

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**KIRMIZI VE MOR PİGMENT İÇEREN BESİNLERİN**  
**PROTEİN, AGE, C VİTAMİNİ VE**  
**BİYOERİŞİLEBİLİRLİK**  
**AÇISINDAN İNCELENMESİ VE SAĞLIKLA**  
**İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Melek ÇOBAN**

**İstanbul**  
**Temmuz-2024**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**KIRMIZI VE MOR PİGMENT İÇEREN BESİNLERİN PROTEİN,  
AGE, C VİTAMİNİ VE BİYOERİŞİLEBİLİRLİK  
AÇISINDAN İNCELENMESİ VE SAĞLIKLA  
İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Melek ÇOBAN**

**Tez Danışmanı**

**Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU**

**İstanbul**

**Temmuz-2024**

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU

Üye : Doç. Dr. Halil ŞENGÜL

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aysun DANAYİYEN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erhan İÇENER  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Kırmızı ve Mor Pigment İçeren Besinlerin Protein, AGE, C Vitamini ve Biyoerişilebilirlik Açısından İncelenmesi ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Melek ÇOBAN

## ÖN SÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan araştırmacı Ömer MIZRAK'a ve hayatım boyunca desteklerini ve güvenlerini esirgemeyen ebeveynlerim Sekine ve İbrahim ÇOBAN'a teşekkürlerimi sunarım.

**Melek ÇOBAN**  
**İstanbul-2024**



## ÖZET

# KIRMIZI VE MOR PİGMENT İÇEREN BESİNLERİN PROTEİN, AGE, C VİTAMİNİ VE BİYOERİŞİLEBİLİRLİK AÇISINDAN İNCELENMESİ VE SAĞLIKLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Melek ÇOBAN

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU

Temmuz, 2024 – 79 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, kırmızı ve mor pigment içeren besinlerin protein, İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE), sindirilebilirlik ve C vitamini açısından incelenmesi ve beslenme ile ilişkilendirilmesidir. Bu bağlamda, 3 farklı internet sitesinden 6 farklı meyve ve sebze tozu (pancar tozu, çilek tozu, kırmızı lahana tozu, domates tozu, mor havuç tozu, nar çekirdeği tozu) satın alındı. Örneklerin, toplam protein, AGE, sindirilebilirlik ve C vitamini seviyeleri Kjeldahl, HLPC ve *in vitro* sindirim modeli kullanarak analiz yapıldı. Bulgulara göre; En yüksek protein miktarı (8,02 g/100 g) mor havuç tozunda bulunurken, en düşük protein miktarının (4,63 g/100 g) ise çilek tozunda olduğu belirlendi. AGE bileşiği öncülerinden olan GO ve MGO bileşiklerinin üretiminin meyveler arasında çilek tozunda (58±3 µg/100 g GO, 19±1 µg/100 g MGO, %142 biyoerişebilirlik) sebzeler arasında pancar tozunda (54±2 µg/100 g GO, 24±2 µg/100 g MGO, %92 biyoerişebilirlik) daha fazla olduğu bulunarak, en düşük miktarın ise domates tozunda (51±2 µg/100 g GO, 16±1 µg/100 g MGO, %119 biyoerişebilirlik) olduğu bulundu. En yüksek C vitamini miktarına (24±1,3 mg/100g, %33 biyoerişebilirlik) çilek tozu sahip iken, en düşük C vitamini miktarının (12±0,9 mg/100g, %34 biyoerişebilirlik) pancar tozunda görüldü. Fakat sindirim sonrası biyoerişebilirlik oranları da dikkate alındığında çilek ve nar çekirdeği tozundan eşit miktarda yararlanabildiğimiz saptandı. Sindirim sonrası en düşük miktar ise pancar tozunda olduğu belirlendi. Bu bilgiler ışığında; çalışmaya dahil edilen meyve ve sebze tozlarının sağlık yönünden etkili olabileceği ve beslenmede ne ölçüde yer verilmesi

gerektiği belirlense de bu konuda daha çok çalışma yapılmasının önemli olduğu sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Renkli Besinler, Meyve ve Sebze Tozları, Protein, İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE), C Vitamini



## **ABSTRACT**

# **EXAMINATION OF FOODS CONTAINING RED AND PURPLE PIGMENTS IN TERMS OF PROTEIN, AGE, VITAMIN C AND BIOACCESSIBILITY AND THEIR ASSOCIATION WITH HEALTH**

**Melek ÇOBAN**

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU

July, 2024 – 79 Pages

The aim of this study is to examine foods containing red and purple pigment in terms of protein, Advanced Glycation End Products (AGE), digestibility and vitamin C and to relate them to nutrition. In this context, 6 different fruit and vegetable powders (beet powder, strawberry powder, red cabbage powder, tomato powder, purple carrot powder, pomegranate seed powder) were purchased from 3 different websites. Total protein, AGE, digestibility and vitamin C levels of the samples were analyzed using Kjeldahl, HPLC and in vitro digestion model. According to the findings; The highest amount of protein (8,02 g/100 g) was found in purple carrot powder, while the lowest amount of protein (4,63 g/100 g) was found in strawberry powder. The production of GO and MGO compounds, which are precursors of AGE compounds, was found in strawberry powder (58±3 µg/100 g GO, 19±1 µg/100 g MGO, 142% bioaccessibility) among fruits and beet powder (54±2 µg/100 g GO, 142% bioaccessibility) among vegetables. 24±2 µg/100 g MGO, 92% bioaccessibility) was found to be higher, and the lowest amount was found to be in tomato powder (51±2 µg/100 g GO, 16±1 µg/100 g MGO, 119% bioaccessibility). While strawberry powder had the highest amount of vitamin C (24±1,3 mg/100g, 33% bioaccessibility), the lowest amount of vitamin C (12±0,9 mg/100g, 34% bioaccessibility) was seen in beet powder. However, considering the bioaccessibility rates after digestion, it was determined that we could benefit from strawberry and pomegranate seed powder in equal amounts. The lowest amount after digestion was determined to be in beet powder. In light of this information; Although it was determined that the fruit and vegetable powders included

in the study could be effective in terms of health and to what extent they should be included in the diet, it was concluded that it is important to conduct more studies on this subject.

**Keywords:** Colored Nuts, Fruit and Vegetable Powders, Protein, Advanced Glycation End Products (AGE), Vitamin C



# İÇİNDEKİLER

|                                                                               |        |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
| BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....                                                  | ii     |
| ÖN SÖZ .....                                                                  | iii    |
| ÖZET.. .....                                                                  | iv     |
| ABSTRACT.....                                                                 | vi     |
| İÇİNDEKİLER .....                                                             | viii   |
| TABLolar LİSTESİ.....                                                         | xi     |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                         | xii    |
| SEMBOLLER LİSTESİ.....                                                        | xiii   |
| KISALTMALAR LİSTESİ.....                                                      | xv     |
| <br>BİRİNCİ BÖLÜM .....                                                       | <br>1  |
| GİRİŞ.. .....                                                                 | 1      |
| <br>İKİNCİ BÖLÜM.....                                                         | <br>3  |
| GENEL BİLGİLER.....                                                           | 3      |
| 2.1. Kırmızı ve Mor Pigment İçeren Besinler .....                             | 3      |
| 2.1.1. Kırmızı ve Mor Pigmente Sahip Bazı Meyveler.....                       | 4      |
| 2.1.2. Kırmızı ve Mor Pigmente Sahip Bazı Sebzeler .....                      | 7      |
| 1.2. Meyve ve Sebze Tozları, Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi ..... | 14     |
| 2.3. Protein ve Sağlık .....                                                  | 17     |
| 2.4. AGE ve Sağlık .....                                                      | 18     |
| 2.5. C Vitamini ve Sağlık.....                                                | 20     |
| 2.6. Sindirilebilirlik .....                                                  | 21     |
| <br>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....                                                         | <br>23 |
| GEREÇ VE YÖNTEM.....                                                          | 23     |

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1. Araştırmanın Amacı .....                                                        | 23        |
| 3.2. Araştırma Numuneleri.....                                                       | 23        |
| 3.3. Araştırmanın Tipi .....                                                         | 24        |
| 3.3.1. Toplam Azot Tayini “Kjeldahl” Yöntemi (Titrimetrik) .....                     | 24        |
| 3.3.2. AGE Tayini .....                                                              | 29        |
| 3.3.3. C Vitamini Tayini Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Metodu ..... | 31        |
| 3.3.4. <i>İn Vitro</i> Gastrointestinal Sistem Metodu .....                          | 33        |
| <b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>                                                          | <b>36</b> |
| <b>ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>                                                      | <b>36</b> |
| 4.1. Protein Tayini Sonuçları .....                                                  | 36        |
| 4.2. AGE Tayini Sonuçları.....                                                       | 36        |
| 4.3. C Vitamini Tayini Sonuçları .....                                               | 37        |
| <b>BEŞİNCİ BÖLÜM .....</b>                                                           | <b>38</b> |
| <b>TARTIŞMA.....</b>                                                                 | <b>38</b> |
| 5.1. Protein Miktarı ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi .....                            | 38        |
| 5.1.1. Pancar Tozu .....                                                             | 38        |
| 5.1.2. Çilek Tozu.....                                                               | 38        |
| 5.1.3. Kırmızı Lahana Tozu .....                                                     | 39        |
| 5.1.4. Domates Tozu .....                                                            | 39        |
| 5.1.5. Mor Havuç Tozu .....                                                          | 39        |
| 5.1.6. Nar çekirdeği tozu .....                                                      | 40        |
| 5.2. AGE Miktarı ve Sindirilebilirlik .....                                          | 41        |
| 5.2.1. Meyveler .....                                                                | 42        |
| 5.2.2. Sebzeler .....                                                                | 43        |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 5.3. C vitamini Miktarı ve Sindirilebilirlik ..... | 44        |
| 5.3.1. Pancar Tozu .....                           | 44        |
| 5.3.2. Çilek Tozu.....                             | 44        |
| 5.3.3. Kırmızı Lahana Tozu .....                   | 45        |
| 5.3.4. Domates Tozu .....                          | 45        |
| 5.3.5. Mor Havuç Tozu .....                        | 45        |
| 5.3.6. Nar Çekirdeği Tozu.....                     | 46        |
| <br>                                               |           |
| <b>ALTINCI BÖLÜM .....</b>                         | <b>47</b> |
| <b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                      | <b>47</b> |
| 6.1. SONUÇ .....                                   | 47        |
| 6.2. ÖNERİLER.....                                 | 47        |
| <br>                                               |           |
| <b>KAYNAKÇA.....</b>                               | <b>49</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                               | <b>62</b> |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.1: Çalışmada Analiz Edilen Ürünler ve Gramajları.....                    | 23 |
| Tablo 3.2: Kjeldahl Yöntemi İçin Gerekli Olan Malzemeler .....                   | 24 |
| Tablo 3.3: Kjeldahl Yöntemi Süresince Kullanılan Kimyasal Maddeler .....         | 25 |
| Tablo 3.4: Gıda ve Yemlerdeki Azotu Proteine Dönüştürme Faktörleri .....         | 28 |
| Tablo 3.5: AGE Tayini İçin Gerekli Olan Malzemeler.....                          | 29 |
| Tablo 3.6: AGE Yöntemi Süresince Kullanılan Kimyasal Maddeler .....              | 29 |
| Tablo 3.7: C Vitamini Analizi İçin Gerekli Olan Malzemeler .....                 | 31 |
| Tablo 3.8: C vitamini Yöntemi Süresince Kullanılan Kimyasal Maddeler .....       | 32 |
| Tablo 4.1: Mor Pigment İçeren Meyve ve Sebze Tozlarının Protein Miktarları ..... | 36 |
| Tablo 4.2: AGE Analizi ve Biyoerişebilirlik Sonuçları .....                      | 37 |
| Tablo 4.3: C Vitamini HPLC ve Biyoerişebilirlik Sonuçları .....                  | 37 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1: Pancarda Bulunan Biyoaktif Bileşikler..... | 12 |
|-------------------------------------------------------|----|



## SEMBOLLER LİSTESİ

% : Yüzde

°C : Santigrat derece

Ca: Kalsiyum

Cd : Kadmiyum

cm : Santimetre

Fe: Demir

g : Gram

I : İyot

K: Potasyum

kkal : Kalori

kg : Kilogram

L : Litre

m : Metre

M : Molar

Manganez : Mn

Mg : Magnezyum

mg : Miligram

ml : Mililitre

mm : Milimetre

N : Azot

Na: Sodyum

P : Fosfor

Se: Selenyum

SVCTs : C Vitamini Taşıyıcısı

U : Unite

$\mu\text{g}$  : Mikrogram

$\mu\text{l}$  : Mikrolitre

$\mu\text{m}$  : Mikrometre



## KISALTMALAR LİSTESİ

AGE : İleri Glikasyon Son Ürünleri

CAS : Chemical Abstracts Service (Kimyasal Özetler Listesi)

GO : Glioksal

HDL : : High Density Lipoprotein (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein)

HPLC : High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)

LDL: Low Density Lipoprotein (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein)

MGO : Metilglioksal

NTD : Nöral Tüp Defekti

ORAC : Oxygen Radical Absorbance Capacity (Radikal Oksijen Absorbsiyon Kapasitesi)

pH: Potential Of Hydrogen (Hidrojen Potansiyeli)

Rpm : Revolutions Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)

UV : Ultraviyole

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Beslenme bilimi, 20. yüzyıldan itibaren bilimsel çalışmalar çerçevesinde gelişmektedir. Bu bilim dalı; tükettiğimiz besinlerin bileşim analizini, bu besinlerin birbiri ile etkileşimlerini ve vücut içerisindeki fonksiyonlarını inceler (Merdol, 2016). Beslenme kavramı besinlerin tüketilmesi olarak tanımlanırken, sağlıklı beslenme; vücudun büyümesinde, yenilenmesinde ve çalışmasında ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin yeteri kadar alınması, bu maddelerin doğru kullanılması ve ihtiyaç duyduğu enerjinin sağlanması olarak tanımlanmaktadır (Gökkaya Kılıç vd., 2015). Meyve ve sebzeler sağlıklı beslenmenin önemli bir parçasıdır ve sağlık üzerindeki etkisi büyüktür. Bunun ana sebebi ise sebze ve meyvelerin zengin bileşimlere sahip olmasıdır (Neslihan vd., 2017).

Günümüzde, renkli meyve ve sebzelerin tüketimi besin içeriğinin zengin olmasından dolayı popüler hale gelmiştir (Kasım ve Kasım, 2019). Meyveler ve sebzeler fitokimyasalların önemli kaynaklarıdır (Neslihan vd., 2017). Fitokimyasallar, bitkisel ürünler ve bu ürünlerden elde edilen işlenmiş gıdalar içerisinde doğal olarak bulunmaktadır. Dünya üzerinde fitokimyasal çeşitlerinden 8000'den fazla tanımlandığı bildirilmektedir. Fitokimyasalların temel sınıflandırılması; ligninler, polifenoller (flavonoid ve tanen), lignanlar, steroidler, terpenoidler ve alkaloidler. (Gezici ve Şekeroğlu, 2022). Polifenollerin büyük bir kısmını oluşturan flavonoidler, 1950 yılına kadar vitamin P olarak tanımlanmış ve vitamin etkisi göstermediğinden daha sonradan kaldırılmıştır (Atınç ve Kalkan, 2018). Flavonoidler meyvelerin renklerinden sorumlu olup, sarı renkten kırmızıya hatta koyu mor renge kadar farklı renklerden meydana gelirler (Gürkaynak, 2021). Flavonoidlerin antiinflamatuvar, antikanser, kardiyovasküler koruma, antibakteriyel, antifungal ve antiviral fonksiyonları bulunur (Dias vd., 2021). Siyah, koyu kırmızı, mavi ve mor renkli meyveler içerdiği flavonoidden dolayı antikoksidan değerleri çok daha yüksektir ve flavonoid tüketiminin artmasıyla hastalık riski azalmaktadır (Gürkaynak, 2021).

Renkli meyve ve sebzelerin yalnızca antioksidan içeriği değil vitamin ve mineral içerikleri de zengindir. Özellikle bazı meyvelerde C vitamini değerleri dikkat çekmektedir. On üç renkli sebze türünün incelendiği bir çalışmada en yüksek C

vitamini değeri kırmızı biberde bulunmuş olup, bu sebzeyi kırmızı lahana ve domates takip etmektedir (Kasım ve Kasım, 2019).

Sağlıklı beslenme kavramı içerisinde ileri glikasyon son ürünleri (AGE) ve sindirilebilirlik kavramları da çok önemlidir. AGE vücutta endojen olarak üretilmesine karşılık beslenme yoluyla da alınabilen bileşiklerdir. Yüksek miktarda AGE'ye sahip besinler tüketildiğinde vücutta birikerek farklı yollarla inflamasyonu ve oksidatif stresi desteklemektedir (Erim, 2019). Bir besinin sindirilebilirliği ise insan metabolizmasının sağlıklı olması ile yakından ilişkilidir. Sindirim sisteminde vücut sindirim enzimlerini kullanarak bu süreci başlatır ve bitirir. Bir besinin sindirilebilirliğini ölçmek için *in vitro* sindirim modelleri kullanılıp (Kızılaslan, 2020), bu çalışma *in vitro* modeli kullanılarak yapılmıştır.

Protein insan metabolizmasının en önemli yapıtaşları arasında yer almaktadır. Bundan dolayı sağlıklı beslenme söz konusu olduğunda proteinlerin önemi göz ardı edilemez. Yapılan bir araştırmada (Özdemir, 2020) mor besinlerden mor havuç ile turuncu havuç, mor patates ile sarı patates, mor soğan ile soğan, mor mısır ile sarı mısır karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda bu mor besinlerdeki protein miktarları benzer olarak belirlenmiştir. Fakat bu ürünlerin tozları incelendiğinde protein değerinin daha yüksek olacağı düşünülmektedir.

Araştırmamızın genel amacı, kırmızı ve mor pigment içeren besinler laboratuvar ortamında protein, AGE, C vitamini ve sindirilebilirlik yönünden inceleyerek sağlıklı beslenme ve hastalıklarda beslenme içerisinde nasıl etkisi olabileceğini göstermektir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

Bu kısımda kırmızı ve mor pigment içeren besinler, bu besinlerin protein, AGE, sindirilebilirlik ve C vitamini ve sağlıkla ilişkileri hakkında bilgiler yer almaktadır.

#### 2.1. Kırmızı ve Mor Pigment İçeren Besinler

Sebze ve meyveler insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir ve diyet lifi, vitamin, mineral ve fitokimyasallar (flavonoid vb.) açısından değerlidirler. Son yıllarda, sağlıklı kalma ve bunu sürdürmeye olan ilgiden dolayı insanlar beslenme modellerini değiştirmeye başlamışlardır. Sağlıklı diyetlerin (Akdeniz diyet modeli) en önemli özelliklerinden bir tanesi yüksek sebze tüketimidir. Bu diyetler birçok pozitif sağlık sonuçları ile ilişkilendirilmektedir (Ülger vd., 2018).

Meyveler ve sebzeler sahip oldukları farklı renkleriyle tercih edilen ve tüketimi olan ürünlerdir. Beslenme modellerinde bu renkler aracılığıyla günlük ihtiyaç duyulan vitamin ve mineralin yeteri kadar alınması amaçlanmaktadır. Her bir meyve ve sebze farklı besin içeriklerine sahiptir. Bu nedenle her birinin beslenmeye sağladığı katkı farklı olmaktadır (Özcan, 2018). Özellikle vitamin, mineral ve lif açısından zengin sebzelerden bazıları bitkisel protein bakımından önemlidir (Neslihan vd., 2017).

