction) katsayısı 29,600 L/mol/cm

l = Işığın kat ettiği yol

Formülleri kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Analizler 3 paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar mg/kg olarak, siyanidin-3-glikozit eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.7. Antioksidan Kapasite ve Toplam Fenol İçeriğinin Belirlenmesi

Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir, biyoalınabilir ekstraksiyonları hazırlandıktan sonra, antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ekstraksiyon

Ekstrakte Edilebilir Fenolik Madde Ekstraksiyonu: Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir fenolik madde ekstraksiyonu, Vitali ve ark. (2009) 'nın metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Metot kapsamında nem oranı yaklaşık %1,06 olan kurutulmuş örnekler tartılarak üzerlerine 1:80:10 oranında 5 mL HCl_{kont}/methanol/distile su çözeltisi eklenmiştir. Hazırlanan karışım çalkalyıcı su banyosunda (JB50-D; Shanghai, China) 20 °C'de 2 saat çalkalanmıştır. Su banyosundan alınan karışım 3500 rpm hızda, 10 dk boyunca, 4 °C'de santrifüj işlemine tabi tutulmuştur (Sigma 3K 30, Germany). Daha sonra süzüntü kısmı ayrılarak ve analizler gerçekleştirilinceye kadar -24°C'de, falcon tüplerde muhafaza edilmiştir.

Hidrolize Edilebilir Fenolik Madde Ekstraksiyonu: Aloe vera örneklerinde hidrolize edilebilir fenolik madde ekstraksiyonu için Vitali ve ark. (2009)' nın geliştirdiği yöntem uygulanmıştır. Ekstrakte edilebilir fenolik madde ekstraksiyonunda, santrifüj işleminden sonra kalan tortu (residu) üzerine 20 mL 10:1 oranında metanol/H₂SO₄kont çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen karışım çalkalıyıcı su banyosunda, 85 °C'de 20 saat çalkalanmıştır. Süre sonunda 3500 rpm hızda, 10 dk, 4°C'de santrifüjlenmiştir. Santrifüjleme sonunda elde edilen berrak kısımlar analizler gerçekleştirilinceye kadar -24°C'de muhafaza edilmiştir.

Biyolinabilir Fenolik Madde Ekstraksiyonu: Aloe vera örneklerindeki antioksidan bileşenlerin biyolojik olarak erişilebilirliğini araştırmak için laboratuvar koşullarında, *in vitro* mide ve bağırsak ortamı enzimatik olarak taklit edilmiştir. Analizde Bouayed ve ark' nın (2012) geliştirdiği metot uygulanmıştır.

Mide Ortamı: 0,5 kurutulmuş Aloe vera örneği üzerine 10 mL damıtık su ve 0,5 mL pepsin çözeltisi (0,1 M HCl içerisinde, 40 mg/ml) ilave edilmiştir. Karışım 5 mol/L HCl çözeltisi ile pH: 2,0'ye ayarlanmış ve çalkalamalı su banyosunda (250 rpm), 37°C' de 2,5 saat boyunca bekletilmiştir.

Bağırsak Ortamı: Su banyosundan çıkarılan örneklerin üzerine, sindirimin ikinci aşaması olarak yapay bağırsak ortamı oluşturmak amacıyla, 1 M NaHCO₃ çözeltisi yardımıyla pH:7,2' ye getirilmiştir. Ardından karışıma, 2,5 mL bile/pankreatin solüsyonu ve 2,5 mL NaCl/KCl çözeltisi eklenerek 37 °C' de 2,5 saat su banyosunda (250 rpm) çalkalanmıştır. Süre sonunda örnekler, 10 dk süre ile 3500 rpm (15°C) 'de santrifüjlenmiştir. Santrifüjden çıkan örneklerin berrak kısımları ayrılarak antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen analizlerinde kullanılmak üzere -24 °C'de saklanmıştır.

Bile/pankreatin solüsyonu; 0,5 g pankreatin ve 3 g bile tuzu tartılarak, 250 mL'lik ölçü balonunda 0,1 M NaHCO₃ çözeltisi ile hacme tamamlanmıştır.

NaCl/KCl; 0,7 g NaCl ve 0,04 g KCl tartılarak her biri ayrı bir 100 mL'lik ölçü balonunda saf su ile hacme tamamlandıktan sonra karıştırılmıştır.

Toplam Fenolik Bileşen Analizi

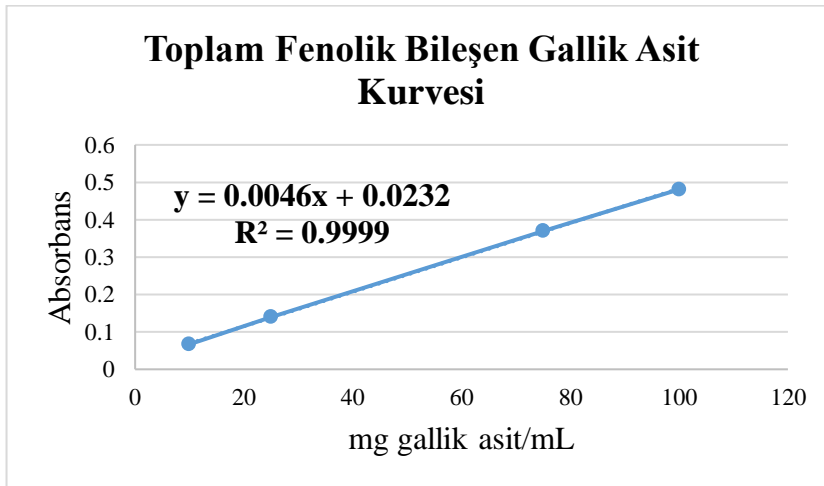
Aloe vera örneklerinin toplam fenolik madde miktarı belirlenirken Apak ve ark. (2008) nın geliştirdiği metot uygulanmıştır. Yöntemde Folin Ciocalteu çözeltisi kullanılarak, 750 nm dalga boyunda spektrofotometrik analiz yapılmıştır.

Yapılan analiz için Lowry A çözeltisi ve Lowry B çözeltisi hazırlanarak elde edilen bu çözeltiler 50:1 (v/v) oranında karıştırılıp Lowry C çözeltisi oluşturulmuştur.

Lowry A çözeltisi; 0,1 mol/L NaOH içinde %2' lik Na_2CO_3 olacak şekilde hazırlanmıştır.

Lowry B çözeltisi; %1' lik $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ içinde %0,5 CuSO_4 olacak şekilde hazırlanmıştır.

100 μL aloe vera ekstraktları deney tüplerine konulduktan sonra saf su ile 2 mL ye tamamlanmış ve üzerlerine 2,5 mL Lowry C çözeltisi eklenerek vortex yardımıyla karıştırılmıştır. Karıştırma sonunda 10 dk beklenip ardından 1:3 oranında saf su ile seyreltilen Folin Ciocalteu reaktifinden 0,25 mL eklenip tekrar karıştırılmıştır. Karışım 30 dk boyunca oda sıcaklığında karanlıkta tutulmuştur. Süre bitiminde mavi renge sahip standartların ve örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda okunmuştur. Analiz üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak, mg gallik asit/100g örnek şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 3.5. Toplam Fenolik Bileşen Gallik Asit Kurvesi

Antioksidan Kapasitenin Analizleri

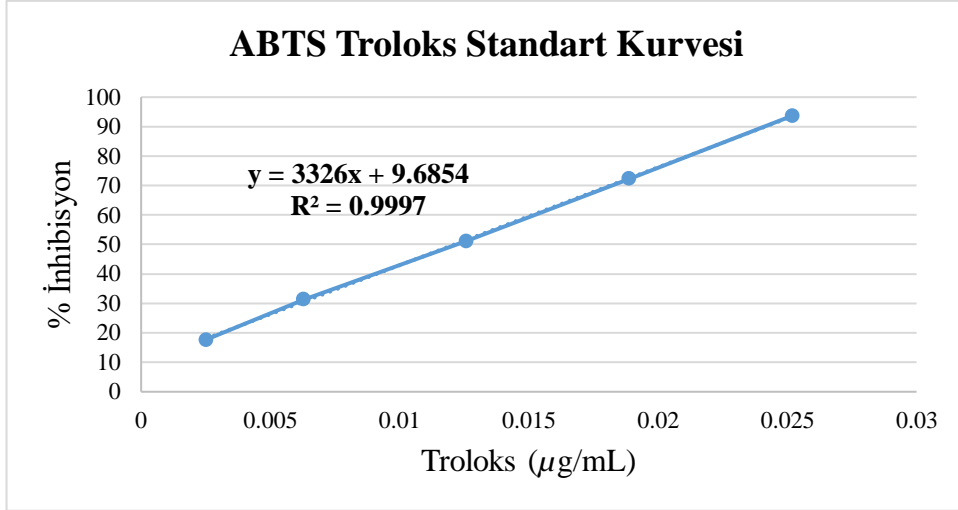
Aloe vera örneklerinin fenolik bileşenlerinin antioksidan kapasitesi ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve CUPRAC (bakır iyon indirgeme antioksidan kapasitesi) metotları olmak üzere üç farklı metot ile belirlenmiştir. Analizlerde Apak ve ark. (2008) ve Vitali ve ark. (2009) tarafından geliştirilen metotlar uygulanmıştır.

ABTS Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Aloe vera örneklerinin ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analizi, Apak ve ark. (2008) un metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

7 mM ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6- sulfonik asit) sulu çözeltisi 2,45 mM $K_2S_2O_8$ ile karıştırılarak hazırlanan ABTS stok çözeltisi oda sıcaklığında ve karanlıkta 12-16 saat bekletilmiştir. Süre sonunda, ABTS stok çözeltisi %96' lık etanolle 1:10 oranında seyreltilmiştir.

Yapılan analizde 4 mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi karıştırılıp 6 dk karanlıkta bekletildikten sonra kör örnek için 734 nm'de absorbans değeri okunmuştur ($A_{kör}$). Daha sonra her aloe vera örnekleri için 0,1 mL ekstrakt alınmış üzerine 3,9 mL %96'lik etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi eklenip karıştırılmış, 6 dk karanlıkta bekletildikten sonra 734 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak absorbans değerleri için okuma sağlanmıştır. ABTS metodu kullanılarak yapılan antioksidan kapasite tayininde standart olarak troloks kullanılmıştır. Şekil 3.6' da gösterilen kalibrasyon grafiğini elde etmek için standart troloks çözeltisinden 10-100 μ l arasında belirli konsantrasyonlarda alınıp okumalar yapılmıştır. Her örnek için 3 tekrarlı okuma yapılmış ve sonuçlar çizilen grafik yardımıyla μ mol troloks/g örnek cinsinden hesaplanmıştır.

