



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANAMUR MUZUNUN (*Musa cavendishii*) ANTİDİABETİK VE
ANTİOKSİDATİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Fatma ZENGİN
YÜKSEK LİSANS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ADANA 2021

Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

[İmza]

Fatma ZENGİN

ÖZET

ANAMUR MUZUNUN (*Musa cavendishii*) ANTİDİABETİK VE ANTİOKSİDATİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ Fatma ZENGİN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

Şubat 2021, 54 sayfa

Bu çalışmada Muz (*Musa cavendishii*) meyvesinin LC-MS/MS ile fenolik bileşikleri, toplam fenolik bileşik miktarı, toplam antioksidan miktarı, diyabette anahtar konumda olan α -glikozidaz ve α -amilaz üzerine inhibisyon etkisi ve antibakteriyel aktivitesi gibi biyoaktif özellikleri incelenmiştir.

Metanol ve etanol kullanılarak elde edilen özütlerden incelenen özütler arasında metanol özütünün en yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. İncelenen metanol ve etanol özütlerinde en fazla bulunan fenolik asit kuinik asittir. Kuinik asit bakımında metanollü özütün (6.51 ± 0.002 mg / g), etanollü özütten ($4,54 \pm 0,001$ mg / g) daha zengin olduğu bulunmuştur. Metanol özütünün (0.23 ± 0.000 mg / g) akonitik asit içeriğinin, etanollü özütten (0.008 ± 0.000 mg / g) çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Amentoflavon için, metanol özütündeki içeriği (0.006 ± 0.000 mg / g), etanol özütüne (0.004 ± 0.000) kıyasla nispeten daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Metanol özütü ayrıca hesperidin (0.015 ± 0.000 mg / g) içermektedir fakat bu bileşik etanol özütünde saptanmamıştır.

Metanol, etanol ve hekzan kullanılarak elde edilen özütlerin toplam fenolik bileşik miktarları galik asite eşdeğer olarak 0.33 – 2.12 mg/g arasında değişirken, en yüksek toplam fenolik bileşik metanollü özütte bulunmuştur. Meyve özütlerinin antioksidan kapasiteleri, DPPH yöntemine göre serbest radikal giderici etkisi 0.64-4.84 mM TE/ g özüt arasında değişirken, FRAP yönteminde indirgeme gücü kapasitesi 0.98- 6.32 mM TE/ g özüt arasında değişmiştir. En güçlü antioksidan etki her iki yöntemde de metanollü özütte gözlenmiştir. α -glikozidaz inhibisyonu IC₅₀ cinsinden 5.45-7.45 mg/mL arasında farklılık

gösterirken, α -amilaz inhibisyonu ise IC_{50} : 9.70-13.2 mg/mL arasında değişmiştir. α -glukozidaz ve α -amilazı inhibe etmede metanollü özüt en etkili bulunmuş olup değerler sırasıyla 5.45 mg/mL ve 9.70 mg/mL tespit edilmiştir.

Muz meyve özütlerinden metanol ve etanol ile edilen özüt *Escherichia coli*'ye karşı sırasıyla 12.73 ± 0.35 mm ve 9.87 ± 0.30 mm düzeylerinde antibakteriyel etki gösterirken, *Staphylococcus aureus*'a karşı sırasıyla 3.87 ± 0.25 mm ve 2.43 ± 0.21 mm olmuştur.

Anahtar kelimeler: Muz (*Musa cavendishii*) meyvesi, fenolik bileşikler, toplam fenolik bileşik, antioksidan aktivite, α -glukozidaz ve α -amilaz inhibisyonu, antibakteriyel aktivite

ABSTRACT

DETERMINATION OF ANAMUR BANANA (*Musa cavendishii*) ANTIDIABETIC AND ANTIOXIDATIVE PROPERTIES

Fatma ZENGİN

M.S.C., Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

February 2021, 54 pages

In this study, the bioactive properties of Banana (*Musa cavendishii*) fruit such as phenolic compounds, total phenolic compound amount, total antioxidant amount, inhibitory effect on α -glucosidase and α -amylase, which are key in diabetes, and antibacterial activity, were investigated by LC-MS / MS.

It was determined that methanol extract has the highest total phenolic content among the extracts examined from the extracts obtained by using methanol and ethanol. The most abundant phenolic acid in the methanol and ethanol extracts examined is quinic acid. In terms of quinic acid, it was found that the methanolic extract (6.51 ± 0.002 mg / g) was richer than the ethanolic extract (4.54 ± 0.002 mg / g). The aconitic acid content of the methanol extract (0.23 ± 0.000 mg / g) was found to be much higher than the ethanolic extract (0.008 ± 0.000 mg / g). For amentoflavone, its content in the methanol extract (0.006 ± 0.000 mg / g) was found to be relatively rich compared to the ethanol extract (0.004 ± 0.000). The methanol extract also contains hesperidin (0.015 ± 0.000 mg / g) but this compound was not detected in the ethanol extract.

While the total phenolic compound amounts of the extracts obtained by using methanol, ethanol and hexane varied between 0.33 - 2.12 mg / g equivalent to gallic acid, the highest total phenolic compound was found in the extract with methanol. Antioxidant capacities of fruit extracts and free radical scavenging effect according to DPPH method varied between 0.64-4.84 mM TE / g extract, while reducing power capacity in FRAP method varied between 0.98-6.32 mM TE / g extract. The strongest antioxidant effect was observed with the methanol extract in both methods.

α -glucosidase inhibition varied in IC_{50} : 5.45-7.45 mg/mL, while the α -amylase inhibition varied between IC_{50} : 9.70-13.2 mg/mL. Methanol extract was found to be the most effective in inhibiting α -glucosidase and α -amylase, with values of 5.45 mg / mL and 9.70 mg / mL, respectively.

While the extract extracted with methanol and ethanol from banana fruit extracts showed antibacterial effect against *Escherichia coli* at 12.73 ± 0.35 mm and 9.87 ± 0.30 mm, respectively, it was 3.87 ± 0.25 mm and 2.43 ± 0.21 mm against *Staphylococcus aureus*, respectively.

Keywords: Banana (*Musa cavendishii*), phenolic compounds, total phenol, antioxidant activity, α -glucosidase and α -amylase inhibition, antimicrobial activity

TEŞEKKÜR

Öğrenimim süresince yol gösteren, destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK 'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren değerli hocalarım Prof. Dr. Haşim Kelebek ve Doç. Dr. Adnan Bozdoğan'a

Gıda Mühendisliği bölümündeki hocalarıma, yüksek lisans ve doktora yapan arkadaşlarıma,

Bütün öğrenim hayatım boyunca ve tez aşamam sırasında ilgi, sabır ve manevi desteklerinden dolayı annem, babam ve aileme;

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
Çizelge LİSTESİ	xii
KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Fitokimyasallar ve sağlık üzerindeki etkileri	3
2.2. Muz Meyvesi	4
2.3. Fitokimyasalların diyabet hastalığı üzerine etkisi	8
2.4. Fitokimyasalların antioksidan etkisi ve fenolik bileşikler	10
2.5. Fitokimyasalların antibakteriyel etkileri	14
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Muz meyvesi	16

3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Mikroorganizmalar	16
3.1.3. Araç ve Gereçler	16
3.2. Metot	18
3.2.1. Bitki Özütlерinin Hazırlanması	18
3.2.2. Biyoaktivite Testleri ve LC – MS / MS Analizleri	20
3.2.2.1. LC – MS / MS Cihazı ve Kromatografik Koşullar	20
3.2.3. Toplam Fenolik Bileşik Tayini	21
3.2.4. Pankreatik α -amilaz İnhibisyonunun Belirlenmesi	21
3.2.5. α -glukozidaz İnhibisyonunun Belirlenmesi	22
3.2.6. Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi	22
3.2.6.1. Tek Koloni Eldesi	22
3.2.6.2. Disk Difüzyon Yöntemi ile Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi ...	22
3.2.7. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	23
3.2.7.1. DPPH (Serbest Radikal Giderim) Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	23
3.2.7.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	24
4.1. LC – MS / MS analizi	24
4.2. Muz meyve özütlерinin toplam fenolik bileşik ve toplam antioksidan analizi	31
4.3. Muz meyve özütlерinin α - glukozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi	35
4.4. Muz meyve özütlерinin α -amilaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi	37
4.5. Muz meyvesi özütlерinin antibakteriyel aktivitesi	40
4.5.1. Disk difüzyon yöntemiyle antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi	40
5. SONUÇLAR	43

6.ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Muz meyvesi	4
Şekil 2.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	12
Şekil 3.1. Liyofilizatör	17
Şekil 3.2. Santrifüj	17
Şekil 3.3. Evaporatör	18
Şekil 3.4. Spektrofotometre	18
Şekil 4.1. Standart fenolik bileşiklerin TIC (Toplam İyon Kromatogramı) kromatogramı	30
Şekil 4.2. LC-MS / MS ile analiz edilen muz metanol ekstresinin TIC kromatogramı	31
Şekil 4.3. LC – MS / MS ile analiz edilen muz etanol ekstresinin TIC kromatogramı	31
Şekil 4.4. α -glukozidaz enziminin 4- Nitrofenil α -D-glikopiranosid ile tayini	35
Şekil 4.5. α -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile analizi	38

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Anamur Muzu Taksonomisi	5
Çizelge 2.2. Soyulmuş 100 gram muzun besin değeri	6
Çizelge 4.1. Muz meyve ekstraktlarının farklı çözügenlerle verimi	24
Çizelge 4.2. H. calycinum, H. confertum ve H. perforatum'un hava kısımlarının metanol ekstraktlarında 37 fitokimyasalın kantitatif tayini	26
Çizelge 4.3. LC-MS / MS yöntemine ait analitik yöntem doğrulama parametreleri	28
Çizelge 4.4. Muz meyve özütlerinin toplam fenol ve antioksidan miktarı sonuçları	32
Çizelge 4.5. Muz meyve özütlerinin α -glikozidaz enzim üzerine inhibisyonu	36
Çizelge 4.6. Muz meyve özütlerinin α -amilaz enzim üzerine inhibisyonu	38
Çizelge 4.7. Muz meyve özütlerinin disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel analiz sonuçları	40

KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
dk	: Dakika
mm	: Millimetre
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Milligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
mL	: Miliilitre
µL	: Mikrogram
M	: Molar
mmol	: Millimolar
<i>S. aureus</i>	: <i>Staphylococcus aureus</i>
<i>E. coli</i>	: <i>Escherichia coli</i>
a/a	: Ağırlık/Ağırlık
MİK	: Minimum inhibisyon konsantrasyonu
dL	: Desilitre
GAE	: Gallik asite eşdeğer
KE	: Kateşine eşdeğer
TE	: Trolox'a eşdeğer
nm	: nanometre
U	: Ünite

1. GİRİŞ

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Son zamanlarda dünya genelinde doğal yaşam giderek önem kazanmaktadır. Daha sağlıklı ve uzun bir hayat sürdürme isteğiyle doğal ve bitkisel ürünlere olan talebin gün geçtikçe arttığı görülmektedir (Gürsoy Aslan, 2019).

Bitkiler geçmişten günümüze kadar tedavi ve koruma kaynağı olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise sentetik ilaçların tedavi ediciliğinin azalması ve kullananlarda meydana gelen yan etkilerin artmasıyla bitkisel ilaçların kullanımı yeniden popüler hale gelmektedir. Bitkiler biyoaktif maddeler bakımından hem zengin hem de çok etkili oldukları için insan sağlığı açısından önemli bir role sahiptirler (Beksravi, 2020).

Artan nüfus ile beraber hızlanan dünya düzeni toplumların yeme ve beslenme alışkanlıklarını da olumsuz yönde etkilemektedir. Zaman yetersizliği ve doğal besinlere ulaşımındaki zorluklar paketli ürün ve fast food tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Yetersiz ve dengesiz beslenme alışkanlıkları beraberinde diyabet, kanser, hormonal ve kardiyovasküler hastalıkları da getirmiştir. Beslenmenin hastalıklar üzerinde direkt bir etkisi olmasa bile, yetersiz beslenen insanlarda bu hastalıkların görülme olasılığının fazla olduğu düşünülmektedir. Antioksidan bakımından zengin meyve ve sebze gibi bitkisel besinlerde bulunan fitokimyasallar bu tür hastalıklara yakalanma riskini azaltmaktadır (Bhuvaneswari, 2014).

Muz (*Musa spp.*) dünyada en fazla yetiştirilen ve tüketilen meyvelerin başında gelmektedir. Dünyada, tropikal ve subtropikal ilkim koşullarının görüldüğü yerlerde yetişmektedir. (Shian vd., 2012; Bodur, 2020). Muz, besin değeri yüksek bir meyvedir. A, C ve E vitamini bakımından zengin olan muz, aynı zamanda yüksek miktarda potasyum ve magnezyumda içerir. Yapısında bulunan potasyum tansiyonun dengelenmesini ve vücudu kalp hastalıklarından korumasını sağlar. Ayrıca muz, kan basıncı seviyesini düzenleyerek felç ve inemlere karşı vücudu korur (Onur, 2017). Kanazawa ve Sakakibara (2000) yaptıkları çalışmada muzun en iyi antioksidan kaynaklarından biri olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada muz meyvesinin bileşimi ve biyoaktif özellikleri araştırılmıştır. Muz meyvesinden, farklı çözgenler (metanol, etanol ve hekzan) kullanılarak fitokimyasallar ztlenmiştir. Bu özütlerin bileşimlerinin belirlenmesinin yanında aşağıda belirtilen biyoaktiviteler *in vitro* olarak araştırılmıştır:

- i. Toplam fenolik bileşenlerinin belirlenmesi ii.
- LC-MS/MS ile fenolik bileşiklerin belirlenmesi iii.
- Antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi
- iv. Tip 2 diyabette anahtar konumunda olan α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerini inhibe etme potansiyellerinin belirlenmesi
- v. Antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi
- vi. Elde edilecek verilerin ışığında fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Fitokimyasallar ve sağlık üzerindeki etkileri

Fitokimyasal (*Phytochemical*) sözcüğündeki “fito-” (“phyto-”) Yunanca bitki anlamına gelen fito (“phyto”) kelimesinden gelmektedir. Bitkilerde, meyve, sebze, tahıl ve diğer bitki gıdalarında bulunan, başlıca kronik hastalıkların riskini azaltmakla ilgisi olan ve besin maddesi olamayan biyoaktif bitki bileşikler olarak tanımlanır (Liu, 2003).

Meyve, sebze, bakliyat, tahıl, tıbbi ve hoş kokulu bitkisel ürünlerin kendine özgü koku, tat ve renginin oluşumunda etkili rol oynayan, ikincil metabolit olarak ortaya çıkan ve tüketildiği zaman sağlık bakımından önemli etkileri olan, biyoaktif bileşiklere fitokimyasallar denilmektedir (Dündar, 2001). Fitokimyasalların büyük bir çoğunluğu yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip olup, hücreyi dış etkenlere karşı koruyan savunma sisteminin bir parçasıdır (Güzel ve Akpınar, 2019).

Teknolojik alandaki gelişmeler, insanların doğal ve sağlıklı beslenmeye artan ilgisi, hayvansal gıda ağırlıklı beslenmenin sağlık açısından olumsuz etkileri gibi sebepler fitokimyasalların ve bu bileşiklerin beslenmedeki rolü ve önemi giderek artmaktadır (Güzel ve Akpınar, 2019).

Bu bileşiklerin sınıflandırılması halen tartışma konusu olsa da üç ana grup altında toplanabilirler: Fenolik bileşikler, glikozinolatlar, karotenoidlerdir (Smolskaite vd., 2014; Dündar, 2001; Bulantekin ve Kuşçu, 2017). Fenolik bileşikler, bitkilerde bulunan biyoaktif bileşikler arasında antioksidan bakımından yüksek olmasıyla ön plana çıkmaktadır.

Fitokimyasallar, glikozun bağırsak tarafından emilimini ya da glikozun periferik dokular tarafından alınmasını engelleme, insülin salgılanmasını arttırma ve/veya karbonhidratların parçalanmasında anahtar konumda olan α -amilaz, α -glikozidaz enzimlerinin çalışmasını inhibe etme gibi farklı mekanizma yollarıyla kan şekerinin düzenlenmesinde katkıda bulunduğu çok sayıdaki çalışmalarda tespit edilmiştir (Pandey vd., 2009; Rizvi ve Zaid, 2001; Matsui vd., 2001).

Jong-Sang vd. (2000), 22 flavonoid çeşidinin α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerini inhibe etme özelliğini araştırdıkları çalışmada 9 çeşit flavonid α -glikozidazı, 15 çeşit flavonoid α -amilazı

inhibe ettiğini, bunların arasında Luteolin'in α -glikozidazı inhibe etme kabiliyetinin antidiyabetik ilaç akarboza kıyasla daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Nair vd. (2013) tarçın, ekmek ağacı meyvesi, hint biberi ve jak meyvesinin metanol özütlerinin α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerine olan etkisini araştıran çalışmalarında tüm özütlerin α -amilaz ve α -glikozidaz enzimleri inbihe ettiğini, jak meyvesinin hem α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerine karşı inhibe etme özelliği en yüksek olduğunu, dolayısıyla bitkilerin kan şekeri düşürme tedavisinde kullanma potansiyeli olduğunu öne sürmüşlerdir.

2.2. Muz Meyvesi

Musa cavendishii muz, Musaceae familyasından olan tropik bir meyvedir. Güney Doğu Asya kökenli bir meyve olan muzun yaklaşık olarak 1000 civarı türü olduğu bilinmektedir. Muz endüstrisi ihracat ve ithalat hacmi yüksek ürünlerden biri olması dünya çapında birçok insana istihdam olanağı sağlamasından dolayı ciddi bir ekonomik öneme sahiptir. Muz, 2014 yılında 114 milyon ton üretilerek dünyada tarım yoluyla elde edilen gıda ürünleri kategorisinde 9. sırada yer almıştır. Muz, en çok satan meyveler arasında ikinci sıradadır (Boz ve Hüseyinli, 2019).



Şekil 2.1. Muz meyvesi

Dünyada üretimi yapılan muzun % 41'ini “*Cavendish*”, % 21'ini “*Plantain*” ve % 14'ünü “*Gros Michel*” türleri ve geriye kalan % 24'ünü ise pişirilerek yenen muz türü oluşturmaktadır (Boz ve Hüseyinli, 2019).

Muz türlerinin boyutları, renkleri, kokuları ve tatları birbirinden farklıdır. Türler arasında farklılıklar bulunsa da genellikle 3 ile 7 metre arasında değişen bir bitki uzunluğuna sahiptirler. Türkiye’de yetiştirilen kısa boylu *Dwarf Cavendish* olarak bilinen tür ise 3,5 metre yükseklikte

bir bitkidir ve kaliteli yetiştirme koşullarında meyvenin parmak uzunluğu 15-20 cm'yi bulmaktadır. Uzun ömürlü bir bitki olan muz yaklaşık 30 yıl kadar yaşayabilmektedir.

Yaşam süresi, toprak kalitesi ve bakım onarım gibi birçok faktöre bağlıdır (Anonim a, 2018).