Sağlıklı beslenmeyle birlikte vücutta serbest radikallerden dolayı meydana gelen hastalıklardan korunabilmek için günlük beslenmede ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity- Radikal Oksijen Absorbsiyon Kapasitesi) değeri yüksek olan besinlere yer verilmesi gerektiği beslenme uzmanları tarafından önerilmektedir. Antioksidan zengin besinler ki meyve ve sebzeler antioksidan kapasitesi açısından yüksektir, ORAC değeri yüksek besinler olarak tanımlanmaktadır. Her insan günde en az 3000 ideali 5000 ORAC birimi düzeyinde alması gerektiği vurgulanmaktadır.

Bitkiler ise renklerini içeriklerinde bulunan fitokimyasallardan alırlar. Fitokimyasallar, bitkilerin doğasında var olan ve bitkilerin aroma, tat ve renk vermesini sağlayan bileşenler olarak tanımlanırlar. Bitkiler, renkleri güneşe ve zararlı böceklerle karşı koruma mekanizması olarak kullanabilirken, diğer yandan polen ve tohum taşıması için böcek ve kuşları kendisine çekerler (Özcan, 2018).

### 2.1.1. Kırmızı ve Mor Pigmente Sahip Bazı Meyveler

#### 2.1.1.1. Narın Bileşen Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi

Nar, çeşitli kültürlerde fazlaca tüketilen eski bir meyvedir (Ergin, 2019). Mitolojik dönemlerdeki inanışlarda nar, güzellik kaynağı olarak düşünülmektedir. Bunun dışında bereketin de sembolü olarak anılır. Babillerde rüyada bir yığın nar görmek önemli bir başarının habercisidir. Amerika kültüründe rüyada nar taneleri yemek dileğinize kavuşacağınızı gösterir (Şenocak, 2016).

Nar meyvesi, *Punicaceae* ailesine aittir ve *punica granatum* olarak da bilinir. Nar, boyu 4.5 – 8,5 m arasında değişen küçük ağaçlar üzerinde yetişmektedir. Meyvesi yaklaşık olarak 5 – 12 cm çapında, şekli yuvarlak, kalın kabuklu ve kırmızımsı bir renge sahiptir (Puneeth ve Chandra, 2020). Nar dünya üzerinde geniş bir kısımda yetiştirilmektedir. İran, Asya, Akdeniz, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin büyük kısmı bu kısım içerisinde yer almaktadır.

Nar meyvesi taze olarak tüketilmesinin yanında nardan elde edilen ürünlerin tüketimi de oldukça yaygındır. Nar suyu ve konsantresi, nar şarabı, nar ekşisi ve nar sirkesi bu ürünlerden bir kaçıdır. Ayrıca nar çekirdeği yağı terapötik etkisinden dolayı bilinen bir yan üründür. Gıda ve kozmetik sektöründe narın kabuk ve çiçek gibi kısımların kullanımı son yıllarda artmaktadır. Nar çiçekleri kurutulduktan sonra demlenerek çay şeklinde tüketilmektedir (Ergin, 2019).

Nar meyvesinin kimyasal bileşimi çeşidine, yetiştirilme bölgesine, olgunluğuna, yapılan uygulamalara, iklime ve de saklama koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Nar kabuğu, toplam meyve ağırlığının %50'sine karşılık gelmektedir. Nar kabuğu; flavonoid, ellagitannin, proantosiyanidin bileşikler, fenolik, mineral (özellikle sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca), azot (N), magnezyum (Mg)) ve kompleks polisakkaritlerden oluşmaktadır. Diğer %50'lik kısmı ise yenilebilir kısımdır. Bu kısmın %40'ı tane, %10'u tohumlardan oluşmaktadır. Tanelerin %85'i su, %10'u şeker (esas fruktoz ve glikoz), %1,5'u pektin, organik asit (askorbik ve sitrik asit), konjuge linoik asit ve diğer bileşiklerden meydana gelmektedir. Nar tohumu ağırlığının %12-20'si yağ içermekte ve konjuge linolenik asitlerin çoğuna sahiptir (Çil vd., 2020). Çekirdekten elde edilen yağ omega-3 yağ asidinden zengindir (Puneeth ve Chandra, 2020).

Nar, yüzyıllardır tıbbi olarak kullanılan bir meyvedir. Son dönemlerde iyileştirici etkisi olması nedeniyle medikal bir ajan olarak dikkat çekmektedir (Çil vd., 2020). Nar meyvesi, antiinflatuar, antibakteriyel, antifungal, antidiyabetik, antikanser, antioksidan ve antiproliferatif etkisi olan bir meyvedir (Maphetu vd., 2022). Nar kendisini diğer meyvelere kıyasla antioksidan özelliği ile öne çıkarmaktadır. Ergin'inin (2019) yazmış olduğu bir derleme makalede, nar ve bazı meyveler (elma, armut, üzüm, ayva) arasında antioksidan kapasiteleri incelendiğinde en yüksek değer %62,7 ile nar meyvesinde olduğu belirtilmiştir. Yalnız meyve olarak değil narın farklı kısımlarından elde edilen meyve suyu ve ekstraktlarının da sağlık açısından faydalı olduğu *in vitro* ve *in vivo* çalışmaları ile gösterilmiştir (Vučić vd., 2019). Salwe ve arkadaşlarının (2015) yaptığı bir çalışmada, narın diyabette geleneksel olarak kullanılabileceği, nar kabuğunun antidiyabetik etkisi ve antioksidan değeri olduğu gösterilmiştir.

Antioksidanlar vücutta oluşan serbest radikallerin (kararsız ve zararlı maddeler) gösterdiği olumsuz etkiyi azaltmaktadır (Bayram vd., 2019). Antioksidanın serbest radikallere karşı sahip olduğu bu etkisi sayesinde günümüzde yaygın olan birçok hastalığı korumada etkili olabilmektedir. Yaşlanma ile antioksidan miktarı azalmakta ve azalan değer ile ciltte kırışıklık, kanser, kalp-damar hastalıkları, Alzheimer ve diyabetin ortaya çıkması kolaylaşmaktadır (Ergin, 2019). Nar içerisinde bulunan polifenol, kumarin ve alkaloidler vasıtasıyla viral replikasyon ile savaşmaktadır (Maphetu vd., 2022). Literatürde bulunan başka bir derleme makalede narın, yardımcı tedavi olarak metabolik sendromda patojenik koşullar üzerinde de olumlu etki ettiği gösterilmektedir (Akaberi vd., 2021).

#### **2.1.1.2. Çileğin Bileşen Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi**

Çilek, üzüksü meyveler arasında önemli bir yer tutmaktadır (Çeliktöpus ve Özekici, 2020). Çilek meyvesi, *Rosales* takımında *Rosaceae* familyasında ve *Fragaria* cinsi içerisinde bulunmaktadır. Çileğin adaptasyon kabiliyeti yüksek olması sebebiyle yetiştiriciliği fazla olup, dünyanın çok fazla bölgesinde yetiştirilebilmektedir. Japonya, Kolombiya, Ekvador gibi nemli subtropik ekolojilerde ve Ekvator kuşağında (yaz döneminde gece ve gündüz sürekli aydınlık), doğal olarak yetişmekte ya da ekonomik amaçlar ile yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise deniz seviyesi ve 2000 m yüksekliğe kadar ekonomik amaçla çilek yetiştiriciliği mümkündür. Çileğin bu kadar geniş alanda

yetiştirilebiliyor olmasında, adaptasyon yeteneğinin yüksek olmasının yanında zengin çeşide sahip olması da önemli görülmektedir (Özbahçali ve Aslantaş, 2015).

Çilek bitkisi, yaprakları geniş, kök sistemi sığ olan bir bitkidir. Meyveleri önemli miktarda su içermektedir. Ayrıca, bu bitki hasat zamanına kadar geçen süreçte suya karşı çok hassastır. Özellikle de aşırı sulama uygulandığında meyvenin veriminde ve kalitesinde kayıplar görülmektedir (Çeliktöpez ve Özekici, 2020). Hasat edilmesiyle birlikte çileğin raf ömrü, olgunlaşma döneminde oldukça eriyen bir dokuya sahip olmasından dolayı kısadır. Meyvenin renklenmesindeki ana etken flavonoidlerin miktarı ve değişkenliğidir. Çileğin parlak kırmızı rengi flavonoidlerden olan antosiyaninden gelmektedir (Liu vd., 2023).

Kokusunun hoş, lezzetinin çok olması ile tanınan bir meyvedir. Taze veya dondurulmuş olarak tüketilmesinin yanında likörü, marmeladı, dondurması, reçeli ve pastası yapılmasından dolayı sanayide kullanımı çok fazla tercih edilmektedir (Çeliktöpez ve Özekici, 2020).

Çilek tüm meyveler arasında hem besleyici hem de besleyici olmayan biyoaktif bileşiklerden zengin bir kaynaktır ve benzersiz bir kompozisyona sahiptir (Afrin vd., 2016). Öncelikli olarak toplam kalorileri düşüktür ve 100 gramında 32 kkal enerji sağlar. Doğal antioksidanı temsil eden biyoaktif bileşiklerin önemli kaynağıdır (Giampieri vd., 2015). A, B ve E vitaminlerinin yanında fosfor (P), Ca ve demir (Fe) gibi mineralleri de önemli miktarda bulundurmaktadır. Turuncgillerden bile daha fazla oranda 23,16-112,34 mg/100 g arasında C vitamini içermektedir (Newerli-Guz vd., 2023). Bir avuç çilek tüketimi günlük C vitamini ihtiyacını karşılamaktadır. Meyveler arasında folat (B<sub>9</sub>)'ın en zengin olan doğal kaynaklarından birisidir. Son olarak manganez (Mn), K, iyot (I), Mg, Fe, P ve bakırın iyi kaynağıdır (Giampieri vd., 2015).

Çileğin sahip olduğu antioksidan etkisi sayesinde antiinflatuardan antikansere kadar biyolojik olarak çok çeşitlilik göstermektedir (Newerli-Guz vd., 2023). Günlük diyetle çilek eklendiğinde; iltihabı inhibe eder, endotel fonksiyonu ve plazma lipit profilini iyileştirir, serbest radikalleri temizler ve de düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolünün oksidasyona karşı olan direncini artırır ve kardiyovasküler hastalık riskini pozitif yönde etkiler (Giampieri vd., 2015). Çileğin bağışıklık sistemi üzerine olan etkisi gösterilmektedir. Yapılan bir çalışmada (Promsong vd., 2015), nar, böğürtlen ve çilek gibi çeşitli meyvelerde bulunan ellajik asidin farmakolojik

işlevlerden sorumlu olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma sonucunda meyvelerin içerisinde bulunan ellajik asidin ağız boşluğunun doğuştan sahip olduğu bağışıklık sistemi üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Kısaca bu meyveler doğuştan sahip olunan mukozal bağışıklık üzerinde rol alabilirler. Ayrıca içerisindeki C vitaminin rolü çok önemlidir. C vitamini birçok metabolik olayda rol almakta ve serbest radikallerin vücuda verdiği zararlardan korur. İçerisinde bulunan B<sub>9</sub> miktarı ile de sağlığa olumlu etkileri fazladır. B<sub>9</sub> vitamini birçok metabolik yolda yer alması ile diyet içerisinde temel bir bileşendir. B<sub>9</sub>, nöral tüp defekti (NTD) ve kansere karşı korunmada etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra eksikliği homosistein miktarının artmasına sebep olmaktadır (Newerli-Guz vd., 2023).

Giampieri ve arkadaşlarının (2015) yazmış olduğu bir derlemede çileğin şu özellikleri olduğu belirtilmiştir:

- Serbest radikallerin üretilmesini engelleyerek onları detoksifiye eder.
- Metabolizmada hücrenin hayatta kalmasında ve çoğalmasında ve de antioksidan savunmasında rol alan genleri modüle eder.
- DNA'nın hasar almasını koruma ve hasarı onarma yeteneğine sahiptir.

### 2.1.2. Kırmızı ve Mor Pigmente Sahip Bazı Sebzeler

#### 2.1.2.1. Mor Havucun Bileşen Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi

Havuç, dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen ve tüketilen sebzeler arasındadır (Pérez vd., 2023). *Apiaceae* familyasında ve *Daucus* cinsi içerisinde yer alan 22 türden biridir. Bilimsel adı *daucus carota* olarak bilinmektedir (Türkoğlu vd., 2022). Dünya genelinde kültürü yapılan havuçlar Batı ve Doğu-Asya olarak ikiye ayrılmaktadır (Cebeci ve Hancı, 2017). Havuç kök renk türüne göre ise 5 çeşittir: turuncu, beyaz, mor, kırmızı ve sarıdır (Claudio vd., 2016). Batı havuçları daha çok turuncu, sarı ya da beyaz kök renklerine sahiptir ve yaprak tüyü çok azdır. Doğu-Asya havuçlarında ise antosiyanin içeriğine sahip kırmızımsı mor ya da sarı kök rengi olan tüylü yapraklıdır. Mor havuç Doğu-Asya havuçları içerisinde yer almaktadır (Cebeci ve Hancı, 2017). Kökeni 3000 bin yıldan fazladır yetiştirilen Türkiye ve Orta-Uzak Doğu'ya dayanmaktadır (Bilen, 2015).

Havuç kök sebzeler arasında en önemlilerden birisidir. Havucun etli yenilebilir olan kökü bir yıl içerisinde yetiştirilebilir fakat çiçeğinin ve tohumunun üretilmesi için iki

yıl gereklidir (Bilen, 2015). İki yıllık sebze türü olan havuç serin iklimlerden oluşmaktadır. Havuç ekiminden sonraki ilk yıl hem tüketilen hem de tohumluk amacıyla kullanılan kökleri oluşmaktadır. İkinci yıl bitkiler çiçeklenir ve tohuma dönüşerek gelecek yıl yeniden üretim için kullanılır. Havuç çiçekleri sık şekilde bir arada duran küçük, beyaz ve şemsiye biçimindedir (Lökoğlu, 2019).

Mor havuç taze ve konserve olarak tüketilmektedir (Bilen, 2015). Besinsel değeri yüksek olması nedeniyle mor havuç tozunun paketli gıdaların üretiminde kullanılması değerlendirilmektedir. Aslan ve arkadaşlarının (2023) yaptığı bir çalışma sonucunda cips yapımında %10'luk mor havuç tozu ikamesi kullanılması kabul edilmektedir. Oluşan ürünlerin normal cipslere göre besin değerleri yüksek bulunmuştur. Besin tüketimine ek olarak mor havucun yüksek ısıya, ışığa ve pH'a karşı göstermiş oldukları stabiliteden dolayı doğal gıda renklendiricisi olarak kullanılmaktadır. Bu özelliğinden dolayı gıda endüstrisinde (içecek, konserve, jöle, şekerleme, dondurma) renk vermek için sıklıkla kullanılmaktadır (Bilen, 2015).

Havucun mor olmasını sağlayan içerisinde antosiyanin ve de antioksidan kaynakları bulunmasıdır. Buna bağlı olarak da mor havuç antosiyanin bakımından oldukça zengin bir sebzedir. Mor havuçtaki antosiyanin değeri 1750 mg/kg'a kadar yükselmektedir (Özdemir, 2020). Bunun yanında glikoz, früktoz ve sükroz olarak toplam 5,12-6,45 g/100g arasında şeker bulunmaktadır. Yapısında az da olsa nişasta ve lif barındırır. Karbonhidrat açısından iyi bir kaynaktır. İçeriğindeki kuru madde ağırlığı 142,3-159,6 g/kg arasında, protein miktarı ise 7,0-13,8 g/kg arasındadır. Minerallerden ise Fe miktarı 4-5 mg/kg, K miktarı 1790-2220 mg/kg, Ca miktarı 478-650 mg/kg ve Na miktarı 298-447 mg/kg'dır. Bu miktarların dışında havucun bileşeni yetiştirme koşulu ile iklime göre değişiklik göstermektedir. A vitamini ve selenyum (Se) açısından zengindir (Özdemir, 2020; Ulusoy, 2019).

Sağlık açısından bakıldığında başta antosiyanin kaynağı olduğu için kardiyovasküler hastalıklar, artrit, bazı kanser türleri ve diyabetin görülme riskini azaltır. Bu etkiler antosiyaninlerin, antioksidan ve antiinflamatuvar etkilerine atfedilmiştir. Beyin fonksiyonunu teşvik ederek nörodejeneratif hastalık riskini azaltır (Pérez vd., 2023). Yapılan bir çalışmada (Claudio vd., 2016), toksik ağır metaller arasında olan kadmiyum (Cd)'un verdiği zarara karşı mor havucun koruyucu olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma sürecinde 8 hafta boyunca Cd'a maruz kalmış sıçanlara 400 mg/L ya da 800 mg/L mor havuç özü verilmiştir. Sonuç olarak Cd'nin neden olduğu

mikroskobik değişiklikleri iyileştirdiği görölmüştür. İçerisinde antioksidan ve minerallerin birlikte olması nedeniyle bağışıklığı güçlendirmektedir (Özdemir, 2020). Mineraller açısından bakıldığında;

- K, kas, sinir ve hücre işlevleri için elzemdir.
- Ca, kan, kemik ve diş hücreleri için esansiyeldir.
- Na, kas ve sinir hücrelerinin işlevleri için gereklidir.
- Fe, kan ve kas hücrelerinde oksijen taşınması için önemlidir (Yusuf vd., 2021).

#### **2.1.2.2. Kırmızı Lahananın Bileşen Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi**

Kırmızı lahana, turpgiller familyasında bulunur. Kat kat olan yaprakları geniş, kalın ve kırmızımsı-mor renklidir. Lahana çeşitlerinden bir tanesidir (Erten, 2023). Milattan önce 2500 yılından itibaren bilindiği ve insan beslenmesinde tohumlarının kullanıldığı bildirilmektedir (Demirboğa, 2016).

Kırmızı lahana, *Brassica oleracea* türünden *Capitata* kültür grubuna aittir (Şimşek ve Esmer, 2017). Mevsimsel bir sebzedir, ilkbaharda ekilir güz döneminde hasat edilir. Avrupa kökenlidir ve mor lahana olarak da bilinir. Üretimi ve hasadı tüm dünyada yapılmaktadır. Ülkemizde de yetiştirilmesi oldukça yaygındır (Şimşek ve Esmer, 2017; Ghareaghajlou vd., 2021). Türkiye'nin Güney ve Batı bölgelerinde üretimi yapılır. İki yıllık bir sebzedir. Tohum üretiminde "tohumdan tohuma" yöntemi esas olarak alınır. İyi gübrelenmiş ve yeterince nem olmasına ihtiyaç duyar. Depolamada beyaz lahanaya göre daha elverişlidir (Şeyhahmet, 2023). Oluşumu için optimum sıcaklık 15°C-20°C arasındır (Demirboğa, 2016).

Kırmızı lahana daha çok çiğ salata şeklinde tüketilir. Bunun dışında fermente edilip turşusu yapılır ya da haşlama ve buharda pişirme yöntemleri kullanılarak tüketilebilir (Rani vd., 2021). Bazı ülkelerde çorbası da yapılmaktadır (Demirboğa, 2016). Bunların dışında sahip olduğu antosiyaninler sayesinde gıdalara renk vermek amacıyla da kullanılmaktadır. İçerisinden alınan antosiyaninler asidik ortamda kırmızı, bazik ortamda mavi- yeşil renk vermektedirler. Doğal renklendirici olarak iyi bir alternatiftir. İçecekler, şekerlemeler ve süt ürünleri kırmızı lahana ekstraktı ile renklendirilmektedir (Güldane, 2023).