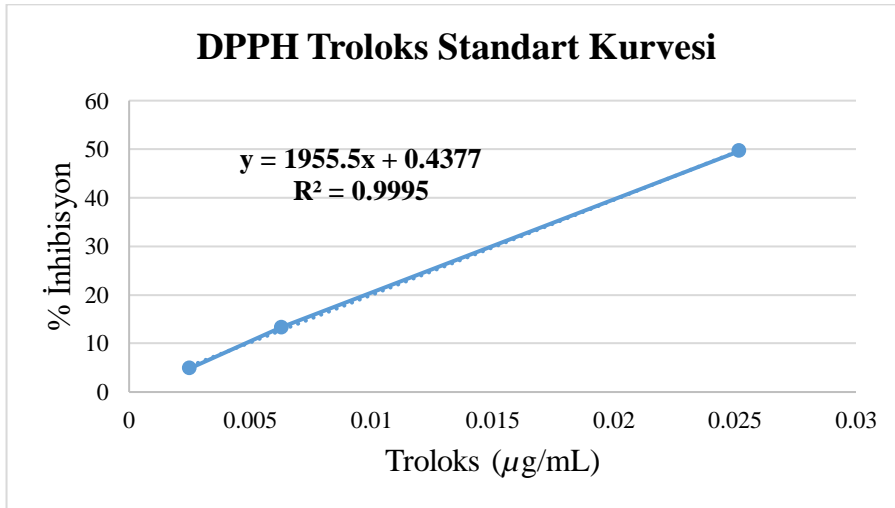


Şekil 3.6. ABTS Antioksidan Analizi Standart Kurvesi

DPPH Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Aloe vera örneklerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analizi, Cemeroğlu (2010)' un metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

DPPH çözeltisi; 0,0394 g DPPH, 100 mL'lik bir ölçü balonunda metanol ile hacme tamamlanmıştır. 1 mM konsantrasyona sahip bu çözeltiden 6 mL alınıp 100mL'ye tamamlanarak 6×10^{-5} M konsantrasyonunda DPPH çözeltisi hazırlanmıştır.



Şekil 3.7. DPPH Antioksidan Kapasite Analizi Standart Kurvesi

0,1 mL ekstrakte edilmiş aloe vera örneği üzerine 3,9 mL DPPH (6×10^{-5} M) çözeltisi eklendikten sonra 30 dk oda sıcaklığında, karanlıkta bekletilmiştir. Ardından 515 nm' de spektrofotometrede absorbans değerleri okunmuştur. Yöntemde standart olarak troloks baz alınmış olup her bir örnek için metanole karşı 3 tekrarlı okuma yapılmıştır. Şekil 3.6' da verilen standart kalibrasyon grafiğini elde etmek amacıyla hazırlanan standart troloks çözeltisi %inhibisyon değerleri ve troloks çözeltisinin 10-100 μ L karşılık gelen (0.00252-0.0252 mg troloks) mg değerleri kullanılmış ve doğru denklemi hesaplanmıştır. Aloe vera örnekleri için antioksidan kapasite değerleri çizilen grafikten faydalanılarak μ mol Troloks/g örnek cinsinden ifade edilmiştir.

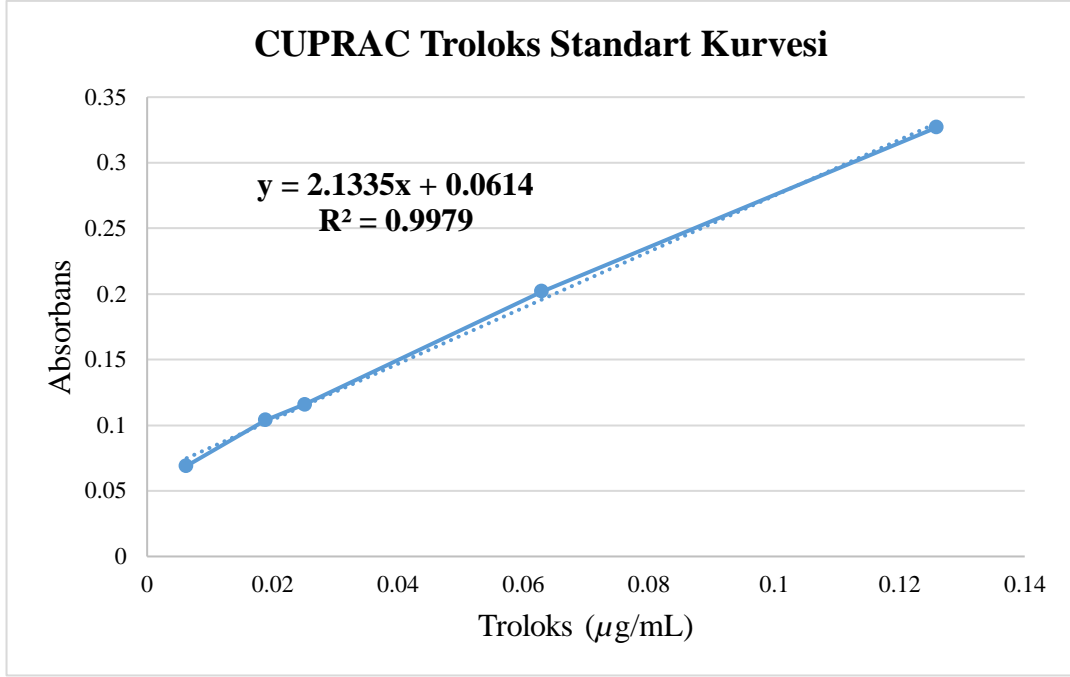
CUPPRAC Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

CUPRAC yönteminde ayıraç, ortamda amonyum asetat tampon bulunduğu iyi bir yükseltgen olan bakır(II)-neokuproin çözeltisidir. Apak ve ark.' na (2008) göre uygulanan bu metotla, toplam antioksidan kapasite, bakır(II) iyonu indirgeme kapasitesi eşitliğinden belirlendiği için dünya genelinde CUPRAC ismiyle yer edinmiştir.

CUPRAC metotunda kullanmak için gereken çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:
Cu(II) klorür çözeltisi: 0,4262 g $CuCl_2$ tartılıp 100 mL' lik ölçü balonuna alınmış ve saf su ile çizgisine tamamlanmıştır.

Neokuproin çözeltisi: 25 mL' lik ölçü balonuna 0,0390 g neokuproin tartılıp %96 lik etil alkolle hacme tamamlanmıştır.

Amonyum asetat çözeltisi: 100 mL' lik ölçü balonuna 7,708 g amonyum asetat alınıp saf su ile hacme tamamlanmıştır.



Şekil 3.8. CUPRAC Antioksidan Kapasite Analizi Standart Kurvesi

0,1 mL örnek üzerine sırasıyla 1'er mL CuCl_2 , neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri eklenerek 30 dk oda sıcaklığında karanlıkta bekletildikten sonra 450 nm'de spektrofotometrik olarak absorbanları belirlenmiştir. Her bir örnek için 3 tekrarlı okuma yapılmıştır.

Hesaplama ise, troloks çözeltisi ile hazırlanan standart kurve rehberliğinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.7' de gösterilen kalibrasyon grafiği, 0,00252-0,125 mg aralığında troloks değerleri kullanılarak çizilmiş ve en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır. Çizilen grafik yardımıyla A.vera örnekleri için antioksidan kapasite değerleri $\mu\text{mol Trolox/g}$ örnek cinsinden ifade edilmiştir.

Antioksidan Bileşenlerin %Biyolınabilirliğinin Belirlenmesi

Antioksidanların ve fenoliklerin %Biyolınabilirliği ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve bioalinabilir fenoliklerin, toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite analizi sonuçlarına göre (Anson ve ark. 2009) hesaplanmıştır. Hesaplama şu şekildedir;

Ektrakte edilebilir Fenolik Bilesenler: EFB

Hidrolize edilebilir Fenolik Bilesenler: HFB

Biyoolinabilir Fenolik Bilesenler: BFB

$$\%Biyoolinabilirlik = \frac{BFB}{EFB+HFB} \times 100$$

(3.2)

3.2.8 İstatistiksel Analiz

Örneklerine ait sonuçlardan elde edilen veriler istatistiksel olarak JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institue Inc.) programı ile varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. LSD (Least Significant Differance) testi uygulanarak elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiksel fark gruplarının belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Aloe Vera Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Aloe vera örneklerinin toplam kurumadde miktarları g/100 g cinsinden Çizelge 4.1' de verilmiştir. Aloe vera örneklerinde en yüksek kurumadde miktarına AV₃ örneğinde rastlanırken (0,80±0,18 g/100g) bunu sırasıyla AV₂ örneği (0,71±0,04 g/100g) ve son olarak en düşük kurumadde miktarı AV₁ örneğinde (0,54±0,13 g/100g) belirlenmiştir.

Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde Aloe vera örneklerinin suda çözünen kurumadde analiz sonuçları birbirine yakın değerler göstermiştir (Çizelge 4.1.). AV₁ örneğinde 0,50±0,06 g/100g, AV₂ örneğinde 0,70±0,0 g/100g ve AV₃ örneğinde 0,60±0,0 g/100g sonuçlarına ulaşılmıştır. Tornero-Martínez ve ark. (2019)' nın yaptığı çalışmada Aloe vera jelin suda çözünen kurumadde değeri 0,42 g/100g olarak belirlemiştir.