Dünyada muz üretimi tropikal iklim koşullarının hakim olduğu Hindistan, Brezilya, Filipinler, Ekvador, Endonezya, Honduras, Kolombiya ve Kostarika gibi ülkeler ile subtropik iklim koşullarının görüldüğü Mısır, İspanya (Kanarya Adaları), Avustralya, Güney Afrika, İsrail, Lübnan, Ürdün ve Türkiye gibi ülkelerde yapılmaktadır (Savcı vd., 2018; Subaşı vd., 2016; Polat, 2019; Karabulut ve Altuntaş, 2018).

Ülkemizde muz yetiştiriciliği 36° kuzey enleminde yapılmaktadır. Muz bitkisinin Anadolu'ya ilk girişi, 1750'li yıllarda Mısır'dan Alanya'ya süs bitkisi olarak kullanılmak amacıyla getirilmesiyle olmuştur. Muzun ticari olarak Türkiye'de üretilmesine 1930'lu yıllarda başlanılmıştır. Alanya'dan Anamur'a ve günümüzde ise Antalya'nın, Mersin'in, Adana'nın ve Hatay'ın bazı ilçelerinde yetiştirilmektedir (Öten vd., 2018; Gürsoy Aslan, 2019). Ülkemizde 2019 yılı verilerine göre toplam 498.888 ton muz üretimi gerçekleşmiştir (Polat, 2019; TÜİK, 2019).

Çizelge 2.1. Anamur Muzu Taksonomisi (Anonim b., 2020)

Anamur Muzu	
Alem	Plantae – Bitkiler
Bölüm	Magnoliophyta – Kapalı tohumlular
Sınıf	Liliopsida (Bir çenekliler)
Takım	Zingiberales
Familiya	Musaceae
Cins	Musa
Tür	<i>Musa cavendishii</i>

Muz güzel bir aromaya sahip olmasının yanında besin değeri de yüksek olan bir meyvedir. Muzun hem pulp hem de kabuk kısımlarının A, B, C ve E vitaminleri ile karotenoidler, fenolik bileşikler ve biyojen aminler gibi birçok biyoaktif bileşik içermesi dolayısıyla insan beslenmesi ve sağlık açısından çok önemlidir. Antioksidan özelliğe sahip bu bileşikler oksidatif stresin yol açtığı olumsuzlukları giderebilmektedir (Sarıdaş vd., 2017).

Muz meyvesi, kan basıncı seviyesinin korunması bakımından önemli bir mineral olan potasyum bakımından oldukça zengindir. Aynı zamanda tansiyon düşürücü, damar tıkanıklığını engelleyici ve kolesterolü düşürücü özelliği ile kalp ve damar hastalıklarından korunmak için tüketimi tavsiye edilen meyveler arasında yer almaktadır (Akkaya, 2016; Onur, 2017; Yılmaz vd., 2019). Bunların yanı sıra fosfor, kalsiyum, magnezyum ve kükürt gibi mineraller bakımından zengin olduğu bilinmektedir (Ak, 2016).

Çizelge 2.2. Soyulmuş 100 gram muzun besin değeri (Karaşahin, 2013)

Muzun Besin Değeri	
Enerji	92 kkalori
Protein	1,03 g
Karbonhidrat	23,43 g
Yağ	0,315 g
Kalsiyum	6 mg
Demir	0,31 mg
Sodyum	1 mg
Potasyum	396 mg
A vitamini	81 IU
B1 vitamini (tiamin)	0,045 mg
B2 vitamini (riboflavin)	0,1 mg
B3 vitamin (niacin)	0,540 mg
C vitamini	9,1 mg

Rahman vd. (2020) yaptıkları çalışmada muz kabuğu özütünün (BPE), olgunlaşmış muzun raf ömrü ve kalite özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma, olgun muzun dış yüzeyine muz kabuğu özütü (BPE) püskürtülerek raf ömrünü 2-3 gün uzatılabileceğini göstermiştir. Muamele edilmeyen muzlar depolamanın beşinci gününde tamamen bozulurken, sırasıyla % 80 etanol, damıtılmış su ve aseton ile hazırlanmış BPE ile muamele edilen muzlar ise % 31.25, % 50.00 ve % 69.23 oranında bozulmuştur. Renk, lezzet ve dokunun en iyi tutulması, % 80 etanol BPE ile muamele edilmiş numunelerde tespit edilmiştir.

Someya vd. (2002) ticari muzlardan biri olan *Musa cavendish*'in antioksidan bileşiklerini incelemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda hem muz özütünde hem de kabukta gallokateşin

saptamışlardır. Gallokateşin kabukta (158 mg / 100 mg kuru ağırlık) muz özütünden (29.6 mg / 100 g kuru ağırlık) daha fazla miktarda bulunmuştur. Ayrıca, muzdaki antioksidan bileşiklerden biri olan gallokateşinin muz özütünün antioksidan aktivitesiyle ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Bu nedenle muzların antioksidan kapasitesinin gallokateşin içeriğine bağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Sumathy vd. (2011) yaptıkları araştırmada *Musa acuminata* çiçeğinin biyoaktivitesini ve fitokimyasal taramasını incelemişlerdir. *M. acuminata* çiçek özütü, 12 mm ila 22 mm arasında değişen inhibisyon bölgesi ve 1.562 mg / ml ile 12.5 mg / ml arasında değişen MIC değerleri ile test edilen mikroorganizmalara (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus sp*, *Salmonella sp*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringensis*, *Candida albicans* ve *Aspergillus niger*) karşı iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. *Artemia salina* üzerinde yapılan tuzlu su karidesi toksisite testi ile muz çiçeği özütünün toksik olmadığını ve elde edilen LC₅₀ değerinin, toksisite seviyesinin kesme noktası 1.0 mg / ml'nin 9.97 mg / ml üzerinde olduğunu saptamışlardır. *M. acuminata* çiçek antioksidan çalışması sonucunda, çiçeğin 7.63 mg / ml LC₅₀ değeriyle butile hidroksitoluen (BHT) olarak iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu ortaya koymuşlardır. Fitokimyasal taraması sonucunda, *M. acuminata* çiçeği metanolik özütünde glikozitler, tanenler, saponinler, fenoller, steroidler ve flavonoidler gibi aktif bileşiklerin varlığını belirlemişlerdir.

Shian vd. (2012) Malezya'da yaygın olan üç muz çeşidi (*Musa acuminata* 'Berangan', 'Mas' ve 'Raja') arasında karşılaştırmalı olarak antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada çözücü olarak su, aseton, etanol ve metanol kullanmış ve muz türlerinin antioksidan özellikleri DPPH, FRAP ve Toplam Fenolik Bileşikler yöntemleriyle belirlenmiştir. Çözücü tiplerine bağlı olarak *Berangan*, *Mas* ve *Raja* muzları için DPPH yüzdeleri sırasıyla % 6.236.8, % 4.6-48.9 ve % 3.2-63.1 olduğu saptanmıştır. FRAP testlerinde ise kullanılan çözücü tipine bağlı olarak, *Raja* muzunun en yüksek TE değerine (Trolox eşdeğeri) sahip olduğu (140,8-1607,2 mg TE / 100 g FW), ardından *Mas* (233,6-485,8 mg TE / 100 g FW) ve *Berangan* (39,4-403,7 mg TE / 100 g FW) olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşik miktarları incelendiğinde en yüksek gallik asit (GA) içeriğine *Raja* muzlarının sahip olduğu (254.3-2178.6 mg GA / 100 g FW), ardından *Mas* (154.3-726.4 mg GA / 100 g FW) ve *Berangan* (58.6-767.3 mg GA / 100 g FW) türlerinin geldiği bildirilmiştir.

2.3. Fitokimyasalların diyabet hastalığı üzerine etkisi

Metabolik bozukluklardan kaynaklanan bir hastalık olan diabetes mellitus (DM) dünya çapında büyüyen bir sağlık sorunudur (Aslan vd., 2010; Çiftçi Yegin vd., 2018). Diabetes Mellitus, pankreasın yeterli miktarda insülin üretememesi veyahut vücudun ürettiği insülini etkili bir şekilde kullanamaması sonucu meydana gelmektedir. Giderek değişen beslenme rutinleri ile birlikte diyabet hastalığında artış gözlemlenmektedir. Uluslararası Diyabet Federasyonunun (IDF) 2019 yılındaki verilerine göre 463 milyon diyabetli hasta mevcut iken 2045 yılında bu sayının 700 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (İnce ve Çağındı, 2020).

Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki diyabet türü vardır. Tip 1 diyabette genetik faktörler etkili iken Tip 2 diyabet genellikle beslenme kaynaklıdır. Dünya çapındaki diyabet vakalarının % 90'nı Tip 2 diyabet şeklinde görülmektedir. Diyabette kan şekeri seviyesinin yükselmesi sonucu reaktif oksijen türleri (ROT) ve serbest radikaller meydana gelir. Bu durum kan plazmasındaki antioksidan seviyesinin azalmasına neden olur. Uzun vadede kan şekeri konsantrasyonu normal seviyelerde tutulmazsa akut ve kronik komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir (Büyükbacı ve El, 2008; Aslan vd., 2010).

Tip 2 diyabetin tedavisinde kullanılan ilaçlarda ticari olarak bulunan enzim inhibitörleri (akarboz, miglitol ve metformin) gaz, karın şişmesi veya diare gibi farklı yan etkilerle birlikte vücutta karaciğer, böbrek gibi organlarda toksisiteye sebebiyet verdiği için alternatif doğal α -amilaz kaynağı ve α -glikozidaz inhibitörlerinin araştırılması giderek önem kazanmaktadır. Son yıllarda, α -amilaz ve α -glikozidaz inhibitörlerince zengin hipoglisemik gıdalar üzerine yapılan çalışmalara olan ilgi artmaktadır (İnce ve Çağındı, 2020).

Karbonhidratların sindirim enzimlerinin aktivitesini inhibe etmesi yoluyla gıdanın daha az sindirilerek daha az enerji vermesini sağlayan biyoaktif bileşenlerin araştırılması diyabetin önlenmesinde yeni yaklaşımlar olarak ele alınmaktadır. Gıdalarda bulunan biyoaktif bileşenler doğal enzim inhibitörleri görevi görerek gastrointestinal sistemde nişastanın sindirilebilirliği ve glisemik indeksi etkileyen özelliklere sahiptirler. Karbonhidrat sindirim inhibitörleri bileşenlerinden biri olan polifenoller, besin değeri olmayan, ancak insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan biyoaktif bileşikler olarak birçok bitkide ve özellikle meyvelerin kabuklarında yoğun olarak bulunan ikincil metabolitlerdir. Polifenollerin nişasta sindiriminde görev alan α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerini inhibe ederek besin ögesi emilimini modüle

ettiği bilinmektedir. Bu da kalori alımı, kan glikoz kontrolü üzerine olumlu etkiler sağlamaktadır. Meyvelerdeki polifenollerin, karbonhidratların sindiriminde α -amilaz ve α -glikozidaz enzim inhibisyon aktivitelerinde önemli olduğu bitki özütleri ile yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (İnce ve Çağındı, 2020).

Hayvanlarla yapılan çalışmalarda, Sprague–Dawley sıçanlarında fenol bileşiklerince zengin yeşil ve siyah çay katkılarının yemek sonrası kan glikoz konsantrasyonlarını azalttığı ortaya konulmuştur. Meyve ve sebze tüketiminin tip 2 diyabet hasta grubunda oksidatif stres markörlerinin iltihaplanmasını azalttığını bildirmişlerdir (Wootton-Beard ve Ryan, 2011).

Kam vd. (2012) yaptıkları çalışmada narçiçeği, kabuğu ve suyundan metanol, etil asetat ve su ile elde ettikleri özütlerin pankreatik α -amilaz ve α -glikozidazı değişen derecelerde inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Özütlerden elde edilen gallik asit ve ellagic asit içeriğinin inhibe yeteneği araştırmışlardır. Gallik asit, 38 mg/ml bir IC50 (konsantrasyon enzimin aktivitesinin yarısını inhibe eder) değeri ile mevcut deneysel koşullar altında %50 inhibe elde edebildiği ve ellagic asit için 66,67 mg/ml konsantrasyonda %41,84 inhibe edebildiğini tespit etmişlerdir. Bu bulguların narçiçeği ve kabuğunun anti-hiperglisemik etkilerine katkıda bulunabileceğini ve diyabet şikâyetlerinin azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

Mojica vd. (2015) Meksika ve Brezilya’da yetiştirilen 15 farklı fasulye türünün antosiyanin ve diğer renksiz bileşiklerini inceledikleri çalışmada, α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerini en etkin inhibe eden özütlerin Pinto-Salttillo cinsinde % 74 α -amilaz inhibisyonu, α -glikozidaz durumunda ise % 82.5 inhibisyon ile en çok siyah(negro) cinslerin etkili olduğu tespit etmişlerdir. Her iki enzimi de inhibe etme potansiyeli yüksek olan çeşitler Negro Otomi, Pinto-Salttillo, Pinto-Centenario ve Pinto-Bayacora; hepsi % 66 ve %82 arasında inhibisyona sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Sarkar vd. (2015) Bartlett ve Starkrimson armut türlerinin kabuk ve meyve etinden elde ettikleri özütlerin α -amilaz ve α -glikozidaz aktivitesine etkisini inceledikleri araştırmada, her iki türden elde edilen kabuk ve meyve özütlerinin bahsedilen enzimleri yüksek derecede inhibe ettiklerini bildirmişlerdir. α -amilazı inhibe etme derecesi bakımından her iki türün sulu meyve eti özütlerinin etanolik meyve eti özütleri ve kabuk özütlerinden daha yüksek inhibe edici aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Çiftçi Yegin vd. (2018), Piraziz elması olarak bilinen *Malus communis* L. Elma türünün antioksidan içeriğini ve antidiyabetik etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, aamilaz ve a-glikozidaz inhibisyon değerleri IC50 cinsinden değerleri sırasıyla 501.08 ve 924.93 mg/ml olarak tespit etmişlerdir. Kontrol olarak kullanılan akarboz IC50 94.35 ve 75.20 mg/ml olarak belirlemişlerdir.

2.4. Fitokimyasalların antioksidan etkisi ve fenolik bileşikler

Günümüzde ölüme neden olan hastalıkların başında koroner kalp rahatsızlıkları ve kanser gelmektedir. Bu hastalıkları tetikleyen en önemli sebeplerden birisinin oksidatif stres olduğu belirtirmektedir (Atalay ve Erge, 2018). Oksijen molekülünün eksik indirgenmesi sonucu meydana gelen reaktif oksijen türleri (ROT) ve serbest radikallerin (SR) hücrede fazla miktarlarda oluşması sonucu gerçekleşen olay “oksidatif stres” olarak tanımlanmaktadır. Oksidatif stres, hücrelerde hasar oluşumuna neden olmaktadır (Güleşçi ve Aygöl, 2016). Hücreler oksidatif strese karşı hayatta kalmak için birtakım savunma mekanizması geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalar “antioksidan” olarak adlandırılmaktadır. Antioksidan maddeler reaktif oksijen türleri ve serbest radikalleri gidererek olumsuz etkilerini elemine etmektedir (Güzel vd., 2013).

Antioksidanlar hem vücut tarafından sentezlenebilirler hem de bitkisel kaynaklı gıdalarla alınabilirler. Bitkisel kaynaklı gıdalardan diyet yoluyla alınan antioksidanlar “fitokimyasal antioksidan” olarak bilinmektedirler. Bu antioksidanlar doğada en fazla tohumlarda, baklagillerde, meyve ve sebzelerde bulunurlar (Güleşçi ve Aygöl, 2016; Güzel vd., 2013). Gıdaların antioksidan içerikleri ve antioksidanların biyoyararlılığı çeşitli faktörlere göre değişebilmektedir. Bunlar;

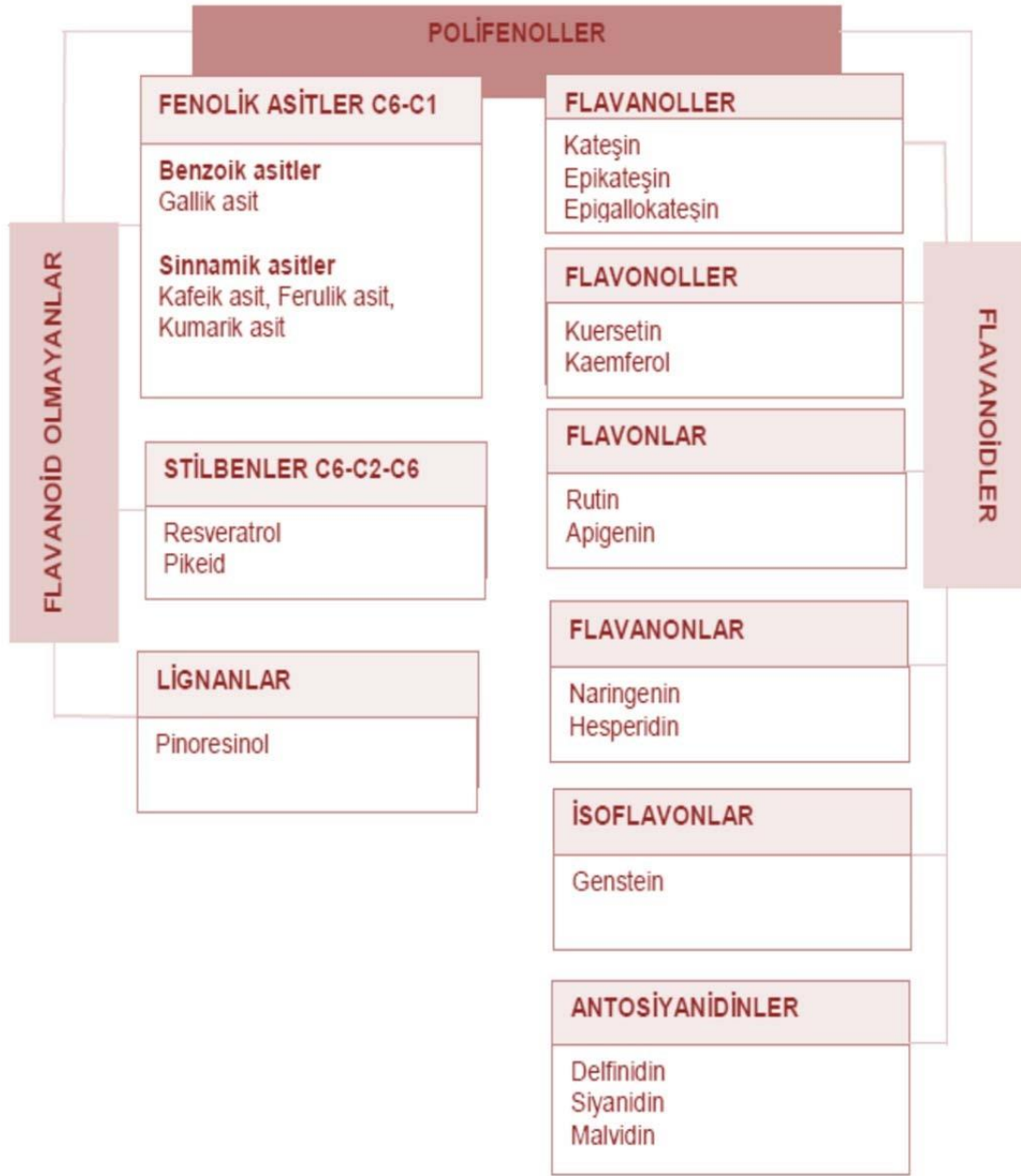
- Gıda maddesinin cinsi
- Hasat zamanı
- Hasat yöntemi
- Depolama ve muhafaza ortamının ısısı, ışığı, iklimi, nemi,
- Gıdanın hazırlaması
- Kişi ve toplumun tüketim alışkanlıkları şeklinde sayılabilmektedir (Yılmaz, 2010).

