



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ**  
**ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**EMRAH KILIÇ**  
**YÜKSEK LİSANS**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ**  
**ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI ÇÖZGEN KULLANIMININ HİNT İNCİRİ**  
**(*Opuntia Ficus-Indica* L.) MEYVESİ**  
**ÖZÜTLERİNİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**EMRAH KILIÇ**  
**YÜKSEK LİSANS**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Aysun Şener GEDÜK**

**ADANA 2022**



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]

Emrah KILIÇ

# ÖZET

## FARKLI ÇÖZGEN KULLANIMININ HİNT İNCİRİ (*Opuntia Ficus-Indica L.*) MEYVESİ ÖZÜTLERİNİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Emrah KILIÇ

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

Eylül 2022, 50 sayfa

Bu çalışmada hint inciri (*Opuntia ficus-indica L.*) meyvesinin toplam fenolik madde içeriği, toplam antioksidan aktivitesi, antibakteriyel aktivitesi ile diyabette kilit konumundaki  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz üzerine inhibisyon etkisi incelenmiştir.

Metanol, etanol ve hekzan çözümleri kullanılarak elde edilen özütlerin toplam fenolik miktarının galik asit cinsinden 0,01-0,160 mg/ml arasında değişmiş ve en yüksek toplam fenolik madde metanollü özütte saptanmıştır. Meyve özütlerinin antioksidan kapasiteleri, DPPH yöntemine göre serbest radikal giderici etkisi 0.23-1.19 mg/ml arasında değişirken FRAP yönteminde indirgeme gücü kapasitesi 0.08-1.40 mg/ml arasında değişmiştir. En yüksek antioksidan potansiyel metanollü özütte saptanmıştır.

$\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu  $IC_{50}$  cinsinden 336.66-406.06 mg/ml arasında değişiklik gösterirken,  $\alpha$ -amilaz inhibisyon değerinin ise  $IC_{50}$  cinsinden 11.82-34.09 mg/ml arasında değiştiği belirlenmiştir.  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz enzimlerini inhibe etmede etil alkolü özüt en etkili bulunmuş olup değerler sırasıyla 336.66 mg/ml ve 11.82 mg/ml tespit edilmiştir. Hekzan özütünün herhangi bir inhibisyon etkisi olmamıştır.

Hint inciri meyve özütlerinde sadece metanol ile elde edilen özüt *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı etki göstermiştir. Değerler sırasıyla  $3.26 \pm 0.16$  mm ve  $2.23 \pm 0.12$  mm düzeylerindedir. Kontrol olarak kullanılan ampisilin değerleri ise sırasıyla  $14.2 \pm 0.36$  mm ve  $17.36 \pm 0.12$  mm düzeylerinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak metanol ile elde edilen meyve özütünde antibakteriyel aktivite değerinin kontrol için kullanılan ampisilin değerlerine göre düşük olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hint inciri (*Opuntia ficus-indica L.*) meyvesi, fenolik bileşikler, toplam fenolik bileşik, antibakteriyel aktivite,  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu, fitokimya

# ABSTRACT

## EFFECT OF USE OF DIFFERENT SOLVENT ON THE BIOACTIVE PROPERTIES OF CACTUS (*Opuntia Ficus-Indica* L.) FRUIT EXTRACTS

Emrah KILIÇ

M.S.C., Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK

September 2022, 50 pages

In this study, bioactive properties of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.) fruit such as total phenolic, total antioxidant, inhibition effect on  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase, which are key in diabetes, and antimicrobial activity were investigated.

While the total phenol content of the extracts obtained by using methanol, ethyl alcohol and hexane varied between 0.01-0.160 mg/ml equivalent to gallic acid, the highest total phenolic content was observed in the methanolic extract. Antioxidant capacities of fruit extracts, free radical scavenging effect varied between 0.23-1.19 mg/ml according to DPPH method, while reducing power capacity changed between 0.08-1.40 mg/ml in FRAP method. The strongest antioxidant effect was found in methanolic extract.

$\alpha$ -glucosidase inhibition ranged between 336.66-406.06 mg/ml in terms of IC<sub>50</sub>, while inhibition of  $\alpha$ -amylase ranged between 11.82-34.09 mg/ml in terms of IC<sub>50</sub>. Ethyl alcohol extract was found to be the most effective in inhibiting  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase, and the values were determined as 336.66 mg/ml and 11.82 mg/ml, respectively. There was no inhibition effect in hexane extracts.

In cactus pear fruit extracts, only the extract obtained with methanol showed activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The values are 3.26±0.16 mm and 2.23±0.12 mm, respectively. Ampicillin values used as controls were found to be 14.2±0.36 mm and 17.36±0.12 mm, respectively. As a result, it was determined that the antibacterial activity value of the fruit extract obtained with methanol was lower than the ampicillin values used for control.

**Keywords:** cactus pear(*Opuntia ficus-indica* L.),phenolic compounds, total phenol, antioxidantactivity, antimicrobial activity , $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibition, phytochemical

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bilimsel yaklaşımını ve anlayışını örnek aldığım danışman hocam Sayın Doç.Dr. Aysun ŞENER GEDÜK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren Prof. Dr. Haşım KELEBEK ve Doç. Dr. Dilşat Bozdoğan KONUŞKAN'a, çalışmam sırasında destek ve yardımlarını gördüğüm Gıda Yüksek Mühendisi Fatma Yılmaz'a teşekkürlerimi bildiririm.

Ayrıca çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkürlerimi sunarım.

Gıda Mühendisliği bölümündeki hocalarıma, yüksek lisans ve doktora yapan arkadaşlarıma, En içten teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| İÇİNDEKİLER.....                                                                                 | vii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                                           | ix  |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                                                            | x   |
| KISALTMALAR.....                                                                                 | xi  |
| 1.GİRİŞ .....                                                                                    | 1   |
| 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....                                                                         | 4   |
| 2.1. Fitokimyasallar ve sağlık üzerindeki etkileri .....                                         | 4   |
| 2.2 Fitokimyasalların diyabet hastalığı üzerine etkisi .....                                     | 8   |
| 2.3. Fitokimyasalların antioksidan etkisi .....                                                  | 11  |
| 2.4. Fitokimyasalların antibakteriyel özellikleri .....                                          | 15  |
| 2.5.Hint inciri meyvesi .....                                                                    | 16  |
| 3.MATERYAL VE METOT .....                                                                        | 19  |
| 3.1.Materyal .....                                                                               | 19  |
| 3.1.1.Hint inciri meyvesi.....                                                                   | 19  |
| 3.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar ve mikroorganizmalar .....                               | 19  |
| 3.1.3. Kullanılan araçlar ve gereçler.....                                                       | 19  |
| 3.2.Metot.....                                                                                   | 21  |
| 3.2.1.Bitki özütlerinin hazırlanması .....                                                       | 21  |
| 3.2.2. Toplam fenol tayini.....                                                                  | 22  |
| 3.2.3. Antioksidan aktivitenin tayini.....                                                       | 22  |
| 3.2.3.1. DPPH (Serbest Radikal Süpürücü) Metodu ile Antioksidan Aktivitenin Tayini.....          | 22  |
| 3.2.3.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi ..... | 23  |
| 3.2.4. $\alpha$ -glukozidaz İnhibisyonunun Belirlenmesi .....                                    | 23  |
| 3.2.5. $\alpha$ -amliaz inhibisyonunun Belirlenmesi .....                                        | 24  |
| 3.2.6. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi .....                                             | 25  |
| 3.2.7.İstatiksel Analiz .....                                                                    | 25  |
| 4.BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                                     | 26  |
| 4.1.Hint inciri meyve özütlerinin toplam fenol ve antioksidan analizi.....                       | 26  |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.Hint inciri meyve özütlerinin $\alpha$ -glikozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi ..... | 30 |
| 4.3.Hint inciri meyve özütlerinin $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi .....     | 33 |
| 4.4.Hint inciri meyve özütlerinin antibakteriyel aktivitesi .....                             | 36 |
| 5.SONUÇLAR .....                                                                              | 40 |
| 6.ÖNERİLER .....                                                                              | 42 |
| KAYNAKLAR.....                                                                                | 43 |





## ŞEKİLLER LİSTESİ

|            |                                                                                          |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil.2.1. | Organizmada bulunan temel antioksidan savunma sistemleri .....                           | 12 |
| Şekil.2.2. | Hint inciri meyvesi .....                                                                | 17 |
| Şekil.3.1. | Örneklerin dondurularak kurutulduğu dondurarak kurutucu .....                            | 20 |
| Şekil.3.2. | Çalışmada kullanılan santrifüj.....                                                      | 20 |
| Şekil.3.3. | Rotarty evedaporatör .....                                                               | 21 |
| Şekil.3.4. | Analizde kullanılan spektrofotometra cihazı .....                                        | 21 |
| Şekil.4.1. | DPPH radikalının antioksidan madde ile reaksiyonu .....                                  | 28 |
| Şekil.4.2. | $\alpha$ -glukozidaz enziminin 4- Nitrofenil $\alpha$ -D-glukopiranosid ile tayini ..... | 31 |
| Şekil.4.3. | $\alpha$ -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile analizi..... | 34 |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge.4.1.</b> Hint inciri meyve özütlerinin farklı çözügenlerle verimi.....                                          | 26 |
| <b>Çizelge.4.2.</b> Hint inciri meyve özütlerinin toplam fenol ve antioksidan miktarı sonuçlar .....                       | 27 |
| <b>Çizelge.4.3.</b> Hint inciri meyve özütlerinin $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerine inhibe etkisi .....                  | 31 |
| <b>Çizelge.4.4..</b> $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon aktivitesi %70 lik etil alkol özütü ve etil asetat fraksiyonları..... | 33 |
| <b>Çizelge.4.5.</b> Hint inciri meyve özütlerinin $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibe etkisi.....                       | 34 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Hint inciri özütlerinin disk difüzyon metodu ile antibakteriyel aktivite analiz sonuçları .....        | 37 |

## KISALTMALAR

|                  |                                           |
|------------------|-------------------------------------------|
| °C               | : Santigrat derece                        |
| HPLC             | : Yüksek performanslı sıvı kromatografisi |
| 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                               |

# 1.GİRİŞ

Beslenmemizin temelini oluşturan bitkilerden elde edilen besinler ilk yıllarda midenin doygunluk ve enerji ihtiyacını karşılamak için tüketilirken, gıdaların insan beslenmesindeki rolüne bakış, özellikle vitaminin keşfinden sonra büyük ölçüde değişmiştir. Günümüzde dünyada yetiştirilen veya doğadan toplanan bitki türleri arasında yer alan sebze ve meyveler proteinler, karbonhidratlar, yağlar, lifler, vitaminler, antioksidanlar ve mineraller açısından insan beslenmesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sebze ve meyvelerin geçmişten günümüze sağlıklı beslenme ve yaşam için gerekli olan bazı mikro besinleri ve lifleri içerdiği bilinirken, bitkisel gıdalar üzerine yapılan araştırmaların ölçeğini artırmak bitkiler, gıda ve sağlık arasındaki ilişkiyi somut verilerle ortaya çıkarabilir. (Anonymous, 2019)

Gıdaların detaylı bir şekilde incelenmesi, sağlıklı beslenme ile gıdaların insan yaşamına etkisini daha net görmeyi mümkün kılmaktadır. Aslında insan sağlığı ve çeşitli hastalıklardan korunmada ve tedavisinde bitkilerin kullanımı insanlık tarihi kadar eskidir. Araştırmalar, meyve ve sebzelerle yüksek bir beslenmenin kardiyovasküler hastalık,diyabet,hipertansiyon ve kanser gibi kronik hastalık riskini azaltabileceğini ve meyve ve sebzelerden elde edilen fenoller, flavonoidler ve karotenoidler gibi fitokimyasalların riski azaltmada önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. (Boyer ve Liu, 2004)

Son zamanlarda bitkisel beslenmenin olası koruyucu etkilerinin taşıdıkları antioksidan özellikli maddelerden oluştuğu ve antioksidanların hücrelerin doğal oksidasyon reaksiyonlarının yıkımlayıcı etkilerine karşı koruduğu fark edilmiş, böylece araştırmalar bu bakış üzerine yoğunlaştırılmıştır. Günümüzde ise daha küçük bir yaklaşımla bitkisel gıdalarda bulunan ve fitokimyasallar olarak tanımlanan onbinlerce madde üzerinde araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.(Sarah, 2001)

Atalarımızın tükettiği gıdalardan uzak, yeni beslenme alışkanlıklarının kazanılmasıyla çağımızın popüler hastalıklarına daha fazla yakalandığımız ortaya çıkmıştır. Hala geleneksel beslenme alışkanlıklarına uyan topluluklarda kanser, kalp hastalıkları, diyabet, hipertansiyon ve artrit gibi hastalıkların nadir görüldüğü ve bu insanların daha uzun ömre sahip oldukları bildirilmiştir.(Walker,1993)

Günümüzde dağ köylerinde hayatını devam ettirip beslenebilen insan sayısı çok az olduğu için araştırmacılar diet-hastalık ilişkisinin ipuçlarını bulmak için modern toplumlarda epidemiyolojik çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Bu tip çalışmalardan en önemlisi biyokimya açısından vücudun sağlığını koruyan ve hastalıklarla savaşan fitokimyasalların tespit edilmesidir. Gıdaların içerisinde 900'den fazla farklı fitokimyasal barındırdığı bilinmektedir ve günümüzde ise hala yeni fitokimyasallar araştırılmaktadır. Bitkisel ürünlere dayalı diyetin kronik hastalık risklerini özellikle kanser, diyabet , hipertansiyon riskini azaltabildiğine dair çok sayıda in vivo, in vitro ve klinik deneme verileri vardır. 1992'de yapılan 200 epidemiyolojik araştırmada beslenmelerinde çok meyve ve sebze tüketen insanlarda az miktarda tüketenlere göre kanser riskinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Block ve ark.1992). Sonuç olarak araştırmacılar tüm tahıllar, taze meyve sebze bakımından zengin, hayvansal et ve yağ tüketiminin azaltıldığı diyetleri önermektedirler.(Dragsted,1993)

Diabet yüksek kan şekeri seviyeleri ve insülin üretimi ve etkisindeki yetersizlik ile karakterize metabolik bir rahatsızlıktır. Bu hastalık dünya genelinde en büyük 7. ölüm nedenidir. Çok sayıda çalışma, diabetin artan serbest radikal oluşumu ve antioksidan potansiyelde azalma ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Diabetli hastalarda antioksidan parametre düzeylerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle birçok çalışmada antioksidan ve serbest radikal süpürücü aktivite gösterebilen fitokimyasalların insülin duyarlılığını arttırdığı ileri sürülebilmektedir. Flavonoidler, lignanlar, profenilfenoller gibi çeşitli fitoaktif bileşiklerin de diyabet komplikasyonlarıyla mücadele ettiği bildirilmiştir (Bacanlı ve ark., 2019)