Aloe vera örneklerinin kül miktarları incelendiğinde, AV₁ (0,15±0,03 g/100 g) ve AV₂ (0,18±0,03 g/100 g) örneklerinde birbirine yakın değerler belirlenirken, AV₃ (0,26±0,01 g/100g) örneğinin 3 örnek arasında en yüksek kül değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$, Çizelge 4.1.). Vega-Gálvez ve ark. (2011)' nın yaptığı çalışmada Aloe vera jelinin kül miktarı 17,64±0,42 g/100g km olarak bulunurken; Tornero-Martínez ve ark. (2019)' nın yaptığı çalışmada taze Aloe vera jelin kül miktarı 12,62±1,10 g/100g km olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarımız Vega-Gálvez ve ark. (2011) ve Tornero-Martínez ve ark.' nın (2019) bulmuş olduğu sonuçlara göre düşük bulunmuştur. Bu farklılıkların sebebinin bitkinin yaşı, olgunluk durumu, örnek hazırlarken uygulanan farklı metotlar, analiz sırasında cihaza bağlı ya da kişiye bağlı ortaya çıkan mikro hatalardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Aloe vera örneklerinde yapılan pH analiz sonuçlarına göre değerler 4,43-4,89 arasında belirlenmiştir ($p \leq 0,05$, Çizelge 4.1.). En yüksek pH değerinde AV₁ örneği (4,89±0,01); AV₂ örneği ise en düşük pH değerinde (4,43±0,03) gözlemlenmiştir. Jiwanit ve ark. (2018)' nın yaptığı bir çalışmada Aloe vera jelin pH değeri 4,76±0,03 olarak bulunurken Mendy ve ark. (2019)' nın yaptığı araştırma sonucunda Aloe vera jelin pH değeri 5,90

olarak ölçülmüştür. Vega-Gálvez ve ark. (2011) ise pH değerini $4,74\pm 0,01$ olarak bildirmiştir.

Aloe vera örneklerinin hesaplanan titre edilebilir asitlik sonuçları Çizelge 4.1.'de malik asit cinsinden g/100g olarak verilmiştir. Aloe vera örneklerinin titre edilebilir asitlik analiz sonuçları birbirine yakın değerler göstermiştir. En yüksek AV₁ örneği ($0,08\pm 0,00$ g/100g), onu takiben AV₂ ($0,07\pm 0,03$ g/100g) ve en düşük titre edilebilir asitlik miktarı AV₃ örneğinde ($0,06\pm 0,00$ g/100g) gözlemlenmiştir. Vega-Gálvez ve ark. (2011)'nın yaptığı çalışmada Aloe vera jelin malik asit cinsinden titre edilebilir asitlik miktarı $0,08\pm 0,01$ g/100g olarak ölçülmüştür. Miranda ve ark. (2009)' un yaptığı çalışma sonucu ise Aloe vera jelin titre edilebilir asit miktarı (Malik asit cinsinden) $0,07\pm 0,03$ g/100g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Aloe vera örneklerinin toplam kurumadde, briks, pH ve titre edilebilir asitlik miktarları

Örnek	Toplam Kurumadde (g/100g)	Suda Çözünen Kurumadde (g/100g)	Kül (g/100g)	pH	Titre Edilebilir Asitlik (g/100g)*
AV ₁	$0,54\pm 0,13^c$	$0,50\pm 0,06^c$	$0,15\pm 0,03^b$	$4,89\pm 0,01^a$	$0,08\pm 0,00^a$
AV ₂	$0,71\pm 0,04^b$	$0,70\pm 0,00^a$	$0,18\pm 0,03^b$	$4,43\pm 0,03^c$	$0,07\pm 0,03^b$
AV ₃	$0,80\pm 0,18^a$	$0,60\pm 0,00^b$	$0,26\pm 0,01^a$	$4,61\pm 0,01^b$	$0,06\pm 0,00^c$
MinMax	0,54-0,80	0,50-0,70	0,15-0,26	4,43-4,89	0,06-0,08
Ort.±SS	$0,68\pm 0,13$	$0,60\pm 0,10$	$0,20\pm 0,06$	$4,64\pm 0,23$	$0,07\pm 0,01$

*Malik asit cinsinden ifade edilmiştir.

AV:Aloe vera örneği

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p\leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

4.2. Aloe vera örneklerinin Toplam Antosiyanin Tayini

Antosiyaninler, pH'larına bağlı olarak kırmızı, mor, mavi veya siyah görünebilen suda çözünür koful pigmentlerdir. Bu sebepten ötürü Aloe vera örneklerinde, pH-diferansiyel yöntemiyle yapılan analizle antosiyanin içeriğine rastlanmamıştır. Literatür çalışmaları incelendiğinde Taukoorah ve Mahomoodally (2015) çalışmalarında da Aloe vera örneklerinde antosiyanin içeriği belirlenememiştir.

4.3. Aloe Vera Örneklerinin Antioksidan Kapasite ve Toplam Fenolik Bileşen Tayini

Aloe vera örneklerinde toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite tayini (ABTS, CUPRAC, DPPH metodlarına göre) ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler olmak üzere 3 farklı ekstraksiyon ile belirlenmiştir.

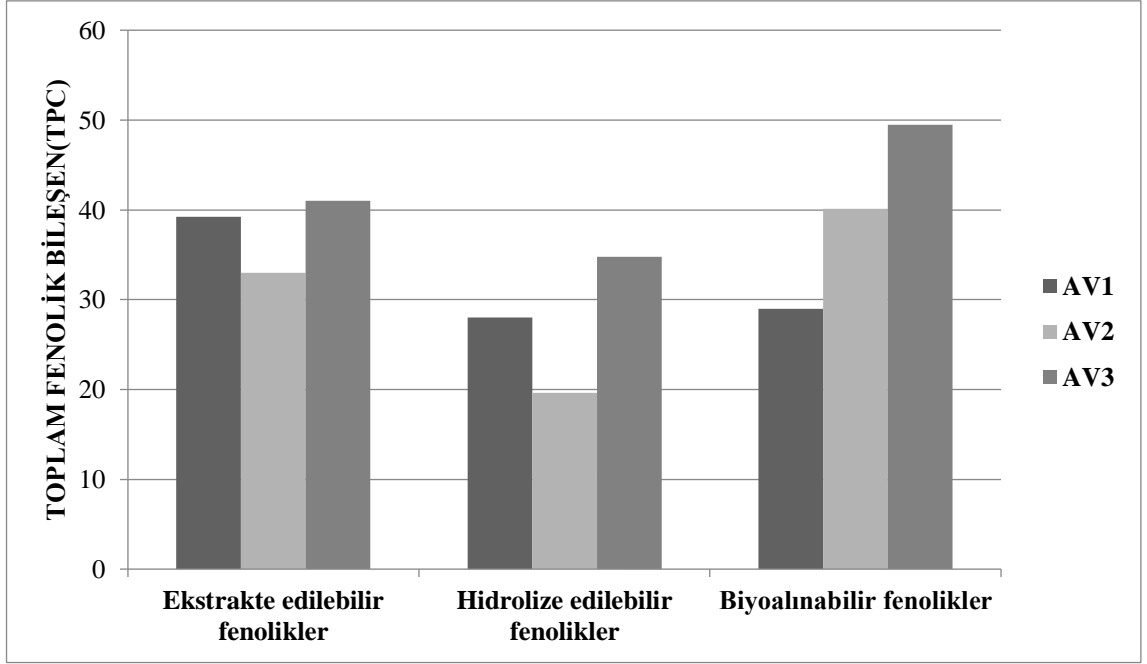
Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir toplam fenolik bileşen içerikleri Çizelge 4.2’te ifade edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmesi ise Şekil 4.1’ de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre A.vera örneklerinin toplam fenolik değerleri ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama $37,74 \pm 4,19$ mg GAE/g; hidrolize edilebilir örneklerde ortalama $27,49 \pm 7,57$ mg GAE/g ve biyoalınabilir örneklerde $39,52 \pm 10,24$ mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik miktarı en yüksek biyoalınabilir örneklerde tespit edilirken en düşük toplam fenolik miktar ise hidrolize edilebilir örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir toplam fenolik bileşen değerleri

Örnek	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE/g)		
	Ekstrakte edilebilir fenolikler	Hidrolize edilebilir fenolikler	Biyoalınabilir fenolikler
AV ₁	39,20±1,86 ^b	28,03±1,86 ^b	29,00 ± 1,86 ^c
AV ₂	33,02±3,15 ^c	19,66±3,15 ^c	40,12 ± 3,15 ^b
AV ₃	41,00±1,78 ^a	34,78±1,78 ^a	49,45 ± 1,78 ^a
Min-Max	33,02-41,00	19,66-34,78	29,00-49,45
Ort. ± SS	37,74±4,19	27,49±7,57	39,52±10,24

AV: Aloe vera örneği

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalnabilir fenolik içerik grafiği

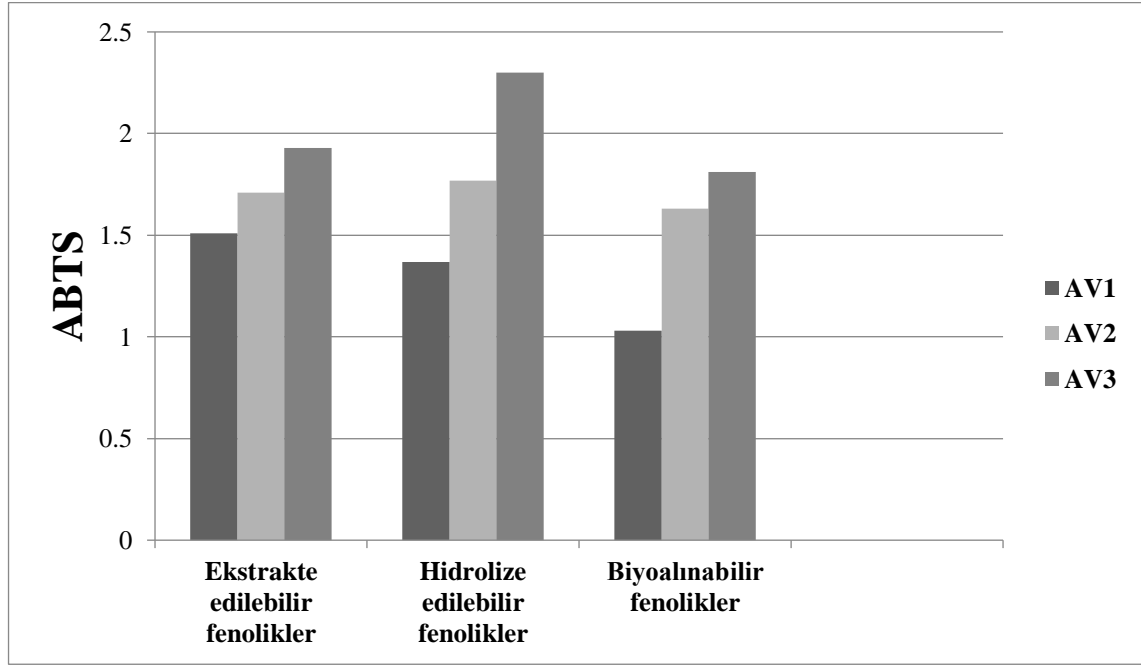
Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalnabilir ABTS değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmesi ise Şekil 4.2' de ifade edilmiştir. A.vera örneklerinin ABTS metoduna göre ekstrakte edilebilir ortalama sonuçları $1,72 \pm 0,21 \mu\text{mol troloks/g}$, hidrolize edilebilir ortalama sonuçları $1,81 \pm 0,47 \mu\text{mol troloks/g}$ ve biyoalnabilir ortalama sonuçları $1,49 \pm 0,41 \mu\text{mol troloks/g}$ olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarına bakıldığında ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir örneklerde büyük farklılıklar görülmemiştir. Ancak biyoalnabilir örneklerin ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir örneklere göre daha düşük antioksidan aktivite değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir ABTS değerleri