Antioksidanlar mekanizmalarına göre “Birincil Antioksidanlar” ve “İkincil Antioksidanlar” olmak üzere 2 sınıfa ayrılırlar. Birincil Antioksidanlar; radikallerle reaksiyona girerek bunların daha zararlı formlara dönüşmesini ve yeni serbest radikal oluşumunu önleyen bileşiklerdir (örn; katalaz, peroksidaz, transferin). İkincil Antioksidanlar ise; oksijen radikalini yakalayan ve radikal zincir reaksiyonlarını kıran bileşiklerdir (örn; askorbik asit, E vitamini, polifenoller) (Eruçar, 2006).

Doğal antioksidan kaynakları olarak bitki ve bitki yaprakları, meyveler, sebzeler ve bunları içeren birçok gıda maddesi saymak mümkündür. Doğal antioksidan kaynaklarını genel olarak ‘bitki fenolik maddeleri’ oluşturmaktadır. Fenolik maddeler; biyolojik olarak antibakteriyel, antikanserojenik, antialerjik aktivite gösteren bileşiklerdir (Eruçar, 2006).

Bitki metabolizmalarında ikinci metabolit olarak bulunan ve benzen halkası içeren maddeler fenolik bileşikler veya polifenoller olarak adlandırılmaktadır (Akalin, 2011; Eruçar, 2006; Özay, 2015). Oldukça karmaşık ve geniş bir aileye sahip olan fenolik bileşikler, temelde flavanoidler ve non-flavanoidler (fenolik asitler) olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar (Göktürk Baydar vd., 2005; Özay, 2005). Şekil 2.2 ‘de fenolik bileşiklerin sınıflandırılmasına yer verilmiştir.

Flavanoidler; bitki çaylarının, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan polifenolik antioksidanlar olarak bilinmektedir. Fenolik bileşiklerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkilidirler. Bir kısmı ise meyve ve sebzelerin sarı, sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. Meyve ve sebzelerin işlenmelerinde enzimatik esmerleşme gibi değişik sorunlara da neden olmaktadır. Bu özellikler meyve ve sebzeler ile bunlardan elde edilen ürünler için son derece önemlidir. Diğer taraftan bir kısım fenolik maddeler, örneğin antosiyaninler, meyve sebzelerin kendine özgü renklerinin oluşmasını sağlamaktadır. Meyveler, özellikle içerdikleri fenolik bileşiklerin antioksidatif ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmektedir. Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle "biyoflavonoid" adı da verilmektedir. Ayrıca gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; enzim inhibisyonuna neden olmaları ve değişik gıdalarda kalite kontrol kriteri olmaları gibi nedenlerle de önem taşımaktadırlar (Anonim c, 2013).



Şekil 2.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Karabulut ve Yemiş, 2019)

Bayan ve Genç (2016), taraflarından yapılan araştırmada *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca*'nın toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitelerini belirlemişlerdir. Çalışmada, *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca* türünün metanol özütünün antioksidan kapasitesini belirlemek için DPPH, FRAP, CUPRAC ve TEAC antioksidan aktivite testleri ile Toplam Fenolik (TP) ve Toplam Flavonoid (TF) miktarı analizlerini yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda antioksidan değerleri, DPPH IC₅₀ 11,47±0,30, FRAP 22,22 ± 0,36 mmol TE/g özüt, CUPRAC 6,67 ± 0,16 mmol TE/g özüt ve TEAC 5,77 ± 0,82 IC₅₀ (µg/mL) olduğu

bildirilmiştir. Toplam fenolik içeriği $140,18 \pm 8,73$ mg GAE/g özüt, toplam flavanoid içeriği ise $51,56 \pm 1,18$ mg QE/g özüt olduğu belirtilmiştir.

Cevahir (2019), yaptığı çalışmada farklı muşmula genotiplerinin (*Mespilus germanica* L.) bazı fitokimyasal özelliklerini ve antioksidan kapasitesini gözlemlemiştir. Araştırmada toplamda 15 genotip incelemiştir. Genotiplerde toplam fenolik içeriğinin 41.1 mg/100 g- 410.8 mg/100 g ve toplam antioksidan kapasitesinin 13.1 mmol/100 g- 77.8 mmol/100 g arasında değiştiği bildirilmiştir.

Kelebek ve Canbaş (2010), tarafından yapılan çalışmada Hicaz narından elde edilen şıranın organik asit, şeker, fenol bileşikleri ve antioksidan kapasitelerini tespit etmişlerdir. Bu bileşiklerin analizinde HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) kullanmışlardır. Araştırmanın sonucunda sırada 3 adet organik asit, 3 adet şeker, 6 adet antosiyanin ve 8 adet renksiz fenol bileşiği saptamışlardır. Şırada sitrik asitin baskın organik asit, fruktozun baskın şeker, siyanidin-3,5-diglikozitin baskın antosiyanin ve α -punikalajinin baskın renksiz fenol bileşiği olduğu tespit edilmiştir. Şıradaki EC50 değerinin 11ml/mg DPPH olduğu ve antioksidan kapasitenin ise 6.49 (AEx 10^{-3}) olduğu belirtilmiştir.

Okumuş (2016), tarafından yapılan çalışmada “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu ve yan ürünlerinin (kabuk ve çekirdek) toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasitelerini incelenmişlerdir. Araştırmada antioksidan kapasiteleri, metanolik özütler kullanılarak DPPH (Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi) ve FRAP (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç) yöntemleri kullanılarak saptanmıştır. Sonuç olarak “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerinden elde edilen nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeğinin antioksidan aktiviteleri DPPH metodu ile sırasıyla $7,58 \pm 0,02$ - $7,4 \pm 0,04$ mmol TE/L nar suyu, $2,76 \pm 0,033$, $41 \pm 0,04$ mmol TE/g özüt ve $0,25 \pm 0,00$ - $0,29 \pm 0,00$ mmol TE/g özüt olduğu; FRAP metodu ile sırasıyla $7,50 \pm 0,05$ - $6,98 \pm 0,06$ mmol TE/L nar suyu, $5,02 \pm 0,01$ - $7,39 \pm 0,03$ mmol TE/g özüt ve $0,14 \pm 0,00$ - $0,19 \pm 0,00$ mmol TE/g özüt olduğu bildirilmiştir. Nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ise sırasıyla $1428,1 \pm 8,25$ - $1156,67 \pm 10,91$ mg GAE/L nar suyu, $371,78 \pm 1,26$ - $440,34 \pm 1,94$ mg GAE/g özüt, $43,71 \pm 0,22$ - $54,66 \pm 0,18$ mg GAE/g özüt olarak saptanmıştır.

Smolskaite vd. (2014), farklı mantar türlerinin antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar mantardan su, metanol, diklorometan ve sikloheksan çözümleri kullanarak farklı özütler elde etmişler ve en yüksek antioksidan aktivitenin DPPH için 0.962 ± 0.03 , FRAP için 10.9 ± 3 , mM TE/100 g özüt) olduğunu bildirmişlerdir.

2.5. Fitokimyasalların antibakteriyel etkileri

Çok eski yıllardan beri bitkiler tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. İlaç sektörü oluşmadan önce insanlar hastalıklardan korunmak ve tedavi amacıyla çeşitli bitki türlerini ilaç olarak kullanmışlardır. Son yıllarda modern ilaç endüstrisinin gelişmesiyle birlikte sentetik olarak üretilen ilaçlara muadil olarak bitki kökenli ilaçların kullanımının arttığı görülmektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013; Ceylan vd., 2016).

Son yıllarda, antibiyotiklerin bilinçsiz ve aşırı kullanımından kaynaklı enfeksiyona ve bulaşıcı hastalıklara neden olan birçok mikroorganizmaların ilaçlara karşı dirençli suşlarının ortaya çıktığı bilinmektedir. Mikroorganizmaların tedavi amacıyla kullanılan antibiyotiklere karşı direncinin artması ve sentetik ilaçların neden olduğu yan etkilerin artması, araştırmacıları doğal kaynaklı antibiyotik etkisi olan ilaçları araştırmaya yöneltmiştir (Benli ve Yiğit, 2005; Ceylan vd., 2016).

Akarca ve Tomar (2019), yaptıkları çalışmada Afyonkarahisar ili çevresinde yetişen ve halk tarafından tüketilen yabani bitkilerin (acıgünek, bici bici, sığır kuyruğu ve ekşimen) antioksidan ve antimikrobiyal etkilerini (*Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella Typhi* ve *Bacillus subtilis*) araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda bitkilerin yüksek antioksidan özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda sığır kuyruğu hariç diğer bitkilerin yapılan araştırmada kullanılan 6 patojenin 5'ine karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Hammer vd. (1999), agar dilisyon yöntemiyle 52 çeşit bitkinin özütleri ve esansiyel yağlarının 10 çeşit mikroorganizmalara (9 bakteri ve 1 maya) karşı antibakteriyel aktivitesi öğrenmek için gerçekleştirdiği çalışmada 3 çeşit bitki (Limon, kekik ve defne) $\leq 2.0\%$ (v/v) konsantrasyonlarda tüm organizmaları inhibe ettiği, 6 çeşit bitki yağı en yüksek konsantrasyonda bile herhangi bir mikroorganizmaya karşı etkisi olmadığını, geri kalan yağlar

ve özütler farklı konsantrasyonlarda mikroorganizmalara karşı değişik aktiviteler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Türkyılmaz vd. (2017), narın farklı kısımlarının (nar kabuğu, dilim zarı ve çekirdekleri) polifenol içeriği, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi üzerine ekstraksiyon çözümlerinin (aseton, aseton:su, metanol, etanol ve su) etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda nar kabuğu ve dilim zarında; gallik asit, punikalin, α -punikalajin, β -punikalajin ve ellajik asit türevleri HPLC ile tanımlanmıştır. Çekirdekte sadece ellajik asit türevleri, nar kabuğu ve dilim zarında ise çok yüksek miktarda polifenol içerdiğini belirtmişlerdir. Nar kabuğu ($r=0.967$), dilim zarı ($r=0.976$) ve çekirdeklerden ($r=0.972$) elde edilen özütlerin toplam polifenol miktarı ve antioksidan aktiviteleri arasında güçlü korelasyonlar bildirmişlerdir. Nar kabuğu ve dilim zarının *Bacillus megaterium* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Muz meyvesi

Musa cavendishii muz, 2018 yılında hasat zamanında Mersin ilinin Anamur ilçesinden temin edilmiştir ve liyofilizatör ile dondurularak -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Mikroorganizmalar

Çalışmamızda yararlanılan kimyasallar ve enzimler Sigma (USA) ve Merck (Almanya) firmalarından sağlanmıştır. Enzimler (α -glikozidaz, α -amilaz) Sigma firmasından (Sigma Chemical Company, MO, ABD) temin edilmiştir. Formik asit, amonyum format, kloroform, metanol, etanol ve heksan ve HPLC dereceli asetonitril Merck'ten (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır. Folin-Ciocalteu, disodyumhidrojen fosfat, sodyum hidrojen fosfat, sodyum karbonat Merck'ten (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır. Gallik asit, Fluka'dan (ABD) satın alınmıştır. 3,5-Dinitrosalisilik asit, p-nitrofenil-a-D-glukopiranosid, p-nitrofenol (pNPG), domuz pankreas- α -amilaz, α -glikozidaz, potasyum sodyum tartrat tetrahidrat Sigma-Aldrich

(Avustralya) 'dan temin edilmiştir. Kullanılan bakteriler *E. coli* ve *S. aureus* Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Mikrobiyoloji laboratuvarından tedarik edilmiştir. Antibakteriyel aktivite tayininde BIOANALYSE® marka diskler kullanılmıştır. Bütün kimyasallar analit sınıfıdır.

3.1.3. Araç ve Gereçler

Meyve kurutma işleminde “CHRIST ALPHA 2-4 LD (ABD)” marka liyofilizatör (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Karıştırma işlemleri için “Hettic Universal 320 R”, marka santrifüj cihazı (Şekil 3.2) kullanırken meyve özütleri elde etme işlemlerinde “BUCHI R-215” marka evaporatör kullanılmıştır (Şekil 3.3). Toplam fenolik miktarının belirlenmesi, toplam antioksidan ve enzim aktiviteleri ölçümlerinde “AGILENT CARRY 60” marka spektrometre kullanırken (Şekil 3.4); pH ölçümlerinde “METTLER TOLEDO SEVEN COMPACT” marka cam elektrotlu pH-metre kullanılmıştır. Enzim inhibisyon işlemlerinde kullanılan su banyosu “MEMMERT” marka olup; antibakteriyel aktivite ölçümü işlemlerinde malzemelerin sterilizasyonu için kullanılan otoklav “HIRAYAMA HA-3MIV” markadır. Steril alan için “Legrand” marka steril kabin; inkübasyon için “Memmert IPP 110 (Almanya)” inkübatörü kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Liyofilizatör



Şekil 3.2. Santrifüj



Şekil 3.3. Evaporatör

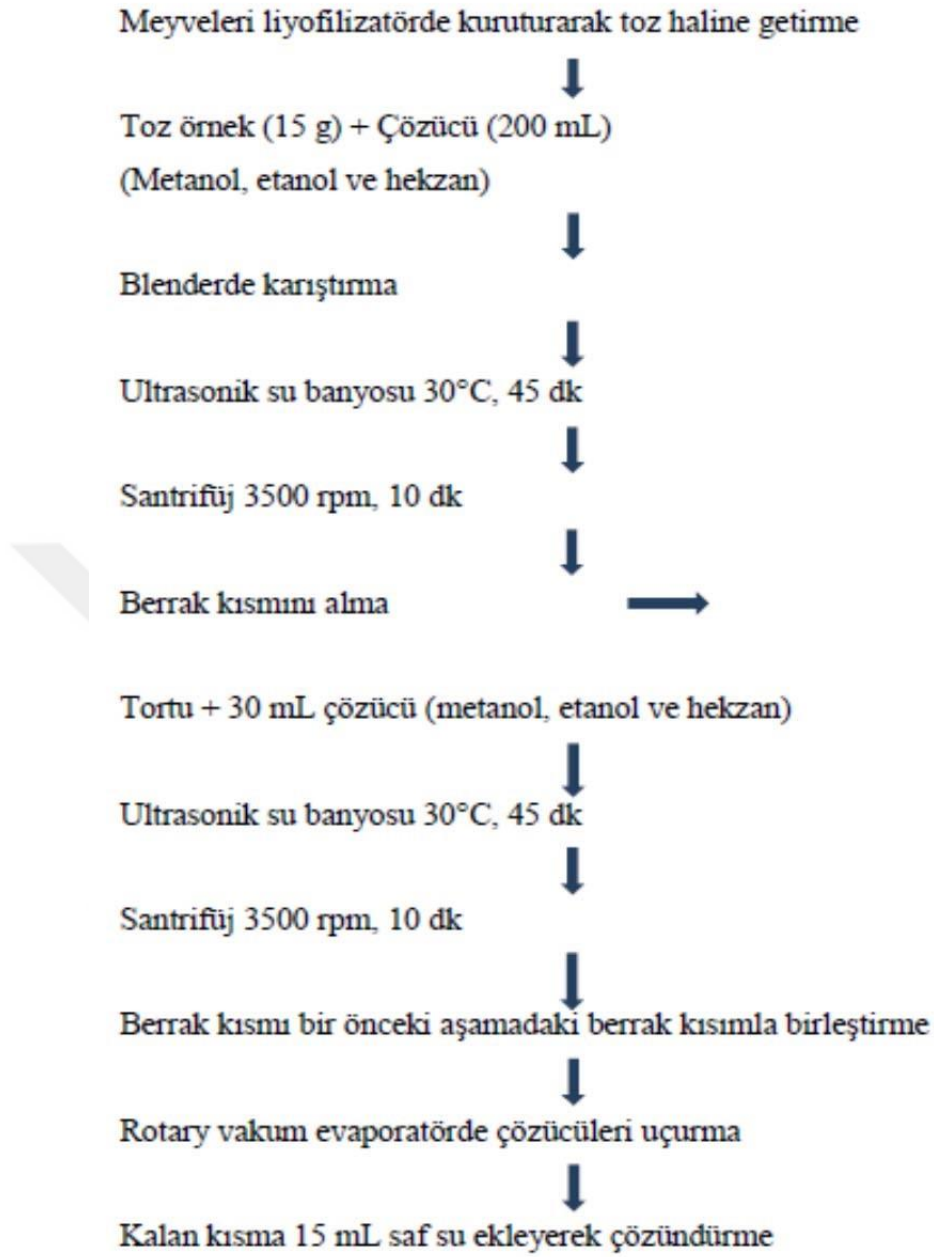


Şekil 3.4. Spektrofotometre

3.2. Metot

3.2.1. Bitki Özütlerinin Hazırlanması

Meyve özütlerini elde etmede Kam vd.'lerinin (2013) kullandığı yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Meyve numuneleri liyofilizatör cihazı kullanılarak kurutulmuş ve toz haline getirilmiştir. Kurutulmuş toz haline gelmiş örneklerden 15 g alınarak üzerine 200 ml çözücü (metanol, etanol ve hekzan) eklenmiş ve ultrasonik su banyosunda (30°C) 45 dk bekletilmiş ve 3500 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra katı ve berrak olan iki ayrı katman elde edilmiştir. Berrak kısım ayrı bir kaba aktırılmıştır. Tortu üzerine 30 mL çözücü ilave edilmiş ve bu işlem 2 kez tekrarlanmıştır. Ayrılan berrak kısım tekrar tortu birleştirildikten sonra numuneler vakum evaporatörde kurutulmuş ve kalan kısım 15 mL saf su ile çözündürülerek meyve özütleri elde edilmiştir. LC-MS/MS analizleri için hazırlanan özütler metanolde çözündürülmüştür.