Fitokimyasallar, biyolojik aktiviteye sahip bitki kaynaklı ikincil metabolitlerdir. Aktif fitokimyasallar bitki cinslerinde geniş bir dağılım gösterirler ve meyve, sebze, tahıl ve bitki bazlı ürünlerin diyetlerinde doğal olarak bulunurlar. Diyet fitokimyasalları, polifenoller, alkaloidler, karotenoidler ve azot-kükürt içeren bileşikler gibi kimyasal yapılarına göre sınıflandırılır. Bitkiler, aktif fitokimyasallar üreterek kendilerini UV ışınları ve serbest radikal üreticisi gibi dış tehditlerden ve çevresel etkenlerden korurlar. Diyetimizde bu aktif fitokimyasalların bulunması, zararlı reaktif radikalleri nötralize ederek bizi serbest radikallerden korumanın bir göstergesi olabilir. Bu nedenle fitokimyasallar ve türevleri bilim insanlarının ve araştırmacıların ilgisini çekmekte ve doğal ilaç keşif programlarına değerli katkılar sağlamaktadır. Fitokimyasallar ayrıca, insan hastalıklarının (obezite, diyabet ve

kanser gibi) önlenmesi ve tedavisi ile ilgisi bağlamında tıbbi özelliklere de sahiptir. (Dündar,2001)

Hint inciri, kalın kabuklu ve çeşitli tohumlara sahip, tatlı aromalı, değişik boyut, şekil ve renklerde etli bir meyvedir. Bu meyve mükemmel beslenme özelliklerine sahiptir ve kalorisi düşüktür. Hint inciri içerisinde bulunan birçok antioksidan bileşik (vitaminler ,polifenoller ve selenyum) nutrasötik etkiye sahiptir (Piga 2004). Bu bileşikler meyveye antioksidan, antikanserojenik, antiinflamatuvar, hepatoprotektif, antiülserojenik , nöroprotektif ve antimikrobakteriyel özellikler kazandırmaktadır (Çopur ve ark. 2016, Belviranlı 2016). Hint inciri meyvesinin kalp-damar hastalıkları, bazı kanser türleri ve nörolojik hastalıkların tedavisinde ayrıca geleneksel tedavide ve diyabet hastalığı üzerinde iyileştirici etkisinin olduğu gözlemlenmiştir (Tütüncü 2014). Yapılan araştırmalar hint incirinin kan şekerinin düzenlenmesinde rol oynadığı ve kolesterol seviyelerini kontrol edebildiğini göstermiştir (Fratı 1992; Gurbachan ve Felker 1998; Stintzing ve ark. 2001).

Bu çalışmanın amacı farklı çözenler kullanarak hint inciri (*opuntia ficus-indica l.*) meyvesinden elde edilen özütlerinin;

- i. Toplam fenolik madde miktarını,
- ii. Antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi (DPPH ve FRAP yöntemi ile),
- iii. Tip 2 diyabette kilit konumundaki  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz enzimlerinin inhibisyon derecesini ve antibakteriyel aktivite kapasitelerini disk difüzyon yöntemiyle belirlemektir.

## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1.Fitokimyasallar ve sağlık üzerindeki etkileri

Bitkilerin yapısında bulunan bileşiklerin doğal beslenme sonrası vücuda alınması ile birlikte farklı besin grupları ile yapılan beslenmenin sağlıklı bireylerin yetiştirilmesinin insan ömrünün uzamasına katkı sağladığı bilinmektedir. İnsan beslenmesinde temel olarak yer alan bitkisel kaynaklar arasında yer alan tahıllar, baklagiller, sebze ve meyveler bünyesinde çok farklı besin maddeleri bulundurmaktadır. Bitki bünyesinde bulunan çeşitli besin maddeleri ile birlikte bitkinin doğal yapısını oluşturan bu bileşikler tat, aroma, doku ve rengin oluşmasını sağlayan ancak bitki besin maddesi kavramı dışında kalan çeşitli bileşiklerden meydana gelmektedir. Bitkinin, kendini koruyabilmek için bünyesinde ürettiği en önemli bileşikler fitokimyasallardır. Latince’de bitki anlamına gelen “fito” ön eki bitki bünyesinde bulunan binlerce kimyasal bileşik ile birlikte anıldığında fitokimyasal kavramı ortaya çıkmaktadır. Günümüzde bitki türlerine göre değişmekle birlikte 5000’den fazla fitokimyasal keşfedilmiş ancak büyük bir bölümü henüz tanımlanmamıştır. Bitkilerin kendini korumak amacıyla oluşturduğu bu fitokimyasalların her biri ve birbirleri ile oluşturduğu kombinasyonlar özellikle sebze ve meyvelerin tüketilmesi ile vücuda alındığında benzer etkiyi göstererek insan bünyesini hastalıklara karşı koruduğu bildirilmektedir. Bu koruma mekanizmasında birçok faktörün etkili olduğu ve bilinen bu yapı ise antioksidanlardır. Günlük diyetlerle tüketilen bitkisel kaynaklı gıdaların vücuda alınması antioksidanların aktivitesi sonucu vücutta biriken serbest radikallerin temizlenmesini sağlar. Özellikle beslenme ile bazı kronik hastalıklar arasındaki ilişkilerin yapılan çalışmalarla sebze ve meyve ağırlıklı beslenmenin yanında tahılların tüketilmesi ile kronik hastalıkların görülmesinde azalma olduğunu bildirmektedir. Özellikle hastalıklara karşı koruyucu etkisi belirlenen ve yaşam kalitesini pozitif yönde etkileyen biyoaktiflerin (flavanoidler, antioksidanlar, vitaminler) doğal yollarla meyve ve sebzelerden elde edilmesi ve ucuz ve kolay olması nedeniyle uzmanlar tarafından tüketicilere tavsiye edilmektedir ( Anonymous, 2019)

Fitokimyasallar, bitki bazlı bir beslenmede içerisinde bulunan, koruyucu veya hastalık önleyici etkiler gösteren besleyici olmayan bileşenlerdir. Kalp hastalığı, kanser, hipertansiyon, diyabet ve diğer tıbbi durumlar gibi kronik hastalıklardan korunma ve/veya bunların tedavisi

ile ilişkilendirilmiştir (Surh, 2003). Fitokimyasallar, çoğu kronik hastalığın ana nedeni olan antioksidanlar üreterek oksidatif stres sonrası toksik radikallerin temizlenmesinden birincil olarak sorumlu olan ve besleyici olmayan biyoaktif bileşenlerdir (Al-Harrasi ve ark., 2014). Meyve fitokimyasalları, insanlarda daha düşük dejeneratif hastalık insidansı ve daha düşük ölüm oranı ile bağlantılı yüksek antioksidan kapasiteler sergilemiştir (Baliga ve ark., 2011; Wang ve ark., 2013). İlaç yapımında kullanılan kimyasal bileşikler ile bitkilerin etken maddeleri arasındaki benzerliklerin keşfedilmesiyle bitkilerin tıbbi kullanımı artmıştır. Geçmişte bitkisel ilaçların kullanımı daha yaygın iken, kimyasal uygulamaların gelişmesi sonucu bu rakam giderek azalmakta, ancak son yıllarda yeni tedavi yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi nedeniyle doğal bitkisel ürünlere olan talep artmıştır. (Bayram ve ark., 2010).

Fitokimyasallar insan sağlığı üzerindeki faydalı etkilerini şu yollarla sağlarlar: biyokimyasal reaksiyonlarda substrat olarak, enzimatik reaksiyonlarda ise kofaktör, bazı enzimatik reaksiyonların inhibitörü, bağırsaklarda zararlı ve istenmeyen maddeleri bağlayıp uzaklaştıran absorban/sekestran, hücre membranı ve hücre içerisinde bulunan reseptörleri agonize ve antagonize eden ligandar olarak, reaktif toksik ajanları yakalayıp sağlarlar. (Kris- Etherton ve ark. 2002)

Kanser, 2018 yılında 9,6 milyon ölüme neden olan dünya genelinde ikinci en büyük ölüm nedenidir. En sık görülen kanserler akciğer, meme, kolorektal, prostat, cilt ve mide kanserleridir. Oksidatif stresin neden olduğu DNA hasarlarının, yüksek miktarlarda serbest radikallerin ve düşük antioksidan düzeylerinin diyabet ve kanserle ilişkili olduğu çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir (Matough ve ark. 2012; Chikara ve ark. 2018). Flavonoidler, izoflavonoidler, lignanlar, propenil-fenoller gibi farklı grupların birçok diyet fitokimyasalları, ve alkaloidler, oksidatif stresi baskılayan serbest radikal temizleme (antioksidan aktivite) yeteneklerine sahiptir (Chikara ve ark. 2018). Bunun yanı sıra, diyet fitokimyasalları, şeker hastalığı ve kanser dahil olmak üzere diğer birçok insan hastalığına karşı savaşmak için çok sayıda başka biyolojik aktivite uygulamıştır (Kushwaha ve ark. 2018).

Farklı insan hastalıklarının tedavisinde ve önlenmesinde fitokimyasalların kullanımı çok etkili, güvenli ve ucuzdur. Tıbbi özelliklere sahip birçok fitokimyasal, hastalıkları tedavi etmek için tek başına ve antidiyabetik ve antikanser ilaçlarla kombinasyon halinde kullanılmaktadır (Ezuruike ve Prieto, 2014). Diyet fitokimyasalları, şeker hastalığı ve kanser



dahil olmak üzere diğerk birçok insan hastalığına karşı savaşmak için çok sayıda başka biyolojik aktivite uygulamıştır (Kushwaha ve ark. 2018).

Fitokimyasallar, bitkisel beslenmede doğal olarak meyveler, sebzeler, tahıllarda bulunur ve genellikle bitkilerin renk pigmentasyonu ve koku gibi farklı özelliklerinden sorumlu biyoaktif bileşenlerdir. Bu bileşikler besin ögesi olarak kabul edilmeseler de besin olarak alımlarının antioksidan, anti-inflamatuar, anti-östrejenik, immünomodülatör, kardiyoprotektif, ve/veya anti-kanserojen özellikler gösterdiği bilinmektedir. Son dönemde diyet fitokimyasallarının obezitenin önlenmesi ve tedavisinde potansiyel etkileri olabileceği bildirmekte ve bu etkiler lipit emilimi, enerji alımı, termogenez, lipit metabolizması ve adipogenezin düzenlenmesi gibi metabolik yollar üzerindeki etkinlikleriyle ilişkilendirilmektedir. (Liu 2013)

Meyve ve sebzelerin koruyucu etkisinin çoğu karotenoidler, flavonoidler, izoflavonoidler ve fenolik asitler gibi besleyici olmayan bitki bileşikler olan fitokimyasallara atfedilmiştir. Meyve ve sebzelerin içersinde hala tanımlanamayan binlerce fitokimsayal vardır. Farklı fitokimyasalların kronik hastalıklara karşı korumaya yardımcı olabilecek bir dizi aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Örneğin, fitokimyasallar kanser hücresi proliferasyonunu inhibe edebilir, inflammatuar ve immün tepksini düzenleyebilir ve lipid oksidasyonuna karşı koruma sağlayabilir. Fitokimyasalların önemli bir rolü oksidasyona karşı korumadır. Yüksek oranda oksidatif bir ortamda yaşıyoruz ve metabolizmayla ilgili birçok süreç daha fazla oksidan üretimiyle sonuçlanabilir. İnsanlar ve tüm hayvanlar, karmaşık antioksidan savunma sistemlerine sahiptir ancak mükemmel değildirler ve oksidatif hasar meydana gelir. Hem kardiyovasküler hastalık hemde kanserin, özellikle DNA, lipitler ve proteinler gibi daha büyük biyomoleküllerin zarar görmesine yol açabilen oksidatif stresin sonuçları olduğu düşünülmektedir. İnsanlarda her gün hücre başına DNA'ya 10.000 oksidatif isabet ettiği tahmin edilmektedir. (Mohamed ve ark. 2018)

Bitkilerin kimyasal yapılarının zenginliğinden dolayı, son derece etkili yeni dozaj formlarının geliştirilmesinde kullanımları, farmakoloji araştırmalarının yönlerinden biri haline gelmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde reçeteli ilaçların %25'i bitki kaynaklı aktif maddelerden oluşmaktadır. (Kulkarni ve ark. 2010)

Sinnamik asitler, kumarinler, diterpenler, flavonoidler, lignanlar , monoterpenler, fenilproponoidler, tanenler, ve triterpenler gibi antioksidan fitokimyasallar; kök, tohum, çiçek, odun, polen, ağaç kabuğu, yaprak, meyve, gövde gibi bitkilerin tüm kısımlarında yüksek

konsantrasyonlarda bulunabilir. Çalışmalar, bu fitokimyasalların oksidatif stresten kaynaklanan hastalıklara karşı koruduğunu göstermiştir (Chanwithesuk ve ark., 2005). Çeşitli şifalı bitkilerin diyabet üzerinde önemli koruyucu ve tedavi edici etkilerinin olduğunu gösterilmiştir.(Rehman ve Akash,2017) Fitokimyasallar, yüksek oksidatif stres koşullarıyla ilişkili ileri glikasyon son ürünleri (AGES) ve diğer diyabetik komplikasyonların oluşumunu önleyebilir. (Rahimi ve ark,2005)

Kardiyovasküler hastalıklar (CVD), diyabet ve kanserler gibi kronik hastalıklar küresel bir sağlık sorunudur ve milyonlarca insanın ölümüne ve sakat kalmasına neden olmaktadır. Araştırmalar meyve, sebze ve tahıllarda bileşenler bu kronik hastalıkların gelişimine karşı koruyucu etki gösterirler. Bu koruyucu rol, esas olarak içlerinde bulunan fitokimyasallara atfedilebilir. Meyveler, sebzeler, tahıllar ve diğer bitkilerde biyoaktif besin olmayan bileşikler olarak tanımlanır. Şimdiye kadar,yaklaşık 10.000 fitokimyasal tanımlanmıştır ve hala büyük bir yüzdesi bilinmemektedir.Bu tanımlanmış fitokimyasallar arasında tanenler, flavonlar, triterpenoidler, steroidler, saponinler ve alkaloidler. Fitokimyasalların koruyucu rolü, antioksidan aktiviteleri ile ilişkilendirilebilir. İnsan vücudunda oksidanların (reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri) aşırı üretimi nedeniyle vücut birçok kronik hastalığın patogeneğinde yer almaktadır. İnsan sağlığını kapsamlı bir şekilde sağlanması için ve hastalıklarında antioksidan fitokimyasalların derinlemesine anlaşılması, bu derleme kaynaklarına ve sağlık yararlarına özel dikkat göstererek özetler. Kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde potansiyel etki mekanizmaları olduğu bilinmektedir. (Al-Harrasi ve ark., 2014)

Birçok çalışmada fitokimyasalların bağırsak tarafından glukoz emiliminin inhibisyonu veya periferik dokular tarafından glukoz alımının inhibisyonu, artan insülin sekresyonu ve/veya  $\alpha$ -amilazın enziminin inhibisyonu gibi çeşitli mekanizmalar yoluyla kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesine katkıda bulunduğunu bulmuştur. Karbonhidratların parçalanmasında ise kilit rol oynayan  $\alpha$ -glukozidaz enzimidir (Rizvi ve Zayed, 2001)

Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise beş farklı bölgede toplanan hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesinin toplam fenolik madde miktarı, şeker içeriği, serbest radikal süpürücü aktivite ve fenolik bileşen içeriği miktarları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise; toplam fenolik madde miktarı , serbest radikal süpürücü aktivite,  $\beta$ -karoten ve askorbik asit

içeriklerinin sırasıyla 490.74-932.87 mg/100 g , % 52.21-53.41, 40.93-130.76 µg/kg ve 124.82-240.25 mg/kg arasında değiştiği bildirmiştir.(Belviranlı, 2016)

Yapılan başka bir araştırmada Rabini ve ark. (2019) farklı hasat dönemlerinde hasat edilen üç farklı hint inciri ( *Opuntia ficus indica*) meyvesinin (Rossa, Gialla, Bianca) biyolojik aktivitelerini, fenol içeriklerini ve yağ asidi kompozisyonlarını incelemişlerdir. En yüksek fenolik içeriğinin sahip olduğu meyve ağustos ayında hasat edilen rossa türü olduğu, bianca türünün ise en yüksek antiradikal aktiviteye sahip olduklarını bildirmiştir. Polifenol içeriklerinin ise yağ asidi kompozisyonu, antioksidan kapasitesi ve antibakteriyel aktivitenin ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır. E.coli, S. aureus, S. Typhi, E. faecium, C. Albicans bakterilerine karşı antimikrobiyal aktiviteyi gözlemlemişler ve her iki hasat zamanında elde edilen rossa çeşidinin E. faecium'a karşı en yüksek inhibisyonu sağladığını bildirmişlerdir.