Örnek	ABTS(μ mol troloks/g)		
	Ekstrakte edilebilir fenolikler	Hidrolize edilebilir fenolikler	Biyoalınabilir fenolikler
AV ₁	1,51 \pm 6,07 ^c	1,37 \pm 6,07 ^c	1,03 \pm 6,07 ^c
AV ₂	1,71 \pm 0,59 ^b	1,77 \pm 0,59 ^b	1,63 \pm 0,59 ^b
AV ₃	1,93 \pm 1,77 ^a	2,30 \pm 1,77 ^a	1,81 \pm 1,77 ^a
Min-Max	19,66-34,78	1,37-2,30	1,03-1,81
Ort. \pm SS	1,72 \pm 0,21	1,81 \pm 0,47	1,49 \pm 0,41

AV: Aloe vera örneği

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir, biyoalınabilir ABTS içerik grafiği

Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir DPPH değerleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. İstatistiksel değerlendirmesi ise Şekil 4.3' de ifade edilmiştir. DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite sonuçları ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir örneklerde sırasıyla ortalama olarak; 9,62 \pm 2,3 μ mol troloks/g, 6,73 \pm 1,94 μ mol troloks/g ve 7,42 \pm 0,80 μ mol troloks/g olarak bulunmuştur.

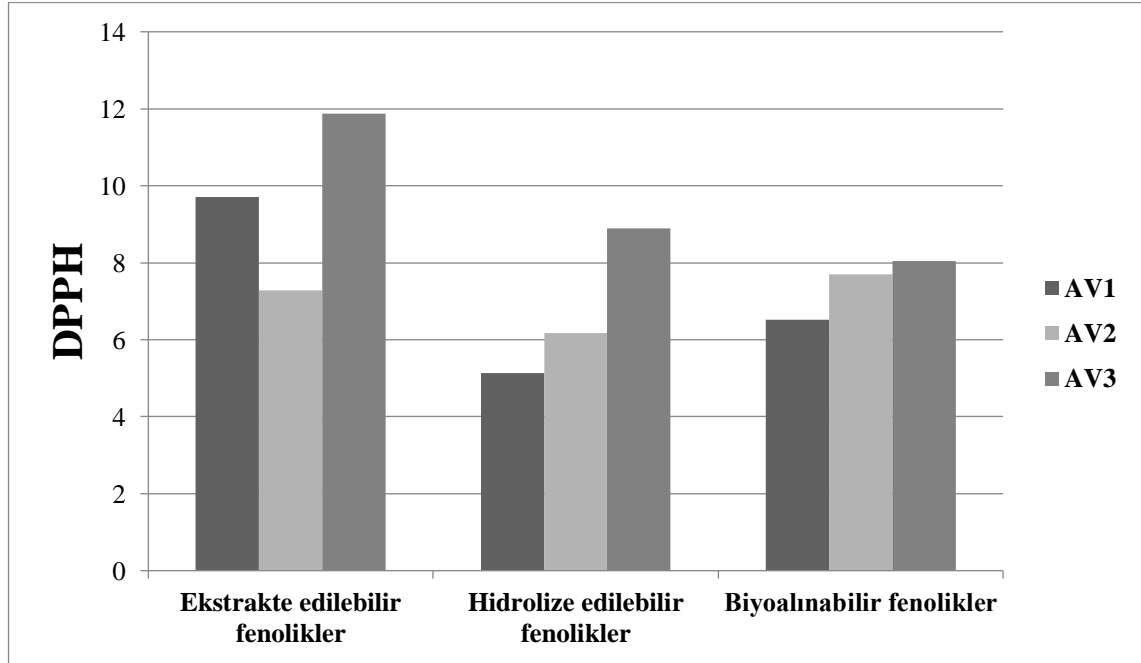
Buna göre A.vera örneklerinde DPPH analiz sonuçlarının en yüksek ekstrakte edilebilir örneklerde, ardından biyoalınabilir örneklerde, en düşük değere ise hidrolize edilebilir örneklerde ulaşılmıştır.

Çizelge 4.4. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir DPPH değerleri

Örnek	DPPH(μ mol troloks/g)		
	Ekstrakte edilebilir fenolikler	Hidrolize edilebilir fenolikler	Biyoalınabilir fenolikler
AV ₁	9,70±4,66 ^b	5,13±4,66 ^c	6,52 ± 4,66 ^c
AV ₂	7,28±6,94 ^c	6,18±6,94 ^b	7,70 ± 6,94 ^b
AV ₃	11,88±5,31 ^a	8,89±5,31 ^a	8,05 ± 5,31 ^a
Min-Max	7,28-11,88	5,13-8,89	6,52-8,05
Ort. ± SS	9,62±2,30	6,73±1,94	7,42±0,80

AV: Aloe vera örneği

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



Şekil 4.3. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir DPPH içerik grafiği

CUPRAC metoduna göre antioksidan aktivite sonuçları ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama $6,70 \pm 2,35 \mu$ mol troloks/g, hidrolize edilebilir örneklerde $4,33 \pm 1,25 \mu$ mol troloks/g olarak, biyoalınabilir örneklerde $4,78 \pm 1,68 \mu$ mol troloks/g bulunmuştur. Elde

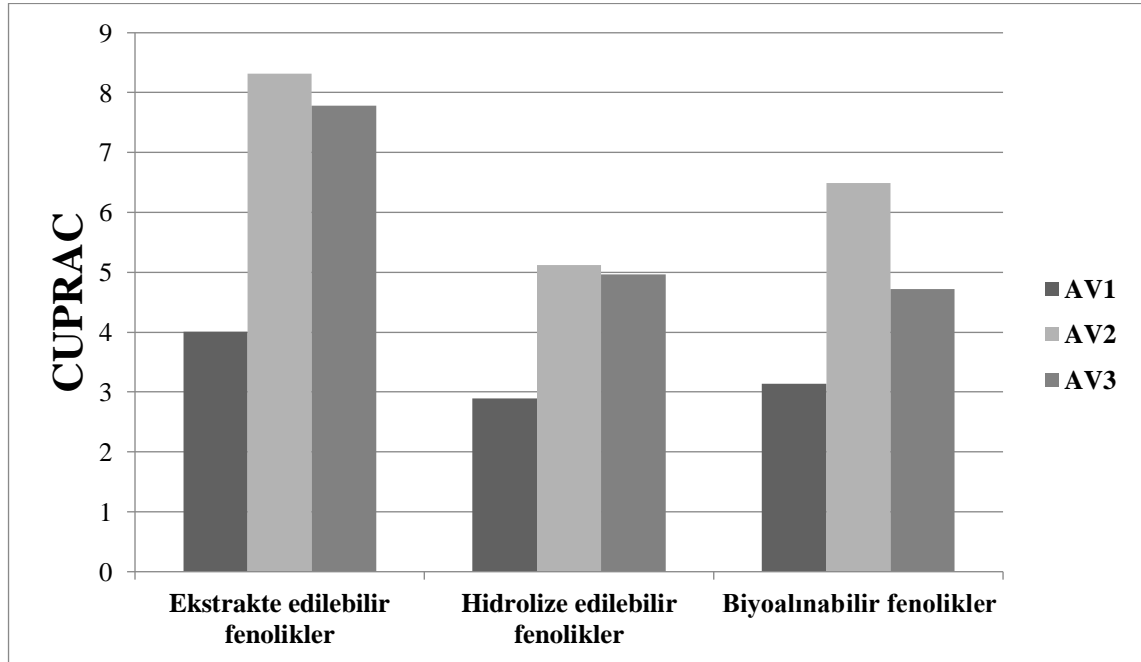
edilen değerler sonucunda A.vera örneklerinin CUPRAC analiz sonuçlarının ekstrakte edilebilir örneklerde hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir örneklere kıyasla daha yüksek olduğu görölmüştür. En düşük değer ise hidrolize edilebilir örneklerde belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir CUPRAC değerleri

Örnek	CUPRAC(μ mol troloks/g)		
	Ekstrakte edilebilir fenolikler	Hidrolize edilebilir fenolikler	Biyoalınabilir fenolikler
AV ₁	4,01±9,98 ^c	2,89±1,03 ^c	6,52 ± 4,66 ^c
AV ₂	8,32±1,03 ^a	6,18±6,94 ^b	6,49 ± 2,40 ^a
AV ₃	7,78±2,40 ^b	8,89±5,31 ^a	4,72 ± 9,98 ^b
Min-Max	4,01-8,32	2,89-5,12	3,14-6,49
Ort. ± SS	6,70±2,35	4,33±1,25	4,78±1,68

AV: Aloe vera örneği

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



Şekil 4.4. Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir CUPRAC içerik grafiği

Mendy ve ark. (2019) papaya meyvesini % 0, 15, 25 ve 50 oranlarında Aloe vera jel ile kapladıktan sonra toplam fenolik içeriğini analiz etmişlerdir. Bunun sonunca sadece Aloe vera jelin toplam fenolik içeriği 38,19 mg/100 g bulunmuştur. En yüksek fenolik içerik (41,75 mg/100g) ise %50 oranında A.vera jel ile kaplanan ve 9 gün boyunca depolanan papaya meyvelerinde görülmüştür. A.vera jel ile kaplanmamış papaya meyvesinin fenolik bileşenlerinde hızlı bir artış görülse de depolama sonuna kadar bu artış devam etmemiştir. Sonuç olarak kaplanmış papaya meyveleri fenolik bileşenlerini daha iyi muhafaza etmişlerdir. Mendy ve ark. (2019) bunun sebebinin A.vera' nın metabolizmayı yavaşlatması olabileceği görüşündedir.