3.2.2. Biyoaktivite Testleri ve LC – MS / MS Analizleri

3.2.2.1. LC – MS / MS Cihazı ve Kromatografik Koşullar

56 fitokimyasalın kantitatif değerlendirmesini gerçekleştirmek için bir tandem kütle spektrometresi ile birleştirilmiş Shimadzu-Nexera model bir ultra yüksek performanslı sıvı kromatografi (UHPLC) kullanılmıştır. Ters fazlı UHPLC, bir otomatik örnekleyici (SIL30AC modeli), bir sütun fırını (CTO-10ASvp modeli), çift pompalar (LC-30AD modeli) ve bir gaz giderici (DGU-20A3R modeli) ile donatılmıştır. 56 fitokimyasal için optimum ayırmayı

sağlamak ve baskılama etkilerinin üstesinden gelmek için kromatografik koşullar optimize edilmiştir. Agilent Poroshell 120 EC-C18 modeli (150 mm × 2.1 mm, 2.7 µm) ve RP-C18 Inertsil ODS-4 (100 mm × 2.1 mm, 2µm) gibi farklı kolonlar, asetonitril ve metanol gibi farklı mobil fazlar (B) Amonyum format, formik asit, amonyum asetat ve asetik asit gibi farklı mobil faz katkı maddeleri, 25 ° C, 30 ° C, 35 ° C ve 40 ° C gibi farklı kolon sıcaklıkları denenmiş ve optimum şartlar sağlanana kadar uygulanmıştır. Sonuç olarak, kromatografik ayırma, ters fazlı Agilent Poroshell 120 EC-C18 modeli (150 mm x 2.1 mm, 2.7 um) analitik kolon üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sütun sıcaklığı 40 ° C'ye ayarlanmıştır. Elüsyon gradyanı, seçici A (su + 5 mM amonyum format +% 0.1 formik asit) ve elüent B'den (metanol + 5 mM amonyum format +% 0.1 formik asit) oluşmaktadır. Aşağıdaki gradyan elüsyon profili kullanılmıştır: % 20-100 B (0-25 dakika), % 100 B (25-35 dakika), % 20 B (35-45 dakika). Ayrıca çözücü akış hızı ve enjeksiyon hacmi sırasıyla 0,5 mL / dak ve 5 µL olarak ayarlanmıştır (Yılmaz vd., 2018).

Kütle spektrometrik algılama, hem negatif hem de pozitif iyonizasyon modlarında çalışan bir elektrosprey iyonizasyon (ESI) kaynağı ile donatılmış bir Shimadzu LCMS-8040 model tandem kütle spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. LC-ESI-MS / MS verileri, LabSolutions yazılımı (Shimadzu) tarafından alınmış ve işlenmiştir. MRM (çoklu reaksiyon izleme) modu, fitokimyasalların kantifikasyonu için kullanılmıştır. MRM yöntemi, belirtilen öncü fitokimyasaldan parçaya iyon geçişlerinin taranmasına dayalı olarak fitokimyasal bileşikleri seçici olarak saptamak ve ölçmek için optimize edilmiştir. Çarpışma enerjileri (CE), optimum fitokimyasal parçalanmayı ve istenen ürün iyonlarının maksimum iletimini sağlamak için optimize edilmiştir. MS çalışma koşulları şu şekilde uygulanmıştır: kurutma gazı (N2) akışı: 15 L / dak; nebulize edici gaz (N2) akışı: 3 L / dak; DL sıcaklığı: 250 ° C; ısı bloğu sıcaklığı: 400 ° C, ve arayüz sıcaklığı: 350 ° C.

İncelenen türlerin LC – MS / MS analizleri daha önce doğrulanmış bir yöntemle göre yapılmıştır (Yılmaz vd., 2018).

3.2.3. Toplam Fenolik Bileşik Tayini

Meyve eksraktların toplam fenolik bileşik miktarı Folin-Ciocalteu kolorometrik yöntemle göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır (Apostolou vd., 2013). Meyve eksraktlarından 1'er mL alınıp 60 mL saf su ve 5 mL Folin-Ciocalteu hazır reaktifi ile iyice karıştırılmıştır. Devamında 7.5 dk içerisinde %20'lik sodyum karbonat çözeltisinden 15 mL ilave edilmiş ve tekrar iyice

karıştırılmıştır, daha sonra çözeltilerin hacmi 100 mL'ye tamamlanmıştır. Çözeltiler 20°C'de karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra çözeltilerin absorbansları UV Spektrofotometresi'nde 765 nm'de okunmuştur. Toplam fenolik miktarları gallik asitle çizilen kalibrasyon eğrisinden, mg gallik asite eşdeğer şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.4. Pankreatik α -amilaz İnhibisyonunun Belirlenmesi

Meyve ekstarktarının pankreatik α -amilazın inhibe edici özelliğinin tayini için 0.006 M sodyum klorür içeren 0,1 M, fosfat tamponunda (pH 6,9) hazırlanmış 6 ünite/mL'lik 40 μ L α amilaz enzimi 560 μ L pH 6.9 fosfat tamponu ile karıştırılmıştır. Devamında üzerine 100 μ L meyve eksratlarından eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır, daha sonra su banyosunda (37°C) 20 dk bekletilmiştir. Süre bitiminde yine aynı tamponda ve özellikte hazırlanmış 1 mL % 1'lik nişasta çözeltisinden 300 μ L ilave edildikten sonra tekrar su banyosunda (37°C) 20 dk bekletilmiştir. Ardından örnek bulunan tüplere Dinitrosalisilik asit (DNS) çözeltisinden 750 μ L eklenmiş ve 5 dk kaynamış su altında bekletilmiştir. Tüplerin oda sıcaklığına gelmesi beklendikten sonra üzerine 6 mL saf su eklenerek absorbansları UV spektrofotometrede köre 540 nm'de okunmuştur. Kör aynı reaksiyon karışımında enzim yerine enzimin çözündürüldüğü tampon eklenerek hazırlanmıştır. Çalışmada 3 paralel yapılarak ortalaması alınmıştır (Shobana vd., 2009).

1 ünite enzim aktivitesi dakikada 1 mmol maltoz oluşturan enzim miktarı olarak tanımlanmış ve % inhibisyon değeri $[(A_o - A_i)/A_o] \times 100$ formülü ile belirlenmiştir.

$$\text{İnhibisyon \%} = \frac{A_o - A_i}{A_o} * 100$$

A_o = inhibitörsüz enzim aktivitesi

A_i = inhibitör varlığında enzim aktivitesi

3.2.5. α -glikozidaz İnhibisyonunun Belirlenmesi

α -glikozidaz enziminin inhibe edici özelliğinin tayini için 1.15 mL 0.1 M fosfat tamponu (pH 6.8) ile 50 μ L 2 U/mL α -glikozidaz enzimi karıştırılmıştır. Elde edilen karışım üzerine 50 μ L meyve eksratları eklenerek su banyosunda (37°C) 10 dk bekletilmiştir. Bekletildikten sonra karışım üzerine 5 mmol 50 μ L substrat (*p*-nitrofenil- α -D-glikopranozid) ilave edilmiş ve su banyosunda (37°C) 30 dakika bekletilmiştir. Süre bitiminde 2 mL 0.2 M sodyum karbonat ve

4.7 mL saf su ilave edilerek reaksiyon sonlandırılmış ve spektrofotometrede 405 nm’de köre karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Kör aynı reaksiyon karışımında enzim yerine enzimin çözündürüldüğü tampon eklenerek hazırlanmıştır. 3 paralel yapılarak ortalama değeri alınmıştır (Shobana vd., 2009).

1 ünite enzim aktivitesi; dakikada 1 µM p-nitrofenol oluşturan enzim miktarı olarak açıklanmıştır ve formül yüzde inhibisyon değeri olarak $[(A_o - A_i)/A_o] \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon \%} = \frac{A_o - A_i}{A_o} * 100$$

A_o = inhibitörsüz enzim aktivitesi

A_i = inhibitör varlığında enzim aktivitesi

3.2.6. Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi

3.2.6.1. Tek Koloni Eldesi

Seyreltme işlemi mikroorganizmaların dilüsyon sıvısında çözündürülerek 10^{-4} 'e kadar yapılmıştır ve elde edilen seyreltik 10^{-4} 'lük dilüsyondan 0.1 mL alınarak nutrient agar besiyerine yayma şeklinde ekim yapılmıştır.

3.2.6.2. Disk Difüzyon Yöntemi ile Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi

Özütlerin antibakteriyel etkisi filtre kağıdı diskli agar yöntemi ile belirlenmiştir. Anamur muz özütlerinde elde edilen etanol, hekzan ve metanol özütleri için antibakteriyel aktivite in vitro çalışılmıştır. Agar plakalarından koloniler, 0.5 McFarland standartlarında bir türbidite oluşturmak için steril bir Nutrient Broth besiyerine eklenmiştir. Yaklaşık 1×10^6 CFU / ml süspansiyona sahip bakteri süspansiyonları, steril sürüntü çubuğu kullanılarak besleyici agar plakalarına eklenmiştir. Test diski, 10 mg / disk nihai konsantrasyon verecek şekilde her bir özütün 20 µL'sini (500 mg / ml) 5 mm sterilize edilmiş filtre kağıdı diskine eklenerek hazırlanmıştır. Diskler, gece boyunca biyogüvenlik kabini altında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra diskler yavaşça ilgili yere yerleştirilmiştir. Ampisilin (30 µg / disk), *E. coli* ve *S. aureus*'un büyümesini inhibe etmek için bir pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Kültür plakaları 37 ° C'de

24 saat inkübe edilmiştir. Mikrobiyal büyüme, inhibisyon bölgesinin çapı mm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir (Fernandez-Agullo ve diğerleri, 2013).

3.2.7. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

3.2.7.1. DPPH (Serbest Radikal Giderim) Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Serbest radikal giderim aktiviteleri ölçümünde 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil DPPH çözeltisi kullanılmıştır. 150 µL meyve ekstraktları üzerine metanol ile hazırlanan %0.005'lik DPPH çözeltisinden 2.85 mL miktarında ilave edilip karıştırılmış ve karanlık ortamda oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. İnkübasyon sonunda spektrofotometrede 515 nm'de köre karşı absorbans ölçülmüştür. Kontrol çözelti hazırlanmasında aynı reaksiyon karışımında bitki özütleri yerine metanol kullanılmıştır. Antioksidan sonucu trolox ile çizilen kalibrasyon eğrisinden, mM Trolox'a eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (İsmail vd., 2010).

3.2.7.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Meyve özütlerinin Fe^{3+} - Fe^{2+} dönüşümüne olan etkisine göre meyve özütlerinin indirgeme gücü kapasitesi (FRAP) tayin edilmiştir. 25 mL 300 mM'lik asetat tamponu, 2.5 mL TPTZ (2,4,6-tripridil-s-triazin) (40 mmol HCl içerisinde hazırlanmış 10 mmol TPTZ) ve 2.5 mL 20 mmol'lik $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ karıştırılmış ve numuneler 37°C'de inkübe edilmiştir. Devamında elde edilen karışımdan 2.85 mL alınarak 150 µL meyve ekstraktı ilave edilmiş ve oda sıcaklığında karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. İnkübe edildikten sonra spektrofotometrede 593 nm'de köre karşı absorbans tayini yapılmıştır. Bitki özütleri yerine saf su kullanılarak kör çözeltisi, aynı reaksiyon karışımında hazırlanmıştır. Sonuçlar trolox ile çizilen kalibrasyon eğrisinden, mM Trolox'a eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Zhang vd., 2013).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Muz meyvesinin biyoaktif özelliklerinin araştırılmasında meyve örneklerinin kurutulması ve çözgenlerle özüt eldesi önemlidir. Kurutulan muz meyve örnekleri polaritesi farklı çözgenler

ile işlenmiştir ve sonunda ürünlerdeki çözücüler rotary evaporatör ve liyofilizatör ile ortamdan buharlaştırılmıştır. Meyve özüt verimi çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Muz meyve ekstraktlarının farklı çözügenlerle verimi (%) (a/a)

Çözügen	Verim*
Metanol	54,7
Etanol	25,4
Hekzan	5,86

* a/a: Çözügen ile elde edilen özütün ağırlığı/liyofilizatörden elde edilen meyve ağırlığı (g).

Özüt verimleri, fitokimyasal bileşenlerin kimyasal yapısı, kullanılan çözügen, örnek tanecik boyutu, kullanılan ekstraksiyon yöntemi ve karıştırılan maddelerin varlığından etkilenmektedir (Stalikas, 2007). Çizelgeden de anlaşıldığı üzere en yüksek verim metanol ile elde edilmiş ve onu etanol takip etmiştir. En düşük verim ise hekzan çözügeninden % 5,86 olarak elde edilmiştir.

4.1. LC – MS / MS analizi

Bu çalışmada, Türkiye’de Anamur’dan toplanan Anamur muzundan hazırlanan metanol ve etanol özütlerinin kimyasal bileşimleri LC-MS / MS ile incelenmiştir (Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3). Hekzan özütü, toplam fenolik içeriği çok düşük olduğundan LC – MS / MS ile analiz edilmemiştir. Elde edilen sonuçlara göre metanol özütünde 4 metabolit; hesperidin, kuinik asit, akonitik asit ve amentoflavon ve etanol özütünde 3 metabolit; kuinik asit, akonitik asit ve amentoflavon tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). İncelenen türlerin LC – MS / MS analizleri Yılmaz vd. (2018) tarafından daha önce doğrulanmış bir yöntemle göre yapılmıştır ve fitokimyasallar için LC – MS / MS yönteminin analitik parametreleri Çizelge 4.3’de verilmiştir (Yılmaz vd., 2018). İncelenen özütler arasında metanol özütünün en yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. İncelenen metanol ve etanol özütlerinde en fazla bulunan fenolik asit kuinik asittir. Kuinik asit bakımından metanol özüt (6.51 ± 0.002 mg / g), etanol özünden (4.54 ± 0.001 mg / g) daha zengin olarak bulunmuştur. Metanollü özütün (0.23 ± 0.000 mg / g) akonitik asit içeriğinin, etanollü özütten (0.008 ± 0.000 mg / g) çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Amentoflavon için, metanol özütündeki içeriği (0.006 ± 0.000 mg / g), etanol özütüne (0.004 ± 0.000 mg / g) kıyasla nispeten daha zengin olarak tespit edilmiştir. Metanol

özütü ayrıca hesperidin (0.015 ± 0.000 mg / g) içermektedir fakat bu bileşik etanol özütünde saptanmamıştır.

Musa türlerinin fenolik bileşikleri üzerine yapılan araştırmalarla ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. *Musa acuminata* çiçek yaprağı ve çiçeklerinin metanol özütleri UPLC-HRESIMS ile belirlenmiş ve özütlerde kuinik asit tespit edilmiştir (Sandjo vd., 2019). Başka bir çalışma da *Musa ABB* çiçeklerinin metanol özütünün kuinik asit açısından zengin olduğunu göstermiştir (Begum ve Deka, 2019). Bir çalışmada *Musa ABB*'nin kabuğu ve hamurunun su özütü HPLC ile analiz edilmiştir ve hidrokinon (42.33– 60.32 ppm), klorojenik asit (59.21– 80.36 ppm), kafeik asit (21.54–45.67 ppm), p-kumarik asit (27,82–63,21 ppm), ferulik asit (21,64–35,32 ppm), kuinik asit (109,57– 187,08 ppm) ve apigenin (67,98–97,26 ppm) tanımlanmıştır (Khawas ve Deka, 2017).

Ayrıca bu çalışmada akonitik asit, hesperidin ve amentoflavon tanımlanmıştır. Bilindiği kadarıyla, bu bileşikler *Musa cavendishii*'de ilk kez rapor edilmiştir. İki *Euphorbia* türünün metanol özütleri LC-MS / MS ile belirlenmiş ve akonitik asit (0.16 ve 0.26 mg / g) tanımlanmıştır (Ertaş vd., 2014). *Butia* spp.'nin fenoliklerinin LC-MS ile araştırılmasıyla ilgili başka bir çalışmaya göre, akonitik asit tespit edilmiştir (Fernanda vd., 2016). Ertaş vd. (2014), LC-MS / MS ile incelenen iki *Euphorbia* türünün metanolik özütleri için hesperidin içeriği 0,066 ve 4,660 mg / g olarak bildirilmiştir. *Chamaerops humilis* L.'nin metanol özütlerinin fenolik içeriği LC – ESI-MS / MS kullanılarak hesperidin (0.014 mg / g) *H. perforatum*'dan belirlenmiştir.

Someya vd. (2002), *Musa cavendish*'in kabuğunda ve hamur özütünde gallokateşin tespit etmişlerdir. Gallokateşin içeriğinin kabukta 158 mg / 100 g kuru ağırlık, özütte ise 29.6 mg / 100 g kuru ağırlık olduğunu bildirmişlerdir. İbrahim vd. (2017), Mısır'daki farklı lokasyonlardan toplanan *Cupressus sempervirens* L.'nin metanol özütünün amentoflavon içeriğini araştırmışlardır. Amentoflavon içeriğinin 0,004 ile 0,462 mg / g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bu bağlamda sonuçlarımız literatürle uyumludur ve üzerinde çalışılan *Musa* türlerinin metanol özütlerinin fenolik bileşikler açısından oldukça zengin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Muz meyvesinin metanol ve etanol özütlerinde bulunan fitokimyasalların kantitatif tayini (mg / g).