Kayımu (2017), yaptığı çalışmada hambeles (*Myrtus communis* L.) meyvesinin bioaktif bileşenlerinin üzerine araştırma yapmıştır. Çalışmada farklı çözümler (su, etil asetat, hekzan, metanol) kullanarak elde edilen özütlerin flavonoid madde miktarı kateşine eşdeğer olarak 2.3-11.6 mg/g düzeylerinde değişirken, toplam fenol miktarını 5.1-45.2 mgGA/g düzeylerinde değişiklik göstermiştir. En yüksek flavonoid miktarını ve toplam fenolik madde miktarını sulu özütte bulunduğunu bildirmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada ise Dinçer (2019) Adananın Pozantı ilçesinde bulunan Tarımsal Araştırma ve Uygulama merkezinden temin ettiği şiraz üzümü (*Vitis Vinifera* L.cv. shiraz) meyvesinin bioaktif bileşenlerini araştırmıştır. Çalışmada farklı çözümler (su, aseton, etil asetat, metanol) kullanarak elde edilen özütlerin toplam antioksidan kapasitesini ve toplam fenolik madde miktarını incelemiştir. Araştırma sonucunda; DPPH (serbest radikal giderici ) yöntemine göre EC<sub>50</sub> cinsinden 0,13-5,5 mg/ml düzeylerinde değişirken, FRAP indirgeme gücü kapasitesi yönteminde EC<sub>50</sub> cinsinden 6,39-142,2 mmol/L düzeylerinde değiştiği bildirmiştir. En güçlü antioksidan aktivite etki aseton ve sulu özütte gözlemlendiği bildirmiştir.

## **2.2.Fitokimyasalların diyabet hastalığı üzerine etkisi**

Diabetes mellitus, insan vücudunun insülin üretememesinden veya insülin etkisine direnç göstermesinden veya her ikisinden kaynaklanan yüksek kan şekeri seviyeleri ile karakterize edilen bir grup kronik metabolik rahatsızlıktır. Bu koşullar grubu, klinik olarak farklı 4 türe ayrılabilir:

1. Pankreasta otoimmün beta-hücre yıkımından kaynaklanan ve tam bir insülin üretimi eksikliği ile karakterize edilen tip 1.
2. İnsülinin etkisine karşı anormal bir artan direnç olduğunda ve vücut direncin üstesinden gelmek için yeterli insülin üretilmediğinde gelişen tip 2.
3. Hamilelik sırasında bazı kadınları etkileyen bir tür glikoz intoleransı olan gestasyonel diyabet.
4. Beta-hücre fonksiyonu veya insülin etkisinin spesifik genetik kusurlarının, pankreas hastalıklarının veya ilaçların veya kimyasalların neden olduğu bir grup diğer diyabet türü.

Diyabet, tüm dünyada hızla artış gösteren önemli bir sağlık problemidir. Tüm dünyada diyabetli hasta sayısı epidemi halinde artmaktadır. Dünyada 2000 yılında yaklaşık 154 milyon diyabetli insan varken, 2005 yılında bunun 194 milyona, 2025 yılında ise 334 milyona ulaşacağı tahmin edilmediktedir. (WHO,2016)

Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2016 yayınlanan diyabet raporuna göre; 2014 yılında dünya üzerinde 18 yaşının üzerinde 422 milyon diyabetli birey bulunmaktadır. Dünyada, 2012 yılında 1.5 milyon ölümün direkt nedeni diyabettir yani diyabet, tüm cinsiyetlerde 7. kadınlarda ise 5. ölüm nedenidir.(WHO,2016)

Diabet pankreas, karaciğer, böbrek, gözler, kalp,damar ve deri dahil olmak üzere birçok organı etkileyebilir(Thent ve Latiff,2018). Komplikasyonlar mikrovasküler (nöropati, nefropati ve retinopati) , makrovasküler( koroner sağlık hastalığı, felç) de olabilir. (Asmat ve ark.,2016) Biguanidler, sülfonilüreler gibi modern antidiyabetik ilaçların daha yüksek maliyetlere ve önemli yan etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Sasvari ve Nyakas,2003) Diyabet ve komplikasyonlarının görülme sıklığı ve yaşam boyu tedavisi nedeniyle, antidiyabetik ilaçlara alternatif kaynakların bulunması önemlidir. (Thent ve Latiff,2018)

Metabolik bir bozukluk olan diabetes mellitus, kronik hiperglisemi ile ilişkili insülin sekresyonu ve/veya insülin etkisindeki mutlak veya göreceli eksiklikler ile karakterizedir. Diyabet prevalansı tüm dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerde artmaktadır. Diyabet tedavisi daha yüksek maliyetlere, sınırlı etkinliğe ve yan etkilere sahiptir. Bu faktörlerin bir sonucu olarak, hastalar sıklıkla bitkisel ilaçlar gibi alternatif tedavi biçimlerini kullanmışlardır. Bitkiler genellikle çeşitli miktarlarda fenolik, flavonoid ve tanen içerir ve

Çalışmaların çoğu, antioksidan özelliklerinden dolayı bu fitokimyasalların antidiyabetik etkilerine odaklanmıştır.

Diabetes mellituslu hastalarda antioksidan parametre düzeylerinin düştüğü tespit edilmiştir, bu nedenle birçok çalışmada fitokimyasallar antioksidan ve serbest radikal süpürücü aktiviterler uygulayabileceği ne sürülmektedir. İnsülin duyarlılığını artırmak için fitoaktif bileşikler, flavonoidler, lignanlar, profenilfenollerin de diyabetik yara iyileşmesi gibi diyabet komplikasyonlarını artırarak kollajen birikimi fibroblast seviyesini düşürür. Antioksidan aktiviteye sahip bitkiler, azaltarak diyabetin kardiyovasküler değişikliklerini geri döndürdüğü de bulunmuştur. Diyabet hastalarında doğal ürünlerin kullanımının arttığına dair raporlar bulunmaktadır (Ezuruike & Prieto, 2014; Lee, Chen, Mou, Sun ve Yen, 2016). Bu, oral hipoglisemik ajanların ve insülinin uzun süreli kullanımından kaynaklanmaktadır. Hipoglisemik ataklar, gastrointestinal problemler (bulantı, kusma ve diyare), dem gibi çok sayıda yan etkiye neden olan diyabetik hastalar ve hepatorenal rahatsızlıkları önler. (Mahomoodally, Mootoosamy ve Wambugu,2016; Maruthur ve diğerleri, 2016).

Obezite ve buna bağlı kronik hastalıkların prevalansı, yani kardiyovasküler hastalık ve tip 2 diyabet, dünyanın her yerinde hızla artmaktadır. şu anda diyabetli sayısı dünya çapında 143 milyon hasta ve 200 milyon insanın 2030 yılına kadar tip 2 diyabetli olacağı tahmin edilmektedir. Obezite,vücutta normalden fazla miktarda yağ dokusu birikmesi sonucu ortaya çıkan giderekek artan bir prevalans gösteren bir multifaktrel bir hastalıktır. Bunun sonucunda çeşitli metabolik dislipidemi, insülin direnci, kronikinflamasyon, endotel disfonksiyonu ve hipertansiyon risklerini artırır. Bu nedenle diyabet, vücuttaki kusurlarla ilişkilidir. Obezite ile ilişkili insülin direncinin gelişiminde rol oynar. Bu nedenle gıdalardaki birçok antioksidan kaynağı potansiyel obezite ile ilişkili hastalıkların iyileştirilmesinde fayda sağlar.(IDF, 2006 – IDF Consensus)Metabolik Sendromun Dünya apında Tanımı).

Biyoaktif bileşenler doğal enzim aktivite görevi görmekte ve gastointestinal yapıda nişastanın parabilirliğini ve glisemik indeksini etkileyen özelliklere sahiptirler. Nişasta sindiriminde görevli olan  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz enzimleri polifenoller tarafından inhibe edilerek besin ögesi emilimini ayarlamaktadır. Bu olay kalori alımının, kandaki glukoz ayarlanması üzerinde olumlu etkilerini sağlamaktadır (İnce ve Çağındı, 2020).

Goyal ve Jeyabalan,(2021) hint incirinin bir türü olan *opuntia elatior mill* (cactaceae) meyvesinin antioksidan ve anti-diyabetik özellikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Yaptıkları çalışmada metanol ekstratı, sulu fraksiyonu, klorofm fraksiyonu, etilasetat fraksiyonu ve akarboz kullanarak  $\alpha$ -amilaz inhıbisyon etkisini saptamışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda IC<sub>50</sub> (mg/ml) değerleri sırasıyla şöyledir: Sulu faz: IC<sub>50</sub>=0.013±0,63 mg/ml, kloroform fraksiyonu:IC<sub>50</sub>=0.008±0.36 mg/ml, metanol ekstratı: IC<sub>50</sub> =0.004±0.86 mg/ml, etil asetat fraksiyonu:IC<sub>50</sub>=0.003±0.92 mg/ml, akarboz :IC<sub>50</sub>=0.002±0.47 mg/ml olarak saptanmıştır. Sonuçlara göre etil asetat fazının en yüksek  $\alpha$ -amilaz inhıbisyon etkisine sahip olduğu saptanmıştır. Akarbozun yani standart inhibitörün ise en etkili inhıbisyon değerinde olduğu saptanmıştır.

Başka bir çalışmada ise Dinçer (2019) Adananın Pozantı ilçesinde bulunan Tarımsal Araştırma ve Uygulama merkezinden temin ettiği Şiraz üzümü (*Vitis Vinifera L.cv. shiraz*) meyvesinin biyoaktif bileşenlerini araştırmıştır. Çalışmada farklı çözenler (su, aseton, etil asetat, metanol ) kullanarak elde edilen özütlerin  $\alpha$ -glikozidaz ve  $\alpha$ -amilaz üzerine inhıbisyon etkisi incelenmiştir.  $\alpha$ -glikozidaz inhıbisyonu IC<sub>50</sub> cinsinden 0,21- 2,52 µg/mL arasında farklılık gösterirken,  $\alpha$ -amilaz inhıbisyonu ise IC<sub>50</sub>: 7,28-19,67 µg/mL arasında değişiklik göstermiştir.

### **2.3 Fitokimyasalların antioksidan etkisi**

Reaktif oksijen türlerinin oluşturduğu hasarı önlemek için vücudun belirli savunma mekanizmaları vardır (Çizelge 2.1). Serbest radikalleri nötralize etmek için karşılıklı etkileşim halinde olan çok çeşitli bileşiklere “antioksidan” denir (Rice-Evans 2001, Seven ve Candan 1996). Konsantrasyonları okside olabilen substratlara kıyasla düşüktür (Becker ve Nissen 2004). Okside olabilen substratların oksidasyonunu önleyen ve oksidasyon derecesini azaltan antioksidanlar, antikarsinojen olarak etki göstererek, hücreleri oksidatif hasardan korurlar ve karsinogenezisin her safhasında baskılayıcı etki yapabilirler (Allen ve Tresini 2000)

| Enzimler                     | Radikal Tutucular |                 | Metal İyonlarını Bağlayan roteinler |
|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------------|
|                              | Yağda Çözünenler  | Suda Çözünenler |                                     |
| Süperoksit dismutaz          | E vitamini        | C vitamini      | Ferritin                            |
| Katalaz                      | $\beta$ karoten   | Glutatyon       | Transferrin                         |
| Glutatyon peroksidaz         | Bilirubin         | Ürikasit        | Laktoferrin                         |
| Glutatyon redüktaz           | Ubikinon          | Sistein         | Albumin                             |
| Glutatyon S transferaz       | Flavonoidler      | Mannitol        | Seruloplazmin                       |
| Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz | Melatonin         |                 | Miyogloblin                         |
|                              | Lipoik asit       |                 |                                     |

**Şekil 2.1** Organizmada bulunan temel antioksidan savunma sistemleri (Koç,2002)

Fitokimyasallar, meyvelerde, sebzelerde, tahıl tanelerinde, yenilebilir makrofungi, mikroalgeler ve tıbbi bitkilerde yaygın olarak bulunur. Çilek, üzüm, nar, guava, sweetsop, trabzoni, çinli wampee ve erik gibi meyveler antioksidan fitokimyasalları bakımından zengindir. Ayrıca, *Eucalyptus Robusta*, *Eurya Nitida'nın* meyveleri gibi yabancı meyveler, yüksek antioksidan kapasiteye ve toplam fenolik içeriğine sahiptir. Bunların dışında, meyve atıkları (kabuğu ve tohum) yüksek miktarda antioksidan içerir. Tahıl taneleri arasında pigmentli pirinç gibi siyah pirinç, kırmızı pirinç ve mor pirinç antioksidanların yüksek içeriğine sahiptir (flavones ve tanenler) (Melih güzel ve diğerleri 2019)

Oksidasyon-antioksidasyon süreçlerinin karmaşıklığı ve özütlerde bulunan antioksidan bileşenlerin farklı doğası ve işlevi nedeniyle, tek bir testin bazı numunelerin antioksidan kapasitesi hakkında net bir veri sağlayamadığı açıktır. (Khaled-Khodja ve ark, 2014). Öte yandan, antioksidan bileşiklerin çözücünün bir fonksiyonu olarak çözünürlüğü, ekstraksiyon zamanında bileşiklerin geri kazanılmasında önemli bir role sahip oldukları için büyük önem kazanmıştır. (Khaled-Khodja ve ark, 2014)

Polifenoller ve karotenoidler, antioksidan fitokimyasalların iki ana türüdür ve bunlar gıdaların/bitkilerin antioksidan özelliklerine en çok katkıda bulunanlardır. Örneğin,  $\beta$ -karoten, kersetin, myricetin ve kaempferol, cape bekaşi üzümünde bulunan ana antioksidan fitokimyasallardır. Ayrıca, euterpe oeracea pulp'den izole edilmiş flavonoidler önemli bir



oksijen radikal absorbands kapasitesi ile ölçülen antioksidan aktivitesidir. Doğal polifenoller insan diyetlerinde en bol bulunan antioksidanlardır. Doğal polifenoller insan diyetlerinde en bol bulunan antioksidanlar ve bunların radikal temizleyici aktiviteleri, fenoliklerin aromatik halkalarında hidroksil gruplarının ikamesidir. Bitki çeşitliliği, coğrafi bölge, büyüme mevsimi ve depolama, gıdadaki polifenol konsantrasyonlarını etkileyebilir. Diyet polifenolleri beş sınıfa ayrılabilir: flavonoidler, fenolik asitler, stilbenler, tanenler ve kumarinler. Flavonoidler ise; flavonoller, flavonlar, flavanoller, flavanonlar, antosiyanidinler ve izoflavonoidler gibi grupları içermektedir. Toplam fenolik içerik ve toplam antioksidan aktivite doğrudan bir ilişkiye sahip olabilir. Meyvelerden yüksek fenolik bileşik içerenler, daha güçlü antioksidan aktiviteye sahiptirler. Örneğin üzüm çekirdeği özütünün ABTS radikaline karşı süpürme aktivitesi güçlü bir şekilde fenolik bileşiklerin seviyesiyle bağlantılıdır. Karotenoidler gıdaların sarı, turuncu ve kırmızı renkleri içeren fitokimyasaldir.  $\alpha$ -Karoten,  $\beta$ -karoten, likopen, lutein ve kriptoksantin, diyet ve insan vücudundaki ana karotenoidlerdir ve meyve ve sebzeler insan diyetindeki ana karotenoid kaynaklarıdır. Örneğin domates likopen açısından zengindir ve karakteristik kırmızı renginden de sorumludur.