Vega-Gálvez ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada 35 gün süre boyunca Aloe vera jeli üç farklı basınca (300, 400 and 500 Mpa) maruz bıraktıktan sonra toplam fenolik içeriğini saptamışlardır. Basınç uygulanan tüm örnekler ($43,40 \pm 19,53 - 76,12 \pm 19,60$ mg GA/100), basınç uygulanmayan örnekle ($178,45 \pm 14,76$ mg GA/100) kıyaslandığında toplam fenol içeriklerinde önemli derecede azalma gözlemlenmiştir. Vega-Gálvez ve ark. (2011) basınca bağlı oluşan fenolik içeriklerdeki bu azalmanın, depolama esnasında oluşan Folin-Ciocalteu reaktifi ile tepkimeye giren kısmen çözünür polimerlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Ray ve ark.'ı (2013) dondurarak kurutma yöntemini kullandıkları Aloe vera numunelerinde toplam fenolik değerlerini $30,11 \pm 1,89 - 35,77 \pm 1,07$ μ g GAE/mg olarak bulmuşlardır. Fenolik içeriklerin bitkinin büyüme dönemlerinde değiştiğini ve ayrıca bitkinin yaşına göre fenolik içeriklerde bir azalma söz konusu olduğunu söylemişlerdir.

Miladi ve Damak (2008) yaptıkları çalışmada Aloe vera yaprağının etanol ekstraktlarına heksan, etil asetat, kloroform-etanol ve butanol kullanılarak damıtma uygulamışlardır. Toplam fenolik içeriği en yüksek ($40,500 \pm 0,041$ μ g GAE/mg) olan kloroform-etanol fraksiyonu olarak bulunmuştur.

Aldayel ve ark.' nın (2020) yaptığı çalışmada Aloe vera jel metanol ile ekstrakte edilmiş olup ABTS ve DPPH metotlarına göre antioksidan aktiviteleri ölçülmüştür. ABTS analiz sonuçları 30 ± 1 μ M/g TE, DPPH analiz sonuçları ise 50 ± 2 μ M/g TE olarak bulunmuştur.

Aldayel ve ark. (2020) analiz sonuçlarındaki farklılıkları A.vera bitkisinin fitokimyasal bileşimi; bitkinin yetiştiği coğrafya, iklim, toprak tipi, güneşe maruz kalma, mevsimsel değişiklikler, bitkinin yaşı gibi elementlerle ilişkilendirmiştir.

Quispe ve ark. (2018) Aloe vera bitkisinin kabuk, çiçek, jel ve kök olmak üzere dört ayrı kısmının antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ABTS analiz sonuçları en yüksek Aloe vera kabuğunda ($34,32 \pm 2,60$ mM TE/g) görülmüş olup onu takiben sırasıyla kök ($17,54 \pm 0,77$ mM TE/g) ve çiçek ($16,55 \pm 2,30$ mM TE/g) kısımları izlemiştir. En düşük ABTS değeri Aloe vera jel ($2,06 \pm 0,06$ mM TE/g) kısmında gözlemlenmiştir. DPPH analiz sonuçları ABTS sonuçları ile paralellik göstermiş olup A.vera kabuğunda $2,43 \pm 0,14$ mM TE/g, kökünde $1,43 \pm 0,08$ mM TE/g, çiçeğinde $1,25 \pm 0,03$ mM TE/g ve jelinde $0,34 \pm 0,0$ mM TE/g şeklindedir. Quispe ve ark.'na (2018) göre Aloe vera kabuğunun bitkinin diğer kısımlarına göre daha fazla antioksidan kapasiteye sahip olması kabukta bulunan birkaç farklı fenolik bileşenin varoluşundan kaynaklanmaktadır. Şimdiye dek atık olarak kullanılan kabuk kısmının aslında en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bulduklarını ve bu sebeple daha sürdürülebilir şekilde kullanılabilineceğini belirtmişlerdir.

Vidic ve ark. (2014) Aloe vera bitkisinin antioksidan kapasitesini jelin ultrasound ekstraktı (u-g), jelin soxhlet ekstraktı (s-g) ve kabuğun soxhlet ekstraktı (s-p) olmak üzere üç farklı ekstraksiyon metoduna göre değerlendirmiştir. ABTS metoduna göre en yüksek aktiviteyi s-p ($10,4 \pm 0,5$ mg/mL), gösterirken en düşük aktiviteyi s-g ($55,4 \pm 3,3$ mg/mL) göstermiştir. Jelin ultrasound ekstraktı (u-g) ise $24,1 \pm 0,7$ mg/mL sonucunu vermiştir. DPPH metot sonuçları ise s-p: $45,6 \pm 5,8$ mg/mL, u-g: $80,2 \pm 4,2$ mg/mL ve s-g: $558,9 \pm 55,2$ mg/mL olarak verilmiştir. Vidic ve ark. (2014), farklı şekillerde ayrıştırılmış ekstraktların antioksidan aktivitesinin fenolik bileşiklerinin içerikleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Aloe vera ekstraktlarının süpürücü etkisinin farklı fenolik ve flavanoid bileşikler tarafından hidrojen atomu vermesine ve bunların hidrojen verme kapasitesine bağlı olabileceğini söylemişlerdir. Ayrıca ekstraktların antioksidan aktivitesinin yalnızca fenolik bileşenlerin konstrasyonuna bağlı olmadığını, aynı zamanda fenolik bileşenlerin yapısının ve doğasının da etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2014) Aloe vera'nın jelini dondurarak kuruttuktan sonra DPPH ve CUPRAC metotlarına göre antioksidan kapasite analizlerini gerçekleştirmişlerdir. DPPH metodu sonuçları 8,25-18,5 $\mu\text{M TE/g}$ olarak CUPRAC metodu sonuçları ise 92,8-178,3 $\mu\text{M TE/g}$ olarak belirlenmiştir.

Taukoorah ve Mahomoodally'nin (2015) yaptığı çalışmada Aloe vera jelinin DPPH analiz sonuçları $17,11 \pm 1,30 \mu\text{g/mL}$ olarak bulunmuştur.

Sathyaprabha ve ark. (2010) Aloe vera jel örneklerinin kurutup toz haline getirerek antioksidan kapasite analizlerini gerçekleştirmişlerdir. DPPH metoduna göre analiz sonucu %15,8 (%inhibisyon) olarak belirlemiştir.

Sonuçlar literatür ile kıyaslandığında TPC tayininin Ray ve ark. (2013), Miladi ve Damak (2008), Aldayel ve ark. (2020) çalışmaları ile uyumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak Vega-Gálvez ve ark. 'nın (2011) bulmuş olduğu TPC sonucunun bizim analiz sonucumuza göre önemli şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir. ABTS analiz sonucumuzun Quispe ve ark. (2018) ile DPPH analiz sonucumuzun ise Kim ve ark. (2014) ile paralellik gösterdiği görülmektedir. ABTS ve DPPH sonuçlarımız Aldayel ve ark.'na (2020) ve Vidic ve ark.'nın (2014) elde ettiği değerlere göre düşük bulunmuştur. Taukoorah ve Mahomoodally (2015) ve Sathyaprabha ve ark.'nın (2010) yaptığı DPPH analiz sonuçlarının bizim değerlerimizden daha yüksek olduğu görülmektedir. CUPRAC analiz sonuçlarımız ise Kim ve ark.'nın (2014) sonuçlarına göre oldukça düşük belirlenmiştir. Ayrıca, A.vera jel ile ilgili antioksidan kapasite testlerinde CUPRAC metoduyla yapılan çok fazla çalışma olmadığı görülmüştür.

Sonuçların farklı olmasının sebebinin A.vera örnekleri arasındaki yaprak büyüklüğü arasındaki belirgin fark, bitkinin olgunluğu ve yaşı, bitkinin yetiştirildiği bölge, mevsim farklılıkları, toprak türü, yetiştirilme koşulları gibi etmenler, analizler yapılırken A.vera jelinin farklı metotlarla hazırlanması olabileceği düşünülmektedir.

4.4. Antioksidan Bileşenlerinin Biyoalnabilirliğinin Belirlenmesi

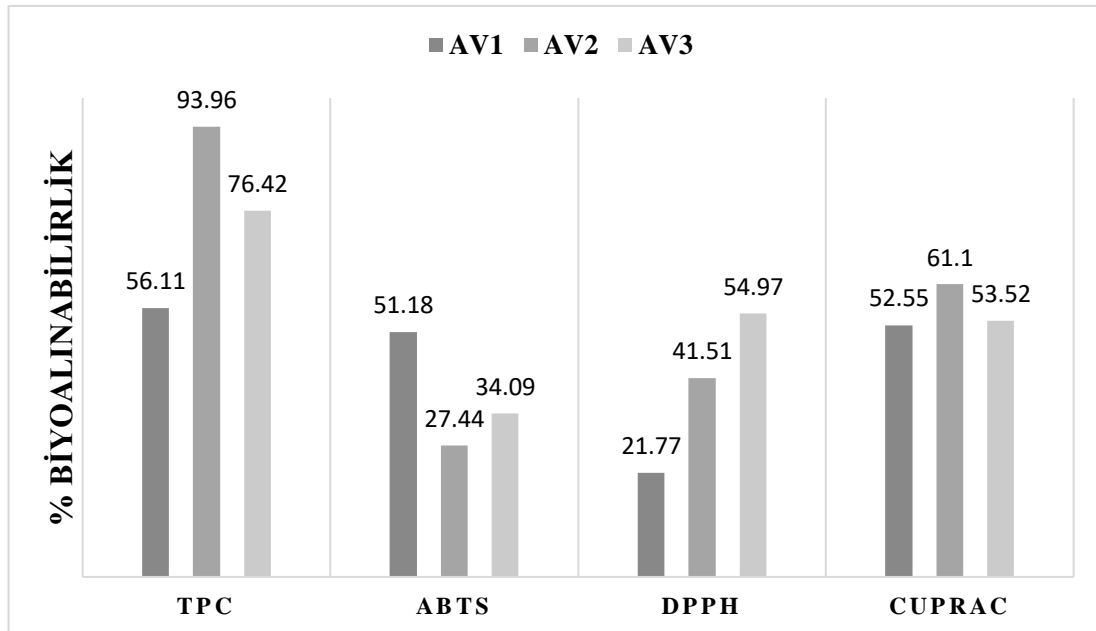
Aloe vera örneklerinin toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite (ABTS, DPPH, CUPRAC) analizlerine ait biyoalnabilirlik sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiş olup istatistiksel değerlendirmesi de Şekil 4.5' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Aloe vera örneklerine ait %biyoalnabilirlik değerleri