No	Bileşikler	RT ^a	Ana İyon (m/z)	Parça İyonları	İyon Modu	Değerler (µg/g)	
						Metanol	Etanol
1	Kuinik asit	3.0	190.8	93.0	Neg	6.51±0.002	4.54±0.001
2	Fumarik asit	3.9	115.2	40.9	Neg	–	–
3	Akonitik asit	4.0	172.8	129.0	Neg	0.23±0.000	0.008±0.000
4	Gallik asit	4.4	168.8	79.0	Neg	–	–
5	Epigallocateşin	6.7	304.8	219.0	Neg	–	–
6	Protokateşik asit	6.8	152.8	108.0	Neg	–	–
7	Kateşin	7.4	288.8	203.1	Neg	–	–
8	Gentisik asit	8.3	152.8	109.0	Neg	–	–
9	Klorojenik asit	8.4	353.0	85.0	Neg	–	–
10	Protokateşik aldehit	8.5	137.2	92.0	Neg	–	–
11	Tanik asit	9.2	182.8	78.0	Neg	–	–
12	Epigallocateşin galat	9.4	457.0	305.1	Neg	–	–
13	1,5-dikaffeoilnik asit	9.8	515.0	191.0	Neg	–	–
14	4-OH Benzoik asit	10.5	137,2	65.0	Neg	–	–
15	Epikateşin	11.6	289.0	203.0	Neg	–	–
16	Vanilik asit	11.8	166.8	108.0	Neg	–	–
17	Kafeik asit	12.1	179.0	134.0	Neg	–	–
18	Siringik asit	12.6	196.8	166.9	Neg	–	–
19	Vanilin	13.9	153.1	125.0	Poz	–	–
20	Siringik aldehit	14.6	181.0	151.1	Neg	–	–
21	Daidzin	15.2	417.1	199.0	Poz	–	–
22	Epikateşin Galat	15.5	441.0	289.0	Neg	–	–
23	Piceid	17.2	391.0	135/106.9	Poz	–	–
24	<i>p</i> -Kumarik asit	17.8	163.0	93.0	Neg	–	–
25	Ferulik asit-D3-IS ^h	18.8	196.2	152.1	Neg	–	–

26	Ferulik asit	18.8	192.8	149.0	Neg	–	–
27	Sinapik asit	18.9	222.8	193.0	Neg	–	–
28	Kumarin	20.9	146.9	103.1	Poz	–	–
29	Salisilik asit	21.8	137.2	65.0	Neg	–	–
30	Sinarozit	23.7	447.0	284.0	Neg	–	–
31	Miquelianin	24.1	477.0	150.9	Neg	–	–
32	Rutin-D3-IS ^h	25.5	612.2	304.1	Neg	–	–
33	Rutin	25.6	608.9	301.0	Neg	–	–
34	İzokuersetin	25.6	463.0	271.0	Neg	–	–
35	Hesperidin	25.8	611.2	449.0	Poz	0.015±0.000	–
36	o-Kumarik	26.1	162.8	93.0	Neg	–	–
37	Genistin	26.3	431.0	239.0	Neg	–	–
38	Rozmarinik asit	26.6	359.0	197.0	Neg	–	–
39	Ellajik asit	27.6	301.0	284.0	Neg	–	–
40	Apigetrin	28.2	431.0	269.0	Neg	–	–
41	Kuersitrin	29.8	447.0	301.0	Neg	–	–
42	Astragalin	30.4	447.0	255.0	Neg	–	–
43	Nikotiflorin	30.6	592.9	255.0/284.0	Neg	–	–
44	Fisetin	30.6	285.0	163.0	Neg	–	–
45	Daidzein	34.0	253.0	223.0	Neg	–	–
46	Kuersetin-D3-IS ^h	35.6	304.0	275.9	Neg	–	–
47	Kuersetin	35.7	301.0	272.9	Neg	–	–
48	Naringenin	35.9	270.9	119.0	Neg	–	–
49	Hesperetin	36.7	301.0	136.0/286.0	Neg	–	–
50	Luteolin	36.7	284.8	151.0/175.0	Neg	–	–
51	Genistein	36.9	269.0	135.0	Neg	–	–
52	Kemferol	37.9	285.0	239.0	Neg	–	–
53	Apigenin	38.2	268.8	151.0/149.0	Neg	–	–
54	Amentoflavon	39.7	537.0	417.0	Neg	0.006±0.000	0.004±0.000
55	Krizin	40.5	252.8	145.0/119.0	Neg	–	–

56	Asasetin	40.7	283.0	239.0	Neg	—	—
----	----------	------	-------	-------	-----	---	---

Çizelge 4.3. LC-MS / MS yöntemine ait analitik yöntem doğrulama parametreleri

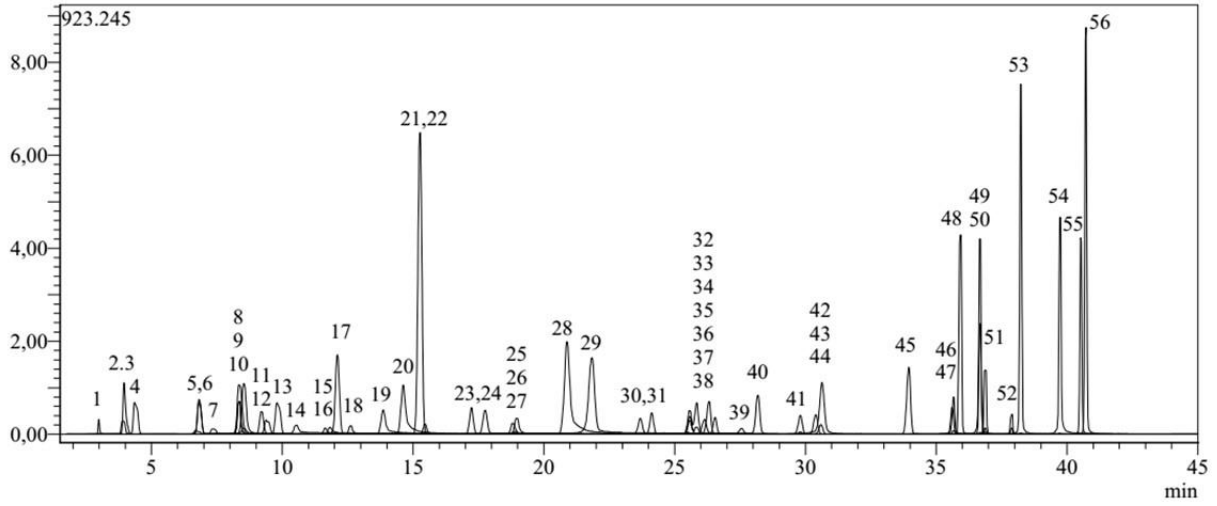
No	Analitler	RT ^a	M.L. (m/z) ^b	F.I. (m/z) ^c	iyon mod	Denklem	r^2 ^d	RSD% ^e Günler arası	Gün içi	Doğrusallık aralığı (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L) ^f	Geri kazanım (%) Günler arası	Gün içi	U ^g	Gr. No ^h
1	Kuimik asit	3.0	190.8	93.0	Neg	$y = -0.0129989 + 2.97989x$	0.996	0.69	0.51	0.1-5	25.7/33.3	1.0011	1.0083	0.0372	1
2	Fumarik asit	3.9	115.2	40.9	Neg	$y = -0.0817862 + 1.03467x$	0.995	1.05	1.02	1-50	135.7/167.9	0.9963	1.0016	0.0091	1
3	Akonitik asit	4.0	172.8	129.0	Neg	$y = -0.7014530 + 32.9994x$	0.971	2.07	0.93	0.1-5	16.4/31.4	0.9968	1.0068	0.0247	1
4	Gallik asit	4.4	168.8	79.0	Neg	$y = 0.0547697 + 20.8152x$	0.999	1.60	0.81	0.1-5	13.2/17.0	1.0010	0.9947	0.0112	1
5	Epigallokateşin	6.7	304.8	219.0	Neg	$y = -0.00494986 + 0.0483704x$	0.998	1.22	0.73	1-50	237.5/265.9	0.9969	1.0040	0.0184	3
6	Protokateşin asit	6.8	152.8	108.0	Neg	$y = 0.211373 + 12.8622x$	0.957	1.43	0.76	0.1-5	21.9/38.6	0.9972	1.0055	0.0350	1
7	Kateşin	7.4	288.8	203.1	Neg	$y = -0.00370053 + 0.431369x$	0.999	2.14	1.08	0.2-10	55.0/78.0	1.0024	1.0045	0.0221	3
8	Gentrik asit	8.3	152.8	109.0	Neg	$y = -0.0238983 + 12.1494x$	0.997	1.81	1.22	0.1-5	18.5/28.2	0.9963	1.0077	0.0167	1
9	Klorojenik asit	8.4	353.0	85.0	Neg	$y = 0.289983 + 36.3926x$	0.995	2.15	1.52	0.1-5	13.1/17.6	1.0000	1.0023	0.0213	1
10	Protokateşin aldehit	8.5	137.2	92.0	Neg	$y = 0.257085 + 25.4657x$	0.996	2.08	0.57	0.1-5	15.4/22.2	1.0002	0.9988	0.0396	1
11	Tanik asit	9.2	182.8	78.0	Neg	$y = 0.0126307 + 26.9263x$	0.999	2.40	1.16	0.05-2.5	15.3/22.7	0.9970	0.9950	0.0190	1
12	Epigallokateşingalat	9.4	457.0	305.1	Neg	$y = -0.0380744 + 1.61233x$	0.999	1.30	0.63	0.2-10	61.0/86.0	0.9981	1.0079	0.0147	3
13	1,5-dikaffeoylkinik asit	9.8	515.0	191.0	Neg	$y = -0.0164044 + 16.6535x$	0.999	2.42	1.48	0.1-5	5.8/9.4	0.9983	0.9997	0.0306	1
14	4-OH Benzoik asit	10.5	137.2	65.0	Neg	$y = -0.0240747 + 5.06492x$	0.999	1.24	0.97	0.2-10	68.4/88.1	1.0032	1.0068	0.0237	1
15	Epikateşin	11.6	289.0	203.0	Neg	$y = -0.0172078 + 0.0833424x$	0.996	1.47	0.62	1-50	139.6/161.6	1.0013	1.0012	0.0221	3
16	Vanilik asit	11.8	166.8	108.0	Neg	$y = -0.0480183 + 0.779564x$	0.999	1.92	0.76	1-50	141.9/164.9	1.0022	0.9998	0.0145	1
17	Kafeik asit	12.1	179.0	134.0	Neg	$y = 0.120319 + 95.4610x$	0.999	1.11	1.25	0.05-2.5	7.7/9.5	1.0015	1.0042	0.0152	1
18	Siringik asit	12.6	196.8	166.9	Neg	$y = -0.0458599 + 0.663948x$	0.998	1.18	1.09	1-50	82.3/104.5	1.0006	1.0072	0.0129	1
19	Vanilin	13.9	153.1	125.0	Poz	$y = 0.00185898 + 20.7382x$	0.996	1.10	0.85	0.1-5	24.5/30.4	1.0009	0.9967	0.0122	1
20	Siringik aldehit	14.6	181.0	151.1	Neg	$y = -0.0128684 + 7.90153x$	0.999	2.51	0.77	0.4-20	19.7/28.0	1.0001	0.9964	0.0215	1
21	Daidzin	15.2	417.1	199.0	Poz	$y = 9.45747 + 152.338x$	0.996	2.25	1.32	0.05-2.5	7.0/9.5	0.9955	1.0017	0.0202	2
22	Epikateşin galat	15.5	441.0	289.0	Neg	$y = -0.0142216 + 1.06768x$	0.997	1.63	1.28	0.1-5	19.5/28.5	0.9984	0.9946	0.0229	3
23	Piceid	17.2	391.0	135/106.9	Poz	$y = 0.00772525 + 25.4181x$	0.999	1.94	1.16	0.05-2.5	13.8/17.8	1.0042	0.9979	0.0199	1
24	p-Kumarik asit	17.8	163.0	93.0	Neg	$y = 0.0249034 + 18.5180x$	0.999	1.92	1.43	0.1-5	25.9/34.9	1.0049	1.0001	0.0194	1
25	Fenilik asit-D3-IS ^h	18.8	196.2	152.1	Neg	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.0170	1
26	Fenilik asit	18.8	192.8	149.0	Neg	$y = -0.0735254 + 1.34476x$	0.999	1.44	0.53	1-50	11.8/15.6	0.9951	0.9976	0.0181	1
27	Sinapik asit	18.9	222.8	193.0	Neg	$y = -0.0929932 + 0.836324x$	0.999	1.45	0.52	0.2-10	65.2/82.3	1.0031	1.0037	0.0317	1
28	Kumarin	20.9	146.9	103.1	Poz	$y = 0.0633397 + 136.508x$	0.999	2.11	1.54	0.05-2.5	214.2/247.3	0.9950	0.9958	0.0383	1

^aRT: Tutulma süresi, ^bMI (m/z): Standart analitlerin moleküler iyonları (m / z oranı), ^cFI (m/z): Parça iyonları ^dr²: Belirleme katsayısı, ^eRSD: Bağlı standart sapma, ^fLOD/LOQ (µg/L):Tespit / kantifikasyon sınırı, ^gU (%): % 95 güven seviyesinde yüzde bağlı belirsizlik (k = 2), ^hIS: Dahili standart, ⁱGr. No: İç standartların gruplandırmasını temsil eder, bu numaralar hangi IS "nin hangi fenolik bileşiği temsil ettiğini gösterir.

Çizelge 4.3. LC-MS / MS yöntemine ait analitik yöntem doğrulama parametreleri

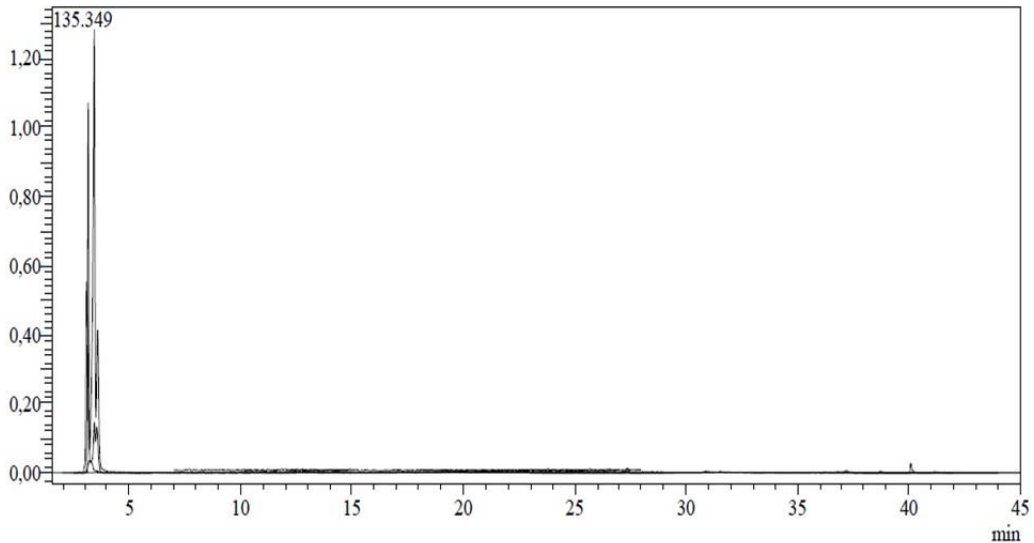
No	Analitler	RT ^a	M.I. (m/z) ^b	F.I. (m/z) ^c	iyon mod	Denklemler	r ² ^d	RSD% ^e Günler arası	Gün içi	Doğrusallık aralığı (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L)	Geri kazanım (%)		U ^f	Gr. No
29	Salisilik asit	21.8	137.2	65.0	Neg	y=0.239287+153.659 x	0.999	1.48	1.18	0.05-2.5	6.0/8.3	0.9950	0.9998	0.0158	1
30	Simarozit	23.7	447.0	284.0	Neg	y=0.280246+6.13360 x	0.997	1.56	1.12	0.05-2.5	12.1/16.0	1.0072	1.0002	0.0366	2
31	Miquelianin	24.1	477.0	150.9	Neg	y=0.00991585+5.50334 x	0.999	1.31	0.95	0.1-5	10.6/14.7	0.9934	0.9965	0.0220	2
32	Rutin-D3-IS ^h	25.5	612.2	304.1	Neg	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2
33	Rutin	25.6	608.9	301.0	Neg	y=0.0771907+2.89868 x	0.999	1.38	1.09	0.1-5	15.7/22.7	0.9977	1.0033	0.0247	2
34	İzokueretin	25.6	463.0	271.0	Neg	y=0.111120+4.10546 x	0.998	2.13	0.78	0.1-5	8.7/13.5	1.0057	0.9963	0.0220	2
35	Hesperidin	25.8	611.2	449.0	Poz	y=0.139055+13.2785 x	0.999	1.84	1.35	0.1-5	19.0/26.0	0.9967	1.0043	0.0335	2
36	o-Kumarik asit	26.1	162.8	93.0	Neg	y=0.00837193+11.2147 x	0.999	2.11	1.46	0.1-5	31.8/40.4	1.0044	0.9986	0.0147	1
37	Genişin	26.3	431.0	239.0	Neg	y=1.65808+7.57459 x	0.991	2.01	1.28	0.1-5	14.9/21.7	1.0062	1.0047	0.0083	2
38	Rozmarinik asit	26.6	359.0	197.0	Neg	y=0.0117238+8.04377 x	0.999	1.24	0.86	0.1-5	16.2/21.2	1.0056	1.0002	0.0130	1
39	Ellajik asit	27.6	301.0	284.0	Neg	y=0.00877034+0.663741 x	0.999	1.57	1.23	0.4-20	56.9/71.0	1.0005	1.0048	0.0364	1
40	Apigetin	28.2	431.0	269.0	Neg	y=0.708662+8.62498 x	0.998	1.65	1.30	0.1-5	6.3/9.2	0.9940	0.9973	0.0083	2
41	Kueretin	29.8	447.0	301.0	Neg	y=0.00153274+3.20368 x	0.999	2.24	1.16	0.1-5	4.8/6.4	0.9960	0.9978	0.0268	2
42	Astragalin	30.4	447.0	255.0	Neg	y=0.00825333+3.51189 x	0.999	2.08	1.72	0.1-5	6.6/8.2	0.9968	0.9957	0.0114	2
43	Nikotiflorin	30.6	592.9	255.0/284.0	Neg	y=0.00499333+2.62351 x	0.999	1.48	1.23	0.05-2.5	11.9/16.7	0.9954	1.0044	0.0108	2
44	Fisetin	30.6	285.0	163.0	Neg	y=0.0365705+8.09472 x	0.999	1.75	1.19	0.1-5	10.1/12.7	0.9980	1.0042	0.0231	3
45	Daidzein	34.0	253.0	223.0	Neg	y=0.0329252+6.23004 x	0.999	2.18	1.73	0.1-5	9.8/11.6	0.9926	0.9963	0.0370	3
46	Kueretin-D3-IS ^h	35.6	304.0	275.9	Neg	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3
47	Kueretin	35.7	301.0	272.9	Neg	y=+0.00597342+3.39417 x	0.999	1.89	1.38	0.1-5	15.5/19.0	0.9967	0.9971	0.0175	3
48	Naringenin	35.9	270.9	119.0	Neg	y=0.00393403+14.6424 x	0.999	2.34	1.69	0.1-5	2.6/3.9	1.0062	1.0020	0.0392	3
49	Hesperetin	36.7	301.0	136.0/286.0	Neg	y=+0.0442350+6.07160 x	0.999	2.47	2.13	0.1-5	7.1/9.1	0.9998	0.9963	0.0321	3
50	Luteolin	36.7	284.8	151.0/175.0	Neg	y=0.0541723+30.7422 x	0.999	1.67	1.28	0.05-2.5	2.6/4.1	0.9952	1.0029	0.0313	3
51	Genistein	36.9	269.0	135.0	Neg	y=0.00507501+12.1933 x	0.999	1.48	1.19	0.05-2.5	3.7/5.3	1.0069	1.0012	0.0337	3
52	Kemferol	37.9	285.0	239.0	Neg	y=0.00459557+3.13754 x	0.999	1.49	1.26	0.05-2.5	10.2/15.4	0.9992	0.9990	0.0212	3
53	Apigenin	38.2	268.8	151.0/149.0	Neg	y=0.119018+34.8730 x	0.998	1.17	0.96	0.05-2.5	1.3/2.0	0.9985	1.0003	0.0178	3
54	Amentoflavon	39.7	537.0	417.0	Neg	y=0.727280+33.3658 x	0.992	1.35	1.12	0.05-2.5	2.8/5.1	0.9991	1.0044	0.0340	3
55	Kızın	40.5	252.8	145.0/119.0	Neg	y=0.0777300+18.8873 x	0.999	1.46	1.21	0.05-2.5	1.5/2.8	0.9922	1.0050	0.0323	3
56	Asasetin	40.7	283.0	239.0	Neg	y=0.559818+163.062 x	0.997	1.67	1.28	0.02-1	1.5/2.5	0.9949	1.0011	0.0363	3

^aR.T.: Tutulma süresi, ^bMI (m/z): Standart analitlerin moleküler iyonları (m / z oranı), ^cFI (m/z): Parça iyonları ^dr²: Belirleme katsayısı, ^eRSD: Bağlı standart sapma, ^fLOD/LOQ (µg/L): Tespit / kantifikasyon sınırı, ^gU (%): % 95 güven seviyesinde yüzde bağlı belirsizlik (k = 2), ^hIS: Dahili standart, ⁱGr. No: İç standartların gruplandırmasını temsil eder, bu numaralar hangi IS 'nin hangi fenolik bileşiği temsil ettiğini gösterir.