Kırmızı lahana, beyaz lahana ile karşılaştırıldığında besin özelliği daha fazladır; 100 gramında 31 kkal enerji, 2 g protein, 0,2 mg yağ, 6,9 g karbonhidrat, 61 mg Askorbik

asit, 42 mg Ca bulunur (Rani vd., 2021). Aynı şekilde antosiyanin, antioksidan, vitamin ve kükürtlü bileşik miktarının diğer lahana türlerine (beyaz ve yeşil) göre daha fazla olduğu belirtilmektedir (Salazar vd., 2022). Özellikle de sebzeye kırmızı-mor rengini veren antosiyaninlerden oldukça zengindir ve bu oranın 90,5 mg/100 g olduğu gösterilmektedir (Şimşek ve Esmer, 2017; Şeyhahmet, 2023). Antosiyanin, antioksidan özelliği olan suda çözünen bir flavonoiddir. (Salazar vd., 2022). Diğer yandan içerisindeki bu miktarlar hangi çeşit kırmızı lahana olduğuna, hangi uygulama ile yetiştirildiğine ve olgunlaşma sürecine bağlıdır. Mikro besin ve bazı fitokimyasalların (mineral, toplam polifenol, glukozinolat,  $\beta$ -karoten, lif, C ve K vitamini) zengin kaynağıdır (Ghareaghajlou vd., 2021). Lif açısından da önemi bulunmaktadır (Rani vd., 2021).

Fenolik bileşikler bakımında zengin olan kırmızı lahana, besleyici değerinden dolayı diyetlerde kullanımı sıkça tercih edilmektedir (Şimşek ve Esmer, 2017). Özellikle diyabetli bireyler için kırmızı lahana ekstraktının diyabet komplikasyonlarını hafifletmede ilaç ya da gıda takviyesi olarak kullanılabileceği söz konusu olmuştur (Buko vd., 2018). İçerisinde bulunan antosiyaninler yaşlanmaya bağlı olarak görülebilecek sağlık sorunlarına yarar sağlayabilir. Yapılan bir çalışmada kırmızı lahana nöroinflamasyonu azaltması ve bağırsak-beyin askını düzenlemesi ile yaşa bağlı görülen bilişsel işlev bozukluğunu yumuşatabilir (Zhang ve Jing, 2023). Yapılan başka bir araştırmada ise kırmızı lahananın laktasyonel mastitis tedavisine etkisi incelenmiştir. Kesin tanı almış bir hastaya eritemli cilt bölgesini doğrudan saran kırmızı lahana yaprağı üzerine ılık kompres konulmuştur. Bunun sonucunda ilk uygulamadan sonraki 24 saat içerisinde eritem ve hassasiyet gerilimi kaydedilmiştir. Görülen iltihabın da daha lokalize olduğu saptanmıştır (Abramowitz vd., 2022). Kırmızı lahananın faydaları çok önemlidir;

- Mineraller (Mn, Ca, K ve Fe) açısından zengindir.
- Antioksidan içeriği zengin olduğundan kanseri önlemeye yardımcı olur.
- B<sub>6</sub>, K ve E vitaminlerinden zengin olup osteoporoz riskini azaltır ve K vitamini, kemik içerisindeki kalsiyumu korumak için gerekli olan protein miktarını artırır.
- C vitamini içeriğinden dolayı bağışıklığı destekler.
- Vücut enerjisini artırır.
- Kan dolaşımının rahatlamasını sağlar (Şeyhahmet, 2023).

### 2.1.2.3. Kırmızı Pancarın Bileşen Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi

Kırmızı pancar ıspanakgiller arasında bulunur (Toker, 2021). Tüm iklim koşullarında yetişen kırmızı pancar antik çağlardan beri üretilmektedir (Tomar ve Yıldırım, 2019). Anavatanı Akdeniz olmakla birlikte Amerika ve Avrupa’da çokça yetiştirilmektedir (Selen vd., 2022). Daha çok ılıman ve serin iklime sahip ülkelerde yetiştirilmeye uygundur (Hacıbektaşoğlu, 2019). Ülkemizde ise Ege ve Marmara bölgelerinde en çok üretim ve tüketim olmaktadır (Hülya vd., 2021).

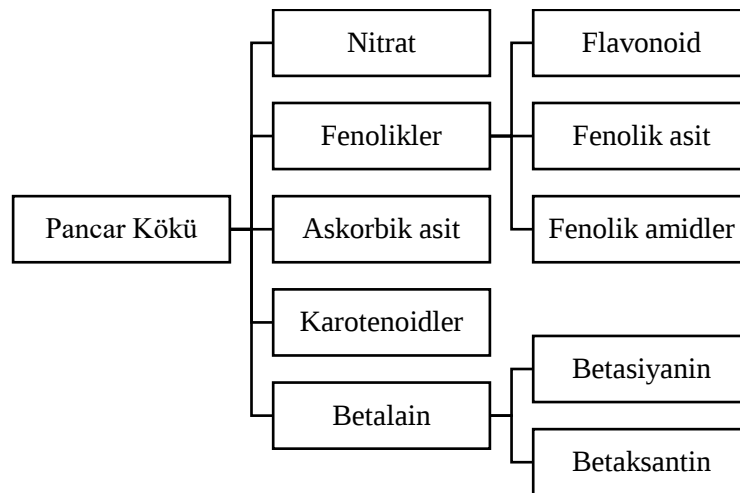
Kırmızı pancar, *Beta vulgaris* olarak da bilinir ve *Amaranthaceae* familyasında bulunan bir çiçekli bitkidir (Hacıbektaşoğlu, 2019). Toprak altında kırmızı renkte yumrusu bulunur. Şeker pancarına kıyasla daha küçük ve ince köklü otsu bir bitkidir. İki yıllık bir bitki olup ilk yıl, toprak altında yumruları toprak üstünde yeşil kısımları gelişir, ikinci yıl, çiçeğin kendisi ve sapları ve tohumları gelişir. Bazı durumlarda gelişimi bir yıl içerisinde tamamlandığından bir yıllık bitki olarak da sayılmaktadır. Genelde yumrularının çap uzunluğu 3-4 cm’e ulaştığında hasat edilir. Eğer kök çağı 5 cm’i aşarsa ürün niteliği bozulur. Kırmızı pancarın yenilebilen yuvarlak kökü bizim için önemlidir. Tam yuvarlak olmayıp hafif basık veya uzuncadır ve rengi vişneçürüğüdür (Çiğdem, 2019).

Kırmızı pancar iki şekilde kullanılmaktadır; sebze ve renklendirici. Pancar taze olarak salata, turşu ve şalgam suyu yapımında kullanılmaktadır. Renklendirici olarak ise kurutularak bebek mamalarında, hazır çorbalarda ve soslarda kullanılmaktadır (Erafşar, 2020). Dekoratif sanat, resim, gıda ve kozmetikte kullanılmaktadır. Dondurma, toz içecek, kahvaltılık gevrek, sert şekerler, jöle ve sakız gibi gıdalarda bulunur ve E162 numara ile kodlanmaktadır (Tomar ve Yıldırım, 2019). Yapılan bir çalışmada sosis üretiminde doğal renk maddesi olarak kırmızı pancar tozunun kullanımı incelenmiş ve olumlu sonuçlanmıştır (Turp vd., 2016).

Kırmızı pancar içeriği daha çok sudan oluşmakta ve bu oran %87,58’dir (Karataş vd., 2023). Diğer bileşen miktarı 100 gramında; 9,56 g karbonhidrat, 0,17 g yağ, 1,61 g protein, 2,80 g lif, 325 mg K, 78 mg Na, 40 mg P bulundurur. Potasyum değerine bakıldığında diğer besinlere göre daha fazla olduğu görülmüştür (Özcan ve Bilek, 2018). Kırmızı pancar, betalain pigmentlerinden (sarı betaksantin ve kırmızı-mor betasiyanin) zengin bir kaynaktır. İçerisinde 1103 mg/L miktar betalain bulundurur. İçerisindeki betalain miktarı bitkilerin yaşı arttıkça artmaktadır. Bu pigmentler fenolik bileşenlerinde içinde olduğu biyoaktif fitokimyasallara sahip oldukları belirtilmiştir.

Betalainler, suda çözünme yeteneğine sahip azotlu bileşenlerdir ve yüksek antioksidan aktivite gösterirler (Turp vd., 2016; Ma vd., 2019; Karataş vd., 2023). Kırmızı pancarın antioksidan kapasitesi çok fazladır. Özellikle tozunun antioksidan aktivitesi %95,31'dir (Hacıbektaşoğlu, 2019).

Pancar kökünde birçok biyoaktif bileşen bulunur (Şekil 1.) Betalainden zengin kırmızı pancar, bu içeriğiyle peroksidasyonu ve lipidlerin okside olmasını engelleyerek kırmızı kan hücrelerini oksidasyon kaynaklı oluşabilecek hasarlardan korumaktadır. Böylelikle stres nedenleri hastalıkların çoğunu önleyebilmektedir. Ayrıca betalainler, nöroprotektif, hepatoprotektif, antikarsinogenik ve antiinflamatuvar gibi biyolojik aktivitelere sahiptir (Karataş vd., 2023). Klinik araştırmalarda günlük diyet programlarına eklenmesi gerektiği belirtilmektedir. Çünkü kırmızı pancarın terapötik yani güçlü tedavi edici potansiyele sahip olduğu ve tamamlayıcı sağlık ajanı olarak ele alındığı ortaya konulmuştur (Selen vd., 2022). Kırmızı pancar tozunun diyet çeşitliliği ve zenginliği az olan çölyak hastalarında kullanımı ile ilgili yapılan bir çalışma sonucunda; glutensiz bisküvi yapımında kırmızı pancar tozunun glutensiz un formülasyonunda %15 oranına kadar kullanıldığında olumlu sonuç verdiği ve besin içeriğinin zenginleştiği gösterilmiştir (Hülya vd., 2021). Ayrıca kırmızı pancar antihipertansif etki göstermektedir. Kırmızı pancar suyunu takviye ya da ekmek içerisinde tüketildiğinde sistolik/diyastolik kan basıncı üzerinde olumlu etki göstermektedir (Clifford vd., 2015).



**Şekil 2.1:** Pancarda Bulunan Biyoaktif Bileşikler

**Kaynak:** Clifford vd., 2015

#### 2.1.2.4. Domatesin Bileşen Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi

Domates patlıcangiller arasında bulunur (Durmuş vd., 2018). Domatesin anavatanı Orta-Güney Amerika olduğu belirtilmektedir. Domates kelimesi Güney Amerika bölgesinde yaşayan yerlilerin kullanmış olduğu xitomate/zitotomate sözcüğünden türetilmiştir. O zamanlar domatesin zehirli olduğu düşüncesi hem tüketimini hem de yaygınlaşmasının gecikmesine neden olmuştur. Domates yemek olarak tüketilmeye 1800'lü yıllarda Amerika'da başlanmıştır. Anadolu bölgesinde ise 150 yıldır tanınmaktadır. Osmanlı döneminde ilk olarak Halep'e getirilmiş, daha sonra diğer bölgelere dağıtılmıştır. Günümüzde neredeyse tüm bölgelerimizde üretimi yapılmaktadır (Güvenç, 2017). Dünyada üretim bakımından patatesten sonra ikinci sırada gelmektedir. Tüketimi ise küresel düzeyde kişi başına ortalama olarak yıllık 20 kg düşmektedir. Kendine has bir lezzeti olması ve zengin besin içeriğiyle dünyada en çok sevilen meyvedir (Li vd., 2018).

Patlıcangiller ailesinde bulunan domates, patates, patlıcan ve biber dahil 3000'den fazla tür içermektedir. 1753 yılında Linnaeus, *S. lycopersicum* adı altında domatesi *Solanum* cinsi içerisine dahil etmiştir. 1754 yılında ise Philip Miller domatesi *Lycopersicum esculentum* adı ile kendine ait olan türe taşımıştır. Domates 10.000'den fazla çeşide sahiptir. Domates bitkisi bir diploid ve 24 kromozomludur (Durmuş vd., 2018; Yılmaz vd., 2018).

Domates çok yıllık bir otsu bitkisidir. Fakat tropik bölgeler haricinde tek yıl içerisinde üretilmektedir. Uygun koşullar sağlandığında 90-100 gün içerisinde yetişir. Sıcak-ılıman iklim bitkisidir. Bu bitki sıcaklığı gündüzleri 18-25°C geceleri ise 10- 20°C sıcaklıklar arasında ister. Bitki gövdesinin dallanmasına ve uzamasına göre oturak ve sırik olarak iki çeşide ayrılır. Oturak çeşidi oldukça kısa ve yere çok yakın bir şekilde sıkı bir bitki oluşturur. Sırık çeşidi ise boyu fazlasıyla uzun ve dallanmaları yukarı yönde olur (Gök, 2023).

Domates taze tüketilmesinin yanında salça, sos ve ketçap şeklinde işlenmiş olarak da kullanılmaktadır. Domatesin kurutularak tüketilmesi de oldukça yaygındır. Domatesin püresi ve suyu başka bir işlem uygulamadan direk tüketimi uygundur (Durmuş vd., 2018). Pişirilerek çorba halinde tüketilebilmekte (Yılmaz vd., 2018) ve diğer yiyecekler içerisine bileşen olarak da eklenmektedir (Vats vd., 2022). Tüketiminin dışında betalainler çeşitli endüstrilerde uzun yıllardır doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır ve kırmızı-mor ve de sarı pigmentlerdir (Li vd., 2018).

Domatesin %93-95'i su, karotenoid, organik asit, lipit, alkol içerisinde çözünmeyen katı maddeler ve %5-7 oranında inorganik bileşiklerden oluşur. Vitamin (A ve C), mineral (K, Fe ve P), lif ve esansiyel aminoasit açısından zengin bir kaynaktır. İçeriğinde 4-60 µg/100 g oranında B<sub>9</sub>, 10,6 mg/100 g taze meyve ağırlığında C vitamini bulunur. Kalori ve yağ oranları düşüktür. Kolesterol içermez. Kendine has olarak likopen, flavanoid ve beta-karoten içerir. Domatese rengini veren metabolit ise likopendir (Durmuş vd., 2018; Vats vd., 2022). Bir meyve olarak görülen domates diğer meyvelerle kıyaslandığında daha az şeker oranına sahiptir (Yılmaz vd., 2018).

Domatesin insan beslenmesindeki yeri oldukça önemlidir (Gök, 2023). İçerisinde en fazla oranda bulunan likopen, antioksidan görevi görmektedir. Domates işlendiğinde içeriğindeki likopen oranı artmakta ve trans formdan cins forma dönüşmektedir. Bu durum çiğ meyveye göre likopenin kullanılabilirliğini artırmaktadır. Likopen, kardiyovasküler hastalık riskini azaltmakta, kolitin yan etkilerini hafifletmede yardımcı olmakta, LDL kolesterol seviyelerini düşürmekte ve bazı kanser türleri ve diyabet gelişime riskini azaltmaktadır (Vats vd., 2022). Bunların yanı sıra DNA hasarının azalmasına, lipit serum düzeylerini düşürmeye ve UV ışınlarından korunmanın artırılmasına yardımcı olmaktadır (Nemli, 2021).

## **1.2. Meyve ve Sebze Tozları, Özellikleri ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi**

Dünya üzerinde toplumların sağlıklı beslenme konusundaki bilinci giderek artmaktadır. Meyveler ve sebzeler vitamin, mineral, lif ve antioksidan açısından önemli kaynaklardır. Uluslararası beslenme dernekleri günde en az 5-6 porsiyon sebze ve meyve tüketilmesi önerilmektedir (Dams vd., 2019).

Meyve ve sebzeler herhangi bir işlemten geçirilmeden kullanılabilirlerinin yanı sıra bazı işlemlerden geçirilerek de kullanılabilirlerdir. Örneğin meyve ve sebzeler toz şeklinde de beslenmede yer alabilmektedir. Toz üretiminde kurutma gerekli bir işlemdir. Genel olarak kullanılan kurutma teknikleri, spreyle kurutma, tamburla kurutma, köpük paspasla kurutma, refrakter pencere kurutma, dondurarak kurutma ve vakumlu dondurarak kurutma yöntemleridir. Meyvenin kurutulan kısmına bağlı olarak meyve suyu tozu, meyve özü tozu veya bütün meyve tozu elde edilmektedir. Meyve suyu tozu; meyve suyunun toz haline getirilmesi ile hazırlanır. Meyve suyu meyve hamurundan elde edilir, kaba parçacıkları çıkartılır, izin verilen katkı maddeleri eklenir

ve elde edilen su gerekli kurutma yöntemi kullanılarak kurutulur. Meyve suyu tozu üretmek için genellikle spreyle ve dondurarak kurutma yöntemleri kullanılmaktadır.

Meyve özü tozu; üretiminde kullanılan teknik çeşidi, işleme koşulları ve ekstraktta bulunan aktif bileşiklerin doğasına bağlıdır. Polifenol, organik renk ve flavonoid özü tozları üretiminde spreyle ve dondurarak kurutma yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bütün meyve tozu; meyvenin yenmeyen kısımlarını çıkararak kalan bütün meyveden elde edilen tozdur. Bütün meyve tozu üretimi için solar kurutma, kabin kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte mekanik ve güneşte kurutma ile toz elde edilse de bunlar düşük kaliteli tozlar olmaktadır. Dondurarak kurutma yöntemleri maliyetli olsa da duyuşal, besinsel ve çözünürlük açısından en iyi seçenektir (Aziz vd., 2018).

Son yıllarda meyve ve sebze tozu üretimine yönelik ilgi artmaktadır. Mevsimlik meyve ve sebzelerin yararlarından daha fazla faydalanmak için toz forma gereksinim duyulmaktadır. Meyve ve sebze tozları;

- Tedavi ve destek olması amacıyla fonksiyonel gıdalarda,
- Doğal katkı maddesi olarak besinlerde kullanılmaktadır (Cumhur, 2021).

Bu tozlarla yapılan fiziksel özelliklere dair çalışmalardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

Türkiye’de yapılan bir çalışmada toz renklendirici elde etmek için kurutulan kırmızı lahananın kurutulmasından sonra antioksidan kapasitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda ise antioksidan kapasitesinin önemli miktarda arttığı belirtilmektedir (Baltacıoğlu vd., 2024).

Yapılan bir çalışmada glutensiz pandispanya tarifine farklı partikül boyutlarında havuç püresi tozu eklenmiştir. Çalışma sonucunda toz oranı ne kadar artarsa hamur ve kek kalitesi üzerinde o kadar olumlu etkiler bulunmuştur (Majzoobi vd., 2016).

Ayrıca bu çalışmalara ilave olarak meyve ve sebze tozlarının kullanımına dair sağlığa yönelik araştırmalar yapılmaktadır.

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, farelerin diyetlerini ekşi kiraz tozuyla desteklenmesi sonucunda beyin sağlığını desteklediği gösterilmiştir (Thangthaeng vd.,

2016). Gorecki ve arkadaşları (2018)'nın yaptığı çalışmada, meyve ve sebze tozlarının perioperatif takviye olarak kullanılması ve ameliyat sonrası morbidite arasındaki ilişkiyi incelediği çalışma sonucunda; tozların  $\alpha$ - tokoferol,  $\beta$ -karoten ve C vitamini içeriğinin zengin olması ile antioksidan kapasitenin arttığı, operasyon sonrasında ağrı seviyelerini ve morbiditeyi azalttığı ve iyileşme sürecinde hayat kalitesini iyileştirdiği belirtilmiştir.

Yine Amerika'da yapılan başka bir çalışmada kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkili görülen biyolojik işlev bozukluklarının önlenmesinde meyve ve sebze tüketiminin rolü araştırılmıştır. Çalışmada fare modelleri dondurularak kurutulmuş sebze ve meyve tozunu 20 hafta boyunca tüketmiştir. Bu meyve ve sebze tozları vitamin ve mineral dahil biyoaktif fitokimyasallar açısından oldukça zengindir ve bu polifenoller dislipidemiye modüle etmektedir. Yani günlük olarak 8-9 porsiyon şeklinde meyve ve sebze tüketimi ateroskleroz ve hepatik steatoz riskini azaltmaktadır (Guo vd., 2021).