Örnek	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE/g)	%Biyoalnabilirlik		
		Antioksidan Kapasite (μ mol troloks/g)		
		ABTS	DPPH	CUPRAC
AV ₁	56,11±1,86 ^c	51,18±6,07 ^c	21,77±4,66 ^c	52,55±1,55 ^c
AV ₂	93,96±3,15 ^b	27,44±0,59 ^b	41,51±6,94 ^b	61,10±3,67 ^a
AV ₃	76,42±1,78 ^a	34,09±1,77 ^a	54,97±5,31 ^a	53,52±5,28 ^b
Min-Max	56,11-93,96	27,44-51,18	21,77-54,97	52,55-61,10
Ort. ± SS	75,50±18,94	37,57±12,25	39,42±16,70	55,72±4,68

AV: Aloe vera örneği

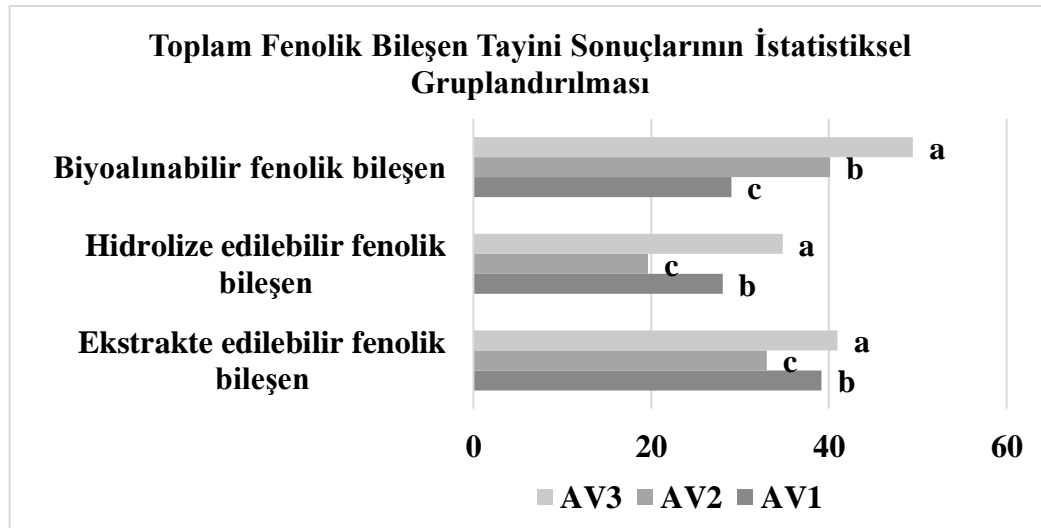
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



Şekil 4.5. Toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite yöntemlerinin (ABTS, DPPH, CUPRAC, TPC) %biyoalnabilirlik düzeyleri

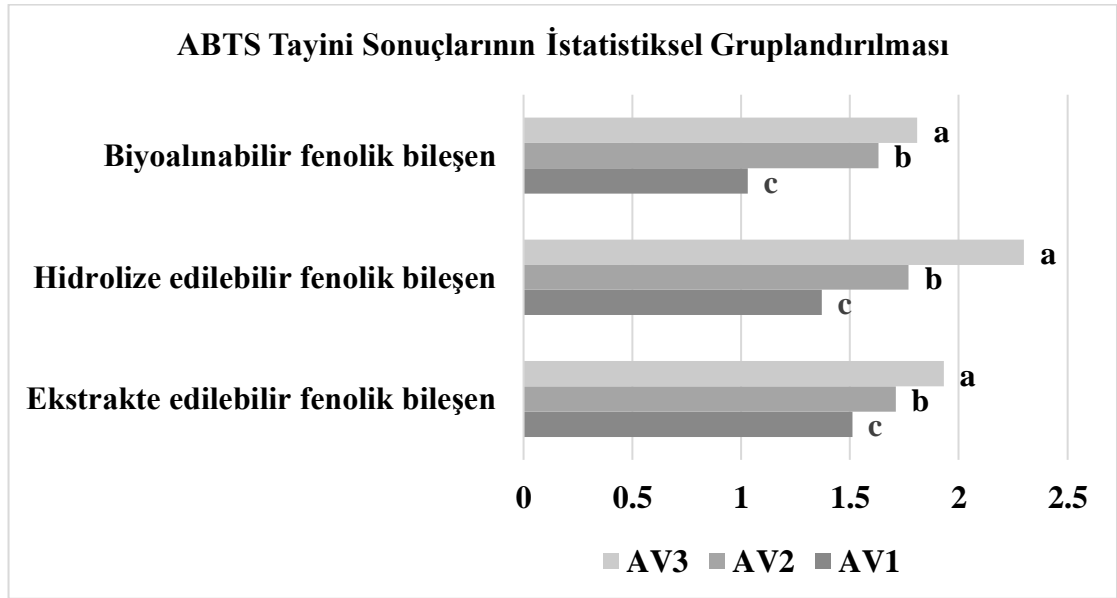
Aloe vera örneklerinde antioksidan kapasiteyi oluşturan bileşiklerin Şekil 4.5’ de gösterilen %biyoalınabilirlikleri incelendiğinde belirlenen toplam fenol içeriğinin %75’ inin, ABTS metodu ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %38’ sinin, DPPH metodu ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %40’ ının ve CUPRAC metodu ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %56’ sının biyoalınabilir olduğu belirlenmiştir. Değerlerdeki bu farklılığın her bir metodun farklı bir bileşene duyarlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. %biyoalınabilirlik düzeyleri örnekler üzerinden tek tek detaylandırıldığında TPC ve CUPRAC metotlarında en yüksek %biyoalınabilirlik AV₂ örneğinde, en düşük %biyoalınabilirlik ise AV₁ örneğinde gözlemlenmiştir. ABTS metoduna göre %biyoalınabilirlik değeri en yüksek AV₁ örneğinde, en düşük %biyoalınabilirlik AV₂ örneğinde belirlenmiştir. DPPH metodunda ise en yüksek %biyoalınabilirlik AV₃, en düşük %biyoalınabilirlik AV₁ örneğinde bulunmuştur.

Aloe vera örneklerinin toplam fenolik bileşen analizinin LSD testine göre istatistiksel olarak gruplandırılması Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Örneklerin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasite değerleri arasında önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiş olup ($p<0,01$), AV₃ örneğinin diğer örneklerden daha yüksek ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşene sahip olduğu görülmüştür.



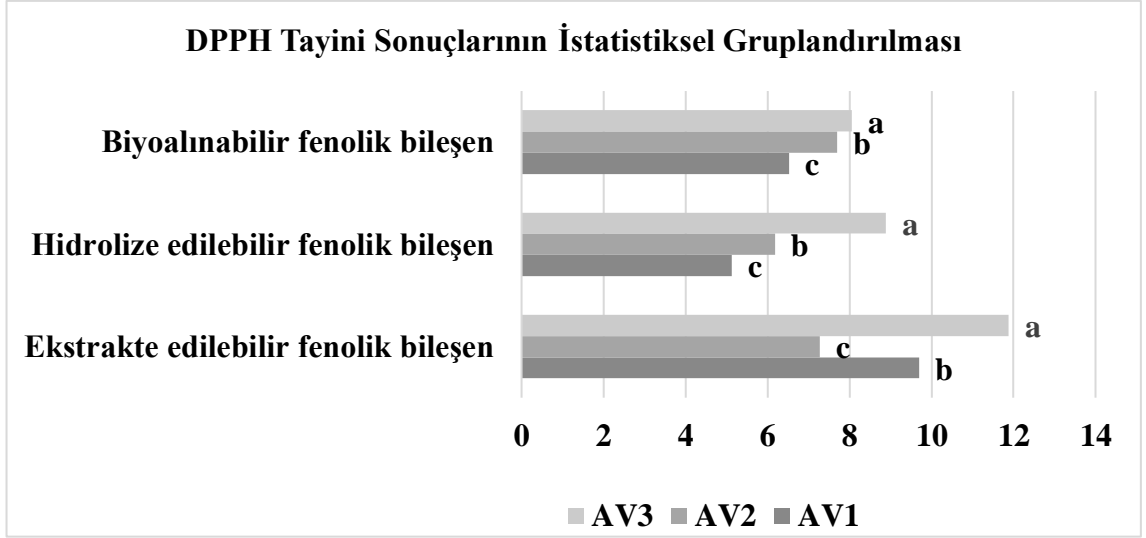
Şekil 4.6. Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşen içeriklerinin LSD testine göre gruplandırılması

Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir, biyoalınabilir fenoliklerinin antioksidan kapasitesi ABTS, DPPH ve CUPRAC metotlarına ile LSD testine göre gruplandırılarak Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’ de grafiklerle ifade edilmiştir. Bahsedilen tüm kombinasyonlar için genel bir değerlendirme yapılacak olursa; AV₁, AV₂ ve AV₃ örnekleri arasında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuş olup, ABTS ve DPPH metotlarında AV₃ örneği en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olurken CUPRAC metodu için en yüksek antioksidan aktiviteye AV₂ örneği sahip olmuştur.