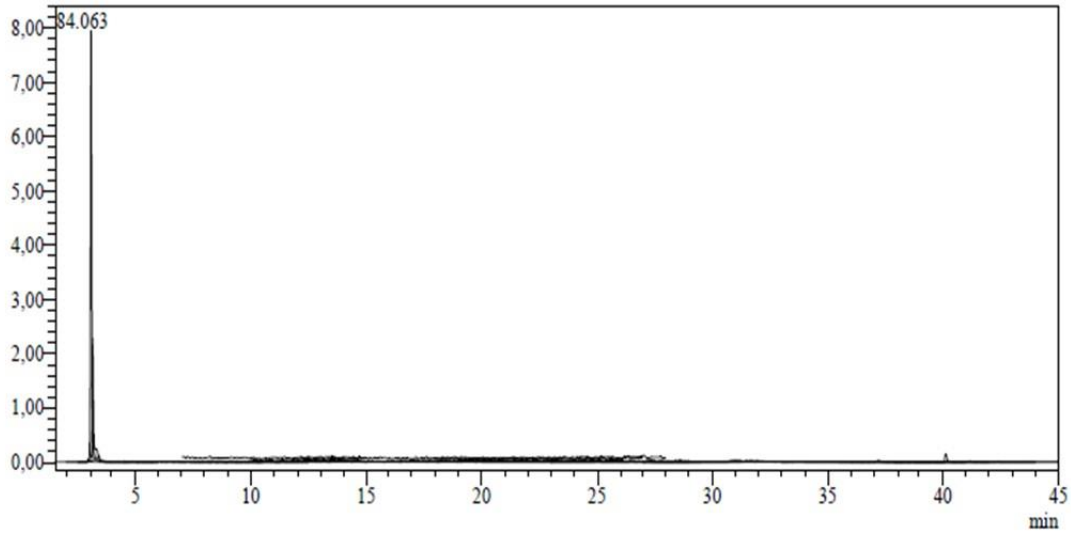


Şekil 4.1. Standart fenolik bileşiklerin TIC (Toplam İyon Kromatogramı) kromatogramı

(1: Kuinik asit, 2: Fumarik asit, 3: Akonitik asit, 4: Gallik asit, 5: Epigallokateşin, 6: Protokateşik asit, 7: Kateşin, 8: Gentisik asit, 9: Klorojenik asit, 10: Protokateşik aldehit, 11: Tanik asit, 12: Epigallokateşin galat, 13: 1,5-dikaffeoilnik asit, 14: 4-OH Benzoik asit, 15: Epikateşin, 16: Vanilik asit, 17: Kafeik asit, 18: Siringik asit, 19: Vanilin, 20: Siringik aldehit, 21: Daidzin, 22: Epikateşin galat, 23: Piceid, 24: p-Kumarik asit, 25: Ferulik asit D3, 26: Ferulik asit, 27: Sinapik asit, 28: Kumarin, 29: Salisilik asit, 30: Sinarozit, 31: Miquelianin, 32: Rutin, 33: Rutin D3, 34: İzokuersetin, 35: Hesperidin, 36: o-Kumaric asit, 37: Genistin, 38: Rozmarinik asit, 39: Ellajik asit, 40: Apigetrin, 41: Kuersitrin, 42: Astragalin, 43: Nikotiflorin, 44: Fisetin, 45: Daidzein, 46: Kuersetin D3, 47: Kuersetin, 48: Naringenin, 49: Hesperetin, 50: Luteolin, 51: Genistein, 52: Kemferol, 53: Apigenin, 54: Amentoflavon, 55: Krizin, 56: Asasetin) analizleri geliştirilmiş LC – MS / MS yöntemi ile düzenlenmiştir.



Şekil 4.2. LC-MS / MS ile analiz edilen muz metanol özütünün TIC kromatogramı



Şekil 4.3. LC – MS / MS ile analiz edilen muz etanol özütünün TIC kromatogramı

4.2. Muz meyve özütlerinin toplam fenolik bileşik ve toplam antioksidan analizi

Toplam fenolik bileşik ve toplam antioksidan aktivitesi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Sonuçlar, açığa çıkan toplam fenolik bileşik miktarının kullanılan çözügenlerin polaritesine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Kullanılan çözügenlerin polarite sırası metanol > etanol > hekzandır. Kullanılan çözügene göre, toplam fenolik bileşik miktarı 0.33 – 2.12 mg/g kuru madde arasında değişmiştir. Antioksidan aktivite değeri DPPH yönteminde 4.84 – 0.64 mmol/L arasında, FRAP yönteminde ise 6.32 – 0.98 mmol/L arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek toplam fenolik bileşik ve toplam antioksidan aktivite değerleri (FRAP ve DPPH) metanol ile elde edilen özütte görülmüştür. Apolar bir çözügen olan hekzanla elde edilen özütlerden en düşük toplam fenolik bileşik ve antioksidan değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Muz meyve özütlerinin toplam fenolik bileşik ve antioksidan miktarı sonuçları (3 paralel ortalaması)

Özüt	Toplam Fenol* (mg GAE/g özüt)	Antioksidan aktivitesi** (mM TE/ g özüt)	
		FRAP	DPPH
Metanol	2.12±0.06 ^a	6.32±0.09 ^a	4.84±0.00 ^a
Etanol	1.91±0.01 ^b	4.58±0.11 ^b	2.05±0.03 ^b

Hekzan	0.33±0.01 ^c	-	0.98±0.01 ^c	0.64±0.03 ^c
--------	------------------------	---	------------------------	------------------------

*Toplam fenol sonuçları gallik asite eşdeğer (GAE) olarak verilmiştir.

**Antioksidan sonuçları Trolox'a eşdeğer (TE) olarak verilmiştir.

***Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çizelge 4.4'de verilen sonuçlara göre, meyve özütlerinin toplam fenolik miktarının sırayla, metanol > etanol > hekzan olduğu, toplam antioksidant miktarında da FRAP yönteminde metanol > etanol > hekzan olarak sıralandığı, DPPH yöntemine göre ise en yüksek değerlerin metanol çözgenine ait olduğu ve değerlerin metanol > etanol > hekzan şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir.

Musa cavendishii türüne ait muz örneklerinin toplam fenolik miktarları (sırasıyla 0,33±0,01, 1,91±0,01 ve 2,12±0,06) ve antioksidan aktiviteleri sonuçları (DPPH sırasıyla 0,64±0,03, 2,05±0,03 ve 4,84±0,00; FRAP sırasıyla 0,98±0,01, 4,58±0,11 ve 6,32±0,09) incelendiğinde çözgenler arasındaki farklılık p < 0,05 düzeyinde olup önemli etkide bulunmuştur.

Shian vd. (2012), üç muz çeşidi (*Musa acuminata* 'Berangan', 'Mas' ve 'Raja') arasında karşılaştırmalı olarak antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Çözücü tiplerine bağlı olarak *Berangan*, *Mas* ve *Raja* muzları için DPPH yüzdeleri sırasıyla % 6.2-36.8, % 4.6-48.9 ve % 3.2-63.1 olduğu saptanmıştır. FRAP testlerinde ise kullanılan çözücü tipine bağlı olarak, *Raja* muzunun en yüksek TE değerine sahip olduğu (140,8-1607,2 mg TE / 100 g FW), ardından *Mas* (233,6-485,8 mg TE / 100 g FW) ve *Berangan* (39,4-403,7 mg TE / 100 g FW) olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik miktarları incelendiğinde en yüksek gallik asit (GA) içeriğine *Raja* muzlarının sahip olduğu (254.3-2178.6 mg GA / 100 g FW), ardından *Mas* (154.3-726.4 mg GA / 100 g FW) ve *Berangan* (58.6-767.3 mg GA / 100 g FW) türlerinin geldiğini bildirmişlerdir.

Cevahir (2019), yaptığı çalışmada farklı muşmula genotiplerinin (*Mespilus germanica* L.) bazı fitokimyasal özelliklerini ve antioksidan kapasitesini gözlemlemiştir. Araştırmada toplamda 15 genotip incelemiştir. Genotiplerde toplam fenolik içeriğinin 41.1 mg/100 g-410.8 mg/100 g ve toplam antioksidan kapasitesinin 13.1 mmol/100 g-77.8 mmol/100 g arasında olduğunu bildirmiştir.

Kelebek ve Canbaş (2010) tarafından yapılan çalışmada Hicaz narından elde edilen şıranın organik asit, şeker, fenol bileşikleri ve antioksidan kapasiteleri tespit etmişlerdir. Şıradaki EC50 değerinin 11ml/mg DPPH olduğu ve antioksidan kapasitenin ise $6.49 (AEx10^{-3})$ olduğunu belirtmişlerdir.

Okumuş (2016), “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerine ait nar suyu ve yan ürünlerinin (kabuk ve çekirdek) toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri incelemişlerdir. Sonuç olarak “Wonderful” ve “Hicaznar” türlerinden elde edilen nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeğinin antioksidan aktiviteleri DPPH metodu ile sırasıyla $7,58 \pm 0,02$ - $7,4 \pm 0,04$ mmol TE (Troloks eşdeğeri)/L nar suyu, $2,76 \pm 0,03$ - $3,41 \pm 0,04$ mmol TE/g özüt ve $0,25 \pm 0,00$ - $0,29 \pm 0,00$ mmol TE/g özüt olduğu; FRAP metodu ile sırasıyla $7,50 \pm 0,05$ - $6,98 \pm 0,06$ mmol TE/L nar suyu, $5,02 \pm 0,01$ - $7,39 \pm 0,03$ mmol TE/g özüt ve $0,14 \pm 0,00$ - $0,19 \pm 0,00$ mmol TE/g özüt olduğunu bildirmişlerdir. Nar suyu, nar kabuğu ve nar çekirdeği örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ise sırasıyla $1428,1 \pm 8,25$ - $1156,67 \pm 10,91$ mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/L nar suyu, $371,78 \pm 1,26$ - $440,34 \pm 1,94$ mg GAE/g özüt, $43,71 \pm 0,22$ - $54,66 \pm 0,18$ mg GAE/g özüt olarak saptamışlardır.

Smolskaite vd. (2014), farklı mantar türlerinin antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar mantardan su, metanol, diklorometan ve sikloheksan çözümleri kullanarak farklı özütler elde etmişler ve en yüksek antioksidan aktivitenin DPPH için 0.962 ± 0.03 , FRAP için 10.9 ± 3 , mM TE/100 g özüt olduğunu bildirmişlerdir.

Sandra Sagrin ve Chong (2013), farklı kurutma sıcaklıklarının muz yapraklarının (*Musa acuminata* Colla (AAA Grubu)) antioksidan aktivitesi, toplam fenolik içeriği ve fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapraklar farklı sıcaklıklarda (40°C , 50°C veya 60°C) 2 m / s hava akışına sahip kabin kurutucu kullanılarak kurutulmuşlardır. Kurutulmuş ve taze yaprakların nem içeriği, su aktivitesi, pH, renk analizi ve rehidrasyon indeksi açısından analizini yapmışlardır. Taze ve kurutulmuş yaprak özütlerinin toplam fenolik ve antioksidan içeriğini belirlemek amacıyla Folin-Ciocalteu ve DPPH yöntemleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, kuruma sıcaklığının muz yapraklarının antioksidan seviyelerini, toplam fenolik içeriğini, nem içeriğini, su aktivitesini, rengini ve rehidrasyon indeksini önemli ölçüde etkilediğini saptamışlardır.

Zhang vd. (2015), tarafından yapılan 7 Malta eriği çeşidi üzerindeki DPPH yöntemi ile antioksidan madde tayini analizleri sonuçlarına göre; Malta eriği kabuğunda elde edilen değerler 25.19 ila 36.64 mg TE/g arasında, Malta eriği pulpunda ise 6.62 ila 11.79 mg TE/g arasında farklılık olduğu göstermişlerdir.

Yırtıcı (2019), *Centaurea fenzlii* Reichardt bitkisinin metanol özütünün antioksidan özellikleri ve çeşitli enzimler üzerine inhibe edici etkisi incelemişlerdir. Metanol özütünün toplam fenolik ve flavonoid içerikleri sırasıyla, 16,72 mg GAE/g ka ve 173,16 mg KAE/g ka olarak saptamışlardır. Antioksidan kapasiteleri, FRAP için 0,256 mmol TE/g ka, CUPRAC (bakır indirgeyici gücü) için 0,878 mmol TE/g ka, ABTS için 0,354 mmol TE/g ka ve DPPH için 0,661 mmol TE/g ka olduğu bildirmişlerdir.

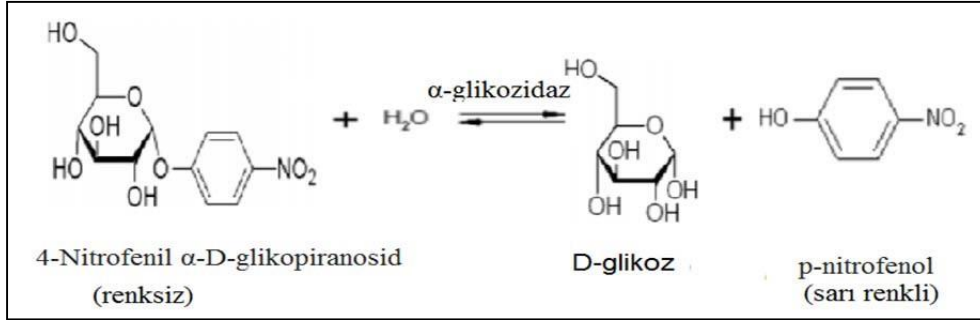
Çakmak vd. (2017), *Medicago rigidula* (L.) All. metanol özütünün antioksidan kapasitesi, fenolik bileşimi ve enzim inhibisyon aktivitesinin incelemişlerdir. Antioksidan aktivite için DPPH, FRAP, CUPRAC (bakır iyonu indirgeme gücü) ve total antioksidan kapasite (fosfomolibdat) yöntemlerini kullanmışlardır. Ayrıca total fenolik ve flavonoit içerikler de incelemişlerdir. *M. rigidula* bitkisinin fenolik bileşenlerinin kateşin, sinnamik asit, klorojenik asit, gallik asit ve sirinjik asit bileşikler olduğu saptamışlardır. Metanol özütünün DPPH 1 mg/mL konsantrasyonda %20.30'dur. Fosfomolibdat ve FRAP testlerinde sırası ile 167.27 mg AAE/g ve 67.01 mg TE/g olduğunu bildirmişlerdir. Total fenolik ve flavonoid içerik sırasıyla 79.61 mg GAE/g ve 27.38 µg QE/g olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen toplam fenolik miktarları, Shian vd. (2012) ve Cevahir'in (2019), çalışmalarına benzerlik gösterirken Okumuş (2016), Yırtıcı (2019) ve Çakmak vd. (2017) çalışmalarından daha düşük olarak saptanmıştır. Çalışmamızda tespit edilen antioksidan değerleri ise, Okumuş (2016) ve Shian vd. (2012), çalışmalarına benzerlik gösterirken Smolskaite vd. (2014) değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ayrıca, Shian vd.'nin (2012) çalışmasında belirttiği gibi kullanılan çözücüye göre toplam fenolik değerleri ile FRAP değerleri birbiriyle ilişkilidir. Toplam fenolik değerinde yüksek etkinlik gösteren çözücü ile FRAP değerindeki çözücü aynıdır.

4.3. Muz meyve özütlerinin α - glikozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi

Muz meyve eksratlarının α -glikozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi, 4-Nitrofenil α -Dglikopiranosid substratı kullanılarak yapılmıştır. α -glikozidaz enzim aktivitesinin tayininde , 4-Nitrofenil α -D-glikopiranosid substratının α -glikozidaz enzimince katalize edilerek oluşturduğu *p*-nitrofenol maddesinin kolorimetrik olarak belirlenmesi esasına dayanır (Şekil 4.4) (Li vd., 2005).



Şekil 4.4. α -glikozidaz enziminin 4- Nitrofenil α -D-glikopiranosid ile tayini

Muz meyve eksratlarının α -glikozidaz enzimi üzerine inhibisyonu Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi meyve özütlerinin α - glikozidaz üzerine inhibisyon kabiliyeti kullanılan çözenlere göre farklılık göstermiştir. Enzimi %50 inhibe etmek için gereken inhibitör miktarı olan IC₅₀ değerleri de Çizelge 4.5'te verilmiştir. IC₅₀ değerinin düşük olması inhibitörün yüksek etkinlikte olduğunu gösterir. Buna göre en düşük IC₅₀ değeri 5.45 mg/mL ile metanol özütü olmuş, en yüksek IC₅₀ değeri ise 7.45 mg/mL ile etanol özütünde gözlenmiştir. Hekzanla elde edilen özüt α -glikozidaz enzimini inhibe edememiştir. Farklı çözenler kullanılarak elde edilen muz meyve özütlerinin α -glikozidazı inhibe etme etkilerinin toplam fenolik bileşik ile doğru orantılı olduğu, yani toplam fenolik bileşik miktarı yüksek olan özütün inhibisyon kabiliyetinin yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Muz meyve özütlerinin α -glikozidaz enzim üzerine inhibisyonu

Özüt	IC ₅₀ (mg/mL)
	α -glikozidaz
	İnhibisyon

Metanol	5.45±0.39 ^a
Ethanol	7.45±0.40 ^b
Hekzan	- ^c
Akarboz	4.34 ± 0.29

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

Musa cavendishii türüne ait muz örneklerinin α -glikozidaz inhibisyon aktiviteleri sırasıyla 5,45±0,39 ve 7,45±0,40 olup farklı çözümlerin α -glikozidaz inhibisyon miktarları arasındaki farklılık p < 0,05 düzeyinde olup önemli bulunmuştur.