Tip 2 diyabetli bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada nar çekirdeği tozunun glikoz ve lipid metabolizması üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Altmış hastaya günde iki kez olmak üzere 8 hafta boyunca 5 g içeren nar çekirdeği tozu verilmiştir. Sonuç olarak açlık kan şekeri ve HbA1C üzerinde olumlu etkileri olabileceği gösterilmiştir (Seyed Hashemi vd., 2021).

Yapılan bir diğer çalışmada nar çekirdeği tozundan dondurma elde edilmiş ve fonksiyonel, antioksidan ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Tüm parametreler göz önüne alındığında en iyi nar çekirdeği tozu miktarının %2 olduğu ve oran arttıkça protein miktarının arttığı gösterilmiştir (Ali vd., 2016).

Meyve ve sebze konsantresi takviyesinin kalp-damar sağlığı üzerine etkisini göstermek için sistematik bir derleme çalışması yapılmıştır (Lorenzoni vd., 2019). İncelenen literatür sonucunda kapsüllenmiş meyve ve sebzelerin kronik kalp hastalıklarını doğrudan etkilediği ve kardiyovasküler hastalık maliyet yükünün azalmasını sağlayacağı gösterilmiştir.

Kapsüllenmiş meyve, sebze ve meyve suyu konsantresinin spesifik karotenoidlerin ve vitaminlerin plazma değerleri üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada on sekiz sağlıklı deneye 8 hafta boyunca günde 6 adet kapsül verilmiştir. Sekiz hafta sonra deneklerin kan plazma konsantrasyonunda bazı karotenoidlerin ve vitaminlerin arttığı gösterilmiştir (Dams vd., 2019).

### 2.3. Protein ve Sağlık

Proteinler, organik bileşiklerdir. Yaşayan tüm organizmalar için elzemdir. Proteinlerin vücutta birçok önemli görevleri bulunur. Hücre, hormon ve enzim bileşimlerinde yer alıp bunların sentezlenmesinde görevleri bulunur. Yani organizmaların yapım, onarım ve büyüme süreçlerinde amino asit kaynağını sağlar (Özcan ve Baysal, 2016).

Besinlerde bulunan proteinin kalitesi ve miktarı, sağlıklı bir beslenme düzeninin oluşturulmasında yaşa bağlı olmaksızın iki temel unsurdur. Besinsel protein kalitesi, besinlerin içerdikleri amino asit miktarına ve bu amino asitlerin dolaşımdaki varlığına, vücut protein havuzları üzerindeki metabolik etkilerine bağlıdır (Lee vd., 2016).

Vücut tarafından üretilemeyen amino asitleri (esansiyel amino asitler) bulunduran besinler biyolojik değeri yüksek proteinlere sahiptir. Hayvansal kaynaklı proteinler biyoyararlılığı yüksek protein kaynakları olduğundan günlük proteinin 1/3'ünün hayvansal kaynaklı olması gerektiği belirtilmektedir (Özcan ve Baysal, 2016). Tahıl ürünlerinin hayvansal kaynaklı besinlere göre protein kalitesi düşüktür ve ayrıca ısıt işlemleriyle bazı önemli aminoasitlerde (lizin, izolösin, lösin, valin, treonin) kayıplar görülür. Bu durumun protein kalitesini önemli ölçüde etkiler (Kanbir, 2021).

Yeterli protein alımı; kan şekeri kontrolü, kemik sağlığı, kilo kontrolü, kas gelişimi, kalp sağlığı, sağlığın korunması ve devam ettirmesinde hayati önem taşımaktadır. Bir bireyin günlük protein ihtiyacı yaşına göre değişiklik gösterse de miktardan çok amino asit içeriği önemlidir. Bu da o besinin protein kalitesine işaret etmektedir. Protein kalitesi iştahı, iskelet kası protein sentezini ve enerji metabolizmasını etkilemektedir. Tıbbi beslenme programları oluşturulurken, sadece protein miktarını değil, aynı zamanda besinlerin içerdikleri proteinlerin kalitelerini de dikkate almak önemlidir (Köseoğlu, 2019).

Meyve ve sebzeler bileşimlerinde insan sağlığı açısından önemi olan protein, karbonhidrat, vitamin, mineral, lif gibi fonksiyonel bileşenleri içermektedir (Yahşi, 2022). Meyve ve sebzelerdeki protein miktarı sırasıyla 100 g'da 0,3–2,7 g ile 0,5–6,0 g arasında değişmektedir (Pinto vd., 2022). Bitkisel protein kaynakları arasında bulunan tahıl ve baklagiller dışında yeşil yapraklı sebzeler yüksek oranda protein içermektedir (Çetiner ve Bilek, 2018).

Çalışmada kullanılan tozların besin etiketinde verilen protein değerleri şu şekilde verilmiştir; kırmızı lahana tozu 10,48 g/100 g, mor havuç tozu 8,70 g/100 g, nar çekirdeği tozu 12,3 g/100 g'dır. Diğer 3 meyve ve sebze tozlarının ise besin etiket değeri verilmemiştir.

#### 2.4. AGE ve Sağlık

AGE, makromoleküllerin (lipit, protein, DNA) enzimatik olmayan glikasyonu ya da oksidasyonu sonucunda ortaya çıkan homojen olmayan bir molekül grubudur (Özcan ve Araç, 2023). Vücutta bulunan AGE havuzu ekzojen ve endojen kaynaklıdır. Sigara kullanımı ve AGE'den zengin besinlerin tüketimi ekzojen kaynaklarıdır (Erim vd., 2022). Endojen kaynaklı AGE'ler ise çoğunlukla maillard reaksiyonu aracılığıyla üretilir. Bu reaksiyonda indirgeyici şekerler (glikoz, fruktoz, riboz) üzerindeki aldehit gruplar, nükleotit asitlerin, fosfolipitlerin ve proteinlerin terminal amino grupları ile enzimatik olmayan bir dizi reaksiyona girerek reaktif karbonil bileşiklerini meydana getirmektedirler (Mengstie vd., 2022). En yüksek orana sahip öncüler Glioksal (GO) ve Metilglioksal (MGO) bileşikleridir (Yusufoğlu vd., 2020). Metabolizma içerisinde oluşumu normal olsa da dolaşımda ve dokularda miktarın artması birçok hastalığa yol açabilmektedir (Erim vd., 2022).

Besinsel kaynaklı AGE'ler, gıdaların işlenme, pişirilme ve depolama süreçleri sırasında ortaya çıkmaktadır. Oluşan AGE miktarını etkileyen faktörler bulunmaktadır; bunlar gıda kompozisyonu, ısıl işleme maruz kalması, nem ve pH durumu, pişirme süresi şeklinde sıralanabilmektedir Bir besinin yağ ve protein oranı yüksek ise o besinin AGE miktarı yüksektir. Yüksek sıcaklıkta yağ içerisinde gıdaların pişirilmesi ve karamelleştirme işleminin uygulanması AGE'yi önemli derecede artırmaktadır. Bundan dolayı kızartma, mangal ve ızgara esnasında AGE oluşmaktadır (Özcan ve Araç, 2023; Sağlık, 2021).

Besinlerde bulunan AGE'lerin yaklaşık olarak %10'u vücuda alınmaktadır. Bunların 1/3'ü dışkı ve idrar yoluyla atılır. Emilen 2/3'lük kısım ise 72 saate kadar vücutta kalmaktadır. Vücutta fazla bulunan AGE'ler hücrelerin yüzeylerinde bulunan reseptörler veya vücut proteinleri ile çapraz bağlanıp bu yapıların işlevlerini yapmasına engel olurlar. İşlevleri bozulan bu yapılar stres ve inflamasyona neden olmaktadır. Bu durum bazı hastalıkların (tip 2 diyabet, kronik böbrek ve

kardiyovasküler rahatsızlıklar) patogeneğinde rol almaktadır (Erim vd., 2022; Yalçın ve Rakıcıoğlu, 2022). Diyabetli bireylerde hiperglisemiye kronik olarak maruz kalmak retinada AGE birikmesine neden olur. Retinada biriken AGE'ler kılcal damarların kapanmasına yol açarak bireyde retinopati ortaya çıkmasına sebep olur (Mengstie vd., 2022).

AGE metabolizmasında böbrekler önemli rol almaktadır. AGE'ler glomerüler filtrattan, proksimal tubül hücrelerinin aracılığı ile emilir ve katabolize edilir. Böbrekte herhangi bir hasar görülmesi ile serum AGE konsantrasyonun artmasına neden olur. Serum AGE konsantrasyonunun artması da böbreklere zarar vermektedir ve bu durum ortaya kısır bir döngü çıkartmaktadır (Demirel ve Yıldiran, 2018).

Bunların yanında AGE bileşikler gastrointestinal sistem üzerinde de olumsuz etkileri bulunmakta; bağırsak yapısını belirgin bir şekilde değiştirebilir, bağırsak geçirgenliğini artırır, enterik nöronların ekspresyonunu azaltır ve mikrobiyota bileşiminde değişiklikler meydana getirir (Phuong-Nguyen vd., 2023).

Hastalıkların oluşumunu engellemek için beslenme ile alınan AGE değeri azaltılmalıdır. Bunun için günlük beslenmemize düşük AGE içerikli besinler eklenmeli ve AGE içeriğini yükselten pişirme yöntemleri değiştirilmelidir (Yalçın ve Rakıcıoğlu, 2022). Bitkisel besinlerin AGE içerikleri düşüktür. Diyetle et, tahıl ve rafine şeker tüketimini azaltıp sebze ve meyve, tam tahıl, deniz ürünleri, baklagil tüketimini artırmak AGE'ye olan maruziyeti minimum seviyeye düşürmektedir (Sağlık, 2021). Polifenoller doğal AGE inhibitörlerinin başında gelmektedir. AGE inhibitörleri, glikooksidasyonu ve oksidatif stresi engellemesi ile AGE oluşumunu önlemektedir. E vitamini ve kurkumin, flavonoid gibi fitokimyasallar doğal AGE inhibitörleridir (Yalçın ve Rakıcıoğlu, 2022). Besinlerin içerisindeki antioksidanlar da AGE inhibitörü görevi görürler ve miktarına göre AGE miktarında düşüş olmaktadır (Sağlık, 2021).

Yüksek şeker içeren bazı geleneksel Türk besinlerinde en güçlü AGE öncülerinden olan GO ve MGO bileşenlerinin düzeyi ve şeker içeriğinin bu bileşenlere dönüşümü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 30 farklı şeker bazlı geleneksel ürün analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda kırmızı meyvelerle yapılan gıdalarda düşük miktarda MGO bulunmuştur. Dolayısı ile kırmızı meyve içeriğine sahip geleneksel ürünler GO ve MGO oluşumunu önlemede daha aktiftir (Yusufoğlu vd., 2020).

Song ve arkadaşlarının (2021) yaptığı bir çalışmada doğal bileşikler kullanarak AGE oluşumunu engellemede yeni gelişmeler üzerine çalışılmıştır. Çalışma sonucunda; C vitaminine sahip meyvelerin oksidasyon hasarını azalttığını, iyonik bağ oluşturarak protein yapılarını koruduğu ve bu bağlanma sonucu endojen kaynaklı AGE oluşumunu azalttığını ve sorbitol oluşum yolunu inhibe ederek, glikasyon aşamasında aktif rol oynayan fruktoz üretimini azalttığı belirtilmiştir.

## 2.5. C Vitamini ve Sağlık

C vitamini suda çözünen bir vitamindir. İki biyoaktif formu bulunur; L- askorbik asit ve L-dehidroaskorbik (Beceran, 2021). Sağlık açısından önemi büyüktür (Çelik vd., 2019). İnsan vücudunda sayılamayacak kadar fizyolojik süreçte rol oynamaktadır. Birçok sentezde kofaktör olarak görev almaktadır. İnsan fizyolojisinde C vitamini endojen olarak üretilemez. Bu nedenle esansiyel bir vitamindir (Beceran, 2021; Van Gorkom vd., 2019). Mikrobesein öğeleri içerisinde en güçlü antioksidanlardır (İçer ve Karadağ, 2022).

Birçok meyve ve sebzede C vitamini bulunmasıyla birlikte (Beyhan ve Taş, 2019) kırmızı meyvelerden olan çilek yüksek C vitamini içeren meyveler arasında bulunmaktadır (Ali, 2023). Narenciye, domates ve patates besinleri C vitamini açısından diyet katkısı sağlamaktadır. Diğer bir besin kaynakları ise kırmızı ve yeşil biber, kivi, brokoli ve çilektir (National Institutes of Health, 2017). Günlük alınması gereken C vitamini cinsiyete, gebeliğe ve yaşa göre değişiklik göstermektedir. Normal serum C vitamini konsantrasyonu 30-90 mol/L olarak kabul edilmektedir. Sağlıklı beslenme modeli ile 100-200 mg/gün C vitamini alınması plazma konsantrasyonu için yeterli olduğu ve genel ihtiyacı karşıladığı bilinmektedir. C vitaminin emilimi kolay gerçekleşmektedir ve emilim oranı %70-95 arasındadır. Ancak günlük alım miktarı ve emilimi arasında ters orantı vardır. Alım miktarı artarsa emilim düşmekte, alım miktarı düşerse emilim artmaktadır. Düşük C vitamini seviyesi tip 2 diyabet gelişimini daha hızlandırmaktadır. C vitamini eksikliğinde plazma Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein (HDL) seviyesi düşmekte ve LDL seviyesi artarak kolesterol seviyelerine etki etmektedir. Ayrıca Fe mineralinin emiliminde de elzemdir. Özellikle hem-olmayan demirin emiliminde rol almaktadır (Beceran, 2021; Önal ve Demirci, 2020; Uçarcan, 2023). Skorbüt hastalığı C vitamini eksikliği sonucunda görülmektedir. Bu hastalık

kendisini kolay diş eti kanaması, eklem ağrısı, nefes darlığı, halsizlik ve uyuşukluk biçiminde göstermektedir (Yenisolak vd., 2022):

C vitaminin antiinflamatuvar, antiviral etkisi bulunmakta (Çağındı vd., 2022) ve prooksidan, epigenetik modülasyon ve bağışıklık hücre aktivitesini düzenlemektedir. C vitamini prooksidan etkisini Fe iyonu ile birlikte göstermektedir. Bağışıklık fonksiyonunun korunmasında C vitaminin rolü önemlidir. Kolajen üretiminde de rol almaktadır. C vitamini takviyesi hem glisemik kontrol hem de insülin duyarlılığı üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır (Beceran, 2021; Uçarcan, 2023). Hemodiyaliz hastaları C vitamini eksikliğine yatkın olmakta ve hastalarda oksidatif stres artmaktadır. Bundan dolayı C vitamini takviyesinin olumlu olacağı düşünülmektedir. Bu olumlu etkinin aksine C vitamini suplementasyonu böbrek taşı oluşum riskini artırabilmektedir (İçer ve Karadağ, 2022). C vitamini antioksidan özelliğine sahip olması nedeniyle beynin yaşlanma sürecini sağlıklı geçirmesini sağlamaktadır (Beyhan ve Taş, 2019).

Buna ek olarak Amini ve arkadaşlarının (2021) yaptığı bir çalışmada endometriozisli kadınlara 8 hafta boyunca kombine C ve E vitamini takviyesi verilmiştir. Bunun sonucunda çalışmaya katılan kadınlarda sistemik oksidatif stres indeksinin düştüğü görülmüştür. Bu çalışmada görüldüğü gibi bilinçli ve sınırlı alımların yararlı etkileri olabilmektedir.

## 2.6. Sindirilebilirlik

Sindirilebilirlik kavramı *in vitro* ortamda biyoerişebilirlik olarak değerlendirilirken, *in vivo* ortamda ise biyoyararlılık olarak tanımlanmaktadır.

Bioerişebilirlik; besinler sindirime uğradıktan sonra çözünerek emilimin gerçekleşmesi için erişilebilir halde olması olarak tanımlanır. Bağırsak bariyerinden geçebilecek özelliği olmayan hiçbir bileşen biyoerişilebilir değildir. Biyoyararlılık; besinlerin sindirimi sisteminde enzimlerle sindirilmesini, bağırsaktan emilmesini, dokulara taşınmasını ve biyoaktiviteyi içermektedir. Bir besin biyoerişebilir olmadan biyoyararlı olmamaktadır. Besinlerin biyoerişebilirlik ve biyoyararlılıkları *in vitro* yöntemler ile ölçülmektedir. *In vitro* modeller ne kadar gelişmiş olsa da *in vivo* süreçlerini tam anlamıyla taklit edilememektedir (Beceran, 2021).

C vitaminin emilimi vücutta bulunan konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Çünkü SVCTs olarak bilinen C vitamini taşıyıcısı, askorbat aside karşı duyarlıdır. Beslenme ile düşük miktarlarda sağlanan C vitaminin biyoyararlılık oranı, beslenme ile yüksek doz C vitamini alımına kıyasla yaklaşık %100 yüksek olmaktadır. C vitamini biyoerişebilirliğini etkileyen faktörler olduğu düşünülmektedir. Bunlar sıcaklık, mide ve ince ağırsak pH koşullarıdır (Kara, 2021).

AGE'lerin oluşmasına neden bir diğır yol ise Maillard reaksiyonudur. Maillard reaksiyonunda bir takım işlem geçirerek AGE oluşumu görölmektedir. Maillard reaksiyon ürünlerinin biyoerişebilirliği hakkında *in vitro* ve *in vivo* ortamda çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Patatesin kızartılması sonrasında Maillard sonucunda ortaya çıkan akrilamid'in biyoerişebilirliği artmaktadır. Aynı durum patates cipsleri içinde geçerlidir. Maillard tepkimesi ürünlerinden olan GO ve MGO biyoerişebilirlikleri sirkede azılırken soya sosunda artmaktadır. İşlenmiş gıdalarda AGE oluşmasına sebep olan GO ve MGO bileşenlerini yüksek oranda içermektedir. Bundan dolayı GO ve MGO'nun biyoerişebilirliğine *in vitro* olarak bakılması diyetle alınan AGE miktarının bilinmesi açısından önemlidir (Yaman, 2021).

Bu çalışmada; C vitamini, GO ve MGO biyoerişebilirlik ölçümü için *in vitro* modelleri kullanılmıştır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'nin AR-GE Laboratuvarında Eylül 2023'te yapıldı.

#### 3.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, kırmızı ve mor pigment içerip bileşenleri bakımından fonksiyonel besinler grubuna giren bazı besinlerin; protein kalitesi, AGE düzeyi, C vitamini içeriği ve *in vitro* olarak oluşturulmuş ortamdaki sindirilebilirlik durumlarının incelenmesi amaçlandı.

#### 3.2. Araştırma Numuneleri

Numuneler çeşitli internet siteleri taranarak elde edildi. Bu internet siteleri taranarak kırmızı ve mor pigmente sahip meyve ve sebzelerden 6 ürün seçilerek bunların tozu sipariş edildi. Bunlar kuru öğütülmüş kurutulmuş pancar tozu, kurutulmuş domates tozu, kurutulmuş mor havuç tozu, kurutulmuş çilek tozu, kuru öğütülmüş nar çekirdeği ve kurutulmuş kırmızı lahana tozu olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1).