Başka bir çalışmada Irak'ta 2021 yılında toplanan hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinden farklı çözümler (etanol,aseton,metanol) kullanılarak meyve özütleri elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toplam fenol miktarı 0.17-0.22 mg GAE/ml olarak değişmiştir ve en yüksek toplam fenol 0.22 mg/ml ile metanol özütünde bulunmuştur. Özütlerin antioksidan sonuçları ise; FRAP yönteminde metanol 1.18 mg/ml , aseton 1.02 mg/ml ve etanol 0.92 mg/ml iken, DPPH yönteminde metanol 0.92 mg/ml, aseton 0.87 mg/ml ve etanol 0.79 mg/ml bulunmuştur. Hint inciri meyve özütlerinin antioksidan sonuçlarının özütlerin toplam fenolik madde miktarı ile orantılı olduğu ve en yüksek metanol olduğu tespit edilmiştir. ( Addai ve ark.,(2022)

Yapılan başka bir araştırmada Galati ve ark. (2003) Hint inciri (*Opuntia ficus indica*) meyvesinden elde edilen meyve suyunun antioksidan aktivite miktarı ve anti-ülser aktivitesini incelemişlerdir. Toplam fenolik madde miktarını 746  $\mu$ g/mL olarak tespit etmişlerdir ve DPPH yöntemi ile belirledikleri antioksidan kapasiteninde fenolik maddelerin etkisinden dolayı yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Fareler üzerinde araştırılan anti-ülser aktivitede; meyve suyunun mukus oluşumunu arttığını ve mukozal yapıyı iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.



Kayimu (2017) Adana ilinden temin edilen Hambeles (*Myrtus communis* L.) meyvesinin antioksidan aktivitesi üzerine araştırma yapmıştır. Çalışmada farklı çözenler (su, aseton, etil asetat , metanol) kullanarak elde edilen özütlelerin antioksidan kapasiteleri DPPH ve FRAP metodlarına göre tespit etmiştir. Sonuç olarak DPPH yöntemine göre serbest radikal süpürücü etkisi EC<sub>50</sub>:0.52-16.49 mg/mL arasında değişirken, FRAP yönteminde indirgeme gücü kapasitesi 39.5-173.2 mmol/L arasında değişmiştir. En güçlü antioksidan aktivitenin sulu özütlede gözleendiği bildirilmiştir.

Marti ve ark. (2001) Tatlı biberin farklı türlerinin antioksidan aktivite değerleri üzerine yaptığı çalışmada sebzelerin olgunluk aşamasını ve hasat periyodunun etkilerini incelemiştir. Farklı hasat periyotlarında ve farklı olgunluklardaki biberlerde antioksidan içeriği ve aktivite saptamıştır. Sonuç olarak olgun kırmızı biberlerde fenolik madde içeriğinin 16.0-24.2 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir.

Meksikada yapılan bir araştırmada 2 farklı hint inciri ( yeşil: *Opuntia albicarpa* ve kırmızı: *Opuntia ficus indica* ) türlerinden elde edilen tohum yağlarıyla farklı çözenler ( hekzan, etanol ve etil asetat ) kullanarak elde edilen özütlelerle antioksidan aktiviteyi DPPH metodu kullanarak saptamışlardır. Etil asetat ve etanol ile elde özütlede yeşil: *Opuntia albicarpa* türünden elde edilen yağın antioksidan aktivite değerleri sırasıyla etil asetat 323 µmol TE/20 mg özütle ve etanol 316 µmol TE/20 mg özütle düzeylerinde saptanmıştır. Kırmızı türünden elde edilen özütleler ise sırasıyla etil asetat 274 µmol TE/20 mg özütle ve etanol (247µmol TE/20 mg özütle düzeylerinde saptanmıştır. Hekzan özütlede daha düşük değerlere sahip olduğu serbest radikal süpürme kapasitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermediğini bildirmişlerdir (Moreno ve ark.,2017)

Riaz ve ark., (2011) yaptıkları çalışmada *Dodonaea viscosa jacq* bitkisinin metanolik bir öz ile damıtılmış su içinde çözüldürüldüğü ve sırasıyla n-hekzan, kloform, etil asetat ve n-butanol özütleleri elde edilmiştir. Elde edilen özütlelerin antioksidan aktivileri DPPH ve FRAP metodları kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak en yüksek DPPH değerinin etil asetatlı özütlede 60 µg/ml inhibisyon gösterdiği, en yüksek FRAP değerinin ise etil asetatlı özütlede olduğunu bildirmişlerdir.

## 2.4 Fitokimyasalların antibakteriyel özellikleri

Bitkiler, insan uygarlığının ortaya çıkışından bu yana yüzyıllardır insanlar tarafından kullanılan çok çeşitli fitokimyasallar üretir. Etkili ve güçlü antimikrobiyal bileşiklerin keşfi ile bu sentetik antimikrobiyal bileşikler, mikrobiyal hastalıkları önlemek ve tedavi etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, antibiyotiğe dirençli bakteri suşlarının geliştirilmesi, antimikrobiyallerin etkinliğinin ve güvenliğinin azalması ve ortaya çıkan tedavi edilemez hastalıklara karşı geleneksel antimikrobiyal ajanlar tarafından yeni antimikrobiyallerin araştırılması, sentetik antimikrobiyal bileşiklere alternatif olarak fitokimyasalları keşfetmek için yeniden canlanmıştır ( Amlan K. Patra ve ark.,2012)

Bitkilerden elde edilen ilaçların ve diyet takviyelerinin kullanılması son yıllarda hızlandırılmıştır. Etnofarmakologlar, botanikçiler, mikrobiyologlar ve kimyacılar doğal ürünleri bulaşıcı hastalıkların tedavisi için geliştirilebilecek olan fitokimyasalların araştırılmasına devam etmektedir. Mevcut farmasötiklerin %25-50'si bitkilerden türetilirken, hiçbiri antimikrobiyal olarak kullanılmaz. Fitokimyasalların yapısı ve antimikrobiyal özellikleri de ele alınmaktadır. Bu bileşiklerin çoğu halihazırda düzenlenmemiş botanik preparatlar olarak mevcut olduğundan ve halk tarafından kullanımı hızla arttığından, klinisyenlerin bu preparatlarla kendiliğinden ilaç kullanan hastaların sonuçlarını göz önünde bulundurmaları gerekir. (Koç 2012)

Hint inciri (*Opuntia ficus-Indica* L.) meyvesinin antibakteriyel aktivitesinin etkisi ile ilgili bir çalışmada, Irak'ta hint inciri meyvesini farklı çözümler (metanol, etanol, aseton) kullanarak özütler elde etmişlerdir. Disk difüzyon yöntemiyle *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Test sonuçlarına göre *S.aureus* bakterisine karşı sırasıyla metanol 14.45 mm, aseton 9.21 mm, etanol 6.00 mm olarak bulunmuştur. *E.coli* bakterisine karşı ise metanol 11.86 mm, aseton 7.51 mm, etanol 5.00 mm olarak bulunmuştur. Addai ve ark.,(2022)

Yapılan başka bir çalışmada hint inciri meyve ve kabuğunu farklı çözümler (etanol, etil asetat) kullanılarak elde edilen özütlerin antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda gram pozitif bakterisinde *S.aureus* bakterisine karşı sırasıyla etanol meyve özütü  $17.23 \pm 0.19$  mm, etanol kabuk özütü  $19.35 \pm 0.35$  mm, etil asetat meyve özütü  $13.06 \pm 0.27$  mm, etil asetat kabuk özütü  $15.14 \pm 0.41$  mm; gram negatif ise *E.coli* bakterisine karşı sırasıyla etanol meyve özütü  $12.20 \pm 0.16$  mm, etanol kabuk özütü  $14.35 \pm 0.41$  mm, etil asetat

meyve özütü  $10.32 \pm 0.10$  mm, etil asetat kabuk özütü  $11.17 \pm 0.18$  mm düzeylerinde olduğunu bildirmişlerdir. (El-Beltagi ve ark. (2019)

İşlek (2019) Mersin ili Alata Meyve Araştırma bahçesinden temin ettiği Akko XIII Yenidünya (*Eriobatrya Japonica Lindl.*) meyvesinin biyoaktif özelliklerinden biri olan antibakteriyel aktivite kapasitesini araştırmıştır. Çalışmada farklı çözümler (su, metanol, hekzan) kullanarak elde edilen özütlerin antibakteriyel aktivite kapasiteleri *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda etanol ve metanol ile edilen özüt *E. coli*'ye karşı sırasıyla  $13.3 \pm 0.60$  mm ve  $14.7 \pm 0.60$  mm düzeylerinde antibakteriyel etki gösterirken, tüm özütlerin *Staphylococcus aureus*'a karşı herhangi bir antibakteriyel etki göstermediği tespit edilmiştir.

Gnanakali ve Gopal (2016) Hint inciri (*Opuntia ficus indica*) meyvesinden farklı çözümler (metanol, etanol ve su ) kullanarak özütler elde etmişler. Elde edilen özütlerin antibakteriyel aktivitesini disk difüzyon yöntemi kullanarak *Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Bacillus subtilis* bakterilerine karşı duyarlılığını tespit etmişlerdir. Test sonuçlarına göre en yüksek antibakteriyel aktiviteyi metanolle elde edilen özütte saptandığını bildirmişlerdir.

## 2.5. Hint inciri meyvesi

Hint inciri (*Opuntia ficus indica* (L.) meyvesi kaktüs familyasına ait bir bitkidir (Tütüncü, 2014; Dengiz vd., 2016). Ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgelerinde yetişmektedir. Hint inciri meyvesinin insan sağlığına yararları ve besleyici özelliği üzerine son yıllarda önemli araştırmalar yapılmaktadır. Meksika, Şili, İspanya gibi ülkelerde meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra gıda endüstrisinde marmelat, reçel, meyve suyuna işlenmiş bir şekilde de tüketilmektedir. Ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgesinde doğal olarak yetişmesine rağmen bu meyve ticari olarak fazla kullanılamamaktadır. Hint inciri meyvesi kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişmektedir. Hint incirisi (*Opuntia ficus indica* L.) meyvesine ait yaklaşık 200-300 arası tür olduğu bilinmektedir. (Stintzing ve Carle, 2005; Carle ve diğ., 2006)

Hint inciri meyvesinin anavatanı batı yarımküre'de Amerika kıtasına özgüdür ve Avrupa, Kuzey Afrika, Akdeniz ve Ortadoğu gibi ülkelerde yoğun ilgi görmüştür (Yılmaz 2013). Kurak ortamda yetişebilen bu meyvenin tropik iklimlerde de yetiştirildiği bilinmektedir (Mattat pratik olarak ve Özcan 2011). En yaygın ticari ismi ise Hint inciri olarak bilinir, Akdeniz iklimlerine çok iyi uyum sağlayan cinsi *Opuntia ficus-indica* L. 'dir (Aksoy 1995, Aksay ve

diğerleri 1998, Karababa ve diğerleri 2004). Hint inciri meyvesinin diğer isimleri ise dikenli incir, frenk inciri , fıravun, kürek üzümü, babuşka, fıncan, fıravun inciri, kaktüs inciri, martı meyvesi, ladin ve kayınvalide'dier. Dünyada ise dikenli armut, kaktüs armut, nopal kaktüs, westwood armudu, barbar incir olarak isimlendirilen bir meyvedir” (Aksay ve ark. 1998, Rodriguez-Felix 2002, Saravanakumar ve ark. 2015, Anonim 2017).

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) kaktüs ailesine aittir. Cactaceae familyasına ait yaklaşık 130 cins ve yaklaşık 1500 tür ürün olduğu bildirilmektedir. Bu bitki Meksika'ya özgüdür ve Meksika'da ve Amerikan yarım kürelerinde ve Afrika ve Akdeniz havzasında yaygın olarak üretilir. Meyveleri ve kaktüs sapları reçeli, balkabağı, şarap, turşu, vücut losyonu gibi katkı maddelerinin hazırlanmasında kullanılır. Hint inciri meyvesi şampuanları, kremleri gibi ürünler tıbbi ve endüstriyel açıdan çok kullanışlıdır. Tohumları aroma verici olarak kullanılabilir.



**Şekil.2.2.**Hint inciri meyvesi

Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren bu bitki, hızlı ve çok yüksek büyümesi nedeniyle halkımız tarafından sadece çit olarak kullanılmakta, meyveleri ise ildeki yerel tüketicilere çok basit yollarla ulaştırılmaktadır. Sadece belirli bir bölgede ve yerel lokasyonlarda tüketilen hint inciri dünyanın farklı ülkelerinde binlerce hektar alanda yetiştirilmektedir. Profesyonel üretim teknolojisi ürün hakkında özellikle ülkemiz üreticileri ve bölge halkı tarafından bilinmemekte ve sektöre yönelik profesyonel üretim bulunmamaktadır. Ülke genelinde sağlanacak faydalar

arasında bu, piyasadan ve sağlayacağı olumlu etkilerden kendimizi mahrum bırakmamıza neden oluyor. (Ayyıldız ve ark. , 2020)

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, tüketici talebinin sağlıklı ve besin değeri yüksek fonksiyonel gıdalara odaklandığını bulmuştur (Ghazi vd., 2015). Hint inciri meyvesinin içerisinde doğal bir gıda renklendiricisi olarak da kullanılabilen betalain pigmentlerini de içermektedir. Bu boyalar sarı betaksantine ek olarak kırmızı-mor betasiyanindir (Duru ve Türker, 2005). Meyve içerisinde bulunan betalain pigmentleri içerdiklerinden dolayı gıda endüstrisi için önemlidir (Salim vd., 2009). Dikenli armut meyveleri yaygın fenoller, flavonoidler, karotenler, diyet lifi, betalain, taurin, linoleik asit, vitaminler (C, E, B grubu), mineraller (K, Ca, P, Se) ve serbest amino asitler (prolin, fenilalenin, Alenin, lizin ve histidin yönünden zengin oldukları için (El-Razek ve Hassan, 2011) fonksiyonel besinler grubuna girerler (Ghazi ve ark., 2015).