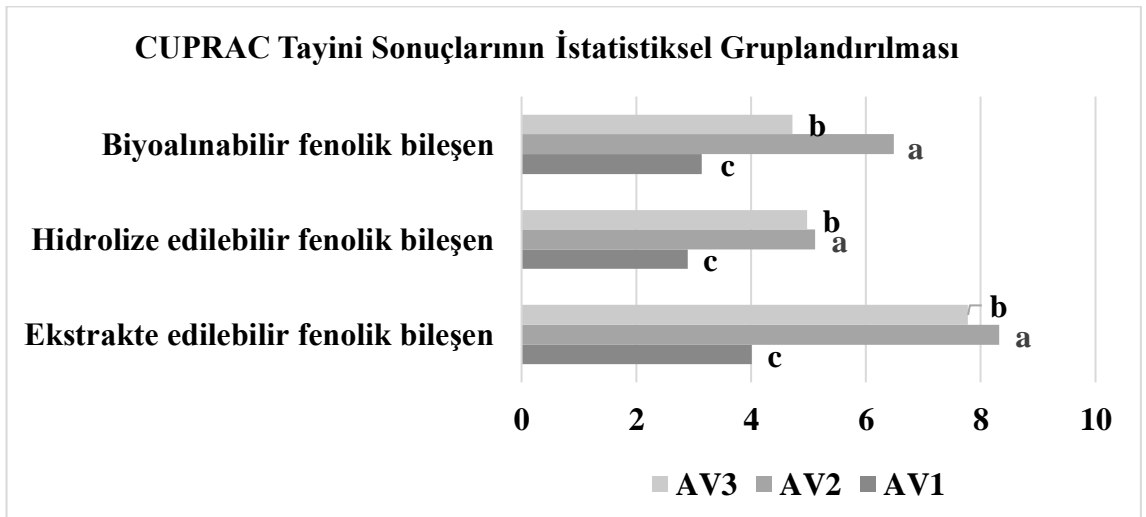
Şekil 4.7. Aloe vera örneklerinin ABTS metoduna göre ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşenlerinin LSD testi gruplandırılması

Aloe vera örneklerine ait ABTS metoduna göre antioksidan kapasitelerin LSD testi gruplandırılması Şekil 4.6’ te ifade edilmiştir. Grafik yorumlandığında, ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşenlerin antioksidan kapasiteleri arasında %1 olasılık düzeyinde önemli derecede farklılıklar tespit edilmiş, ayrıca AV₃ örneğinin AV₁ ve AV₂ örneklerinden daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$).



Şekil 4.8. Aloe vera örneklerinin DPPH metoduna göre ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşenlerinin LSD testi gruplandırılması

AV₁, AV₂ ve AV₃ örneklerinin DPPH metoduna göre antioksidan kapasitesi Şekil 4.8’ de LSD testine göre gruplandırılarak ifade edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde Aloe vera örneklerinin antioksidan kapasiteleri arasında önemli ölçüde farklılıklar belirlenmiştir ($p < 0,01$). Aloe vera örneklerine ait ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenoliklerin en yüksek antioksidan kapasite değeri AV₃ örneğinde bulunmuştur.



Şekil 4.9. Aloe vera örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenoliklerinin CUPRAC metoduna göre antioksidan aktivitesinin LSD testi gruplandırılması

Aloe vera örneklerinin antioksidan kapasite sonuçları, CUPRAC yöntemi ile LSD testine göre Şekil 4.9' da gruplandırılmıştır. Örneklerin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenoliklerinin antioksidan kapasiteleri arasında önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiş, AV₂ örneğinin AV₁ ve AV₃ örneğine göre daha fazla antioksidan kapasiteye sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,01$).

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında Bursa ilinin farklı bölgelerinden ticari olarak temin edilen Aloe vera (*Aloe barbadensis*) jelinin fizikokimyasal bileşenleri belirlenmiş olup fenolik bileşenlerinin antioksidan potansiyeli ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fraksiyonlar açısından ABTS, DPPH, CUPRAC, TPC ve bunların biyoalınabilirliği araştırılmıştır.

Aloe vera jel örneklerinin toplam fenol içerikleri incelendiğinde ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir örneklerde en yüksek değeri AV₃,örneği göstermiştir. Ekstrakte ve hidrolize edilebilir örneklerde en düşük toplam fenol içeriği AV₂ örneğinde, biyoalınabilir örneklerde ise AV₁ örneğinde elde edilmiştir.

Antioksidan kapasite sonuçları ekstrakte edilebilir örneklere göre değerlendirildiğinde ABTS ve DPPH metodlarında en yüksek değere AV₃ örneğinde ulaşılırken CUPRAC metodunda AV₂ örneğinde ulaşılmıştır. Hidrolize edilebilir Aloe vera örneklerinin antioksidan kapasite sonuçları ABTS, DPPH ve CUPRAC metodlarında paralellik göstermiş olup, en yüksek değer AV₃ örneğinde gözlemlenmiştir. Biyoalınabilirlik değerleri incelendiğinde ise toplam fenol, DPPH ve ABTS yöntemlerinde en yüksek sonuca AV₃ örneğinde, CUPRAC yönteminde ise AV₂ örneğinde ulaşılmıştır.

Antioksidan kapasiteyi oluşturan bileşiklerin %biyoalınabilirliklerine bakılacak olursa toplam fenol analizinde en yüksek %biyoalınabilirlik değerine ulaşılmıştır. Bu değere en yakın olarak CUPRAC analizinde, en düşük %biyoalınabilirlik ise ABTS metodunda izlenmiştir.

Analizlerde elde edilen farklı sonuçların Aloe vera bitkileri arasındaki yaprak büyüklüğü farklılıkları, bitkinin olgunluk durumu ve yaşı, yetiştiği bölge iklimi, toprak yapısı, bitkinin aldığı ışık miktarı, depolama koşulları gibi etkenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Aloe vera jel örneklerinde yapmış olduğumuz toplam fenol, antioksidan kapasite testleri ve biyoalınabilirlik çalışmalarında genel olarak en yüksek değere AV₃ örneğinin sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm bu testler arasında %biyoalınabilirlik açısından Aloe vera jel örnekleri için en yüksek değer ise toplam fenol analizi olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma ile Aloe vera jelinin; kimyasal bileşimi, antioksidan kapasitesi ve antioksidan bileşenlerin biyoalınabilirlikleri belirlenmiş olup, besleyici özelliği açığa çıkarılmıştır. Fenolik bileşikler ve antioksidan bileşenler açısından zengin olan jel, bu özellikleriyle berabeber anti-kanser, anti-diyabetik ve kardiyovasküler hastalıklar gibi stres kaynaklı hastalıkların tedavi edilmesinde önemli bir role sahiptir. Ayrıca bünyesinde barındırdığı birçok vitamin, mineral ve enzimlere sahip olan Aloe vera jelin kullanımı yalnızca kozmetik sektörüyle sınırlı kalmayıp gıda endüstrisinde de yer alması faydalı olacaktır. Yurtdışı gıda endüstrisinde pek çok ürün gamıyla kendine yer edinmiş olan bu jelin ülkemizde de AR-GE çalışmalarının artırılarak gıda sanayine kazandırılması tavsiye niteliğindedir.

KAYNAKLAR

Ağrgan, A.Ö. 2013. Aloe Vera Jel Katılımının Biyopolimer Karışımlarından Üretilmiş Nanokompozitin Mekaniksel ve Termal Özelliklerine Etkileri. *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul.

Ahlatwat, K.S., Khatkar, B.S. 2011. Processing, Food Applications and Safety of Aloe Vera Products: A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 48(5):525-533.

Akey, N., Can, A., Sütlüpmar, N., Çandöken, E., Özsoy, N., Özden, T.Y., Yanardağ, R., Üzen, E. 2015. Twenty Years of Research on *Aloe Vera*. *İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 45(2):191-215.

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.

Albayrak, S. 2015. Toprak ile Bitki Örneklerinden Eser Elementlerin Biyoalınabilirliğinin Araştırılması. *Doktora Tezi*, SAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Sakarya.

Aldayel, T.S., Grace, M.H., Lila, M.A., Yahya, M.A., Omar, U.M., Alshammery, G. 2020. LC-MS Characterization of Bioactive Metabolites from Two Yemeni *Aloe Spp.* with Antioxidant and Antidiabetic Properties. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(4):5040-5049.

Anson, N. M., Selinheimo, E., Havenaar, R., Aura, A. M., Mattila, I., Lehtinen, P., Haenen, G. R. 2009. Bioprocessing of Wheat Bran Improves *in vitro* Bioaccessibility and Colonic Metabolism of Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(14), 6148-6155.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Çelik, S. E. 2008. Mechanism of Antioxidant Capacity Assays and The CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity) Assay. *Microchimica Acta*, 160, 413-419.

Arslan, M. 2015. Diyetimizde Yer Alan Bazı Sebzelerdeki Fenolik Bileşiklerin *in vitro* Sindirim Uygulaması ile Biyoyararlılıklarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, MCBÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.

Aydın, E. 2014. Balkabağı (*Cucurbita Moschata*) Unu Katkısının Bisküvinin Antioksidan Aktivite ve Besinsel Kalitesine Etkileri. *Doktora Tezi*, UÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Aydoğan, B. 2016. Dişbudak(*Fraxinus Excelsior-Fraxinus Americana*) Ağacının Yapraklarındaki Toplam Fenolik Bileşikler ve Antioksidan Kapasitesinin Tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, MCBÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Manisa.

Bouayed, J., Deußer, H., Hoffmann, L., Bohn, T. 2012. Bioaccessible and Dialysable Polyphenols in Selected Apple Varieties Following *in vitro* Digestion vs. Their Native Patterns. *Food Chemistry*, 131:1466-1472.

Büyüktuncel, E. 2013. Toplam Fenolik İçerik ve Antioksidan Kapasite Tayininde Kullanılan Başlıca Spektrofotometrik Yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17:93-103.

Castillo S., Navarro D., Zapata P.J., Guillen F., Valero D., Serrano M., Martinez-Romero D. 2010. Antifungal Efficacy of Aloe vera *in vitro* and its Use as a Preharvest Treatment to Maintain Postharvest Table Grape Quality, *Postharvest Biology and Technology*, 57:183-188.

Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, s:657.

Christaki, E.V., Florou-Paneri, P.C. 2010. Aloe vera: A plant for many uses. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2):245-249.

Çandöken, E. 2008. Aloe Vera (L.) *Burm. Fil.* (Sarısabır) Ekstresinin ve Bu Ekstreden Saflaştırılan Lektinin Antioksidan Aktivitesinin Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul.

Çatalkaya, G. 2015. Siyah Kuş Kirazı (*Aronia melanocarpa*) İlave Edilmiş Yoğurtlarda Antosiyaninlerin *in vitro* Biyoyararlılığının İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Debnath, T., Ghosh, M., Lee, Y.M., Nath, N.C.D., Lee, K.G., Lim, B.O. 2018. Identification of Phenolic Constituents and Antioxidant Activity of *Aloe barbadensis* Flower Extracts. *Food and Agricultural Immunology*, 29(1):27-38.

Derossi, A., Ricci, I., Fiore, A.G., Severini, C. 2018. Apple Slices Enriched with *Aloe Vera* by Vacuum Impregnation. *Italian Journal of Food Science*, 30(2):256-267.