**Tablo 3.1: Çalışmada Analiz Edilen Ürünler ve Gramajları**

| ÜRÜN                           | GRAMAJ |
|--------------------------------|--------|
| Kurutulmuş pancar tozu         | 100 g  |
| Kurutulmuş domates tozu        | 100 g  |
| Kurutulmuş mor havuç tozu      | 100 g  |
| Kurutulmuş çilek tozu          | 50 g   |
| Kuru öğütülmüş nar çekirdeği   | 50 g   |
| Kurutulmuş kırmızı lahana tozu | 40 g   |

### 3.3. Araştırmanın Tipi

Araştırma deneysel ve ilişki kurucu tiptedir. Çalışma süresince kullanılan madde ve metotların bilgilerine aşağıda yer verilmiştir.

#### 3.3.1. Toplam Azot Tayini “Kjeldahl” Yöntemi (Titrimetrik)

##### 3.3.1.1. Yöntemin Prensibi

Yöntemin prensibi, ısı kullanılarak azot içeren örneklerin asit ile sindirilmesi ve nitrojen amonyum iyonlarına dönüştürüldükten sonra “Kjeldahl” titrasyonu ile azot içeriğinin belirlenmesidir (Abrams vd., 2014).

##### 3.3.1.2. Yöntemin Genel Kuralları

Analiz süresi boyunca numuneler kuvvetli asit ve yüksek sıcaklığa maruz bırakılması nedeniyle çeker ocak altında çalışılma yapılmalı, eldiven, gözlük ve maske vb. koruyucular mutlaka kullanılmalıdır. Deney boyunca çözeltilerin hazırlanması aşamasında uygun saflıktaki su kullanılmalıdır. Kullanılan kimyasal malzemeler analitik saflık düzeyinde olmalı, tayinler iki paralel olacak şekilde yapılmalı ve de tek kullanımlık olan pipet ucu vb. gibi plastik malzemelerle çalışılmalıdır. Asit ve baz çözeltileri hazırlanırken aşırı ısınmasına dikkat edilmelidir.

##### 3.3.1.3. Yöntem İçin Gerekli Olan Malzemeler

Kjeldahl yöntemi sırasında kullanılan malzemeler tablo 3.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.2: Kjeldahl Yöntemi İçin Gerekli Olan Malzemeler**

|                                 |
|---------------------------------|
| Kjeldahl cihazı-yakma ünitesi   |
| Analitik terazi                 |
| Çeker ocak                      |
| Maşa                            |
| Otomatik pipet                  |
| Azot içermeyen tartım kâğıtları |
| Çeşitli cam malzeme             |
| Otomatik büret                  |

### 3.3.1.4. Yöntemde Kullanılan Kimyasallar

Yöntem süresince kullanılan kimyasalların listesi Tablo 3.3’de verilmiştir.

**Tablo 3.3: Kjeldahl Yöntemi Süresince Kullanılan Kimyasal Maddeler**

| Kimyasal Maddenin Adı                          | CAS Numarası<br>(Chemical Abstracts<br>Service) | Yöntem ile İlgili<br>Ayrıntılar                                  |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Sülfürik asit ( $H_2SO_4$ )                    | 7664-93-9                                       | Ekstra saf                                                       |
| “Kjeldahl” tableti, Kjeltab                    | -                                               | 3.5 g potasyum sülfat<br>( $K_2SO_4$ ), 0.0035g<br>selenyum (Se) |
| Sodyum hidroksit ( $NaOH$ )                    | 1310-73-2                                       | Ekstra saf                                                       |
| Hidroklorik asit ( $HCl$ )                     | 7647-01-0                                       | Ekstra saf                                                       |
| Borik asit ( $H_3BO_3$ )                       | 10043-35-3                                      | Ekstra saf                                                       |
| Bromkresol yeşil<br>( $C_{21}H_{14}Br_4O_8S$ ) | 76-60-8                                         | Ekstra saf                                                       |
| Metil kırmızı ( $C_{15}H_{15}N_3O_2$ )         | 493-52-7                                        | Ekstra saf                                                       |
| Metanol, $MeOH$ ( $CH_3OH$ )                   | 67-56-1                                         | Ekstra saf                                                       |
| Sodyum karbonat ( $Na_2CO_3$ )                 | 497-19-8                                        | Ekstra saf                                                       |
| Amonyum sülfat ( $(NH_4)_2SO_4$ )              | 7783-20-2                                       | Ekstra saf (> %99.5)                                             |

### 3.3.1.5. Yöntemin Analizi

#### a) Çözeltilerin Hazır Hale Getirilmesi

Çözeltilerin hazırlanmasında azot tayin cihazının kullanma kılavuzu esas alındı. Cihazların farklılığına bağlı yapılan işlemlerde farklılıklar olabilmekte. Analiz makinesinin genel kullanım metodu aşağıda belirtilmiştir.

Hidroklorik Asit Çözelti: 8,27 ml’lik hidroklorik asit, 1 L’lik balon joje içerisine konar ve kalan hacimi distile su ile tamamlandı. Sodyum karbonat 0,4 g olarak tartıldı (T1), üstüne 40 ml saf su kondu, 10 damla kadar metil kırmızısı olan indikatör çözeltisi eklendi. Daha sonra 0,1 N hidroklorik asit ile titrasyon yapıldı. Renk pembeye döndüğü anda harcama kaydedildi (A1). Bu işlem paralel olarak 3 kere tekrar edildi ve de sarfiyat değerleri not alındı (A1, A2, A3).

- Molarite (M) =  $18,686 \times T1 / (A1 + A2 + A3)$
- ml 0,1 M alkali = ml titrant x 400 ya da 1,0 M alkali = ml titrant x 40

Sodyum Hidroksit Çözelti: 400 g sodyum hidroksit tartıldı, 1 L’lik balon joje içerisine kondu ve hacimine saf suyla tamamlandı.

Metil Kırmızısı Çözelti: 0,1 g metil kırmızısı tartılarak, 100 ml'lik balon joje içerisine kondu ve hacimi %95 metanol ile tamamlandı.

Bromkresol Yeşil Çözelti: 0,1 g brom kresol yeşil tartılarak, 100 ml'lik balon joje içerisine kondu ve hacimi %95 metanol ile tamamlandı.

Borik Asit Çözeltisi: 100 g borik asit, 2 L'lik balon joje içerisine kondu, sıcak saf su ilave edilerek çözündürüldü ve hacim oranına tamamlandı. Çözelti soğutulup oda sıcaklığı düzeyine getirildi ve 10 L'lik balona alındı. Üzerine 100 ml brom kresol yeşil çözeltisi ile 70 ml metil kırmızısı çözeltisi eklendi ve distile su ile hacimine tamamlandı.

Borik Asit Çözeltisi: 25 ml borik asit'in üstüne 100 ml saf su eklendi. Renk kırmızıysa 0,1 M sodyum hidroksit çözeltisi aracılığıyla gri olana kadar titre edildi. Hesap işlemleri 10 L çözeltiye göre yapılmıştır.

- $\text{ml } 0,1 \text{ M alkali} = \text{ml titrant} \times 400$  veya  $1,0 \text{ M alkali} = \text{ml titrant} \times 40$

Hesap sonucunda bulunan miktarda sodyum hidroksit çözeltisi borik asit çözeltisi içerisine eklendi ve karıştırıldı.

#### *b) Numunenin Hazır Hale Getirilmesi*

Yarı katı örneklerin hazırlanmasında karıştırıcı kullanıldı.

Kimyasal Kontrol:

Amonyum Sülfat: Amonyum sülfat, 4 saat süreyle 102°C'de etüv içerisinde tutuldu, desikatör cihazında soğutuldu. 0,15 g amonyum sülfat tartılarak, üstüne 75 ml'lik saf suyla 50 ml'lik %40 sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek, distile edildi.

- Amonyum sülfat içerisindeki azot oranı (%99,5) = 21,09
- Azot oranı (%) =  $[(\text{örnek (ml)} - \text{kör (ml)}) \times \text{Normalite} \times 14,007 \times 100] / \text{örnek (mg)}$
- Geri kazanım oranı (%) =  $\text{Azot (\%)} / 21,09 \times 100$

### c) Analiz İşlemleri

Tahmini azot içeriğine bağlı olarak 0,1-2,0 g homojen olan numuneler azot içermeyen kağıtlarla tartılarak, yakma tüpü içerisine kondu. Üstüne 2 tane “Kjeldahl” tableti olarak bilinen tablet ve 12 ml sülfürik asit eklenmesi ile numunelerin asit ile ıslanması başarıldı. Tüpler, yakma ünitesi içerisine yerleştirildikten sonra 420°C sıcaklıkta işlem başlatıldı. Bütün numuneler berrak mavi/yeşil renge dönünceye kadar işlem devam etti. İşlemden sonra yakma tüpü ünitesi içerisinden çıkartıldı, 30 dk boyunca oda sıcaklığında soğuması sağlandı. Yakma tüpü soğumasından sonra cihaza yerleştirilerek soğutma vanası açıldı. Bu basamaktan sonra işlemler makine tarafından otomatik olarak gerçekleşti. Her tüp içerisine 80 ml saf su, 25-30 ml borik asit çözeltisi ve de %40 50 ml sodyum hidroksit çözeltisi konuldu. Ortalama 4 dk boyunca distilasyon devam etti. İşlem bitiminde asit çözeltisinin sarfiyatı ml olarak ekrandan okundu. Bu sonuç % azot hesaplanması için kullanıldı.

Kör Örneğinin Analizi: Numune üzerinde yapılan bütün işlemler kör örnek için de aynı şekilde uygulandı.

#### 3.3.1.6. Yöntemin Hesaplanması

- $$\text{Azot (\%)} = 1,4007 \times M \times F \times A - B / T$$

1,4007: 0,1 ml 0,1 N hidroklorik aside karşılık gelen azotun atom ağırlığı

M: Asitlik molaritesi (mol/L)

F: Sabit Kjeldahl faktörü

A: Titrant harcaması (ml)

B: Kontrol harcaması (ml)

T: Örnek ağırlığı (g)

Farklı gıdalardaki azotu proteine dönüştürmede kullanılan faktörler Tablo 3.4’te verilmiştir.

- $$\text{Protein (\%)} = \text{Azot (\%)} \times \text{Protein Faktörü}$$

**Tablo 3.4: Gıda ve Yem İçerisindeki Azotu Proteine Dönüştürme Faktörleri**

| Gıda ve Yem                          | Faktör |
|--------------------------------------|--------|
| Hayvansal kaynaklı                   |        |
| Yumurta                              | 6.25   |
| Jelâtin                              | 5.55   |
| Et                                   | 6.25   |
| Süt                                  | 6.38   |
| Bitkisel kaynaklı                    |        |
| Tahıllar                             |        |
| Arpa                                 | 5.83   |
| Çavdar                               | 5.83   |
| Çeltik/Pirinç                        | 5.95   |
| Darı                                 | 5.83   |
| Koca darı                            | 6.25   |
| Mısır                                | 6.25   |
| Yulaf                                | 5.83   |
| Buğday                               |        |
| Çekirdek, tam                        | 5.83   |
| Kepek                                | 6.31   |
| Embriyo/Tohum/Rüşeym                 | 5.80   |
| Endosperm/Besidoku/Unsu öz           | 5.70   |
| Baklagiller                          | 6.25   |
| Soya fasulyesi                       | 5.71   |
| Sert kabuklu meyveler-Yağlı tohumlar |        |
| Badem                                | 5.18   |
| Ceviz                                | 5.30   |
| Fındık                               | 5.30   |
| Fıstık                               | 5.30   |
| Yer fıstığı                          | 5.46   |
| Kestane                              | 5.30   |
| Ayçekirdeği                          | 5.30   |
| Pamuk tohumu/Çiğit                   | 5.30   |
| Keten tohumu                         | 5.30   |
| Kenevir tohumu                       | 5.30   |
| Kabak çekirdeği                      | 5.30   |
| Susam                                | 5.30   |
| Hindistan cevizi                     | 5.30   |
| Pekan cevizi                         | 5.30   |
| Çam fıstığı                          | 5.30   |
| Meyveler                             | 6.25   |
| Sebzeler                             | 6.25   |
| Çikolata ve kakao                    | 4.74   |
| Kahve                                | 5.30   |
| Mantarlar                            | 4.38   |
| Maya                                 | 5.70   |
| Diğer                                | 6.25   |

**Kaynak:** Jones, 1941; Watt ve Merrill, 1975

### 3.3.2. AGE Tayini

#### 3.3.2.1. Yöntem İçin Gerekli Olan Malzemeler

AGE tayini sırasında gerek duyulan malzemeler tablo 3.5’te verilmiştir.

**Tablo 3.5: AGE Tayini İçin Gerekli Olan Malzemeler**

|                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|
| HPLC cihazı (Shimadzu, LC 20 AT)                                      |
| Analitik ters fazlı kolon (Agilent, Eclipse XCD-C18.5 µm, 4.6x150 mm) |
| Analitik tartı                                                        |
| Süzme sistemi-0.22 µm filtre                                          |
| Su banyosu (ultrasonik)                                               |
| Su banyosu (çalkalamalı)                                              |
| Karıştırma cihazı                                                     |
| pH metre                                                              |
| Santrifüj                                                             |
| Otoklav                                                               |
| Filtre kâğıdı (adi)                                                   |

#### 3.3.2.2. Yöntemde Kullanılan Kimyasallar

AGE yöntemi süresince kullanılan kimyasalların listesi Tablo 3.6’da verilmiştir.

**Tablo 3.6: AGE Yöntemi Süresince Kullanılan Kimyasal Maddeler**

| Açık Adı                 |
|--------------------------|
| Glyoxal                  |
| Methylglyoxal            |
| Glikoz                   |
| Fruktoz                  |
| Sükroz                   |
| Hidroklorik Asit         |
| Asetonitril              |
| Sodyum Hidroksit         |
| 4-nitro-1,2-Feniladiamin |
| Sodyum Asetat            |
| Metanol                  |
| Saf su                   |
| Asetik Asit              |

### 3.3.2.3. Yöntemin Analizi

#### a) Çözeltilerin Hazır Hale Getirilmesi

Sodyum Asetat Tampon: 41,01 g Asetat hassas terazi aracılığıyla tartıldı. Tartılan Asetat ,1 L'lik balon joje içerisine eklenerek, hami deiyonize su ile tamamlandı. pH metre ile çözeltinin pH'ını 3'e ayarlamak için Asetik Asit eklendi.

4-Nitro-1,2-Fenildiamin Çözelti: 50 mg 4-Nitro-1,2-Fenildiamin, 100 mL metanolle birlikte balon joje içerisinde çözdürüldü.

#### b) Numunenin Hazır Hale Getirilmesi

Numuneler blenderda 20-30 saniye arasında öğütüldü. Öğütülen örneklerden 5 g hassas teraziyle tartılarak 50 ml'lik falkon tüpler içerisine kondu. Falkon tüp içerisine 25 mL metanol eklendi. Ultra turrax aracılığıyla numuneler homojen hale getirildi. Numuneler 15,000 rpm (Dakikadaki Devir Sayısı)'de 5 dk boyunca santrifirüj edildi. Süpernatandan 0,5 mL alındı ve cam tüplerin içerisine aktarıldı. Numunelerin üzerine, hazırlanmış olan sodyum asetat çözeltisinden 2 mL pipetle alındı ve eklendi. Sonrasında 0,5 mL 4-nitro-1,2 fenildiamin çözeltisinden de ekleme yapıldı. Numuneler 70°C sıcaklıkta 20 dk boyunca su banyosu içerisinde bekletildi. Su banyosunun tamamlanmasıyla 0.45 mikronluk selüloz asetat filtre edildi ve HPLC cihazına kondu.

#### c) Analiz İşlemleri

HPLC Koşulları:

Kolon: Zorbax C-18 (4.6 mm × 150mm)

Mobil faz: Metanol/Su/Asetonitril (42/56/2) karışımından oluşturuldu.

Dedektör: HPLC-UV

Dalga Boyu: 255 nm

Enjeksiyon Hacmi: 10 µl

Akış Hızı: 1 ml/dk

### 3.3.3. C Vitamini Tayini Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Metodu

#### 3.3.3.1. Yöntemin Prensibi

Yöntemin prensibi, numunelerin meta fosforik asit ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilmiş olan ekstraktın HPLC cihazında ultraviyole (UV) dedektöre verdiği pik alanının ölçülmesidir (Kall ve Andersen, 1999).

#### 3.3.3.2. Yöntemin Genel Kuralları

Analiz süresince uygun saflık oranına sahip su kullanılmalı. Kimyasallar özellikle analitik saflığa sahip olmalı, tayinler iki paralelli olacak şekilde yapılmalı ve yalnızca tek kullanımlık olan plastik malzemelerle çalışılmalı. Numune hazırlama süresince oksidasyona sebebiyet verebilecek ortam koşullarından (yüksek sıcaklık, UV ışık gibi) kaçınmak gerekmektedir.

#### 3.3.3.3. C Vitamini Analizi İçin Gerekli Olan Malzemeler

C vitamini analizi sırasında gerek duyulan malzemeler tablo 3.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.7: C Vitamini Analizi İçin Gerekli Olan Malzemeler**

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| HPLC cihazı                                                      |
| Analitik ters fazlı kolon (ACE C18.5 $\mu\text{m}$ , 4.6x250 mm) |
| Analitik terazi                                                  |
| Gerekli cam malzeme (amber)                                      |
| Alüminyum folyo                                                  |
| Kronometre                                                       |
| Su banyosu (Ultrasonik)                                          |
| Çalkalama cihazı                                                 |
| Manyetik karıştırma cihazı                                       |
| pH metre                                                         |
| Santrifüj                                                        |
| Filtre kâğıdı (adi)                                              |
| 0.45 $\mu\text{m}$ filtre                                        |
| Süzme sistemi-0.22 $\mu\text{m}$ filtre                          |

### 3.3.3.4. Yöntemde Kullanılan Kimyasallar

Yöntem süresince kullanılan kimyasalların listesi Tablo 3.8’de verilmiştir.

**Tablo 3.8: C vitamini Yöntemi Süresince Kullanılan Kimyasal Maddeler**

| Kimyasal Maddenin Adı                                                                   | CAS Numarası<br>(Chemical Abstracts<br>Service) | Yöntem ile İlgili<br>Ayrıntılar       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Askorbik asit, AA<br>(C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> )                    | 50-81-7                                         | Saflik durumu hesaba<br>katılmalıdır. |
| Meta fosforik asit (HPO <sub>3</sub> )                                                  | 37267-86-0                                      | -                                     |
| DL-Ditiotreitol, DTT<br>(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ) | 7634-42-6                                       | -                                     |
| Orto fosforik asit (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )                                    | 21645-51-2                                      | -                                     |
| Potasyum dihidrojen fosfat<br>(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )                        | 7778-77-0                                       | -                                     |

### 3.3.3.5. Yöntemin Analizi

#### a) Çözeltilerin Hazır Hale Getirilmesi

Tüm çözeltiler çalışma yapılacağı zaman hazırlandı. Çözeltiler hazırlandıktan sonra süzme cihazından süzdürülerek, ultrasonik su banyosunda kullanıldı.

Meta Fosforik Asit Çözelti: 1 L’lik balon joje içerisine 30 g meta fosforik asit tartılarak kondu. Ultrasonik su banyosu içerisinde deiyonize su ile çözündürme işlemi yaparak hacimine tamamlandı.

Standartların Hazırlanması:

Vitamin C Stok Çözelti: 100 ml’lik balon joje içerisine 10 mg C vitamini standardı tartıldı ve kondu, %3’lük hacim meta fosforik asitle tamamlandı.

#### b) Numunenin Hazır Hale Getirilmesi

C Vitamini Asit Tayini: 100 ml’lik balon joje içerisine 10 g’lık numune alındı, üzerine ortalama %3’lük 70-80 ml meta fosforik asit kondu, çalkalama cihazında 10 dk süresince çalkalandı, %3’lük hacimli meta fosforik asit ile tamamlandı, filtre kağıdından ve de 0,45 µm filtre kağıdından süzüldü ve HPLC cihazına aktarıldı.