Hint incirinin kendisi ve diğer kısımları kalp krizi, kanser ve nörolojik hastalıkların tedavisinde kullanıldığı gibi şeker hastalarının geleneksel tedavi ve diyetlerinde de yer almaktadır (Tütüncü, 2014). Hint inciri meyvesi zengin polifenol ve vitamin içeriği, çoklu doymamış yağ asitleri ve amino asit içeriği nedeniyle tıbbi bir bitki olarak bilinir. Bu, hint inciri meyvesini gıdada ticari kullanım için önemli bir bitki türü yapar (Slimen ve ark., 2016). Yine incirin makro ve mikro elementler açısından zengin olması tüketicinin ilgisini artırmaktadır. Polifenoller ve antioksidanlar ayrıca dikenli incirin besin değerini artırır ve meyvelerin çeşitli alanlarda takdir edilmesini sağlar. (Dehbi ve ark., 2014).

Yapılan bazı bilimsel araştırmalara göre hint inciri meyvesinin bazı türlerinin idrar söktürücü, ateş ve ağrı azaltıcı etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca hint incir meyveleri antihiperglisemik ve hipokolesterolemik etkiye sahiptir (Toplu ve ark., 2009).Hint incirinin diyabet hastalığında iyileştirici etkiye sahip olması önem arz etmektedir (Kunyanga ve ark., 2014).

## 3.MATERYAL VE METOT

### 3.1.Materyal

#### 3.1.1.Hint İnciri Meyvesi

Araştırmada kullandığımız hint inciri meyvesi 2020'nin yaz mevsiminde Adananın yerel pazarlarından temin edilmiştir. Araştırmada 5 kg hint inciri meyvesi temin edilmiş olup homojen bir şekilde örnekleme yapılmıştır. Meyvenin besin değeri, rengi ve aromasının korunması için -20 °C'de derin dondurucuda bekletilmiştir.

#### 3.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar ve mikroorganizmalar

Çalışmada metanol, etanol, hekzan , Folin-Ciocalteau , sodyum karbonat Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilmiştir. Gallik asit, Fluka'dan (ABD) satın alınmıştır. 3,5-Dinitrosalisilik asit, p-nitrofenil-a-D-glukopiranosid, p-nitrofenol (pNPG), domuz pankreas- $\alpha$ -amilaz, a-glikozidaz, potasyum sodyum tartrat tetrahidrat Sigma-Aldrich (Avustralya) 'dan temin edilmiştir. Kullanılan test bakterileri *S. aureus* ve *E. coli* Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümündeki mikrobiyoloji laboratuvarlarından temin edilmiştir Antibakteriyel aktivitenin belirlenmesinde “BIOANALYSE®” markasına ait diskler kullanılmıştır. Bütün kimyasallar analit sınıfıdır.

#### 3.1.3. Kullanılan araçlar ve gereçler

Hint inciri örneklerinin dondurularak kurutma işleminde “CHRIST ALPHA 2-4 LD (ABD)” marka/model dondurarak kurutucu kullanılmıştır. Santrifüjleme işlemi “Hettic Universal 320 R”, marka santrifüj cihazı ile yapılmıştır. Meyve özüt elde etme işlemlerinde “BUCHI R-215” marka/model evaporasyon cihazı kullanılmıştır. Antioksidan aktivite miktarının belirlenmesi, enzim aktiviteleri belirleme ve toplam fenol miktarının belirlenmesinde “AGILENT CARRY 60” markasının UV spektrometresi kullanılmıştır. Ph değerinin belirlenmesinde “METTLER TOLEDO SEVEN COMPACT” pH ölçer kullanılmıştır. Enzim inhibisyon eldesinde kullanılan su banyosu “MEMMERT” markadır. Antibakteriyel aktivite belirlemede malzemelerin sterilizasyonunda “HIRAYAMA HA-3MIV” marka otoklav kullanılmıştır.

Steril ortam sağlamak için “Legrand” steril kabin; inkübasyon yapmak için “Mettler IPP 110 (Almanya)” marka inkübatör kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.:** Örneklerin dondurularak kurutulduğu dondurarak kurutucu



**Şekil 3.2.:** Çalışmada kullanılan santrifüj





**Şekil 3.3 :** Rotary epeporatör



**Şekil 3.4:** Analizde kullanılan spektrofotometra cihazı

### **3.2.Metot**

#### **3.2.1. Bitki özütlerinin hazırlanması**

Hint inciri meyve örnekleri kabukları soyulduktan sonra doğranak erlenlere doldurulmuştur ve liyofilizatör yardımıyla dondurularak kurutulmuştur. Kurutulan meyve



örneklerinden 15 gr alınıp blender içerisine konulur sonra üzerine 200ml çözgen (metanol, etanol, hekzan) eklenerek örneğin homojen bir şekilde parçalanması sağlanmıştır. Erlene alınan karışım ultra ses dalgalı su banyosunda yardımıyla 30°C 'de 45 dakika bekletildikten sonra tüplere alınıp santrifüj (3500 rpm,10 dk) edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrasında katı ve berrak iki faz oluşmuştur. Berrak kısım tüplerden alındıktan sonra kalan katı kısım üzerine 20 ml çözgen eklenip bu işlem 2 kere tekrarlanmıştır. 2. işlem sonrası ayrılan berrak kısım 1.işlem sonucu elde edilen berrak kısım ile karıştırıldıktan sonra vakum evaporatorde kurutulmuş ve kalan kısım ise 15 ml saf su ile çözündürülerek hint inciri özütleri elde edilmiştir (Kam ve ark,2013)

### **3.2.2. Toplam fenol tayini**

Hint inciri meyvelerinden elde edilen özütlerin toplam fenol madde içeriği, Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Apostolou ve ark., 2013). Kısaca, 100 m L'lik balon jojoye 1 ml meyve özütleri ile 60 ml saf su karıştırılmıştır ve karışıma 5 ml hazır Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilmiştir. Sonra yaklaşık 7 dk sonunda %20'lik sodyum karbonat çözeltisinden 15 ml ekleme yapılmıştır.Çözelti saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Balon joje alimunyum folyo ile kaplanıp çalkalanmıştır. Çözelti 20°C ve 2 saat boyunca karanlıkta tutulduktan sonra çözeltilerin absorbansları Spektrofotometrede 750 nm'de ölçülmüştür. Toplam fenol değeri, mg gallik aside eşdeğer olacak şekilde bir gallik asit kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır.

### **3.2.3. Antioksidan aktivitenin tayini**

#### **3.2.3.1.DPPH (Serbest radikal süpürücü) Metodu ile antioksidan aktivitenin tayini**

Çalışmada DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitesi Murty ve Jayaprakasha (2002) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Kısaca, sırasıyla 150 µL meyve özütlerinin ile metanolla hazırlamış olduğumuz %0.005'lik DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) çözeltisinden 2.85 mL ilave edilip vorteks yardımıyla çalkalanılıp oda sıcaklığında ve karanlıkta 24 saat bekletilmiştir. Süre bitiminde Spektrofotometrede 515 nm'de absorbansı okunmuştur. Antioksidan aktivitesini karşılaştırmak için kullanılan kontrol çözeltisi ise meyve özütlerine yerine metanol kullanılmıştır. Elde edilen veriler yardımıyla

troloxa karşı elde edilen kalibrasyon eğrisinden mg trolox olacak şekilde hesaplama yapılmıştır.

### 3.2.3.2. FRAP (İndirgeme Gücü Kapasitesi) Metodu ile antioksidan aktivitenin tayini

FRAP yöntemi deneyin prensibinde meyve özütlerinin bir elektron indirgeyerek ferrisiyanür ( $\text{Fe}^{3+}$ ) kompleksini demirli formlarına ( $\text{Fe}^{2+}$ ) indirgeme kapasitesini incelemek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada meyve özütlerinin FRAP (indirgeme gücü kapasitesi) yöntemi (Benzie ve Stain(1996)) kullandığı yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır. Özütlerinin  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  dönüşümüne olan etkisine göre saptanmıştır. Deneyde öncelikle tampon, tptz ve demir klörür çözeltileri hazırlanmıştır. Bunun için 300 mM Asetat Tamponu Ph 3.6, için 40 ml sodyum asetat ve 4.40 ml asetik asit karıştırılıp asetat tamponu elde edilmiştir. 10 mM TPTZ (40 mM HCl ile hazırlanır) 50 ml ve 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (saf su ile hazırlanır) 100 ml olarak hazırlanmıştır. Deney hazırlanışında ise 25 mL 300 mM'lık asetat tamponu, 2.5 mL 10 mM'lık TPTZ çözeltisi ve 2.5 mL 20 mM'lık  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi birleştirilerek 37°C'de su banyosunda bekletilmiştir. İnkübasyon bitiminde çözeltiden 2.85 mL alınmış ve 150  $\mu\text{L}$  özütler ile birleştirilmiş ve 21°C'de karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda Spektrofotometrede 593 nm'de köre karşılık absorbans okuması yapılmıştır. Kör değeri ise aynı karışımda meyve özütleri değilde saf su ile hazırlanmıştır ve aynı dalga boyunda absorbansı okunmuştur. Elde edilen veriler yardımıyla troloxa karşı elde edilen kalibrasyon eğrisinden mg trolox olacak şekilde hesaplama yapılmıştır.

(Brainve ve Strain, 1996).

### 3.2.4. $\alpha$ -glikozidaz inhibisyonunun belirlenmesi

Hint inciri  $\alpha$ -glikozidaz inhibisyon aktivitesi (Palanisamy ve ark,(2011)) kullandıkları yöntem bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır. Deneyde öncelikle substrat ve enzim hazırlığı yapılmıştır. Substrat için tüplere substrattan 0.015 g tartılır ve fosfat tamponuyla (0.1 M Ph 6.8) 10 ml' ye tamamlanmıştır. Enzim hazırlanmasında tüplere 1 mg enzim tartılır ve 0.1 M Ph 6.8 fosfat tamponuyla 10 ml'ye tamamlanır. 50  $\mu\text{L}$  2 U/mL ( $\alpha$ - glikozidaz enzimi ), 1.15 mL 0.1 M pH 6.8 fosfat tamponu ve 50  $\mu\text{L}$  meyve özütleri eklenerek 37°C'deki su banyosunda 10 dk inkübasyona bırakılmıştır. Süre bitiminde tüplere 50  $\mu\text{L}$  5 mmol PNPG (*p*-nitrofenil- $\alpha$ -D-glikopranozid) eklendikten sonra tekrar su banyosunda aynı sıcaklıkta 30 dakika inkübe edilmiştir. İnkübe edildikten sonra reaksiyon sodyum karbonat (2 mL, 0.2

M) eklenerek durdurulmuştur. Örneklerin spektro ile 405 nm’de köre karşı absorbands ölçümü yapılmıştır. Kör ise aynı karışımda enzim yerine fosfat tamponu ilave edilerek hazırlanmıştır. Sonuçlar 3 paralelin ortalaması alınmıştır.

% inhibisyon değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Shobana ve ark, 2009).

$$\text{İnhibisyon (\%)} = (A_o - A_i A_o) * 100 \quad \text{İnhibisyon \%} = A_o - A_i A_o * 100$$

$A_o$  = inhibitörsüz enzim aktivitesi

$A_i$  = inhibitör varlığında enzim aktivitesi

### 3.2.5. Pankreatik $\alpha$ -amilaz ihibisyonunun belirlenmesi

Çalışmada hint inciri meyvesinde elde özütlerin karbondihrat sindirim enzimi olan pankreatik  $\alpha$ -amilazın aktive tayini yapılmıştır. 1.5 ml enzim 10 ml pH 6.9/0.006 M NaCl içeren fosfat tamponunda çözündürülerek enzim çözeltisi hazırlanmıştır. Substrat için ise 25 ml lik balon jojeye 0.25 gr. nişasta tartılarak üzerine pH’ı 6.9/0.006 M NaCl içeren fosfat tamponu ile tamamlanarak %1 lik nişasta çözeltisi hazırlanmıştır. Enzim aktivite tayini için hazırlanmış olduğumuz  $\alpha$ -amilaz enziminden tüplere 40  $\mu$ L alınıp üzerine fosfat tampon çözeltisinden 460  $\mu$ L eklenmiştir. Ardından 100  $\mu$ L özütlerden ekleme yapılmıştır. Tüpler vorteksde karıştırılıp su banyosuna alınıp 37°C’de ve 20 dk inkübe edilmiştir. Süre bitiminde tüplere aynı tampondan hazırlanmış olan (1 mL % 1’lik) nişasta çözeltisinden 300  $\mu$ L substrat olarak eklendikten sonra tekrar su banyosunda 37°C’de ve 20 dk boyunca bekletilmiştir. Daha sonra su banyosundan alınan tüplere DNS karışımından 750  $\mu$ L ilave edilmiştir ve kaynayan suyun içerisinde 5 dk’lık süre boyunca bekletilmiştir. Süre bitiminde tüpler hızlı bir şekilde soğutulup reaksiyon durdurulmuştur. Sonra tüplere 6 mL saf su ilave edilerek absorbandsları spektro ile 540 nm’de ölçülmüştür. Kör aktivitesi için aynı reaksiyon adımları kullanılır ve sadece karışımında kullanılan enzim yerine enzimin çözündürüldüğü tampondan 500  $\mu$ L ilave edilerek hazırlanmıştır. Sonuçlar 3 paralel ortalaması kullanılarak hesaplanmıştır.

% inhibisyon değeri aşağıdaki formil ile hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = (A_o - A_i A_o) * 100 \quad \text{İnhibisyon \%} = A_o - A_i A_o * 100$$

$A_o$  = inhibitörsüz enzim aktivitesi

$A_i$  = inhibitör varlığında enzim aktivitesi

### 3.2.6. Antibakteriyal aktivitenin belirlenmesi

Hint inciri meyvesinin antibakteriyel etkisi filtre kâğıdı diskli agar metodu tespit edilmiştir. Agar plakalarından koloniler, 0.5 McFarland standartlarında bir türbidite oluşturmak için steril bir Nutrient Broth besiyerine aktarılmıştır. Yaklaşık  $1 \times 10^8$  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 uL'sini (500 mg / mL) 5 mm sterilize edilmiş filtre kağıdı diskine eklenerek hazırlanmıştır. Diskler, gece boyunca biyogüvenlik kabininde muhafaza edilerek kurutulmuştur. 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 ) bir gün inkübe edilmiştir. Mikrobiyal büyüme, inhibisyon bölgesinin çapı mm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir (Fernandez-Agullo vd., 2013).