Kam vd. (2012) yaptıkları çalışmada narçiceği, kabuğu ve suyundan metanol, etil asetat ve su ile elde ettikleri özütlerin pankreatik α -amilaz ve α -glikozidazı değişen derecelerde inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Özütlerden elde edilen gallik asit ve ellagic asit içeriğinin inhibe yeteneği araştırmışlardır. Gallik asit, 38 mg/ml bir IC50 (konsantrasyon enzimin aktivitesinin yarısını inhibe eder) değeri ile mevcut deneysel koşullar altında %50 inhibe elde edebildiği ve ellagic asit için 66,67 mg/ml konsantrasyonda %41,84 inhibe edebildiğini tespit etmişlerdir. Bu bulguların narçiceği ve kabuğunun anti-hiperglisemik etkilerine katkıda bulunabileceğini ve diyabet şikâyetlerini azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

Mojica vd. (2015), Meksika ve Brezilya'da yetiştirilen 15 farklı fasulye türünün antosiyanin ve diğer renksiz bileşiklerini inceledikleri çalışmada, α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerini en etkin inhibe eden özütlerin Pinto-Salttillo cinsinde % 74 α -amilaz inhibisyonu, α -glikozidaz durumunda ise % 82.5 inhibisyon ile en çok siyah(negro) cinslerin etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Her iki enzimi de inhibe etme potansiyeli yüksek olan çeşitler Negro Otomi, Pinto-Salttillo, Pinto-Centenario ve Pinto-Bayacora; hepsi % 66 ve %82 arasında inhibisyona sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Yırtıcı (2019), *Centaurea fenzlii* Reichardt bitkisinin metanol özütünün antioksidan özellikleri ve çeşitli enzimler üzerine inhibe edici etkisi incelemiştir. Enzim inhibisyon etkisi sırasıyla, α -glikozidaz için 0,331 mmol AKE/g ka, α -amilaz için 0,354 mmol AKE/g ka, AChE için 0,367

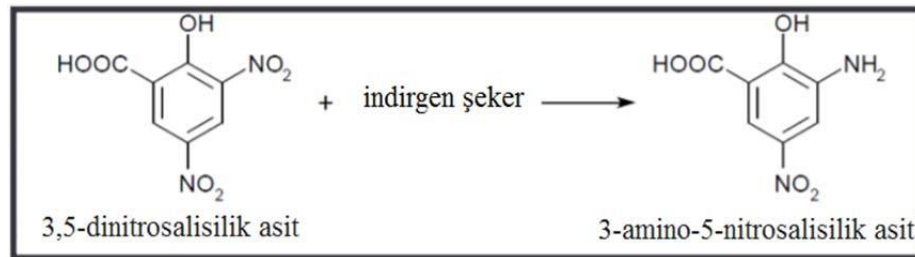
mmol GAE/g ka, BChE için 0,878 mmol GAE/g ka ve tirozinaz için mmol 0,256 KE/g ka olduğunu bildirmiştir.

Çakmak vd. (2017), *Medicago rigidula* (L.) All. metanol özütünün antioksidan kapasitesi, fenolik bileşimi ve enzim inhibisyon aktivitesini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda *M. rigidula* metanol özütü α -amilaz enzimi için 0.73 mmol ACAE/g özüt inhibisyon değeri gösterirken, α -glukozidaz için 1.30 mmol ACAE/g özüt inhibisyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *M. rigidula*'nın iyi bir antioksidan ve enzim inhibisyon kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada elde edilen verilere göre α -glukozidaz değerleri Mojica vd. (2015) değerlerine yakın değerler gösterirken, Çiftçi Yegin vd. (2018) değerlerinden düşük tespit edilmiştir. Ancak, Loizzo vd.'nin (2011) tespit ettiği değerlerden yüksek olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada α -glukozidaz inhibisyonunun pozitif kontrol grubu olarak kullanılan akarboza göre α -glukozidaz inhibisyonunun metanole göre yaklaşık 1.25 kat, etanole göre ise yaklaşık 1.72 kat daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

4.4. Muz meyve özütlerinin α -amilaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi

Muz meyve eksratlarının α -amilaz üzerine inhibisyon etkisi dinitrosalisilik asit renk reaktifi ile kolorimetrik olarak spektrofotometrede incelenmiştir. Analizin prensibi, 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS)'in nişastanın α -amilaz enzimi tarafından parçalanmasıyla oluşan indirgen şeker ile tepkimeye girerek 3-amino-5-nitrosalisilik asite dönüştürülmesine ve reaksiyon öncesindeki sarı olan rengin turuncu-kırmızı rene dönüşmesine dayanır. İndirgeme sonucunda oluşan bileşik 540 nm dalga boyundaki ışığı absorbe eder. İndirgen şeker konsantrasyonu ile oluşan renk yoğunluğu ile doğru orantılıdır (Şekil 4.5) (Bendelow, 1963).



Şekil 4.5. α -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile analizi

Özütlerin α -amilaz üzerindeki etkileri Çizelge 4.6’te verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi meyve özütlerinin α -amilaz üzerine inhibisyon etkisi kullanılan çözenlere bağlı olarak değişmiştir. Buna göre en düşük IC₅₀ değeri 9.70 mg/mL ile metanol özütü olurken, en yüksek IC₅₀ değeri ise 13.2 mg/mL ile etanol özütünde gözlenmiştir. En yüksek inhibisyon etkisi metanol özütünde gözlenmiştir. Hekzan özütlerinin herhangi bir inhibe edici etkisi gözlenmemiştir.

Musa cavendishii türüne ait muz örneklerinin α -amilaz inhibisyon aktiviteleri sırasıyla 9,70±0,29 ve 13,1±0,32 olup farklı çözenlerin α -amilaz inhibisyon miktarları arasındaki farklılık $p < 0,05$ düzeyinde olup önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Muz meyve özütlerinin α -amilaz enzim üzerine inhibisyonu

Özüt	IC ₅₀ (mg/mL) α - amilaz İnhibisyon
Metanol	9.70±0.29 ^a
Ethanol	13.2±0.32 ^b
Hekzan	- ^c
Akarboz	6.37 ± 0.35

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Jong-Sang vd. (2000), 22 flavonoid çeşidinin α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerini inhibe etme özelliğini araştırarak çalışmada 9 çeşit flavonoid α -glikozidazı, 15 çeşit flavonoid α -amilazı inhibe ettiğini, bunların arasında Luteolin’in α -glikozidazı inhibe etme kabiliyeti antidiyabetik ilaç akarboza kıyasla daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Nair vd. (2013) tarçın, ekmek ağacı meyvesi, hint biberi ve jak meyvesinin metanol özütlerinin α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerine olan etkisini araştırdıkları çalışmada tüm özütlerin α -amilaz ve α -glikozidaz enzimleri inhiye ettiğini, jak meyvesinin hem α -amilaz ve α -glikozidaz enzimlerine karşı inhibe etme özelliği en yüksek olduğunu, dolayısıyla bitkilerin kan şekerini düşürme tedavisinde kullanma potansiyeli olduğunu öne sürmüşlerdir.

Çiftçi Yegin vd. (2018), Piraziz elması olarak bilinen *Malus communis* L. Elma türünün antioksidan içeriğini ve antidiyabetik etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, amilaz ve α -glikozidaz inhibisyon değerleri IC50 cinsinden değerleri sırasıyla 501.08 ve 924.93 mg/ml olarak tespit etmişlerdir. Kontrol olarak kullanılan akarboz IC50 94.35 ve 75.20 mg/ml olarak saptamışlardır.

Saf zeytin yağı ile yapılan *in vitro* çalışmada (Loizzo vd., 2011) α -glikozidaz ve α -amilaz IC50 inhibe etme yeteneği sırayla 0,184 ve 0,258 mg/mL ve akarboz için buldukları değer ise 0,050 ve 0,0355 mg/mL olarak belirlenmiştir. Hem amilaz hem de glikozidaz enzimi üzerine en etkin özüt metanol olarak bulunmuştur (sırasıyla 0.401 mmol AKAE/g özüt, 10.263 mmol AKAE/g özüt). Amilaz inhibisyonunda metanol özütünü etilasetat (0.337 mmol AKAE/g özüt) ve su (0.137 mmol AKAE/g özüt) takip ederken, glikozidaz inhibisyonunda bu sıra; su (1.564 mmol AKAE/g özüt) ve etilasetat (6.494 mmol AKAE/g özüt) şeklinde olmuştur. Su özütü metanolden sonra en yüksek fenolik içeriğe sahip olmasına rağmen amilaz inhibisyonu oldukça düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen verilere göre α -amilaz değerleri Mojica vd. (2015) değerlerine benzerlik gösterirken, Çiftçi Yegin vd. (2018) değerlerinden daha düşük tespit edilmiştir. Ancak, Loizzo vd.'nin (2011) tespit ettiği değerlerden yüksek olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada α -amilaz inhibisyonunun pozitif kontrol grubu olarak kullanılan akarboza göre α -amilaz inhibisyonunun metanole göre yaklaşık 1.50 kat, etanole göre ise yaklaşık 2.07 kat daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

4.5. Muz meyvesi özütlerinin antibakteriyel aktivitesi

4.5.1. Disk difüzyon yöntemiyle antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi

Disk difüzyon yöntemi antibakteriyel aktivitenin tayininde en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir (Huys vd., 2002). *E. Coli* ve *S. aureus* ekilmiş katı besiyeri üzerine konulan 10 mm çapındaki disklere meyve özütleri absorbe edilmiştir. Devamında 37°C'de 24 saat üremeye bırakılmış ve oluşan zon çapları ölçülerek sonuçlar Çizelge 4.7'te verilmiştir. Muz meyve eskratları antibakteriyel aktivite sonuçlarının karşılaştırılarak değerlendirilmesinde kontrol olarak antibakteriyel duyarlılık testi diskleri (BIOANALYSE®) kullanılmış ve aynı miktarda bakteri inokule edilmiş petri kutularına yerleştirilerek aynı koşulda inkübe edilmiştir.

Çizelgeden görüldüğü gibi, muz meyve özütlerinden sadece etanol ile edilen özüt *E. coli*'ye karşı 9.87 ± 0.30 mm, *S. aureus*'a karşı 2.43 ± 0.21 mm zon oluşumuyla kullanılan bakterilere karşı antibakteriyel aktivite göstermiştir. Metanol ile elde edilen özüt ise *E. coli*'ye karşı 12.73 ± 0.35 mm, *S. aureus*'a karşı 3.87 ± 0.25 mm zon oluşumuyla kullanılan bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Hekzan ile elde edilen özütlerin *E. coli* ve *S. aureus*'un gelişmesini önleyici etkisi olmamıştır. Kontrol olarak kullanılan ampisilin *E. coli*'ye karşı 17.7 ± 0.35 mm, *S. aureus*'a karşı 19.4 ± 0.2 mm zon oluşturmuştur. Görüleceği gibi metanol ile elde edilen özütün çalışılan mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkisi kontrole (ampisilin) yakın değerler çıkmıştır.

Muz örneklerinin antibakteriyel aktivite sonuçları sırasıyla *E.coli*'de $0,00 \pm 0,0$, $9,87 \pm 0,30$ ve $12,73 \pm 0,35$ olarak saptanırken *S.aureus*'da ise $0,00 \pm 0,0$, $2,43 \pm 0,21$ ve $3,87 \pm 0,25$ olup farklı çözenlerin antibakteriyel aktivite miktarları arasındaki farklılık $p < 0,05$ düzeyinde olup önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Muz meyve özütlerinin disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel analiz sonuçları

Özüt	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
	Zon çapı (mm)*	Zon çapı (mm)*
Metanol	12.73 ± 0.35^a	3.87 ± 0.25^a
Etanol	9.87 ± 0.30^b	2.43 ± 0.21^b
Hekzan	0.0 ± 0.0^c	0.0 ± 0.0^c
Ampisilin	17.7 ± 0.35	19.4 ± 0.2

*sonuçlar 3 paralel ortalamasıdır. Sonuçlardan kullanılan disk çapı çıkarılarak hesaplanmıştır.

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Türkyılmaz vd. (2017), narın farklı kısımlarının (nar kabuğu, dilim zarı ve çekirdekleri) polifenol içeriği, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi üzerine ekstraksiyon çözenlerinin (aseton, aseton:su, metanol, etanol ve su) etkisini araştırmışlardır Nar kabuğu ve dilim zarının *Bacillus megaterium*'a karşı antibakteriyel aktivitesi 12.42–14.40 mm arasında ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite ise 19.77-20.50 mm arasında olduğu belirtmişlerdir.

Alan vd. (2013), yaptıkları araştırmada Malatya kayısı (Prunus armeniaca L) ve kayısı çekirdeklerinin antibakteriyel aktivitesini incelemişlerdir. Farklı kayısı çeşitlerinden etanol çözgeniyle özütler elde etmişler ve bu özütlerin E. coli ve S. aureus karşı antimikrobiyel aktivitesini araştırmışlardır. Çalışmalar sonucunda Staphylococcus aureus'a karşı antibakteriyel aktivite ölçümünde farklı çeşitlerin oluşan zon büyüklüğü 14-36 mm arasında bulmuşlardır. E coli ye karşı oluşan yaş meyvede 16- 30 mm arasında olduğunu saptamışlardır.

Tunç vd. (2013), Punica granatum L. (Nar) bitkisi meyve kabuklarından elde edilen özütlerin S. aureus, E. coli, Salmonella, S. Epidermidis gibi bakteri suşlarına karşı in vitro ortamda antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. Özütlerin antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde disk difüzyon metodunu kullanmışlardır. Meyve kabuklarından elde edilen özütler etanol, aseton, metanol, etil asetat çözgenleri kullanarak elde etmişlerdir. Meyve kabuk özütlerinin meydana getirdiği en yüksek inhibisyon zon çaplarının (18-30 mm) olduğunu belirlemişlerdir. S. aureus bakterilerine karşı en etkili çözgenin etanol özütü olduğunu ve inhibisyon zonunun 22 cm olduğunu gözlemlemişlerdir. Escherichia coli için metanol çözgeni için herhangi bir inhibisyon oluşmazken, etanol özütünde oluşan inhibisyon zonunun 10 mm olduğunu tespit etmişlerdir.

Koç (2012), yaptığı bir çalışmada Türkiye'de yayılış gösteren bazı bitki, (Lupinus albus L, Phlomis kurdica, Coriandrum sativum L, Tymbra spicata var. spicata L. ve Hypericumcalycinum L.) türlerinin etanol ve metanol özütlerinin biyolojik aktiviteleri araştırmıştır. Bu bitkilerden P. Kurdica bitki özütünün antibakteriyel etkisi S. aerus için inhibisyon zonu 100 mg/ml etanol ve metanol özütünde 14 mm olarak saptarken E.coli bakterisine karşı herhangi bir inhibisyon alanı oluşturmadığını tespit etmiştir. T. spicata var. Spicata bitkisinin 100 mg/mL' lik etanol özütlerinde S. aureus bakterisi için inhibisyon zonları 13 mm olarak belirlemiştir. E. coli bakterisi için bu değer 9 mm olarak ölçmüştür.

Sumathy vd. (2011), yaptıkları araştırmada Musa acuminata çiçeğinin biyoaktivitesini ve fitokimyasal taramasını incelemişlerdir. M. acuminata çiçek özütü, 12 mm ila 22 mm arasında değişen inhibisyon bölgesi ve 1.562 mg / ml ile 12.5 mg / ml arasında değişen MIC değerleri ile test edilen mikroorganizmalara (Escherichia coli, Proteus mirabilis, Staphylococcus aureus, Micrococcus sp, Salmonella sp, Bacillus subtilis, Bacillus thuringensis, Candida albicans ve Aspergillus niger) karşı iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mokbel ve Hashinaga (2005), *Musa*, cv. Cavendish meyvelerinin taze yeşil ve sarı muz kabukları ile ilgili yaptıkları çalışmada *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite ölçümünde farklı çeşitlerin oluşan zon büyüklüğü 3-12 mm arasında tespit etmişlerdir. *E. coli*'ye karşı ise 2- 9 mm arasında bulmuşlardır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla kıyaslandığında, çalışmamızdaki muz meyve özütünün *S. aureus*'un gelişimi üzerine inhibisyon etkisi genel olarak diğer çalışmalara (Türkyılmaz vd., 2017; Alan vd., 2013; Tunç vd., 2013; Koç, 2012) kıyasla daha düşük bulunmuştur. *S. aureus*'un antibakteriyel aktivitesi Mokbel ve Hashinaga'nın (2005) yaptıkları çalışmaya yakınlık göstermektedir. Muz özütünün *E. coli* üzerine inhibisyon etkisi ise elde sonuçlara (Alan vd., 2013; Tunç vd., 2013; Koç, 2012; Mokbel ve Hashinaga, 2005; Sumathy vd., 2011) yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada, muz meyve örnekleri kurutulduktan sonra 3 çeşit çözügen (metanol, etanol ve hekzan) ile muamele edilerek meyve özütleri elde edilmiştir. Elde edilen özütlerin LCMS/MS ile fenolik bileşikleri, toplam fenolik madde miktarı, serbest radikal giderici gücü (DPPH) ve indirgeme gücü kapasitesi (FRAP) metotlarıyla antioksidan kapasitesi, diyabette önemli rol oynayan α -amilaz ve α -glukozidaz enzimleri üzerine inhibisyon etkisi ve disk difüzyon yöntemleriyle *E. coli* ve *S. aureus* üzerine antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre;

- Meyve özütü eldisinde metanol en verimli (% 54,7) sonra sırayla etanol (% 25,4) ve en az verimli olan hekzan (% 5,86) olmuştur.
- Meyve özütlerinin kimyasal bileşimlerinin incelenmesinde elde edilen sonuçlara göre metanol özütünde 4 metabolit (hesperidin, kuinik asit, akonitik asit ve amentoflavon) ve etanol özütünde 3 metabolit (kuinik asit, akonitik asit ve amentoflavon) tespit edilmiştir.

- Özütl r toplam fenolik madde miktarları 0.33-2.12 mg GAE/g özüt arasından değişmiştir. Metanol  z tten (2.12 mg GAE/g) elde edilen özütün en yüksek verim ve toplam fenole sahip olduğu saptanmış ve bunları etanollü özüt (1.91 mg GAE/g) takip etmiştir. Hekzanlı özütte toplam fenolik madde miktarının 0.33 mg GAE/g olduğu tespit edilmiştir.
- Meyve özütlerinin antioksidan analiz sonuçları DPPH yöntemine göre serbest radikal giderici etkisi en yüksek olanı metanol ile elde edilen özüt (4.84 mM TE/ g özüt) iken, en düşük aktiviteyi hekzan ile elde edilen özüt (0.64 mM TE/ g özüt) göstermiştir. FRAP yönteminde indirgeme gücü kapasitesi en yüksek olan metanol özütü (6.32 mM TE/ g özüt) iken, en düşük olanı hekzan ile elde edilen özüt (0.98 mM TE/ g özüt) olmuştur. Metanol ile elde edilen özütlerin antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir, onu sırasıyla etanol ve hekzan takip etmektedir.
- Özütlerin α -glikozidaz üzerindeki inhibe edici etkileri kullanılan   zgene ve konsantrasyona bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Özütlerin IC₅₀ değerleri 5.45-7.45 mg/mL arasında değişmiştir. Özütlerin inhibisyon dereceleri şu sırayla gerçekleşmiştir: metanol (IC₅₀: 5.45 mg/mL) > etanol  z t  (IC₅₀: 7.45 mg/mL). Hekzan ile edilen özütün inhibe edici etkisi saptanmamıştır.
- Farklı   zgenler kullanılarak elde edilen özütlerin α -amilazı inhibe etme dereceleri   zgene ve özüt konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Özütlerin IC₅₀ değerleri 9.70-13.2 mg/mL arasında değişmiştir. Özütlerin inhibisyon etkisi toplam fenolik madde miktarına orantılı olmayıp, etanol özütünün α -glikozidaz üzerine inhibisyonu en düşük (13.2 mg/mL) olduğu, metanol özütünün inhibisyon etkisi daha yüksek olduğu (9.70 mg/mL) bulunmuştur. Hekzan ile edilen özütün α -amilaz üzerine inhibisyon etkisi saptanmamıştır.
- Meyve özütlerinin antibakteriyel aktivitesine bakıldığında, muz meyve özütlerinden metanol ve etanol ile edilen  z t *E. coli*'ye karşı sırasıyla 12.73 $\pm$ 0.35 mm ve 9.87 $\pm$ 0.30 mm düzeylerinde antibakteriyel etki gösterirken, tüm özütlerin *S.aureus* 'a karşı sırasıyla 3.97 $\pm$ 0.25 mm ve 2.43 $\pm$ 0.21 mm olarak saptanmıştır.
- *Musa cavendishii* türüne ait muz örnek sonuçları arasındaki farklılık istatistiksel olarak p < 0,05 düzeyinde olup önemli etkide bulunmuştur.