Toplam C Vitamini Tayini: 10 g’lık numune 100 ml’lik balon joje içerisine alınarak, üzerine ortalama %3’lük 70-80 ml meta fosforik asit kondu, çalkalayıcı üzerinde 10

dk süresince çalkalandı, %3'lük hacimli meta fosforik asit ile tamamlandı, filtre kâğıdından süzöldükten sonra süzöntü üzerine 1-5 mg DL-ditiotreitol eklenrek 90-120 dk ve 4°C sıcaklıkta karanlık ortam koşullarında bekletildi, 0,45 µm filtreden süzöldükten sonra HPLC cihazına aktarıldı.

### *c) Analiz İşlemleri*

HPLC Koşulları:

Mobil Faz: 1,48 g potasyum dihidrojen fosfat tartılarak, 1 L'lik balon joje içërisine kondu. Fosforik asit ile pH 2,4'e ayarlandı, hacim deiyonize su ile tamamlandı.

Dedektör: UV

Dalga Boyu: 254 nm

Enjeksiyon Hacmi: 20 µl

Akış Hızı: 0,5 ml/dk

Analiz Süresi: 20 dk

### **3.3.3.6. Yöntemin Hesaplanması**

Paralel sonuçlar arasında görölen fark %15'den fazla olmamalı. Lineer aralık hesaplanması süresinde konsantrasyonlar arasındaki  $R^2=0,99$ 'dur. Oluşturulan kalibrasyon doğrusundan numunenin konsantrasyonu belirlendi. Standartlar, hesaplama pik alanı ya da konsantrasyon durumuna göre numune ile karşılaştırılır ve numune tartıldıktan sonra seyreltme miktarı önemsenerek yapıldı.

### **3.3.4. *İn Vitro* Gastrointestinal Sistem Metodu**

Yapılan çalışmada, test numunelerinde AGE ve C vitamini biyoeişebilirlikleri insan sindirim sistemi taklit ederek değërlendirilme yapıldı. Metot içërisinde ağız, mide ve ince bağırsak ortamları uygun pH'larda oluşturuldu ve her ortama uygun olan enzim hazırlandı.

#### 3.3.4.1. Sindirimde Yer Alan Enzimler ve Diğer Karışımlar

Ağız, mide, barsak simülasyonları çalışmada kullanılması için hazırlandı.

Ağız: 1,7 mL NaCl (175,3 g/L), 8 ml üre (25 g/L), 15 g ürik asit, 280 mg a-amilaz ve 25 mg müsin, 500 ml'lik bir erlen içinde deiyonize suyla çözündürüldü. Daha sonrasında erlen hacmi deiyonize suyla tamamlanarak pH ortalama  $6,8 \pm 0,2$ 'e ayarlandı. Eğer pH istenen aralık içerisinde değil ise, HCl ya da NaOH çözeltisiyle ayarlandı.

Mide: 6,5 ml HCl (37 g/L), 18 ml CaCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini, 2,5 g pepsin ve 3 g musin, 500 ml'lik bir erlen içinde deiyonize suyla çözündürüldü. Sonrasında, erlen hacmi deiyonize suyla tamamlandı ve pH 1,5'a getirildi.

İnce bağırsak: 6,3 ml KCl (89,6 g/L), 9 ml CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (22,2 g/L), 2 g sığır serum albümini, 1 g pankreatin ve 1,5 g lipaz, 500 ml'lik bir erlen içinde deiyonize suyla çözündürüldü. Erlen hacmi deiyonize suyla tamamlanarak pH  $8,0 \pm 0,2$ 'e ayarlandı.

Safra: 68,3 ml NaHCO<sub>3</sub> (84,7 g/L), 10 ml CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (22,2 g/L), 1.8 g sığır serum albümini ve 30 g safra, deiyonize suyla birlikte 500 ml'lik bir erlen içinde çözüldü. Sonrasında erlen hacmi, deiyonize suyla tamamlanarak pH  $7,0 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

#### 3.3.4.2. *In Vitro* Sindirim Prosedürü

Numunelerden 5'er g tartılarak 100 ml'lik erlenlere konuldu ve sırasıyla ağız, mide ve ince bağırsak ortamı solüsyonları ilave edilerek in vitro sindirim modeli uygulanarak sindirim gerçekleşti.

Ağız: 5'er g tartılan numuneler 100 ml'lik bir beher içerisine konduktan sonra üzerine, hazırladığımız ağız solüsyonundan 5 ml eklendi ve karıştırıldı. Sonrasında 30 saniye süresince vorteks cihazıyla karıştırılarak homojen durumuna getirildi. Bu basamaktan sonra oluşan karışım 5 dk süresince 37 °C sıcaklıkta çalkalamalı su banyosu içerisinde inkübe edildi.

Mide: ağız ortamında uygulanan basamaklardan sonra gelen karışımın üzerine 12 ml mide solüsyonu eklendi. Oluşan karışım, 30 saniye süresince vorteks aracılığıyla karıştırılarak 2 saat 37°C sıcaklıkta çalkalamalı su banyo içerisinde tekrardan inkübe edildi.

İnce bağırsak: mide ortamında elde edilen bu karışım üzerine 10 ml ince bağırsak solüsyonu ile 5 ml safra solüsyonu ilave edildi. Elde edilen karışım, 2 saat boyunca 37°C sıcaklıkta tekrardan çalkalamalı su banyosu cihazında inkübe edildi. Sindirim işlemi tamamen bitmesi sonrasında ortaya çıkan son hacim, deiyonize suyla 50 ml'ye tamamlandı ve seyreltilti. Sonrasında numuneler 8000 rpm hızda 10 dk süreyle santrifüj edildi. Daha sonra 0,22 mikron CA filtreden süzöldükten sonra analiz edilinceye kadar -80°C dondurucuda bekletildi.

İn vitro sindirimin sonunda alınan süzöntöden AGE ve C vitamini için saflaştırma yapıldı.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde laboratuvar analizi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmektedir.

#### 4.1. Protein Tayini Sonuçları

Kjeldahl Yöntemi ile elde edilen mor pigment içeren meyve ve sebze tozlarının protein miktarları protein sonuçları Tablo 4.1’de görülmektedir. Buna göre bu besinler içerisindeki protein miktarı bakımından en düşük olan çilek tozu (4,63 g/100g) ve en yüksek olan ise mor havuç tozu (8,02 g/100g) olduğu dikkati çekmektedir.

**Tablo 4.1: Mor Pigment İçeren Meyve ve Sebze Tozlarının Protein Miktarları**

| PROTEİN (g/100g)    |      |
|---------------------|------|
| Pancar Tozu         | 5.66 |
| Çilek Tozu          | 4.63 |
| Kırmızı Lahana Tozu | 6.94 |
| Domates Tozu        | 6.69 |
| Mor Havuç Tozu      | 8.02 |
| Nar Çekirdeği Tozu  | 6.17 |

#### 4.2. AGE Tayini Sonuçları

AGE tayini ile sindirim öncesi ve sonrası ölçümler yapılarak biyoerişebilirlikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Nar çekirdeği tozu (91 µg/100g) AGE oluşumuna neden olan ara bileşiklerinden biri olan GO’nun biyoerişebilirliği yönünden en düşük iken, pancar tozu (139 µg/100g) en yüksek biyoerişebilirliğe sahiptir. Diğer bir AGE’nin ara bileşiği olan MGO’nun biyoerişebilirliği ise en düşük kırmızı lahana tozunda (78 µg/100g) iken, en yüksek biyoerişebilirliğin çilek tozunda (142 µg/100g) olduğu görülmektedir

**Tablo 4.2: AGE Analizi ve Biyoerişebilirlik Sonuçları**

|                     | AGE (µg/100g)   |                 |                  |                  |                   |                   |
|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                     | GO              | MGO             | GO               | MGO              | GO                | MGO               |
|                     | Sindirim Öncesi | Sindirim Öncesi | Sindirim Sonrası | Sindirim Sonrası | Biyoerişebilirlik | Biyoerişebilirlik |
| Pancar Tozu         | 54±2            | 24±2            | 75±4             | 22±1             | 139               | 92                |
| Çilek Tozu          | 58±3            | 19±1            | 64±3             | 27±3             | 110               | 142               |
| Kırmızı Lahana Tozu | 62±3            | 27±2            | 59±3             | 21±2             | 95                | 78                |
| Domates Tozu        | 51±2            | 16±1            | 55±3             | 19±1             | 108               | 119               |
| Mor Havuç Tozu      | 57±3            | 28±2            | 61±4             | 22±2             | 107               | 79                |
| Nar Çekirdeği Tozu  | 46±2            | 19±2            | 42±2             | 24±2             | 91                | 126               |

**4.3. C Vitamini Tayini Sonuçları**

C vitamini tayini ile sindirim öncesi ve sonrası ölçümler yapılarak biyoerişebilirlikleri Tablo 4.3’de verilmiştir. Buna göre C vitamini bakımından en düşük biyoerişebilirliğe sahip mor havuç tozu (26 µg/100g) iken, en yüksek biyoerişebilirliğe ise nar çekirdeği tozunun (38 µg/100g) sahip olduğu dikkati çekmektedir.

**Tablo 4.3: C Vitamini HPLC ve Biyoerişebilirlik Sonuçları**

| C VİTAMİNİ (mg/100g) |                 |                  |                   |
|----------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                      | Sindirim Öncesi | Sindirim Sonrası | Biyoerişebilirlik |
| Pancar Tozu          | 12±0.9          | 4±0.2            | 34                |
| Çilek Tozu           | 24±1.3          | 8±0.6            | 33                |
| Kırmızı Lahana Tozu  | 18±1.1          | 6±0.5            | 33                |
| Domates Tozu         | 23±1.3          | 7±0.6            | 30                |
| Mor Havuç Tozu       | 19±1.3          | 5±0.5            | 26                |
| Nar Çekirdeği Tozu   | 21±1.4          | 8±0.6            | 38                |

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### TARTIŞMA

Bu çalışmada altı adet meyve-sebze toz ürünleri (Pancar Tozu, Çilek Tozu, Kırmızı Lahana Tozu, Domates Tozu, Mor Havuç Tozu ve Nar Çekirdeği Tozu) ele alınarak, protein, AGE, sindirilebilirlik ve C vitamini düzeyleri ölçülüp değerlendirildi. Bu bölümde yapılan çalışmaya dair elde edilen bulguların yorumlanmasına yer verilmektedir.

#### 5.1. Protein Miktarı ve Sağlıkla İlişkilendirilmesi

Bu araştırmada altı adet farklı doğal tozlarda toplam protein içeriğine bakıldı. Sonuçlara göre örneklerimizde 100 gram başına pancar tozu 5,66 g, çilek tozu 4,63 g, kırmızı lahana tozu 6,94 g, domates tozu 6,69 g, mor havuç tozu 8,02 g, nar çekirdeği tozu 6,17 g protein içerdiği bulundu. En yüksek protein miktarı mor havuç tozunda bulunurken, en düşük protein miktarının ise çilek tozunda olduğu belirlendi.

##### 5.1.1. Pancar Tozu

Yapılan çalışmada pancar tozunda protein miktarı 5,66 g/100 g olarak bulundu. Literatürde pancar tozu ve protein ile ilgili benzer bir çalışma olmadığından karşılaştırma yapılamamaktadır.

##### 5.1.2. Çilek Tozu

Yapılan çalışmada çilek tozunda protein miktarı 4,63 g/100 g olarak bulundu. En düşük protein miktarı çilekte bulunmuştur. Literatürde daha çok taze çilek ile ilgili verilere yer verilmiş olup çilek tozuyla ilgili veriler bulunmadığından karşılaştırma yapılamamaktadır.

### **5.1.3. Kırmızı Lahana Tozu**

Yapılan çalışmada kırmızı lahana tozunda protein miktarı 6,94 g/100 g olarak bulundu. Bu çalışmada kullanılan kırmızı lahana tozunun besin etiketinde protein miktarı 10,48 g/100 g şeklinde belirtilmiştir. Yapılan bu çalışma ile paralellik göstermemektedir. Bu farklılığın nedeni analiz süresince yapılabilecek hatalardan kaynaklı olabilir.

### **5.1.4. Domates Tozu**

Yapılan çalışmada domates tozunda protein miktarı 6,69 g/100 g olarak bulundu. Literatürde benzer bir çalışma olmadığından karşılaştırmaya gidilememektedir.

### **5.1.5. Mor Havuç Tozu**

Bu çalışmada mor havuç tozunda protein miktarı 8,02 g/100 g olarak bulundu. En yüksek protein oranına mor havuç tozunda bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan mor havuç tozunun besin etiketinde 8,7 g/100 g protein içerdiği belirtilmektedir. Bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı Türkomp incelendiğinde taze mor havucun protein miktarı 0,87 g/100 g olduğu gösterilmektedir. Yapılan çalışmada ise, mor havuç tozunun oranına bakıldığında neredeyse 8-10 kat daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada ele alınan örnekler kuru meyve tozu olup Türkomp tarafından yapılan değerlendirmelerde taze meyve içerikleri incelenmiş olduğundan aralarında farklılık görüleceği aşikardır ve tam anlamıyla kıyaslama yapılamamaktadır. Ancak mor havuç tozunda protein oranının en yüksek olması sonucu; mor havuç tozunun protein yetersizlikleri durumunda destekleyici olarak kullanılabileceğini ifade etmektedir.

Bu durum özellikle büyüme ve gelişmenin fazla görüldüğü çocukluk ve ergenlik dönemindeki bireyler için avantaj olabilmektedir. Özellikle bu dönemdeki bireylerin sebze ve meyve tüketimi sınırlı olduğundan bu tarz toz ürünlerinin tercih sebebi olabileceği ve az miktarlarla ihtiyacın çoğunu karşılayabileceği düşünülmektedir. Glutensiz ürün tüketmek zorunda olan çölyak hastaların besinlerinde meyve ve sebze yan ürünlerinin eklenmesi, içerdikleri lif, protein, vitamin ve antioksidan özelliklerinden dolayı besinlerin kalitesini artırmanın bir yolu olarak kullanılmaktadır.

Besinsel değerdendirilmeye gidildiğinde ise sağlıklı beslenmede bu tozlara yer verilmesi hem kullanımlarının kolaylığı hem de içeriklerinin uygunluğu açısından değerd taşıyabileceğı düşünölmektedir. Bunlar değerdendirildiğinde mor havuç tozu protein artırıcı fonksiyonel bir besin olarak görölmektedir.

#### **5.1.6. Nar çekirdeğı tozu**

Yapılan çalışmada nar çekirdeğı tozunda protein miktarı 6,17 g/100 g olarak bulundu. Yapılan bu çalışmada kullanılan nar çekirdeğı tozunun besin etiketinde protein miktarının 12,3 g/100 g olduğı belirtilmiştir. Bu iki sonuç paralellik göstermemektedir. Bunun nedeni analiz süresinde görölebilecek hatalardan kaynaklı olabilir.

Nar çekirdeğı ve nar kabuğı tozunun fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini inceleyen başka bir araştırmada (Jalal vd., 2018) nar çekirdeğı tozunun protein miktarı %13,67 g bulunmuştur. Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında paralellik bulunmamaktadır. Yapılan çalışmadaki tozların protein miktarlarının diğerd çalışmaya göre daha düşük bulunmasının sebebi bu tozları elde etme yöntemlerindeki farklılıklara bağli olabilir.

Bourekoua ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları bir çalışmada nar çekirdeğı tozunun glutensiz ekmek üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kullandıkları nar çekirdeğı tozunun protein miktarının %5,5 g olduğı belirtilmiştir. Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında paralellik bulunmaktadır.

Yapılan başka bir çalışmada nar çekirdeğı tozu ve transglutaminaz enzimi kullanıp gluten içermeyen ekmeklerin besin değeri artırılmaya çalışılmıştır. Araştırmada %18,8 g protein içeren nar çekirdeğı tozu kullanılmıştır (Saeidi vd., 2018). Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında paralellik bulunmamaktadır. Yapılan çalışmadaki tozların protein miktarlarının diğerd çalışmaya göre daha düşük bulunmasının sebebi bu tozları elde ederken kullandıkları meyvenin farklı bölgelerde yetişmesi ve elde etme yöntemlerinin farklılığı ve süreç sırasında kayıplarına bağli olabilir.

Dib ve arkadaşları (2018) tarafından nar çekirdeğı tozunun glutensiz makarnalarda duyuusal özellikler, kimyasal bileşim ve antioksidan profil üzerine göstereceğı etki araştırılmıştır. Araştırmada %6,1 g protein içeren nar çekirdeğı tozu kullanılmıştır. Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında benzerlik dikkati çekmektedir.

Ortalama protein değerine sahip nar çekirdeği tozunun, protein açısından eksik beslenen vegan ve vejetaryen bireyler için çok iyi bir kaynak olabileceği düşünülebilir.

Fonksiyonel bir gıda olarak nar çekirdeği tozu ile kek güçlendirme ile ilgili yapılan bir çalışmada %18,62 g protein içeren nar çekirdeği tozu kullanılmıştır (Ayoubi vd., 2022). Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında paralellik bulunmamaktadır. Bu farklılığın sebebi nar çekirdeği tozunun elde edilmesi sırasında oluşan reaksiyonlar ve farklılıklara bağlı olabilir.

Harran üniversitesinde nar çekirdeğinden protein tozu üretimi ve nar çekirdeği yağının mikroenkapsülasyonunda kullanımı ile ilgili bir tez çalışması yapılmıştır. Nar ekirdeği kompozisyonuna bakıldığında %11,03 g protein bulunmuştur. (Yüce-tepe, 2020). Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında paralellik bulunmamaktadır. Yapılan çalışmada nar çekirdeği tozunun protein miktarı diğerlerine göre orta düzeyde bulunmuştur. Bu yüksek protein miktarının, dönemsel olarak protein gereksinimi artmış olan bireylerin yanı sıra ağır spor yapan ve aşırı zayıf olan bireylere protein ihtiyaçlarını karşılamada yardımcı olabileceği düşünülebilir.

alışkanlar ve arkadaşları (2024) nar ve siyah üzüm çekirdeği yan ürünlerinin yoğurt üretiminde kullanımı araştırmıştır. Çalışmada nar tanesinin protein içeriğinin yapılan çalışmaya paralel olmayarak; %37,10 g olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmadaki tozların protein miktarlarının diğer çalışmaya göre daha düşük bulunmasının sebebi bu tozların ham maddelerinin yetiştirildiği bölge ve şartları, ilaveten işlenme süreçleri sırasındaki değişiklikler kaynaklı olabilir.

## **5.2. AGE Miktarı ve Sindirilebilirlik**

AGE'in gelişimi, birçok hastalığın patofizyolojisinde yer alır ayrıca hastalığın prognozunu olumsuz yönde etkiler (Demirel ve Yıldırım, 2018).

AGE oksidatif ürün olarak oksidatif stresi ve diyabetik hastalarda mikro/makro-vasküler hastalıkları indükleyebilmektedir (Guo ve Hu, 2017). Ayrıca kan ve dokulardaki AGE seviyeleri kardiyovasküler hastalıklar ile de yakından ilişkilidir. Dolaşımda bulunan yüksek miktardaki AGE, aterosklerotik plakların oluşmasına neden olur (Özcan ve Araç, 2023).