### 3.2.7.İstatiksel analiz

Verilerin istatiksel etkisini analiz ertmek amacıyla, analizlerden elde edilen sonuçlar tek ve iki yönlü varyans analizine göre teste tabi tutulmuştur. Önemli çıkan farklılıklara tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatiksel analizlerde ‘ ‘ Windows SPSS 10.0 ‘ ‘ İstatistik Paket Programı kullanılmıştır. (Özdamar,1999)

## 4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullandığımız hint inciri meyvesinin biyoaktif bileşenlerinin araştırılmasında meyve örneklerinin özenle seçilip, dondurularak kurutma ve çözgenlerden özüt elde etmek önemlidir. Liyofilizatör ile kurutulan hint inciri meyve örneklerimiz farklı çözgenlerle işleme tabi tutulup meyve özütü elde edilmiştir ve sonunda çözücüler rotary (vakum) evaporatör ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Meyve özüt verimleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge .4.1.** Hint inciri meyve özütlerinin farklı çözgenlerle verimi (%) (a/a)

| Çözgen  | Verim* |
|---------|--------|
| Metanol | 67.7   |
| Etanol  | 52.2   |
| Hekzan  | 2      |

\* a/a: Çözgenlerden elde edilen özüt/liyofilizatörden elde edilen meyve ağırlığı (g).

Elde edilen özüt verimleri bazı parametrelere bağlıdır. Bu parametreler şunlardır; fitokimyasal maddelerin kimyasal yapısına, kullanılan çözgene, kullanılan ekstraksiyon yöntemine, örnek partikül boyutuna ve karışan maddelerin yapısından etkilenmektedir (Stalikas, 2007). Çizelgeden görüldüğü üzere en yüksek verim metanol ile elde edilmiş ve onu etanol takip etmiştir. Hekzanın verimi ise diğer çözgenlere kıyasla düşük kalmıştır

### 4.1. Hint inciri meyve özütlerinin toplam fenol ve antioksidan analizi

Çalışmada elde edilen toplam fenolik madde ile antioksidan aktivitesi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Fenolik madde miktarlarının kullanılan çözgenlerin polaritesine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Kullanılan çözgenlerin polarite düzeyleri sırasıyla metanol>etil alkol>hekzan şeklindedir. Toplam fenolik madde miktarının 0.01-0.160 mg /ml düzeylerinde değiştiği tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite değeri ise; DPPH yönteminde 0.23-1.19 mg/ml düzeylerinde, FRAP yönteminde ise 0.07-1.39 mg/ml düzeylerinde değişkenlik göstermiştir. En yüksek toplam fenol miktarı metanol özütünde (0.16 mg GAE/ml) görülmüştür ve bunu etanol özütü (0.08 mg GAE/ml) izlemiştir. FRAP yönteminde en yüksek

antioksidan aktivite değerleri etanol ( $1.40 \pm 0.02$  mg TE/MI) ile elde edilen özütte görülmüştür. FRAP yöntemine benzer olarak DPPH yönteminde de en yüksek antioksidan aktivite değeri etanol ( $1.19 \pm 0.00$  mg TE/MI) özütünde görülmüştür. Hekzanın meyve özütü elde etmede etkili olmadığı tespit edilmiştir. Özütlerde toplam fenol bakımından çözenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Antioksidan aktivite incelendiğinde FRAP yöntemine göre metanol ve etanol özütleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ). Öte yandan FRAP yöntemine göre hekzan özütünün diğer özütlerden farkı istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). DPPH yöntemine göre ise özütler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 4.2.** Hint inciri meyve özütlerinin toplam fenol ve antioksidan aktivite sonuçları

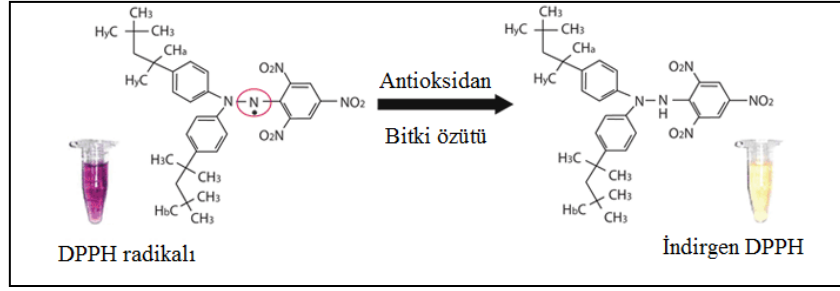
| Özüt    | Toplam Fenol*<br>(mg GAE/ml) | Antioksidan aktivite**<br>(mg TE/mL) |                    |
|---------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
|         |                              | FRAP                                 | DPPH               |
| Metanol | $0.16 \pm 0.0006^a$          | $1.38 \pm 0.007^a$                   | $0.68 \pm 0.205^a$ |
| Etanol  | $0.08 \pm 0.002^b$           | $1.40 \pm 0.019^a$                   | $1.19 \pm 0.002^b$ |
| Hekzan  | $0.01 \pm 0.002^c$           | $0.08 \pm 0.002^b$                   | $0.23 \pm 0.030^c$ |

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

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

\*\*\*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.2'de verilen sonuçlara göre, polaritesi yüksek olan metanol ve etanol özütlerinin toplam fenol içeriğinin ve antioksidan içeriğinin yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1. DPPH radikalının antioksidan madde ile reaksiyonu

Goyal ve Jeyabalan,(2021) hint incirinin bir türü olan *Opuntia mlatior mill* (cactaceae) meyvesinin antioksidan ve antidiyabetik etkisi üzerinde çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada sulu faz , kloroform faz , etil asetat faz , metanol faz ,asetik asit faz kullanarak antioksidan aktivite değerlerini DPPH cinsinden belirlemişlerdir. Sonuçlara göre antioksidan aktiviteleri sırasıyla; su özütünde 8.86 mg/ml, kloroform özütünde 7.36 mg/ml, etil asetat özütünde 6.37 mg/ml, metanol özütünde 5.53 mg/ml, askorbik asit özütünde 3.56 mg/ml olarak bulunmuştur.

Başka bir çalışmada Addai ve ark. (2022), Irak'ta (2021) toplanan hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinin toplam fenol miktarını ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Çalışmada farklı çözümler (metanol, aseton, etanol) kullanılarak meyve özütleri elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toplam fenol miktarı 0.17-0.22 mg GAE/ml düzeylerinde değişmiştir ve en yüksek toplam fenol miktarı 0.22 mg/ml ile metanol özütünde görülmüştür. Antioksidan aktivite değeri FRAP yönteminde metanol özütünde 1.18 mg/ml, aseton özütünde 1.02 mg/ml ve etanol özütünde 0.92 mg/ml olarak bulunmuştur. DPPH yönteminde ise metanol ekstraktında 0.92 mg/ml, aseton özütünde 0.87 mg/ml ve etanol 0.79 mg/ml olarak bulunmuştur. Hint inciri meyve özütlerinin toplam fenolik madde miktarının antioksidan aktivite değerleri ile orantılı olduğu ve en yüksek değerin metanol özütü ile elde edildiği tespit edilmiştir.

Chai-Chaim ve ark. (2015), *Typha domingensis* (Typhaceae) meyve özütlerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitelerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada özütler; hekzan, kloroform, etil asetat, aseton, metanol ve su ile elde edilmiştir. Özütlerin antioksidan miktarları DPPH yöntemi ile ölçülmüştür. Analiz sonuçlarına göre antioksidan aktivite değeri hekzan

özütünde 9.29 mg/ml, kloroform özütünde 0.064 mg/ml, etil asetat özütünde 0.04 mg/ml, aseton özütünde 0.00857 mg/ml, metanol özütünde 0.016 mg/ml ve su özütünde 0.0117 g/ml olarak bulunmuştur. En yüksek antioksidan aktivite değeri hekzan, en düşük ise aseton özütünde görülmüştür.

Başka bir çalışmada ise ülkemizde yayılım göstermekte olan bazı bitki (*Tymbra spicata*, ve *Hypericumcalycinum L.*, *Coriandrum sativum L.*, *Lupinus albus L.*, *Phlomis kurdica*, *spicata L.*) türlerinden farklı çözümler (metanol, etanol) kullanılarak özütler elde edilmiş ve toplam fenol miktarı incelenmiştir. En yüksek fenolik madde miktarı *H. calycinum* bitkisinde görülmüştür. Bu bitkinin metanol ve etanol özütlerinde fenolik madde miktarı sırasıyla 0.741 ve 0.936 g GAE/ml' dir. Toplam fenolik madde miktarı *T. spicata var. spicata* bitkisinin metanol ve etanol özütlerinde 0.416 ve 0.397 mgGAE/ml, *P. kurdica* bitkisinin metanol ve etanol özütlerinde 0.278 ve 0.217 mgGAE/ml düzeylerinde bulunmuştur. *L. albus* yaprak ve meyvesinde toplam fenolik madde miktarı metanol ve etanol özütlerinde 0.252 ve 0.250 mg GAE/ml düzeyinde bulunmuştur. En düşük fenolik madde miktarı *C. sativum* bitkisinin etanol özütünde (0.087 mg GAE/ml) bulunmuştur. Bitkilerin IC<sub>50</sub> değerlerine bakılarak DPPH radikal süpürücü etkinin metanol özütlerinde yüksek olduğu gözlenmiştir ve en aktif bitkinin ise *H. calycinum* türü olduğu saptanmıştır. (Koç, 2012)

Güneş ve ark. (2019) Yayla muzunu (*rheum ribes*) meyve ekstratlarının antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Yayla muzunu meyvesinin metanol ve hekzan ekstratlarının toplam fenol içeriğinin sırasıyla 0,80±0,00 ve 0,48±0,0 mg GAE/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada Bayram ve ark. (2019) üzve meyvesinin antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Sonuçlara göre etanol:su (1:1), metanol:su (1:1) ve aseton:su (1:1) özütlerinin toplam fenol miktarları sırasıyla 19.25±0.10, 11.83±0.22, 15.84±0.15 mg GAE/g' dır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek toplam fenolik madde miktarı, 19.25 mg GEA/g ile etanol:su özütünde gözlemlenmiş ve sonuçların çözücü farklılığına bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Toplam fenol miktarının çözücü farklılığına göre sıralaması etanol:su>aseton:su >metanol:su şeklindedir. Bu çalışmada, antioksidan aktivite % inhibisyon olarak hesaplanmıştır. Meyvelerin etanol-su (1:1), metanol-su (1:1) ve aseton-su (1:1), özütleri (0,1 mg/ml) sırasıyla %92,18, %63,61 ve %64,74 aktivite göstermiştir. Tüm özütlerin yüksek



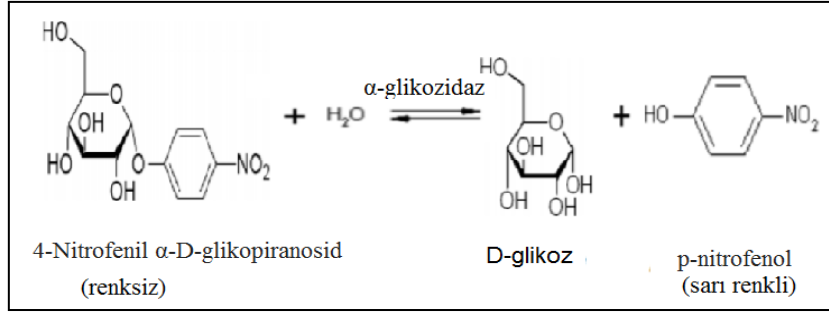
derecede inhibitör aktivite (>% 60) sergilediği tespit edilmiştir. Özütlar arasında en yüksek antioksidan aktiviteyi %92.18 değeri ile alkol-su (1:1) özütü göstermiştir. Sonuçlar çözücü farklılığına bağılı olarak değışmiştir.

Başka bir çalışmada Kalkan ve ark (2019) Goji berry (*Lycium barbarum L.*) meyvesini farklı çözenler (asetik asit-su, etanol) ile muamele edip özüt elde etmişlerdir. Elde edilen özütlerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan özütlerde en yüksek toplam fenolik madde içeriğı 0.05 gGAE/g miktarında etanol özütünde görölmüştür. En yüksek antioksidan inhibisyonu %68,92 oranında asetik asit-su özütünde görölmüştür.

Bu çalışmada elde edilen toplam fenol miktarı Addai ve ark. (2022)'nin yapmış oldukları çalışma ile benzerlik göstermiştir. Antioksidan kapasitesi ise yapılan çalışmalardan düşük bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni, Hint inciri meyvesinin antioksidan bileşik miktarının hasat dönemi, ekolojik koşullar ve yetiştirme yöntemine bağılı olarak değışkenlik gösterdiği ile ilgili olabilir.

#### **4.2.Hint inciri meyve özütlerinin $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi**

Hint inciri  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon aktivitesi (Palanisamy ve ark., (2011)) kullandıkları yöntem bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Hint inciri meyvesinden farklı çözenler kullanılarak elde edilen özütlerden  $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerineki inhide edici etkisi substrat olarak 4-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosid kullanılarak saptanmıştır.  $\alpha$ -glukozidaz enzim aktivitesinin belirlenmesinde, 4-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosid substratının  $\alpha$ -glukosidaz enzimini kataliz edilerek oluşturduğu *p*-nitrofenolün kolorimetrik olarak belirlenmesini esas alır (Şekil 4.2) (Li ve ark, 2005).



**Şekil 4.2.** α-glikozidaz enziminin 4-Nitrofenil α-D-glikopiranosid ile tayini

Çizelge 4.3'te α-glikozidaz enzimi üzerine inhibe etme kapasiteleri verilmiştir. Çizelgede meyve özütlerinin α-glikozidaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi kullanılan çözenlere göre farklılık gösterdiği görülmüştür. En yüksek inhibisyon etki 336,66 mg/ml IC<sub>50</sub> değeriyle etanol özütünde görülmüştür. Metanol özütü ise IC<sub>50</sub>: 406,06 mg/ml inhibisyon etki göstermiştir. Hekzan özütünde inhibisyon etki görülmemiştir. Özütlerin inhibisyon etkilerinin kontrol olarak kullanılan akarbozdan düşük olduğu görülmüştür. α-glikozidaz enzim inhibisyonu bakımından metanol ve etanol çözenleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. (p<0,05)

**Çizelge 4.3.** Hint inciri meyve özütlerinin α-glikozidaz enzimi üzerine inhibe etkisi

| Özüt    | Özüt miktarı (mg/mL) | İnhibisyon (%) | IC <sub>50</sub> (mg/mL) |
|---------|----------------------|----------------|--------------------------|
| Metanol | 67,73                | 71,70          | 406,06 <sup>a</sup>      |
|         | 33,86                | 38,50          |                          |
|         | 16,93                | 21,15          |                          |
|         | 8,46                 | 14,09          |                          |
|         | 6,77                 | 6,18           |                          |
|         | 3,38                 | 3,12           |                          |
|         | 52,40                | 61,46          | 336,66 <sup>a</sup>      |
| Etanol  | 26,20                | 44,70          |                          |
|         | 13,10                | 24,12          |                          |
|         | 6,55                 | 4,78           |                          |
|         | 5,24                 | 4,14           |                          |
| Hekzan  | -                    | -              | - <sup>b</sup>           |
| Akarboz | -                    | -              | 4,75 <sup>d</sup>        |

\* Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

$\alpha$ -glukozidaz enzimi ile ilgili bir çalışmada farklı çözgenler (hekzan,aseton,metanol,sulu faz) kullanılarak Hint inciri (*Optunia ficus-indica*) meyvesinden meyve özütleri elde edilmiştir. Sonuçlara göre; hekzan 0.251 mg/ml, aseton 0.126 mg/ml, metanol 0.501 mg/ml, sulu faz 0.079 mg/ml değerleri ile inhibisyon etki göstermişlerdir. Referans inhibitör olarak kullanılan akarboz ise 0.038 mg/ml düzeylerinde bulunmuştur. En yüksek inhibisyon etki sulu faz özütünde görülmüştür (Rabi, 2018).