Deveci, H. A., Gökhan, N. U. R., Kırpık, M. A., Harmankaya, A., Yıldız, Y. 2017. Fenolik Bileşik İçeren Bitkisel Antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-32.

Doğan, E. 2015. Çözünmez Besinsel Life Bağlı Toplam Antioksidan Kapasitenin Arttırılması. *Yüksek Lisans*, HÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

El-Naihoum, N. 2018. Clinical Evaluation of the Plaque Inhibitory Effect of Aloe Veracontaining Mouth Rinse in a 4-Day Plaque Regrowth Model. *Yeditepe University, Institute of Health Sciences, Department of Periodontology, İstanbul.*

Etcheverry, P., Grusak, M.A., Fleige, L.E. 2012. Application of *in vitro* Bioaccessibility and Bioavailability Methods for Calcium, Carotenoids, Folate, Iron, Magnesium, Polyphenols, Zinc, and Vitamins B₆, B₁₂, D, and E. *Frontiers in Physiology*, 3:1-22.

Güler, R. 2010. Aloe Vera Jel'in Genotoksik Etkisinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, GÜ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara.*

Heş M., Dzedzic K., Górecka D., Jędrusek-Golińska A., Gujska E. 2019. Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants – A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74:255-265.

Horasan Sağbasan, B. 2015. Türkiye'de Yaygın Olarak Tüketilen Kuru Kırmızı Meyvelerin İçerdiği Antioksidan Maddelerin Biyoerişilebilirliğinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.*

Hu, Y., Xu, J., Hu, Q. 2003. Evaluation of Antioxidant Potential of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26):7788-7791.

Jiwanit, P., Pitakpornprecha, T., Pisuchpen, S., Leelasuphakul, W. 2018. The Use of Aloe Vera Gel Coating Supplemented with *Pichia Guilliermondii* BCC5389 For Enhancement of Defense-Related Gene Expression and Secondary Metabolism in Mandarins to Prevent Postharvest Losses from Green Mold Rot. *Biological Control*, 117:43-51.

Kara, S. 2018. Kara Yavşan (*Artemisia Campestris*) Bitki Kökünün Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi ve Antioksidan Bileşiklerinin İzolasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, GOP, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Tokat.*

Khaliq, G., Ramzan, M., Baloch, A.H. 2019. Effect of Aloe Vera Gel Coating Enriched with *Fagonia Indica* Plant Extract on Physicochemical and Antioxidant Activity of Sapodilla Fruit During Postharvest Storage. *Food Chemistry*, 286:346-353.

Kim, S., Asnin, L., Assefa, A.D., Ko, E.Y., Sharma, K., Park, S.W. 2014. Extraction of Antioxidants from Aloe Vera Leaf Gel: A Response Surface Methodology Study. *Food Analytical Methods*, 7:1804-1815.

Koçak, E. 2014. Osmanlı Çileği, Osmanlı Çileği Reçeli ve Dağ Çileğinin (*Arbutus Unedo*) Antioksidan Kapasitelerinin ve *in vitro* Biyoyararlılıklarının Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.*

- Kulaksız, S. 2016.** Aloe Vera L. Burm. F. Jelinin *Capsicum Annuum* L. Bitkisinde Toplam Protein Miktarı ve Peroksidaz Aktivitesi Üzerine Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇOMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Kumar, S., Yadav, A., Yadav, M., Yadav, J.P. 2017.** Effect of Climate Change on Phytochemical Diversity, Total Phenolic Content and *in vitro* Antioxidant Activity of Aloe Vera (L.) Burm.f. *BMC Research Notes*, 10(1):60.
- Lee, J. 2005.** Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *Journal of Aoac International*, 88(5):1269-1278.
- Mahendiran, D., Subash, G., Selvan, D.A., Rehana, D., Kumar, R.S., Rahiman, A.K. 2017.** Biosynthesis of Zinc Oxide Nanoparticles Using Plant Extracts of Aloe vera and Hibiscus sabdariffa: Phytochemical, Antibacterial, Antioxidant and Anti-proliferative Studies. *Bionanoscience*, 7:530-545.
- Manvitha, K., Bidya, B. 2014.** Aloe Vera: A Wonder Plant its History, Cultivation and Medicinal Uses. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(5):85-88.
- Mascolo, N., Izzo, A., Borrelli, F., Capasso, R., Di Carlo, G., Sautebin, L. 2004.** Aloes: The Genus Aloe, United States of America, Florida, 391.
- Mehta, I. 2017.** History of Aloe Vera – (A Magical Plant). *IOSR Journal Of Humanities And Social Science*, 22(8):21-24.
- Mendy, T.K., Misran, A., Mahmud, T.M.M., Ismail, S.I. 2019.** Application of Aloe Vera Coating Delays Ripening and Extend the Shelf Life of Papaya Fruit. *Scientia Horticulturae*, 246:769-776.
- Miladi, S., Damak, M. 2008.** *In Vitro* Antioxidant Activities of Aloe Vera Leaf Skin Extracts. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10:101-109.
- Miranda, M., Maureira, H., Rodriguez, K., Vega-Galvez, A. 2009.** Influence of Temperature on the Drying Kinetics, Physicochemical Properties, and Antioxidant Capacity of Aloe Vera (*Aloe Barbadensis* Miller) Gel. *Journal of Food Engineering*, 91:297-304.
- Narayanan, B., Prabhu, S. 2017.** A Review on Biological Properties of Aloe Vera Plant. *IJIRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 3(9):2349-6010.
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. 2013.** Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1):48-59.

Özer, N. 2013. Domates (Salça) Endüstrisi Atıklarından Bazı Antioksidan Bileşiklerin Derişiklendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.

Öztürk, M. 2008. *Micromeria Cilicica* ve *M. Juliana* Türlerinde Antioksidan Bileşiklerin Hplc ile Analizi ve Yapılarının Aydınlatılması. *Doktora Tezi*, İÜ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.

Öztürk, B., Karakaya, M., Karakaya, O., Gün, S. 2018. Piraziz Elmasının Soğukta Muhafaza Ve Raf Ömrü Üzerine AVG Ve *Aloe Vera* Uygulamalarının Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2):121-130.

Quispe, C., Villalobos, M., B´orquez, J., Simirgiotis, M. 2018. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Aloe vera from the Pica Oasis (Tarapac´a, Chile) by UHPLC-Q/Orbitrap/MS/MS. *Journal of Chemistry*, 2018:12.

Radha, M.H., Laxmipriya, N.P. 2015. Evaluation Of Biological Properties and Clinical Effectiveness of Aloe Vera:A Systematic Review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5(2015):21-26.

Ranjbar, R., Arjomandzadegan, M., Hosseiny, H. 2017. Evaluation of Antioxidant Activity and Growth Control Properties of Nonoscale Structure Produced from Aloe Vera Var. Littoralis Extract On Clinical Isolates of Salmonella. *Scientia Pharmaceutica*, 2017:85-28.

Ray, A., Gupta, S.D., Ghosh, S. 2013. Evaluation of Anti-Oxidative Activity and UV Absorption Potential of the Extracts of Aloe Vera L. Gel From Different Growth Periods of Plants. *Industrial Crops and Products*, 49(2013):712-719.

Sathyaprabha, G., Kumaravel, S., Ruffina, D., Praveenkumar, P. 2010. A Comparative Study on Antioxidant, Proximate Analysis, Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Aloe Vera and *Cissus Quadrangularis* By GC-MS. *Journal of Pharmacy Research*, 3(12):2970-2973.

Satıcı, F. 2011. Granny Smith ve Red Chief Elma Çeşitlerinin Aloe Vera ile Biyomuhafazası. *Yüksek Lisans Tezi*, KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

Surjushe, A., Vasani, R., Saple, D.G. 2008. Aloe Vera: A Short Review. *Indian Journal of Dermatology*, 53(4):163-166.

Şensu, E. 2018. Bayburt’ a Özgü Üç Farklı Berberis ve Hippophae Rhamnoides Bitkilerinin Biyoaktif Bileşiklerinin, Biyoaktivitelerinin ve *In Vitro* Biyoyararlılıklarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Şimşek, F.Ö. 2011. Gypsophila Arrostii Guss. Var. Nebulosa Boiss & Heldr. Bark. Bitkisinin Kimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Isparta.

Taukoorah, U., Mahomoodally, M.F. 2015. Crude Aloe vera Gel Shows Antioxidant Propensities and Inhibits Pancreatic Lipase and Glucose Movement *In Vitro*. *Advances in Pharmacological Sciences*, 2016:9.

Topçu, B. 2017. Yulaf Unu İle Üretilen Ekmeklerde Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Aktivitesine Proses Etkisinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Tornero-Martínez, A., Cruz-Ortiz, R., Jaramillo-Flores, M.E., Osorio-Díaz, P., Ávila-Reyes, S.V., Alvarado-Jasso, G.M., Mora-Escobedo, R. 2019. *In vitro* Fermentation of Polysaccharides from Aloe Vera and the Evaluation of Antioxidant Activity and Production of Short Chain Fatty Acids. *Molecules*, 24(19):3605.

Türsen, B., Türsen, Ü. 2014. Dermatolojide Aloe Vera. *Dermatoz*, 2014(4):1-11.

Vega-Galvez, A., Miranda, M., Aranda, M., Henriquez, K., Vergara, J., Tabilo-Munizaga, G., Perez-Won, M. 2011. Effect of High Hydrostatic Pressure on Functional Properties and Quality Characteristics of Aloe Vera Gel (*Aloe Barbadensis* Miller). *Food Chemistry*, 129(2011):1060-1065.

Vidic, D., Tarić, E., Alagić, J., Maksimović, M. 2014. Determination of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Ethanol Extracts from *Aloe* Spp. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 2014(42):5-10.

Vitali, D., Dragojević, I. V., Šebečić, B. 2009. Effects of Incorporation of Integral Raw Materials and Dietary Fibre on the Selected Nutritional and Functional Properties of Biscuits. *Food chemistry*, 114(4):1462-1469.

Yavaşer, R. 2011. Doğal ve Sentetik Antioksidan Bileşiklerin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, ADÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Aydın.

Yılmaz, T. 2005. Aloe vera Yaprak Pulpası β - Glukozidazının Saflaştırılması ve Bazı Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burcu Başaran
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 06.06.1994
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : İzmir Bergama Akif Ersezgin Anadolu Lisesi, 2012
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği, 2017
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği, 2020

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : burcubeyazdas@gmail.com

Yayınları :