Yapılan çalışma sonucuna göre; örneklerde sırasıyla sindirim öncesi GO miktarları ve biyoerişebilirlikleri pancar tozu  $54 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %139, çilek tozu  $58 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g; %110, kırmızı lahana tozu  $62 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g; %95, domates tozu  $51 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %108, mor havuç tozu  $57 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g; %107, nar çekirdeği tozu  $46 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %91 olarak bulundu. En düşük GO miktarı nar çekirdeği tozunda olup, en yüksek miktar kırmızı lahana tozunda bulundu. Biyoerişebilirlik oranlarını incelediğimizde ise sindirim sonrası en yüksek miktar pancar tozunda görülmektedir. Yani besini tükettikten sonra AGE oluşumunun arttığı ve teoriden daha fazla alındığı tespit edildi. Sindirim sonrası en düşük miktar ise yine nar çekirdeği tozunda görülmektedir.

Sindirim öncesi MGO miktarları ve biyoerişebilirlikleri ise pancar tozu  $24 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %92, çilek tozu  $19 \pm 1$   $\mu\text{g}/100$  g; %142, kırmızı lahana tozu  $27 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %78, domates tozu  $16 \pm 1$   $\mu\text{g}/100$  g; %119, mor havuç tozu  $28 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %79, nar çekirdeği tozu  $19 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %126 olarak bulundu. En düşük MGO miktarı domates tozunda olup, en yüksek miktar mor havuç tozunda bulundu. Biyoerişebilirlik oranlarını incelediğimizde ise sindirim sonrası en fazla biyoerişebilirlik oranıyla en yüksek çilek tozunda görülmektedir. Yani besini tükettikten sonra AGE oluşumu çilek tozunda beklenenin aksine fazla arttığı ve mor havuç tozundan daha yüksek olduğu tespit edildi. Sindirim sonrası en düşük miktar ise yine domates tozunda görülmektedir.

### 5.2.1. Meyveler

Bu çalışmada kullanılan meyve tozlarının GO analiz sonuçları ve biyoerişebilirlikleri şu şekilde çıkmıştır; çilek tozu  $58 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g; %110, nar çekirdeği tozu  $46 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %91. Çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında çilek tozunun AGE yönünden daha fazla riskli olduğu görüldü.

Bu çalışmada kullanılan meyve tozlarının MGO analiz sonuçları ve biyoerişebilirlikleri şu şekilde çıkmıştır; çilek tozu  $19 \pm 1$   $\mu\text{g}/100$  g; %142, nar çekirdeği tozu  $19 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %126. Sonuçlara bakıldığında meyveler arasında yapılan karşılaştırmada analiz sonuçları benzer olsa da biyoerişebilirlikleri dikkate alındığında çileğin oranının daha yüksek olduğu görüldü.

Yapılan çalışma sonucuna göre AGE bileşiği öncülerinden olan GO ve MGO bileşiklerinin üretiminin meyveler arasında çilek tozunda daha fazla olduğu görüldü. Bu durum AGE bileşiğinin damarlar üzerinde gösterdiği olumsuz etki nedeniyle, kalp-damar hastalıklarına sahip bireylerin beslenmesinde çilek tozunun bulunmaması gerektiğini gösterebilir.

### 5.2.2. Sebzeler

Bu çalışmada kullanılan sebze tozlarının GO analiz sonuçları ve biyoerişebilirlikleri şu şekilde çıkmıştır; pancar tozu  $54 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %139, kırmızı lahana tozu  $62 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g; %95, domates tozu  $51 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %108, mor havuç tozu  $57 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g; %107. Biyoerişebilirlik oranları dahil ederek sonuçlar incelendiğinde en yüksek oran pancar tozunda olduğu görüldü. En düşük oran ise domates tozunda görüldü.

Bu çalışmada kullanılan sebze tozlarının MGO analiz sonuçları ve biyoerişebilirlikleri şu şekilde çıkmıştır; pancar tozu  $24 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %92, kırmızı lahana tozu  $27 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %78, domates tozu  $16 \pm 1$   $\mu\text{g}/100$  g; %119, mor havuç tozu  $28 \pm 2$   $\mu\text{g}/100$  g; %79. Sonuç olarak biyoerişebilirlik oranları ile hesaplama yapıldığında aynı miktar ile en yüksek değere sahip tozlar pancar tozu ve nar çekirdeği tozudur. En düşük değer ise domates tozundadır.

Yapılan çalışma sonucuna göre AGE bileşiği öncülerinden olan GO ve MGO bileşiklerinin üretiminin sebzeler arasında pancar tozunda daha fazla olduğu görüldü. AGE bileşiği diyabet hastalığına sahip bireylerde komplikasyona neden olan en önemli etkenlerden birisidir. Diyabetli bireylerin beslenme planı hazırlanırken pancar tozunun dahil edilmemesi önerilebilir. Onun yerine besin değerini artırmak için domates tozu tercih edilebilir.

Araştırma sonucunda elde edilen tüm veriler incelendiğinde, ekzojen kaynaklı AGE alımı beslenme içerisinde önemli bir yer tutmakta ve eğer beslenme modeli AGE açısından fazla ise organizmada birden çok zararı bulunmaktadır. Pancar ve çilek tozu analizi sonucunda sindirim sonrasında biyoerişebilirlikleri %100 üzerinde olmaktadır. Diyabet ve kalp damar hastalıkları gibi AGE'nin direkt etkisi kesinleşmiş olan hastalıklarda pancar ve çilek tozu tüketmemesinin yararı olduğu düşünülebilir. Sağlık personellerinin bu konuda bilgilendirilmesi önem taşımaktadır. Bunların yerine

alternatif olarak AGE miktarı düşük olan domates tozu tüketiminin göz önüne alınması değerli bir çıkarım olabilir.

### **5.3. C vitamini Miktarı ve Sindirilebilirlik**

Antioksidanlar arasında yer alan C vitamini, vücutta bulunan tekli oksijenleri ortadan kaldırırlar ve serbest radikallerin oluşmasına engel olurlar. Bu durum oksidatif stresle ilgili oluşabilen hastalıkları taşıyan bireylerin beslenmesine antioksidan vitaminlerinin ilavesinin klinik iyileşmeyi hızlandıracağını göstermektedir (Altınar vd., 2017).

Yapılan çalışma sonucuna göre; örneklerde sırasıyla sindirim öncesi C vitamini miktarları ve biyoerişebilirlikleri pancar tozu  $12\pm0,9$  mg/100 g; %34, çilek tozu  $24\pm1,3$  mg/100 g; %33, kırmızı lahana tozu  $18\pm1,1$  mg/100 g; %33, domates tozu  $23\pm1,3$  mg/100 g; %30, mor havuç tozu  $19\pm1,3$  mg/100 g; %26, nar çekirdeği tozu  $21\pm1,4$  mg/100 g; %38 olarak bulundu. En yüksek C vitamini miktarına çilek tozu sahip iken, en düşük C vitamini miktarının pancar tozunda olduğu belirlendi. Fakat sindirim sonrası biyoerişebilirlik oranları da dikkate alındığında en yüksek miktarla çilek ve nar çekirdeği tozundan eşit miktarda fayda sağlayacağı görülmektedir. Sindirim sonrası en düşük miktar ise pancar tozunda olduğu belirlendi. Beslenmede alınan C vitamini ne kadar yüksek miktarda olursa olsun, ancak biyoerişebilirlikleri kadar vücutta kullanılabileceği sonucuna varılabilir.

#### **5.3.1. Pancar Tozu**

Yapılan çalışmada pancar tozunda C vitamini miktarı  $12\pm0,9/100$  g ve sindirilebilirlik oranı %34 olarak bulundu. En düşük C vitamini miktarı pancar tozunda bulundu. Literatürde pancar tozu ve C vitamini ile ilgili benzer bir çalışma olmadığından karşılaştırma yapılamamaktadır.

#### **5.3.2. Çilek Tozu**

Yapılan çalışmada çilek tozunda C vitamini miktarı  $4\pm1,3$  mg/100 g ve sindirilebilirlik oranı %33 olarak bulundu. En yüksek C vitamini çilek tozunda bulundu. Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı Türkomp incelendiğinde taze çilek 75,5 mg/100 g C vitamini içerdiği görülmektedir. Yapılan çalışma ile Türkomp verileri arasında, çalışmada

meyve tozu kullanıldığından, meyve ile tam bir ilişki kurulamamaktadır. Taze meyvede, çilek tozundan daha fazla C vitamini içerdiği dikkat çekmektedir.

### **5.3.3. Kırmızı Lahana Tozu**

Yapılan çalışmada kırmızı lahana tozunda C vitamini miktarı  $18 \pm 1,1$  mg/100 g ve sindirilebilirlik oranı %33 olarak bulundu. Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı Türkomp incelendiğinde kırmızı lahana 66,4 mg/100 g C vitamini içerdiği görülmektedir. İki sonuç arasında tam anlamıyla karşılaştırma yapılamayıp, taze meyve ve sebze içerisinde düşündüğümüzün aksine kuru meyve ve sebze tozlarından daha yüksek miktarda C vitamini içerdiği görülmüştür.

### **5.3.4. Domates Tozu**

Yapılan çalışmada domates tozunda C vitamini miktarı  $23 \pm 1,3$  mg/100 g ve sindirilebilirlik oranı %30 olarak bulundu. Yapılan başka bir çalışmada ekmek ve çörek gibi besinlerde domates yan ürünlerinin kullanılması değerlendirilmiştir. Domateslerin kabuğu, tohumları ve posası toz haline getirilmiştir. Araştırmada %17,68 g C vitamini içeren domates püresi tozu kullanılmıştır (Mehta vd., 2018). Buna göre yapılan çalışma ile bu çalışma arasında paralellik bulunmamaktadır. Yapılan çalışmadaki tozların C vitamini miktarlarının diğer çalışmaya göre daha yüksek bulunmasının sebebi, bu tozları elde ederken meyvenin yalnızca belirli (atık) kısımlarının kullanılmış olması olabilir. Domatesin bir bütün olarak kurutulup, toz elde edildiğinde ortaya çıkan C vitamini daha yüksektir. Skorbüt gibi C vitamini eksikliğine ve düşük bağışıklık sistemine sahip bireylerde tüketimi tercih edilebilirken, böbrek taşı gibi böbrek rahatsızlıklarına sahip bireylerde tüketimi tercih edilmemektedir.

### **5.3.5. Mor Havuç Tozu**

Bu çalışmada mor havuç tozunda protein miktarı  $19 \pm 1,3$  mg/100 g ve sindirilebilirlik oranı %26 olarak bulundu. Literatürde mor havuç tozu ile ilgili benzer çalışma olmadığından karşılaştırılmaya gidilememektedir.

### 5.3.6. Nar Çekirdeği Tozu

Bu çalışmada nar çekirdeği tozunda protein miktarı  $21\pm1,4$  mg/100 g ve sindirilebilirlik oranı %38 olarak bulundu. Nar çekirdeği tozu ile ilgili daha çok protein ile ilgili çalışmalar bulunup, C vitamini ile ilgili benzer çalışma olmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamaktadır.

C vitamini suda çözünen vitaminler arasındadır ve gerektiğinden fazla miktar alındığında dokular içerisinde bir kısmı depo edildikten sonra böbrekler aracılığıyla vücuttan atılmaktadır (Tuna, 2021). Fakat bu noktada hatırlatılmalıdır ki; böbrek taşı oluşumunda en önemli besinsel faktörler arasında C vitamini bulunmaktadır. Yüksek miktarda C vitamini alımı üriner oksalat atımını artırarak böbrek taşı oluşum riskini artırabilmektedir (İçer ve Karadağ, 2022). Ayrıca C vitamini metabolizması günlük beslenmemizde alınan dozdan etkilenmektedir. C vitamini bağırsaklarda aktif transport mekanizma ile emilmektedir. Eğer diyet ile fazla miktarda alınırsa absorpsiyon azalabilmektedir. Tam tersi durumda ise absorpsiyon kapasitesi azalabilmektedir.

Bir besinin sindirilebilirlik oranı önemlidir. Eğer bir besinin sindirilebilirlik oranı düşük ise teorik olarak C vitamini yüksek olduğunu bildiğimiz besinlerden faydalanmamız, daha düşük C vitamini içeren besinden faydalanmamızdan daha düşük olabilmektedir. Çalışmamız sonucunda çilek ve nar çekirdeği tozu arasında elde ettiğimiz sonuç gibi.

## ALTINCI BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 6.1. SONUÇ

İn vitro olarak yapılan bu çalışmada altı adet sebze-meyve tozları protein, AGE, sindirilebilirlik ve C vitamini yönünden incelendiğinde;

- En yüksek protein miktarı mor havuç tozunda bulunurken, en düşük protein miktarının ise çilek tozunda olduğu belirlendi.
- Yapılan çalışma sonucuna göre AGE bileşiği öncülerinden olan GO ve MGO bileşiklerinin üretiminin meyveler arasında çilek tozunda, sebzeler arasında pancar tozunda daha fazla olduğu görüldü. En düşük miktar ise domates tozunda olduğu görüldü.
- En yüksek C vitamini miktarına çilek tozu sahip iken, en düşük C vitamini miktarının pancar tozunda görülmüştür. Fakat sindirim sonrası biyoyerişebilirlik oranları da dikkate alındığında en yüksek miktarla çilek ve nar çekirdeği tozundan eşit miktarda yararlanabildiğimiz görülmektedir. Sindirim sonrası en düşük miktar ise pancar tozunda olduğu belirlendi.

#### 6.2. ÖNERİLER

- Protein oranı yüksek olan mor havuç tozu, protein yetersizliği hastalıklarında ergenlik ve çocukluk döneminde artan ihtiyacı, ağır spor yapıldığı dönemde ve vejetaryen ve vegan beslenen bireylerde görülebilecek ihtiyacı karşılamak amaçlı kullanılabilir.
- Diyabet ve kalp damar hastalıkları gibi AGE'nin direkt etkisi kesinleşmiş olan hastalıklarına sahip bireylerin beslenme modelinde pancar ve çilek tozuna yer verilmemesi gerektiği düşünülebilir. Sağlık personellerinin bu konuda bilgilendirilmesi önem taşımaktadır. Bunların yerine alternatif olarak AGE miktarı düşük olan domates tozu tüketiminin göz önüne alınması değerli bir çıkarım olabilir. Bu tür çalışmaların, daha fazla sebze ve meyve gruplarında yapılarak, *in vivo* çalışmalarla desteklendirilmesi sağlığa ve bilime değerli katkıda bulunabilir.

- C vitamini oranı yüksek olan ilek tozu C vitamini eksikliği hastalıklarında takviye edici gıda olarak kullanılabilir.
- Bu tip, in vitro çalışmalara destek verebilecek gıda firmaları ve bilimsel laboratuvarlar ile sürdürölmesi, bilimin gelişimi açısından oldukça önemlidir.



## KAYNAKÇA

- “Türkomp: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı.” T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkomp | Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, [Online] [www.turkomp.gov.tr/about](http://www.turkomp.gov.tr/about). (Erişim tarihi: 04.03.2024)
- Abramowitz, C., Deutch, A., Shamsian, E., Musheyev, Y., Ftiha, F., Burnstein, S., & Deutsch, A. L. (2022). Red Cabbage: A Novel Treatment for Periductal Lactational Mastitis. *Cureus*, 14(12).
- Abrams, D., Metcalf, D., & Hojjatie, M. (2014). Determination of Kjeldahl nitrogen in fertilizers by AOAC official method SM 978.02: Effect of copper sulfate as a catalyst. *Journal of AOAC International*, 97(3), 764-767.
- Afrin, S., Gasparrini, M., Forbes-Hernandez, T. Y., Reboredo-Rodriguez, P., Mezzetti, B., Varela-López, A., ... & Battino, M. (2016). Promising health benefits of the strawberry: a focus on clinical studies. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(22), 4435-4449.
- Akaberi, M., Boghrati, Z., Sahebkar, A., & Emami, S. A. (2021). Therapeutic Potential of Pomegranate in Metabolic Disorders. *Advances in experimental medicine and biology*, 1328, 421–440. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-73234-9\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73234-9_28)
- Ali, M. N. (2023). Ascorbic acid content evaluation and regulation in strawberry germplasm (Doktora Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ali, M. N., Prasad, S. G., & Singh, M. (2016). Functional, antioxidant and sensory qualities of ice-cream from pomegranate seed powder. *Asian Journal of Chemistry*, 28(9), 2013.
- Altınar, A., Atalay, H., & Bilal, T. (2017). Bir antioksidan olarak E vitamini. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 149-157.
- Amini, L., Chekini, R., Nateghi, M. R., Haghani, H., Jamialahmadi, T., Sathyapalan, T., & Sahebkar, A. (2021). The effect of combined vitamin C and vitamin E supplementation on oxidative stress markers in women with endometriosis: a randomized, triple-blind placebo-controlled clinical trial. *Pain Research and Management*, 2021, 1-6.

- Aslan, M., Olcay, N., Ertas, N., & Demir, M. K. (2023). Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(01), 103-112.
- Atınç, M., & Kalkan, İ. (2018). Flavonoidler ve sağlık üzerine etkileri. *Aydın Gastronomy*, 2(1), 31-38.
- Ayoubi, A., Balvardi, M., Akhavan, H. R., & Hajimohammadi-Farimani, R. (2022). Fortified cake with pomegranate seed powder as a functional product. *Journal of Food Science and Technology*, 1-9.
- Aziz, M. G., Yusof, Y. A., Blanchard, C., Saifullah, M., Farahnaky, A., & Scheiling, G. (2018). Material properties and tableting of fruit powders. *Food Engineering Reviews*, 10, 66-80.
- Baltacıoğlu, C., Keskin, O., Baltacıoğlu, H., & Ağçam, E. (2024). Encapsulation and drying methods in the production of powdered red cabbage (*Brassica oleracea* L.): Chemometrics and Fourier transform infrared spectroscopy. *Food science and technology international = Ciencia y tecnologia de los alimentos internacional*, 10820132241238261.
- Bayram, Y., Torlak, Y., & Sağdıç, O. (2019). Üvez meyvesinin antioksidan aktivitesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 933-939.
- Beceren, Y. (2021). Piyasada satılan bebek bisküvilerinde bulunan C vitamininin in vitro ortamda biyoerişilebilirliğinin incelenmesi (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Beyhan, Y., & Taş, V. (2019). Mental sağlık ve beslenme. *Zeugma Health Res*, 1(1), 31-36.
- Bilen, F. D. (2015). Kara Havuç (*daucus Carota*) Posa ve Kabuğunun Polifenol Kapasitesinin ve İn Vitro Biyoyararlılığının İncelenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bourekoua, H., Rózyło, R., Gawlik-Dziki, U., Benatallah, L., Zidoune, M. N., & Dziki, D. (2018). Pomegranate seed powder as a functional component of gluten-free bread (Physical, sensorial and antioxidant evaluation). *International journal of food science & technology*, 53(8), 1906-1913.

- Buko, V., Zavodnik, I., Kanuka, O., Belonovskaya, E., Naruta, E., Lukivskaya, O., ... & Sybirna, N. (2018). Antidiabetic effects and erythrocyte stabilization by red cabbage extract in streptozotocin-treated rats. *Food & function*, 9(3), 1850-1863.
- Cebeci, E., & Hancı, F. (2017). Mor havuta (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef) kendilemenin tohum verim ve kalitesine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 99-102.
- Claudio, S. R., Gollucke, A. P. B., Yamamura, H., Morais, D. R., Bataglioni, G. A., Eberlin, M. N., ... & Ribeiro, D. A. (2016). Purple carrot extract protects against cadmium intoxication in multiple organs of rats: Genotoxicity, oxidative stress and tissue morphology analyses. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 33, 37-47.
- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., & Stevenson, E. J. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7(4), 2801-2822.
- Cumhur, A. M. (2021). Sebze tozu eklenmiş hazır abuk erişte retimi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- ağındı, ., Yeyinli, N., Ceren, İ. N. C. E., Dedeoğlu, M., & Ergun, K. . S. E. (2022). Covid-19 Hastalığını nlemede Kullanılan Takviye Edici Gıdalar ve Sağlık zerine Etkileri. *Gıda*, 47(2), 183-198.
- alışkanlar, S., Saygılı, D., Karagözlü, N., & Karagözlü, C. (2024). Utilization of pomegranate and black grape seed by-products in yogurt production: Effects on phenolic compounds and antioxidant activity. *Food Science & Nutrition*, 12(2), 1170-1179.
- elik, F., Gündoğdu, M., & Zenginbal, H. (2019). Bazı nar genotiplerine ait meyvelerin organik asit ve C vitamini profili. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(3), 489-495.
- eliktopuz, E., & zekici, B. (2020). ilek meyve ve yaprak mikro besin elementlerinin farklı sulama seviyeleri ile biyo-aktivatör uygulamasına tepkileri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 30(1), 18-29.