Yin ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada kırmızı ahududu meyvelerinin petroleum, ether,etil, asetat ve n-butanol ile elde ettikleri özütlerinin  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon etkisini incelemişler, analiz sonuçlarına göre;  $\alpha$ -glukozidaz üzerine en yüksek inhibisyon etki etil asetat özütünde ( $IC_{50}=0.07$  mg/ml) görülmüştür.

Başka bir çalışmada ise incir (*ficus auriculata lour*) meyvesinin  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon etkisi incelenmiştir. Sonuçlara göre inhibisyon değerleri  $IC_{50}$  cinsinden bütanol özütünde  $0.303\pm1.33$  mg/ml, su özütünde  $0.118\pm0.53$  mg/ml, etil asetat özütünde  $0.110\pm1.57$  mg/ml, metanol özütünde  $0.103\pm0.67$  mg/ml olarak bulunmuştur. Alınan sonuçlara göre en yüksek inhibisyon etki metanol özütünde görülürken, en düşük inhibisyon etki ise n-bütanol özütünde görülmüştür. Fakat hiçbir özüt standart inhibitör olan akarbozu geçememiştir (Anjur & Tripitari, 2019).

Kuşburnu (*Rosa canina L.*) meyvesinin  $\alpha$ -glukozidaz aktivitesi, farklı çözgenler (n-hekzan, etil asetat, aseton ve metanol) kullanılarak elde edilen özütler yardımıyla test edilmiştir. Sonuçlara göre sırasıyla aseton özütü  $IC_{50}:3*10^{-4}$  mg/ml, metanol özütü  $IC_{50}: 0.0005$  mg/ml, etil asetat özütü  $IC_{50}=0.006$  mg/ml değerleri ile inhibisyon etki göstermişlerdir. hekzan özütü ise 0.028 mg/ml  $IC_{50}$  değeri ile en düşük inhibisyon etkiyi göstermiştir.(Asghari ve ark. 2014)

Saleh ve ark (2018), salak (*Salaca zacca*) meyvesini farklı oranlardaki etanol-su karışımları ile muamele edip özüt elde etmişler ve meyvenin  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon etkisini incelemişlerdir. Sonuçlara göre etanol konsantrasyonun artmasıyla, özütün inhibisyon etkisinin de arttığını gözlemlemişlerdir.

Başka bir çalışmada ise Endonezya'nın doğu java kentinde yetişen *chrysophyllum cainito* L., bitkisinin 4 farklı tipinin diyabet tedavisinde kullanıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Antidiyabetik aktivitelerin belirlenmesi için  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu incelenmiştir. Çizelge 4.4' de görüldüğü gibi glikoz inhibisyonu tip3>tip4>tip2>tip1 olarak saptanmıştır.

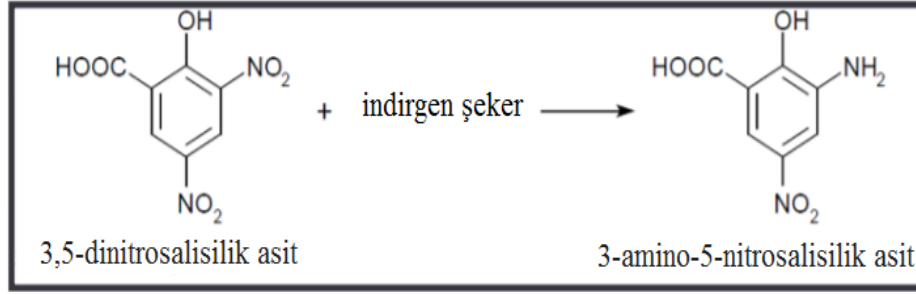
**Çizelge 4.4.**  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon aktivitesi %70 lik etil alkol özütü ve etil asetat fraksiyonları (mg/ml)(sofyan ve ark. 2020)

| Örnek                                      | TİP1         | TİP2         | TİP3                         | TİP4         |
|--------------------------------------------|--------------|--------------|------------------------------|--------------|
| %70 lik etanol ekstratı                    | 0.02±0.006   | 0.014±0.015  | 0.0094±0.224                 | 0.0129±0.038 |
| Etil asetat fraksiyonu<br>taze meyve       | 0.0037±0.007 | 0.002±0.031  | 0.0019±0.013                 | 0.0023±0.021 |
| Etil asetat fraksiyonu<br>kurutulmuş meyve | 0.0034±0.059 | 0.0025±0.024 | 0.78*10 <sup>-2</sup> ±0.018 | 0.0011±0.019 |

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile yapılan diğer çalışmaları karşılaştırdığında hint inciri meyvesinin farklı çözenler (metanol, etanol, hekzan) kullanılıp elde edilen özütlerinin  $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerindeki inhibisyon etkisinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.3. Hint inciri meyve özütlerinin $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibisyon etkisi

Hint inciri meyve özütlerinin  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerindeki inhibe etme kapasitesi DNS çözeltisi kullanılarak kolorimetrik olarak UV spektrofotometrede incelenmiştir. Deney ilkesinde, 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) çözeltisi nişastanın  $\alpha$ -amilaz enzimi ile parçalanmasıyla oluşan indirgen şekerle reaksiyona girerek 3-amino-5-nitrosalisilik asite dönüşmesi ve reaksiyondan önce sarı olan rengin turuncu-kırmızı arasında bir renge dönüşmesidir. İndirgeme sonucunda oluşan bileşik 540 nm dalga boyundaki ışığı absorplar. Oluşan renk yoğunluğu ortamdaki indirgen şeker konsantrasyonu ile orantılıdır (Şekil 4.3) (Bendelow, 1963).



**Şekil 4.3.**  $\alpha$ -amilaz aktivitesinin 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) reaktifi ile tepkimesi

Çizelge 4.5'te  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibe etme kapasiteleri verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi meyve özütlerinin  $\alpha$ -amilaz üzerine inhibisyon etkisi kullanılan çözgenlere göre farklılık göstermiştir. Ayrıca, özüt miktarıyla orantılı olarak, özütün enzim üzerine inhibe edici etkisinin arttığı görülmüştür. En yüksek inhibisyon etki 11,82 mg/ml  $IC_{50}$  değeri ile etanol özütünde görülürken, en düşük inhibisyon etki ise 34,09 mg/ml  $IC_{50}$  değeri ile metanol özütünde görülmüştür. Hekzan özütünün inhibisyon etki tespit edilememiştir. Tüm özütlerin inhibisyon etkilerinin kontrol olarak kullanılan akarbozdan düşük olduğu saptanmıştır.  $\alpha$ -amilaz enzim inhibisyonu bakımından metanol ve etanol çözgenleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ( $p < 0,05$ )

**Çizelge 4.5.** Hint inciri meyve özütlerinin  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibe etkisi

| Ozüt    | Ozüt miktarı (mg/mL) | Inhibisyon (%) | $IC_{50}$ (mg/mL)  |
|---------|----------------------|----------------|--------------------|
| Metanol | 67.70                | 94.46          | 34,09 <sup>a</sup> |
|         | 33.80                | 92.65          |                    |
|         | 16.90                | 83.97          |                    |
|         | 8.46                 | 79.11          |                    |
|         | 6.77                 | 64.47          |                    |
|         | 3.38                 | 52.84          |                    |
|         | 1.69                 | 24.77          |                    |
| Etanol  | 52.40                | 90.44          | 11,82 <sup>b</sup> |
|         | 20.20                | 81.40          |                    |
|         | 5.24                 | 77.94          |                    |
|         | 2.62                 | 64.59          |                    |
|         | 1.31                 | 61.94          |                    |
|         | 1.04                 | 55.84          |                    |
|         | 0.80                 | 20.87          |                    |
| Hekzan  | -                    | -              | - <sup>c</sup>     |
| Akarboz | -                    | -              | 6,83 <sup>d</sup>  |

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Bangladeş Farmokoloji dergisinde (V:10,N:4,2015) yayınlanan bir araştırmada çalı minesi (*Lantana camara* ) bitkisinin farklı özgenlerde  $\alpha$ -amilaz inhisiyonlarının potansiyelini araştırmıştır. Araştırmada özgen olarak kloroform, etil asetat, aseton ve metanol kullanmıştır. Çalışmada akarbaz kullanılarak inhibisyon test edilmiştir. 0.1 mg/mL'lik bir konsantrasyonda aseton özütünün a-amilazı inhibitör potansiyelininin  $IC_{50}=0.07$  mg/ml düzeylerinde olduğu belirlenmiştir. Referans akorboz ise 0.1 mg/mL'lik konsantrasyonda  $\% 62.4 \pm \% 0.4$   $\alpha$ -amilaz aktivitesini inhibe etmiştir ( $IC_{50}:0.8$  mg/mL ). Etil asetat ekstratı 0.2 mg/mL konsantrasyonda ( $IC_{50}=8.66\pm1.3$  mg/ml) en düşük inhibitör aktivitesine sahip olmuştur. Öte yandan kloroform, etil asetat ve metanol eksratları 0.1mg/ml konsantrasyonunda  $IC_{50}$  değerleri sırasıyla kloroform  $IC_{50}=33 \pm 1.5$  mg/ml, etil asetat  $IC_{50}=28\pm 1.5$ mg/ml, metanol  $IC_{50}=36.3 \pm 0.6$  mg/ml düzeylerinde tespit edildi. *Lantana camara* bitki özütleri karşılaştırıldığında aseton özütünün inhibiton etkisin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Goyal ve Jeyabalan,(2021) hint incirinin bir türü olan *Opuntia elatior mill* (cactaceae) meyvesinin üzerine anti-diyabetik bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada özütler; metanol, su, kloroform ve etil asetat özgenleri kullanılarak elde edilmiştir. Kontrol olarak ise akarbaz kullanılmıştır. Yaptıkları alışma sonucunda  $IC_{50}$  değerleri sırasıyla; sulu fazda  $0.013\pm0,63$  mg/ml, kloroform fraksiyonunda  $0.008\pm0.36$ mg/ml, metanol özütünde  $0.004\pm0.86$ mg/ml ve etil asetat fraksiyonunda  $0.003\pm0.92$  mg/ml olarak bulunmuştur. Sonuçlar, etil asetat fazının en yüksek  $\alpha$ -amilaz inhibisyonuna sahip olduğunu ve tüm özütlerin inhibisyon etkilerinin akarboza göre düşük olduğunu göstermiştir

Rabi (2018) hint inciri (*Optunia ficus-indica*) meyvesinin  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu üzerine yaptığı çalışmada farklı çözgenler (hekzan, aseton, metano, sulu faz ) kullanarak meyve özütleri elde etmiştir. Analiz sonuçlarına göre; hekzan özütü  $IC_{50}:0.032$  mg/ml, aseton özütü  $IC_{50}:0.025$  mg/ml, metanol özütü  $IC_{50}:0.309$  mg/ml, sulu faz özütü  $IC_{50}:0.017$  mg/ml inhibisyon etki göstermiştir.

Başka bir çalışmada ise Anjur ve Tripitari(2019) incir (*ficus auriculata lour*) meyvesinin  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada bütanol eskraktı  $IC_{50}:0.387\pm2.13$  mg/ml, su özütü  $IC_{50}:0.255\pm1.75$  mg/ml, etil asetat özütü  $IC_{50}:0.190\pm0.55$  mg/ml, metanol özütü  $IC_{50}:0.162\pm0.43$ mg/ml inhibisyon etki göstermiştir. Sonuçlara göre en yüksek inhibisyon etki metanol özütünde görölürken, en düşük inhibisyon ise n-Bütanol özütünde görölmüştür. Fakat hiçbir özüt inbihsiyonu standart inhibitörü akarbozu geemiştir.

Başka bir çalışmada ise Jaradat ve ark. (2021) *Ephedra alata* meyve özütlerinin  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerine inhibisyon etkisini araştırmışlar ve hekzan, aseton, metanol ve su çözümlerinden özütler elde etmişlerdir. Sonuçlara göre aseton özütü  $IC_{50} : 1.894 \cdot 10^{-4} \pm 2.32$  mg/ml, hekzan özütü  $IC_{50} : 5.501 \cdot 10^{-5} \pm 1.23$  mg/ml, sulu fraksiyon  $IC_{50} : 1.633 \cdot 10^{-5} \pm 0.58$  mg/ml, metanol fraksiyonu  $IC_{50} : 9.43 \cdot 10^{-6} \pm 0.6$  mg/ml değerleri ile inhibisyon etki göstermiştir. En yüksek inhibisyon değerinin metanol fraksiyonunda olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile yapılan diğer çalışmaları karşılaştırdığında, hint inciri meyvesinin farklı çözümler (metanol, etanol, hekzan) kullanılıp elde edilen özütlerin  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerindeki inhibisyon miktarının Bangladeş Farmokoloji dergisindeki çalışma sonuçlarına yakın olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada  $\alpha$ -amilaz enzimi üzerindeki inhibisyon miktarının diğer çalışmalarda düşük olduğu tespit edilmiştir.

#### **4.4. Hint inciri meyvesi özütlerinin antibakteriyel aktivitesi**

Bu çalışmada antibakteriyel aktivite tayininde en yaygın olarak kullanılan yöntem olan disk difüzyon metodu kullanılmıştır. Çalışmada test bakterisi olarak *S. aureus* ve *E. Coli* kullanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Hint inciri meyve özütleri antibakteriyel aktivite sonuçlarının karşılaştırılarak değerlendirilmesinde kontrol olarak kullanılan antibakteriyel duyarlılık testi diskleri (BIOANALYSE®) kullanılmış ve aynı miktarda bakteri inokülasyonu yapılarak cam petri kablarına yerleştirilmiş ve aynı koşullarda inkübe edilmiştir.