6.ÖNERİLER

Bu çalışma muz meyvesinin metanolik özütünün, antidiyabetik ve antibakteriyel formülasyonlarda aktif bileşen olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Yeni gıda formülasyonlarının geliştirilmesinde bu çalışmaya ilave olarak in vivo klinik testlerin yapılması gereklidir. Ayrıca, Anamur muzunun (*Musa cavendishii*) LC-MS/MS ile fenolik bileşiklerinin ve antidiyabetik aktivitelerinin in vitro yöntemlerle kombine olarak belirlendiği ilk çalışma niteliğindedir. Dolayısıyla bu çalışma ileride yapılacak başka çalışmalar için yol gösterici olabilecektir.



KAYNAKLAR

- Ak, F. (2016). Elma, ayva ve muz meyvelerine uygulanan ozmotik dehidrasyon ön-işleminin bu meyvelerin kalite parametreleri üzerine etkisi ve kinetik modellemesi. *Tunceli Üniversitesi, Tunceli ve Atatürk Üniversitesi Ortak Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Akalın, A.C. (2011). Nar şaraplarında antioksidan fenolik bileşiklerin belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Akarca, G., Tomar, O. (2019). Afyonkarahisar ili çevresinde yetişen ve halk tarafından tüketilen bazı yabani bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 259-267.
- Akkaya, İ. (2016). Farklı oranlarda kivi-muz meyvesi – şeker kombinasyonları kullanarak üretilen yoğurtların depolama süresince çeşitli niteliklerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Alan, Y. Atalan, E., Eerbil N. , Zorver, F., Kıycak G., Çiçel, A., (2013) Malatya kayısısı (*Prunus armeniaca* L) ve kayısı çekirdeklerinin antibakteriyel aktivitesi, *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 4(2), 60-69.
- Anonim a., (2018). Muz yetiştiriciliği. *Manavgat Ticaret ve Sanayi Odası, Antalya*.
- Anonim b., (2020). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Muz>. Erişim Tarihi: 06.11.2020.
- Anonim c., (2013). *Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri*, Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi Ders Notu, Ankara.
- Apostolou, A., Stagos, D., Galitsiou, E., Spyrou, A., Haroutounian, S., Portesis, N., Kouretas, D. (2013). Assessment of polyphenolic content, antioxidant activity, protection against ROS-induced DNA damage and anticancer activity of Vitis vinifera stem extracts. *Food And Chemical Toxicology*, 61, 60-68.
- Aslan, M., Orhan, N., Deliorman Orhan, D., Ergun, F. (2010). Hypoglycemic activity and antioxidant potential of some medicinal plants traditionally used in Turkey for diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*, 128, 384-389.
- Atalay, D., Erge, H.S. (2018). Gıda takviyeleri ve sağlık üzerine etkileri. *Food and Health*, 4(2), 98-111.
- Bayan, Y., Genç, N., (2016). *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca*'nın toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 158166.

- Begum, Y.A., Deka, S.C. (2019). Chemical profiling and functional properties of dietary fibre rich inner and outer bracts of culinary banana flower. *J. Food Sci. Technol.* 56(12), 5298– 5308.
- Beksravi, U. (2020). Ecballium elaterium (L.) A. Rich bitki eksraktının fitokimyasal karakterizasyonu ve biyolojik aktivitesinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Bendelow, V. M. (1963). Modified procedure for the determination of diastatic activity and α -amylase activity. *Journal of the Institute of Brewing*, 69(6), 467-472.
- Benli, M., Yiğit, N. (2005). Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(8), 1-8.
- Bhuvaneswari, P. (2014). Antioxidants in oral healthcare. *J. Pharm Sci & Res.* 6, 206-209.
- Bodur, E. (2020). Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Dwarf cavendish ve Grand naine muz çeşitlerinin bitkisel, meyve verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Boz, F., Hüseyinli, N. (2019). Türkiye’de muz üretimi ve ithalatına yönelik bir tahmin modellemesi. *Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1-2), 63-82.
- Bulantekin, Ö., Kuşçu, A. (2017). Elmada bulunan fitokimyasallar ve diğer bileşenlerin insan sağlığına yararları. *Meyve Bilimi*, 1, 213-218.
- Büyükbacı, A., El, S.N. (2008). Determination of *in vitro* antidiabetic effects, antioxidant activities and phenol contents of some herbal teas. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 63, 27-33.
- Cevahir, G. (2019). Seçilmiş bazı muşmula genotiplerinin (*Mespilus germanica* L.) fitokimyasal ve antioksidan özellikleri. *Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Ceylan, Ş., Saral, Ö., Özcan, M., Harşit, B. (2016). Yaban mersininin (*Vaccinium myrtillus* L.) farklı çözücü ekstraktlarındaki antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1), 21-27.
- Çakmak, Y.S., Zengin, G., Eskin, B., Yıldırım, K., Topal, M., Aydın, G.H., Ünlü, E., Baydemir, M., Erten, K. (2017). *Medicago rigidula* (L.) ALL.’nın antioksidan ve enzim inhibisyon aktiviteleri ve fenolik bileşiminin incelenmesi. *Marmara Pharmaceutical Journal* 21(3), 522-529.
- Çiftçi Yegin, S., Güder, A., Kılıç, A., Aydın, H. (2018). Yeni elma kültürü: piraziz elmasının (*Malus communis* L.) antioksidan içeriğinin ve antidiyabetik etkisinin araştırılması.

- Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. De. 8(3), 237-242.*
- Dündar, Y. (2001). Fitokimyasallar ve sağlıklı yaşam. *Kocatepe Tıp Dergisi. 2*, 131-138.
- Ertas, A., Boga, M., Yilmaz, M.A., Yesil, Y., Hasimi, N., Kaya, M.S., Temel, H., Kolak, U. (2014). Chemical compositions by using LC-MS/MS and GC-MS and biological activities of *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau. *J. Agr. Food Chem.*, 62, 4601–4609.
- Eruçar, S. (2006). Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2)*, 233-265.
- Fernandez-Agullo, A., Pereira, E., Freire, M. S., Valentaoc, P., Andradec, P. B. (2013). Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Industrial Crops and Products*, 42, 126-132.
- Göktürk Baydar, N., Çetin, E.S., Hallaç, F., Babalık, Z. (2005). Üzümlerde fenolik bileşiklerin spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmesi. *Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu, 1*, 329-334.
- Güleşçi, N., Aygül, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(1)*, 109-129.
- Gürsoy Arslan, N. (2019). *Lavandula stoechas* L. *stoechas* üzerine fitokimyasal çalışmalar. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*
- Güzel, E., Boğa, R., Bursal, E. (2013). Çiriş otunun (*Asphodelus aestivus*) antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1(1)*, 17-25.
- Güzel, M., Akpınar, Ö. (2019). Meyve ve sebze kabuklarının fitokimyasal ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(4)*, 768-780.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985-990.
- Huys, G., D'haene, K., Swings, J. (2002). Influence of the culture medium on antibiotic susceptibility testing of food-associated lactic acid bacteria with the agar overlay disc diffusion method. *Letters in Applied Microbiology*, 34(6), 402-406.

- Ibrahim, E.A., Desoukey, S.Y., Hadad, G.M., Salam, R.A., Ibrahim, A.K., Ahmed, S.A., Radwan, M.M., Wanas, A.S., ElSohly, M.A. (2017). Analysis of cupressuflavone and amentoflavone from *Cupressus sempervirens* L. and its tissue cultured callus using HPLC-dad method. *Pharm. Pharmacol. Int. J.*, 5, 174–180.
- İnce, C., Çağındı, Ç. (2020). Beyaz ve tam buğday unlu ekmek çeşitlerine eklenen beyaz dut (*Morus alba*) yaprak ve posasının antioksidan ve antidiyabetik aktivite üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*, 45(5), 977-988.
- İsmail, H. I., Chan, K. W., Mariod, A. A., Ismail, M., (2010). Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*, 119(2), 643-647.
- Jong-Sang, K., Chong-Suk, K., Kun, H.S. (2000). Inhibition of alpha-glucosidase and amylase by luteolin, a flavonoid. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 64(11), 2458-2461.
- Kam, A., Li, K. M., Razmovski-Naumovski, V., Nammi, S., Shi, J., Chan, K., Li, G. Q. (2013). A comparative study on the inhibitory effects of different parts and chemical constituents of pomegranate on α -amylase and α -glucosidase, *Phytotherapy Research*, 27, 1614-1620.
- Kam, A., Li, K.M., Razmovski-Naumovski, V., Nammi, S., Shi, J., Chan, K., Li, G.Q. (2012). A comparative study on the inhibitory effects of different parts and chemical constituents of pomegranate on α -amylase and α -glucosidase. *Phytotherapy Research*.
- Kanazawa, K., Sakakibara, H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in cavendish banana. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 844-848.
- Karabulut, G., Yemiş, O. (2019). Fenolik bileşiklerin bağlı formları ve biyoyararlılığı. *Akademik Gıda*, 17(4), 526-537.
- Karaşahin, Z. (2013). Bazı hasat sonrası uygulamaların anamur muzunun raf ömrü süresince enzimatik ve pomolojik özelliklerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Kelebek, H., Canbaş, A. (2010). Hicaz narı şırasının organik asit şeker ve fenol bileşikleri içeriği ve antioksidan kapasitesi. *Gıda Dergisi*, 35(6), 439-444.
- Khawas, P., Deka, S.C. (2017). Encapsulation of natural antioxidant compounds from culinary banana by cocrystallization. *J. Food Process. Pres.*, 41, 1-13.

- Koç, Lütfiye Yasemin. (2012). Bazı bitki ekstraktlarının antibakteriyel, antioksidan ve sitotoksik etkileriyle kanserli dokularda adenoazin deaminaz enzimi üzerine etkisi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Li, Y., Wen, S., Kota, B. P., Peng, G., Li, G. Q., Yamahara, J., Roufogalis, B. D. (2005). Punica granatum flower extract, a potent α -glucosidase inhibitor, improves postprandial hyperglycemia in Zucker diabetic fatty rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(2), 239-244.
- Liu, R.H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78, 517-520.
- Loizzo, M. R., Lecce, G. D., Boselli, E., Menichini, F., Frega, N. G., (2011). Inhibitory activity of phenolic compounds from extra virgin olive oils on the enzymes involved in diabetes, obesity and hypertension. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2), 381-399.
- Matsui, T., Ueda, T., Oki, T., Sugita, K., Terahara, N., Matsumoto, K. (2001). α -Glucosidase inhibitory action of natural acylated anthocyanins. 2. α -Glucosidase inhibition by isolated acylated anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 1952-1956.
- Mojica Luis, A., Allison Meyer, A., Mark, A., Berhow, B., Elvira González de Mejía. (2015). Bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) have similar high antioxidant capacity, in vitro inhibition of α -amylase and α -glucosidase while diverse phenolic composition and concentration. *Food Research International*, 69, 38-48.
- Mokbel, M. S., Hashinaga, F. (2005). Antibacterial and antioxidant activities of banana (*Musa*, AAA cv. Cavendish) fruits peel. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(3), 125-131.
- Nair, S. S., Kavrekar, V., Mishra, A., (2013). In vitro studies on alpha amylase and alpha glucosidase inhibitory activities of selected plant extracts. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1), 128-132.
- Okumuş, G. (2016). Nar (*Punica granatum* L.) kabuk ve çekirdeklerinin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Onur, Ö. (2017). Türkiye'nin ithal ettiği muzların ağır metal ve mineral besin elementleri içeriğinin belirlenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.

- Öten, M., Temirkaynak, M., Çınar, O., Güven, D., Gübbük, H. (2018). Örtüaltı muz yetiştiriciliğinde farklı tarımsal atık uygulamaların verim ve kalite üzerine etkisi. *Alatarım*, 17(2), 110-117.
- Özay, C. (2015). Ege Bölgesin' deki bazı *Alyssum* L. Taksonlarının biyolojik aktivitelerinin incelenmesi ve aktif bileşenlerinin karakterizasyonu. *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Pandey, K. B., Rizvi, S. I., (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine And Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- Polat, A.A. (2019). Türkiye muz yetiştiriciliğinde gelecek vadeden yeni bir üretim alanı: Arsuz, Hatay. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(4), 400-409.
- Rahman, M., Hossain, T.B., Hossain, M.S., Sattar, S., Das, P.C. (2020). Effect of banana peel extract on storage stability of banana cv. Sagar. *Food Research*, 4(2), 488 – 494.
- Rizvi, S.İ., Zaid, M.A. (2001). Insulin-like effect of (–) epicatechin on erythrocyte membrane acetylcholinesterase activity in type 2 diabetes mellitus. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 28, 776-778.
- Sandjo, L.P., Marcus, V.P., dos Santos, N., Moraes, M. H., Rodrigues, L.M., Dalmarco, E.M., Biavatti, M.W., Steindel, M. (2019). NOx-, IL-1-, TNF- α -, and IL-6-inhibiting effects and trypanocidal activity of banana (*Musa acuminata*) bracts and flowers: UPLCHRESI-MS detection of phenylpropanoid sucrose esters. *Molecules*, 24, 4564.
- Sandra Sagrin, M., Chong, G.H. (2013). Effects of drying temperature on the chemical and physical properties of *Musa acuminata* Colla (AAA Group) leaves. *Industrial Crops and Products*, 45, 430-434.
- Sarıdaş, M.A., Paydaş Kargı, S., Bayıroğlu, B.M., Yağ, Ş. (2017). Türkiye muz yetiştiriciliği için yeni bir ekoloji. *YYÜ TAR. BİL. DERG.*, 27(3), 370-377.
- Sarkar, D., Ankolekar, C., Pinto, M., Shetty, K. (2015). Dietary functional benefits of Bartlett and Starkrimson pears for potential management of hyperglycemia, hypertension and ulcer bacteria *Helicobacter pylori* while supporting beneficial probiotic bacterial response. *Food Research International*, 69, 80-90.
- Savcı, R., Sayar, H.İ., Güler, D., Sanet, G. (2018). Türkiye’de muz üretim, pazarlaması ve dış ticareti. *IBANESS Kongreler Serisi-Tekirdağ*, 24-25 Mart 2018, 377-388.
- Shian, T.E., Abdullah, A., Musa, K.H., Maskat, M.Y., Ghani, M.A. (2012). Antioxidant properties of three banana cultivars (*Musa acuminata* ‘Berangan’, ‘Mas’ and ‘Raja’) extracts. *Sains Malaysiana*, 41(3), 319-324.

- Shobana, S., Sreerama, Y. N., Malleshi, N. G. (2009). Composition and enzyme inhibitory properties of finger millet (*eleusine coracana* l.) seed coat phenolics: mode of inhibition of á-glucosidase and pancreatic amylase, *Food Chemistry*, 115, 1268–1273.
- Shobana, S., Sreerama, Y. N., Malleshi, N. G. (2009). Composition and enzyme inhibitory properties of finger millet (*Eleusine coracana* L.) seed coat phenolics: Mode of inhibition of α-glucosidase and pancreatic amylase. *Food Chemistry*, 115(4), 1268-1273.
- Smolskaitė, L., Petras, R.V., Thierry, T. (2014). Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *Food Science and Technology*.
- Someya, S., Yoshiki, Y., Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food Chemistry*, 79, 351–354.
- Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30(18), 3268-3295.
- Subaşı, O.S., Seçer, A., Yaşar, B., Emeksiz, F., Uysal, O. (2016). Türkiye’de muz üretim maliyeti ve karlılık durumu. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(2), 73-78.
- Sumathy, V., Jothy Lachumy, S., Zakaria, Z., Sasidharan, S. (2011). *In vitro* bioactivity and phytochemical screening of *Musa acuminata* flower. *Pharmacologyonline*, 2, 118-127.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi İnternet Sayfası, www.tuik.gov.tr Erişim tarihi: Eylül 2020.
- Tunç, K., Konca, T., Hoş, A. (2013). *Punica granatum* Linn. (nar) bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması. *SAÜ. Fen Bil. Der.* 17(2), 167-172.
- Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., Özkan, M. (2017). Effects of extraction solvents on polyphenol contents, antioxidant and antibacterial activities of pomegranate parts. *Akademik Gıda*, 15(2), 109-118.
- Wootton-Beard, P. C., Ryan, L., (2011). Improving public health: the role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages, *Food Research International*, 44, 3135–3148.
- Yılmaz, E., Kadioğlu, İ., Kitiş, Y.E. (2019). Antalya ili muz (*Musa cavendishii* Lam. Ex. Payton) bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık, yoğunluk ve ekolojik parametrelere bağlı olarak dağılımının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 22(1), 81-97.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17(2), 143-153.

- Yılmaz, M.A., Ertaş, A., Yener, I., Akdeniz, M., Çakır, O., Altun, M., Demirtaş, I., Boğa, M., Temel, H. (2018). A comprehensive LC-MS/MS method validation for the quantitative investigation of 37 fingerprint phytochemicals in *Achillea* species: A detailed examination of *A. coarctata* and *A. monocephala*. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 154, 413-424.
- Yırtıcı, Ü. (2019). *Centaurea fenzlii* Reichardt özütünün antioksidan özellikleri ve enzim inhibisyon etkisinin belirlenmesi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 66-73.
- Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, W., Wei, Z. (2013). phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in southern china. *Food Chemistry*, 136, 1169–1176.
- Zhang, W., Zhao, X., Sun C., Li, X., Chen, K. (2015). Phenolic composition from different loquat (*eriobotrya japonica lindl.*) cultivars grown in china and their antioxidant properties. *Molecules*, 20, 542-555.

ÖZGEÇMİŞ

Adıyaman’da doğdu ve büyüdü. İlkokul ve ortaokulu Kenan Evren İlköğretim Okulu’nda, liseyi Kahta Anadolu Lisesi’nde okudu. 2014-2016 yılında Anadolu Üniversitesi Sosyal Hizmetler (önlisans) alanında eğitim gördü. 2014-2018 yılında Adıyaman Üniversitesi’nde Gıda Mühendisliği’ni (lisans) okudu. 2018 yılında Adana Alparslan Türkeş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı ve 2020 yılında mezun oldu.