Çizelge 4.6'da hint inciri meyve özütlerinin yalnızca metanol ile elde edilen özüt *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı sırasıyla etki göstermiştir. Metanol özütü bakterilere karşı sırasıyla  $3.26 \pm 0.16$  mm ve  $2.23 \pm 0.12$  mm düzeylerinde antibakteriyel etki gösterirken, kontrol olarak kullanılan ampisilin sırasıyla  $14.2 \pm 0.36$  mm ve  $17.36 \pm 0.12$  mm düzeylerinde etki göstermiştir. Sonuçlarda görüldüğü üzere metanol ile elde edilen özüt çalışılan mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkisinin kontrol olarak kullanılan ampisiline göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Metanol özütünün diğer özütlerden farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ )

**Çizelge 4.6.**Hint inciri özütlerinin disk difüzyon metodu ile antibakteriyel aktivite analiz sonuçları

| Özüt        | <i>E. coli</i>         | <i>S. aureus</i>        |
|-------------|------------------------|-------------------------|
|             | Zon çapı (mm)*         | Zon çapı (mm)*          |
| Metil Alkol | 3.26±0.16 <sup>a</sup> | 2.23±0.12 <sup>a</sup>  |
| Etil Alkol  | - <sup>b</sup>         | - <sup>b</sup>          |
| Hekzan      | - <sup>c</sup>         | - <sup>c</sup>          |
| Ampisilin   | 14.2±0.36 <sup>d</sup> | 17.36±0.12 <sup>d</sup> |

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

\*\* Aynı sutunda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Cho ve ark.,(2009) yaptıkları araştırmada hint inciri meyvesinin antibakteriyel aktivitesini incelemişlerdir. Çalışmada hint inciri meyvesinden farklı çözenler (Dietileter, etil asetat, metanol, bütanol, su) kullanarak özütler elde etmişlerdir. Bu özütlerin *E.coli* ve *S.aureusa*'a karşı antibakteriyel aktivitesini saptamışlardır. Çalışma sonucunda ise *E.coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitenin sırayla; Etil asetat 12.1±0.6 mm, metanol 17.5±0.3 mm, bütanol 21.1±0.8 mm, su 13.7±0.4 mm düzeylerinde olduğu, *S.aureusa*'a karşı antibakteriyel etkinin sırasıyla; Etil asetat 11.5±0.4 mm, metanol 16.2±0.4 mm, butanol 19.5±0.3 mm, su 10.1±0.3 mm düzeylerinde olduğunu bildirmişlerdir. Dietil eter özütünde hiçbir aktiviteye rastlanmamıştır.

Başka bir çalışmada ise Bakari ve ark. (2017) hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi üzerine yaptıkları çalışmada çözücü özütlerinin antibakteriyel aktivite etkisini incelemişlerdir. Araştırmada hekzan, dikkorametan, etil asetat, aseton, etanol kullanarak özütlerin antibakteriyel aktivitesini disk difüzyon metodu ile 10 farklı bakteri çeşidi üzerinde saptamışlardır. En yüksek zon çaplarının asetat özütünde *M. luteus* ve *L. monocytogenes*'e karşı sırasıyla 28.0±1.0 mm ve 20.0±1.0 mm olduğunu, *S. aureus*'a karşı diklorometan özütünün zon çapının 22.0±0.0 mm olduğunu belirlemişlerdir. Pozitif kontrole kıyasla sırasıyla *S. Enteritidis* ve *S. Typhimurium* . *E. coli* ve *K. pneumoniae* etil asetat dışındaki tüm özütlere direnç göstermiştir.

El-Beltagi ve ark. (2019) yaptığı bir çalışmada hint inciri meyvesinin özütünü ve kabuklarını kullanarak antibakteriyel aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda gram pozitif bakterisinde *S.aureus* bakterisine karşı sırasıyla etanol meyve özütü 17.23±0.19 mm, etanol kabuk özütü 19.35±0.35mm , etil asetat meyve özütü 13.06±0.27 mm, etil asetat kabuk özütü



15.14±0.41 mm; gram negatif ise *E.coli* bakterisine karşı sırasıyla etanol meyve özütü 12.20±0.16 mm, etanol kabuk özütü 14.35±0.41mm , etil asetat meyve özütü 10.32±0.10 mm, etil asetat kabuk özütü 11.17±0.18 mm düzeylerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Addai ve ark., (2022) Irak'ta hint inciri meyvesini farklı çözümler (metanol, etanol, aseton) kullanarak özütler elde etmişlerdir. Disk difüzyon yöntemiyle *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite analizi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre *S.aureus* bakterisine karşı sırasıyla metanol özütü 14.45 mm, aseton özütü 9.21 mm, etanol özütü 6.00 mm düzeylerinde zon oluşturmıştır. *E.coli* bakterisine karşı ise metanol özütünün 11.86 mm, aseton özütünün 7.51 mm ve etanol özütünün 5.00 mm düzeylerinde zon oluşturduğu bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada Omoregie ve ark., (2010) Nar (*Punica grana L.*) bitkisinin kurutulmuş yapraklarının ve meyve kabuklarının antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Hazırlanan su, metanol, etanol ve hekzan özütlerinin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite etkilerini incelemişlerdir. Meyve kabuğu metanol ve etil asetat özütlerinin *S. aureus*'a karşı 27-30 mm, *B. subtilis*'e karşı 28-32 mm, *S. typhimurium*'a karşı 27-30 mm düzeylerinde zon oluşturduğunu belirtilmiştir. *E. coli*'ye karşı metanol özütünde önleyici etkisi gözlenmemişken etil asetat özütünde 30 mm düzeyinde zon çapı gözlenmiştir. Ayrıca *S. aureus*'a karşı yaprak, etil asetat özütünün (27 mm) ve su (32mm), metanol özütünün (32 mm) en yüksek zon çapını oluşturduğu belirtilmiştir.

Tunç ve ark., (2013) Nar (*Punica granatum Linn.*) bitkisinin antibakteriyel aktivitesini farklı çözümler (metanol, aseton, etanol, etil asetat ) kullanarak farklı bakteri (*Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella abony*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus faecalis* ) suşlarına karşı araştırmışlardır. Meyve kabuklarından elde edilen özütlerin meydana getirdiği en yüksek inhibisyon zon çaplarının (18-30 mm) *S. aureus* ve *S. epidermidis* bakterilerine karşı olduğu gözlenmiştir.

Türkyılmaz ve ark., (2017), narın farklı kısımlarının (nar kabuğu, dilim zarı ve çekirdekleri) antibakteriyel aktivitesi üzerine araştırma yapmışlardır. Yapılan araştırmada nar meyvesinin farklı çözümlerle (aseton, aseton:su, metanol, etanol ve su) muamele edilip meyve özütleri elde etmişlerdir. Elde edilen özütlerle antibakteriyel aktiviteyi disk difüzyon metodunu

kullanarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda nar kabuğu ve dilim zarının *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitesi 12.42–14.40 mm düzeylerinde ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite ise 19.77-20.50 mm düzeylerinde bulunmuştur.

Malatya kayısı ( *Prunus armeniaca L* ) ve çekirdeklerinin antibakteriyel aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada farklı kayısı çeşitlerinden etanol çözgeniyle özütler elde edilmiş ve bu özütlerin *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyel aktivitesi araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite ölçümünde zon büyüklüğünün 14-36 mm düzeylerinde, *E coli* ye karşı ise 16-30 mm düzeylerinde olduğu saptanmıştır (Alan ve ark. ,2013).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile yapılan diğer çalışmaları karşılaştırdığında, hint inciri meyvesinin farklı çözgenler (metanol, etanol, hekzan) kullanılıp elde edilen özütlerinin antibakteriyel aktivite miktarının sadece metanollü özütte zon çapı oluşturduğu bu değer ise diğer çalışmalardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni hint incirinin biyoaktif bileşenlerinin yetiştirme koşulları, iklim (güneş ışığı, rüzgar, sıcaklık, toprak) gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca sadece metanollü özütte antibakteriyel etki görülmesinin sebebi metanolün diğer çözgenlere göre farklı biyoaktif bileşikler çözmesi ve bunların antibakteriyel etkilerinin farklılık göstermesi olabilir.

## 5.SONUÇLAR

Bu araştırmada, hint inciri meyvesi liyofilizatör yardımıyla kurutulduktan sonra 3 farklı çözügen (metanol, etanol ve hekzan) ile işleme tabi tutularak meyve özütleri elde edilmiştir. İşlem sonucunda elde edilen özütlerin toplam fenol miktarın, antioksidan aktivite miktarları ((DPPH (serbest radikal süpürücü gücü) ve FRAP (indirgeme gücü kapasitesi )) saptanmıştır. Çalışmada ayrıca özütlerin diyabette önemli rol oynayan  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz enzimleri üzerine inhibisyonu ve antibakteriyel aktivite değerleri disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre;

- ❖ Hint inciri meyvesinden farklı çözügenler (metanol,etanol,hekzan) kullanarak özüt eldesinde en verimli çözügen metanol (% 67.7), sonra sırasıyla etil alkol (%52.2) ve en az verimli olan hekzan (%2) olarak saptanmıştır.
- ❖ Hint inciri meyve özütlerinin toplam fenolik madde miktarı en yüksek metanol ile elde edilen özütte 0.16 mg GAE/ml düzeylerinde tespit edilmiştir. Bunları sırasıyla etil alkollü özüt (0.08 mg GAE/ml) ve hekzanlı özütler (0.01 mg GAE/ml) izlemiştir. Özütlerde toplam fenol bakımından çözügenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).
- ❖ Meyve özütlerinin DPPH metoduna göre serbest radikal giderici etkisi en yüksek olanı etanol ile elde edilen özütte (1.19 mg/ml) gözlemlenirken en düşük aktivite hekzan ile elde edilen özütte (0.23 mg/ml) belirlenmiştir. FRAP metodunda ise indirgeme gücü kapasitesi en yüksek olan etanol özütü (1,40 mg/ml) olup bunu sırasıyla metanol özütü (1.38 mg/ml) ve hekzan özütü (0.08 mg/ml) izlemiştir. Öte yandan FRAP yöntemine göre hekzan özütünün diğer özütlerden farkı istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).
- ❖  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon derecesi çözügene ve özüt konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Özütlerin  $IC_{50}$  değerleri 336,66-406,06 mg/ml arasında değişmiştir. Özütlerin inhibisyon dereceleri şu sırayla gerçekleşmiştir: metanol özütü ( $IC_{50}=406,06$  mg/ml) < etanol özütü (  $IC_{50}=336,66$  mg/ml). Hekzan ile elde edilen özütün inhibe etkisi saptanmamıştır. Tüm özütlerin inhibisyon etkilerinin kontrol olarak

kullanılan akarbozdan düşük olduğu saptanmıştır.  $\alpha$ -glukozidaz enzim inhibisyonu bakımından metanol ve etanol çözümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ( $p<0,05$ )

- ❖  $\alpha$ -amilaz inhibisyon derecesi çözüme ve özüt konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Özütlerin  $IC_{50}$  değerleri 11,82-34,09 mg/ml arasında değişmiştir. Özütlerin inhibisyon dereceleri şu sırayla gerçekteşmiştir: metanol özütü ( $IC_{50}=34,09$  mg/ml) < etanol özütü (  $IC_{50}=11,82$  mg/ml). Hekzan ile elde edilen özütün inhibe etkisi saptanmamıştır. Tüm özütlerin inhibisyon etkilerinin kontrol olarak kullanılan akarbozdan düşük olduğu saptanmıştır.  $\alpha$ -amilaz enzim inhibisyonu bakımından metanol ve etanol çözümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ( $p<0,05$ )
- ❖ Özütlerin antibakteriyel aktivite değerlerine bakıldığında, hint inciri meyve özütlerinden metanol ile elde edilen özüt *E.coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı sırasıyla  $3.26\pm0.16$  mm ve  $2.23\pm0.12$  mm düzeylerinde antibakteriyel etki gösterirken, kontrol olarak kullanılan ampisilin değerleri ise sırasıyla  $14.2\pm0.36$  mm ve  $17.36\pm0.12$  mm düzeylerinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak metanol ile elde edilen meyve özütlerinin antibakteriyel aktivite değerinin kontrol için kullanılan ampisilinden düşük olduğu saptanmıştır. Metanol özütünün diğer özütlerden farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ )

## 6.ÖNERİLER

Bu çalışmada in vitro düzeyde hint inciri meyvesinin antidiyabetik, antioksidatif ve antibakteriyel özellikleri incelenmiştir.Bu çalışma literatüre katkı sağlayacaktır ve bundan sonraki çalışmalarda in vivo düzeyde hint inciri özütlerinin antidiyabetik ve antibakteriyel etkilerinin daha ayrıntılı ortaya konması bakımından yararlı olabilir. Ayrıca daha farklı çözenler kullanılarak hint inciri meyvesinden daha fazla sayıda özütler elde edilip antidiyabetik ve antibakteriyel özellikler incelenebilir.



## 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*.
- Addai Z. R. , Abood M. S. , Hlail S. H. (2022). GC-MS Profiling, Antioxidants and Antimicrobial Activity of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica*) Pulp Extract
- 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 yabancı bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 259-267.
- 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.
- Anonymous.(2019).<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/sevren/132844/09.%20Fitokimyasallar.dox>
- 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.
- 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.
- Bacanlı M., Dilsiz S. A., Başaran N., Başaran A. A. (2019). Effects of phytochemicals against diabetes, 210-216.

- Bayan, Y., Genç, N., (2016). *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca*'nın toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 158-166.
- 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 ekstraktının 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  $\alpha$ -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.
- Boyer J. Liu R. H. (2004) Apple phytochemicals and their health benefits.
- Bulantekin, Ö., Kuşçu, A. (2017). Elmada bulunan fitokimyasallar ve diğer bileşenlerin insan sağlığına yararları. *Meyve Bilimi*, 1, 213-218.
- Block G., Patterson B., Subar A. (1992). Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutrition and Cancer* 18, 1–29.
- Büyükbalcı, 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 özütlerindeki antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1), 21-27.
- Cho I., Seo K., Kim Y., (2009). Antimicrobial Activities, Antioxidant Effects, and Total Polyphenol Contents of Extracts of Prickly Pear, *Opuntia ficus indica*, 954-956

- 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, El-Beltagi H.S., Mohamed H. , Elmelegy A. A.,(2019), Phytochemical Screening, Antimicrobial, Antioxidant, Anticancer Activities And Nutritional Values Of Cactus (*Opuntia Ficus Indicia*) Pulp And Peel
- 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., Andrader, 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.
- Güleşci, N., Aygöl, 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 Üni. 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  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -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  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -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., Dekka, S.C. (2017). Encapsulation of natural antioxidant compounds from culinary banana by cocrystallization. *J. Food Process. Pres.*, 41, 1-13.

- Kris-Etherton, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E. and Etherton, T.D. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am. J. Med.*, Vol. 113 (9): 71–88.
- Koç, Lütfiye Yasemin. (2012). Bazı bitki özütlerinin 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  $\alpha$ -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).  $\alpha$ -Glucosidase inhibitory action of natural acylated anthocyanins. 2.  $\alpha$ -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  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -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*.
- Omoregie E. H., Folashade K. O. , (2010), Phytochemical Analysis and Antimicrobial Activity of Punica granatum L. (fruit bark and leaves), 91-98.

- 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.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 535s.
- 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: UPLC-HRESI-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  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic amylase, *Food Chemistry*, 115, 1268–127
- Molskaitė, 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.
- Singh, R. P., Murthy, K. N. C., & Jayaprakasha, G. K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81–86.
- 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](http://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.
- Walker H. D., (1993). Emergence of the Ehrlichioses as Human Health Problems, 18-21.
- 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.