- Çetiner, M., & Bilek, S. E. (2018). Bitkisel protein kaynakları. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(2), 111-126.
- Çiğdem, B. (2019). Kırmızı pancardan ultrasound ön uygulamalı protein izolatu eldesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çil, O., Erdem, F., & Aday, M. S. (2020). Nar (*Punica Granatum*): Sağlığa Yararı, Ekonomik Değeri ve Hasat Sonrası Muhafaza Metotları. Gıda/The Journal Of Food, 45(5).
- Dams, S., Holasek, S., Tsiountsioura, M., Malliga, D. E., Meier-Allard, N., Poncza, B., ... & Lamprecht, M. (2019). An encapsulated fruit, vegetable and berry juice powder concentrate increases plasma values of specific carotenoids and vitamins. International Journal for Vitamin and Nutrition Research.
- Demirboğa, G. (2016). Tokat koşullarında kırmızı lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. Rubra) yetiştiriciliği için uygun ekim zamanı ve çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. / A research on determining of suitable growing periods and varieties of red cabbage in Tokat conditions (Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Demirel, Y., & Yıldırım, H. (2018). İleri glikasyon son ürünleri ve böbrek hastalıkları. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(1), 210-217.
- Dias, M. C., Pinto, D. C., & Silva, A. M. (2021). Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity. Molecules, 26(17), 5377.
- Dib, A., Kasprzak, K., Wójtowicz, A., Benatallah, L., Waksmundzka-Hajnos, M., Zidoune, M. N., ... & Oniszcuk, A. (2018). The effect of pomegranate seed powder addition on radical scavenging activity determined by TLC–DPPH test and selected properties of gluten-free pasta. Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 41(6), 364-372.
- Durmuş, M., Yetgin, Ö., Abed, M. M., Haji, E. K., & Akcay, K. (2018). Domates bitkisi, besin içeriği ve sağlık açısından değerlendirmesi. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 1(2), 59-74.
- Erafşar, F. K. (2020). Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L. var. vulgaris) püresinin köpük kurutma yöntemiyle kurutulması (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-57).

- Ergin, S. Ö. (2019). Nar meyvesi (*Punica granatum* L.) ile farklı nar ürünlerinin antioksidan özellikleri. *Akademik Gıda*, 17(2), 243-251.
- Erim, B. (2019). Üniversite öğrencilerinde tahmini'ileri glikasyon son ürünleri (AGE)'alım düzeylerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı).
- Erim, B. Ergene, E., & Hecer, C. (2022). Besin Hazırlama ve Pişirme Yöntemlerinin İleri Glikasyon Son Ürünleri Üzerine Etkisi. *Aydın Gastronomy*, 6(2), 275-281.
- Erten, E. (2023). Kırmızı Lahananın (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) Parşömen Üretiminde Doğal Boyar Madde Olarak Kullanımının Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Gezici, S., & Şekeroğlu, N. (2022). Alzheimer Hastalığının Gelişimsel Sürecinde ve Tedavisinde Potansiyel Öneme Sahip Tıbbi Bitkiler ve Fitokimyasallar. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 42(2), 121-133.
- Ghareaghajlou, N., Hallaj-Nezhadi, S., & Ghasempour, Z. (2021). Red cabbage anthocyanins: Stability, extraction, biological activities and applications in food systems. *Food Chemistry*, 365, 130482.
- Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Alvarez-Suarez, J. M., Afrin, S., Bompadre, S., ... & Battino, M. (2015). Strawberry as a health promoter: an evidence based review. *Food & function*, 6(5), 1386-1398.
- Gorecki, P., Burke, D. L., Chapple, I. L., Hemming, K., Saund, D., Pearson, D., ... & Dietrich, T. (2018). Perioperative supplementation with a fruit and vegetable juice powder concentrate and postsurgical morbidity: A double-blind, randomised, placebo-controlled clinical trial. *Clinical Nutrition*, 37(5), 1448-1455.
- Gök, N. (2023). Domates Pas Akarı *Aculops Lycopersici* (Masse), (Acarına: *Eriophyidae*)'nin Farklı Domates Çeşitleri ile Konukçu İlişkileri ve Önemli Bir Avcı *Phytoseiid* Türü ile Biyolojik Savaşım Olanaklar (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Gökkaya Kılıç, Z., Arslanyılmaz, M., Attila, S., & Bağcı Bosi, T. (2015). Sağlıklı Beslenme. HUTF Halk Sağlığı AD. Toplum Eğitim Sunumları.
- Guo, H., & Xu, Y. (2017). Role of advanced glycation end products in the progression of diabetes mellitus. *Glob J Obes Diabetes Metab Syndr*, 4(1), 024-35.
- Guo, W., Kim, S. H., Wu, D., Li, L., Ortega, E. F., Thomas, M., ... & Meydani, M. (2021). Dietary fruit and vegetable supplementation suppresses diet-induced atherosclerosis in LDL receptor knockout mice. *The Journal of Nutrition*, 151(4), 902-910.)
- Güldane, M. (2023). Doğal Biyoaktif Sebze Özütlerinin Beze Özelliklerine Etkisi. *Gıda*, 48(5), 1047-1059.
- Gürkaynak, D. (2021). Zengin Antioksidan Kaynağı: Flavonoid.
- Güvenç İ, 2017. Sebzecilik: Temel Bilgiler, Muhafaza ve Yetiştiricilik. Nobel Yayınları, S: 288.
- Hacıbektaşoğlu, F. (2019). Kırmızı pancarın dondurma üretiminde kullanım imkânları üzerine bir araştırma (Master's thesis, Gümüşhane Üniversitesi).
- Hülya, G. Ü. L., Hayıt, F., Bedia, Ö. Z. E. R., & Sultan, A. C. U. N. (2021). Kırmızı Pancar Ununun Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1166-1173.
- İçer, M., & Karadağ, G. (2022). Böbrek Hastalıklarında C Vitaminin Rolü. *Sağlık Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-I*.
- Jalal, H., Pal, M. A., Ahmad, S. R., Rather, M., Andrabi, M., & Hamdani, S. (2018). Physico-chemical and functional properties of pomegranate peel and seed powder. *J. Pharm. Innov*, 7(4), 1127-1131.
- Jones, D. B. (1941). Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein, United States Department of Agriculture Washington DC, Circular No 183, August 1931, Rev. February, USA.
- Kall, M. A., & Andersen, C. (1999). Improved method for simultaneous determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid, isoascorbic acid and dehydroisoascorbic acid in food and biological samples. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 730(1), 101-111.

- Kanbir, B. (2021). Türk mutfağındaki bazı yemeklerin besin değerlerinin pişirme kayıpları faktörleri ve protein kalite indeksi kullanılarak teorik olarak hesaplanması (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Kara, S. H. (2021). Paketli içecek ürünlerinde c vitamini düzeyinin yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenmesi (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Karataş, D., Dıraman, H., Güner, S., & Ekiz Ünsal, T. (2023). Bir Çeşni Kaynağı Olarak Kırmızı Pancar Sirkesi: Üretimi ve Özellikleri. Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi/Journal of Halal and Ethical Research.
- Kasım, R., & Kasım, M. U. (2019). Renkli Meyve ve Sebzelerin Bileşimi ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. CİLT 3, 31.
- Kızılaslan, Y. (2020). Siyez unu ile üretilen bebe bisküvilerinde protein ve karbonhidrat sindirilebilirliğinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı).
- Köseoğlu, S. Z. A. (2019). Bazı tahıl ürünlerinin protein kalite indeksinin protein sindirilebilirliği–düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS) metodu ile belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17), 477-482.
- Lee, W. T., Weisell, R., Albert, J., Tomé, D., Kurpad, A. V., & Uauy, R. (2016). Research Approaches and Methods for Evaluating the Protein Quality of Human Foods Proposed by an FAO Expert Working Group in 2014. The Journal of nutrition, 146(5): 929–932. <https://doi.org/10.3945/jn.115.222109>
- Li, Y., Wang, H., Zhang, Y., & Martin, C. (2018). Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites?. Plant Cell Reports, 37, 1443-1450.
- Liu, Z., Liang, T., & Kang, C. (2023). Molecular bases of strawberry fruit quality traits: Advances, challenges, and opportunities. Plant Physiology, 193(2), 900-914.
- Lorenzoni, G., Minto, C., Vecchio, M. G., Zec, S., Paolin, I., Lamprecht, M., ... & Gregori, D. (2019). Fruit and vegetable concentrate supplementation and

- cardiovascular health: A systematic review from a public health perspective. *Journal of clinical medicine*, 8(11), 1914.
- Lökoğlu, N. (2019). Mor havuçlarda (*daucus carota* l.) tohumluk köklerin depolanma şekillerinin, iriliklerinin ve dikim aralıklarının tohum verim ve kalitesine etkisi.
- Ma, B., Rodriguez, R. D., Bogatova, E., Ruban, A., Turanov, S., Valiev, D., & Sheremet, E. (2019). Non-invasive monitoring of red beet development. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 212, 155-159.
- Majzoobi, M., Poor, Z. V., Jamalian, J., & Farahnaky, A. (2016). Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1369-1377.
- Maphetu, N., Unuofin, J. O., Masuku, N. P., Olisah, C., & Lebelo, S. L. (2022). Medicinal uses, pharmacological activities, phytochemistry, and the molecular mechanisms of *Punica granatum* L.(pomegranate) plant extracts: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 153, 113256.
- Mehta, D., Prasad, P., Sangwan, R. S., & Yadav, S. K. (2018). Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: Improvement in physicochemical properties and shelf life stability. *Journal of food science and technology*, 55(7), 2560-2568.
- Mengstie, M. A., Chekol Abebe, E., Behaile Teklemariam, A., Tilahun Mulu, A., Agidew, M. M., Teshome Azezew, M., Zewde, E. A., & Agegnehu Teshome, A. (2022). Endogenous advanced glycation end products in the pathogenesis of chronic diabetic complications. *Frontiers in molecular biosciences*, 9, 1002710. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.1002710>
- Merdol, T. K. (2016). Beslenme ve diyetetik biliminin dünü, bugünü ve geleceği. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-5.
- National Institutes of Health. (2017). Fact sheet for health professionals. Natl. Institutes Heal. Off. Diet. Suppl. Available online <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional>.

- Nemli, E. (2021). Improving The Bioaccessibility of Tomato Pomace Bioactives by Excipient Emulsionin Bread and Tomato Sauce Samples (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Neslihan, O. N. U. R., Sarper, F., & Fatih, O. N. U. R. (2017). Farklı sosyo-ekonomik düzeydeki ailelerin sebze-meyve tüketim durumları. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 5(1), 105-123.
- Newerli-Guz, J., Śmiechowska, M., Drzewiecka, A., & Tylingo, R. (2023). Bioactive ingredients with health-promoting properties of strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne). *Molecules*, 28(6), 2711.
- Özbahçali, G., & Aslantaş, R. (2015). Bazı çilek çeşitleri (*fragaria x ananassa* Duch.)'nin erzurum ekolojisindeki performanslarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(2), 75-84.
- Özcan, B., & Araç, F. Ö. Ö. (2023). İleri Glikasyon Ürünleri ve Kardiyovasküler Hastalıklar ile İlişkisi. *Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar* XIV, 111.
- Özcan, K., & Bilek, S. E. (2018). Kırmızı pancardan renk maddesi üretimi ve stabilitesinin sağlanması. *Akademik Gıda*, 16(4), 439-449.
- Özcan, M. (2018). Renklerin Tüketimde ve Sağlıkta Önemi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(3), 83-88.
- Özcan, T., & Baysal, S. (2016). Vejetaryen beslenme ve sağlık üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(2), 101-116.
- Özdemir, B. (2020). Gastronomi Akimlerinde Sağlıklı Mor Yiyecekler. *GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics*, 3(1), 16-30.
- Pérez, M. B., Carvajal, S., Beretta, V., Bannoud, F., Fangio, M. F., Berli, F., ... & Cavagnaro, P. F. (2023). Characterization of Purple Carrot Germplasm for Antioxidant Capacity and Root Concentration of Anthocyanins, Phenolics, and Carotenoids. *Plants*, 12(9), 1796.
- Phuong-Nguyen, K., McNeill, B. A., Aston-Mourney, K., & Rivera, L. R. (2023). Advanced Glycation End-Products and Their Effects on Gut Health. *Nutrients*, 15(2), 405. <https://doi.org/10.3390/nu15020405>

- Pinto, A., Daly, A., Rocha, J. C., Ashmore, C., Evans, S., Jackson, R., ... & MacDonald, A. (2022). Impact of fruit and vegetable protein vs. milk protein on metabolic control of children with phenylketonuria: a randomized crossover controlled trial. *Nutrients*, 14(20), 4268.
- Promsong, A., Chung, W. O., Satthakarn, S., & Nittayananta, W. (2015). Ellagic acid modulates the expression of oral innate immune mediators: potential role in mucosal protection. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 44(3), 214-221.
- Puneeth, H. R., & Chandra, S. S. P. (2020). A review on potential therapeutic properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.). *Plant Science Today*, 7(1), 9-16.
- Rani, S., Singh, A., & Kumar, P. (2021). Evaluation of nutritional facts and health benefits of red cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra). *The Journal of Rural and Agricultural Research*, 21, 37-39.
- Saeidi, Z., Nasehi, B., & Jooyandeh, H. (2018). Optimization of gluten-free cake formulation enriched with pomegranate seed powder and transglutaminase enzyme. *Journal of food science and technology*, 55(8), 3110-3118.
- Sağlık, Z. (2021). Çözülebilir (instant) kahve ürünlerinde ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE) biyoerişilebilirliğinin belirlenmesi (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Salazar, J. K., Fay, M., Qi, Y., & Liggins, G. (2022). Growth Kinetics of *Listeria monocytogenes* on Cut Red Cabbage. *Journal of Food Protection*, 85(8), 1128-1132.
- Salwe, K. J., Sachdev, D. O., Bahurupi, Y., & Kumarappan, M. (2015). Evaluation of antidiabetic, hypolipidemic and antioxidant activity of hydroalcoholic extract of leaves and fruit peel of *Punica granatum* in male Wistar albino rats. *Journal of natural science, biology, and medicine*, 6(1), 56.
- Selen, A. K. A. N., Taşkın, M. B., Horzum, Ö., & Hanife, A. K. Ç. A. (2022). Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama sürecinde besin elementi konsantrasyonlarına etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 115-124.

- Seyed Hashemi, M., Namiranian, N., Tavahen, H., Dehghanpour, A., Rad, M. H., Jam-Ashkezari, S., ... & Hashempur, M. H. (2021). Efficacy of pomegranate seed powder on glucose and lipid metabolism in patients with type 2 diabetes: a prospective randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Complementary Medicine Research*, 28(3), 226-233.
- Song, Q., Liu, J., Dong, L., Wang, X., & Zhang, X. (2021). Novel advances in inhibiting advanced glycation end product formation using natural compounds. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 140, 111750.
- Şenocak, E. (2016). Halk Anlatı Ve İnanışlarında Mitolojik Bir Meyve: Nar. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 4(8), 228-251.
- Şeyhahmet, A. (2023). Kırmızı lahananın (*brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi üzerinde pH ve ekstraksiyon süresinin etkisi (Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Şimşek, F., & Esmer, Ö. K. (2017). Taze Doğranmış Kırmızılahananın (Türk Dil Kurumu Sözlüğüne göre kırmızılaha bitişik yazılıyor) Raf Ömrünün Analitik ve Matematiksel Olarak Belirlenmesi. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 5(4), 425-434.
- Thangthaeng, N., Poulouse, S. M., Gomes, S. M., Miller, M. G., Bielinski, D. F., & Shukitt-Hale, B. (2016). Tart cherry supplementation improves working memory, hippocampal inflammation, and autophagy in aged rats. *Age*, 38(5-6), 393-404.
- Toker, C. (2021). Kırmızı Pancar.
- Tomar, O., & Yıldırım, G. (2019). Antimicrobial effect of red beet (*Beta vulgaris* var. *Cruenta Alef.*) on some foodborne pathogens. *Turkish J. Agriculture Food Sci. Technol*, 7, 54-60.
- Tuna, B. H. (2021). Gıda takviyelerinde bulunan C vitamininin in vitro biyoerişebilirliğinin belirlenmesi (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).

- Turp, G., Kazan, H., & Ünübol, H. (2016). Sosis üretiminde doğal renk maddesi ve antioksidan olarak kırmızı pancar tozu kullanımı. *Celal Bayar University Journal of Science*, 12(2).
- Türköz, B., Bardakçı, M. S., Bıyıklı, A., & Karacabey, E. (2022). Tarımsal Bir Atık Olan Havuç Yaprağının Bitki Çayı Olarak Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(3), 1076-1083.
- Uçarcan, Ş. (2023). Alüminyum ile İndüklenen Alzheimer Modelinde Çinko Oksit Nanopartiküllerinin ve C Vitamininin Etkileri. (Doktora Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Ulusoy, A. (2019). Karayemiş (*Prunus laurocerasus*), siyah havuç (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.), güvem (*Prunus spinosa*) ve ahududu (*Rubus idaeus*) kullanılarak üretilen kombucha çaylarının antioksidan aktivitelerinin araştırılması ve antosiyanin miktarının belirlenmesi (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Ülger, T. G., Songur, A. N., Çırak, O., & Çakıroğlu, F. P. (2018). Role of vegetables in human nutrition and disease prevention. *Veg. Importance Qual. Veg. Hum. Health*, 7-32.
- Van Gorkom, G. N., Lookermans, E. L., Van Elssen, C. H., & Bos, G. M. (2019). The effect of vitamin C (ascorbic acid) in the treatment of patients with cancer: a systematic review. *Nutrients*, 11(5), 977.
- Vats, S., Bansal, R., Rana, N., Kumawat, S., Bhatt, V., Jadhav, P., ... & Deshmukh, R. (2022). Unexplored nutritive potential of tomato to combat global malnutrition. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(4), 1003-1034.
- Vučić, V., Grabež, M., Trchounian, A., & Arsić, A. (2019). Composition and potential health benefits of pomegranate: a review. *Current pharmaceutical design*, 25(16), 1817-1827.
- Watt, B. K., & Merrill, A. L. (1975). Composition of foods: raw, processed, prepared (No. 8). Consumer and Food Economics Institute, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Yahşi, Y. (2022). Bitkisel kaynaklı protein ve probiyotik ile zenginleştirilmiş meyve ve sebze bazlı içeceklerin geliştirilmesi (Master's thesis, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Yalçın, E., & Rakıcıoğlu, N. (2022). Besinlerde Oluşan İleri Glikasyon Son Ürünlerine Polifenollerin Etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 50(2), 66-75.
- Yaman, M. (2021). İleri glikasyon son ürünlerinin (ages) öncüllerinin in Vitro biyoerişilebilirliklerinin bazı gıdalarda belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 598-604.
- Yenisolak, Ö., Geyik, B., Mihricihan, M., Damaksız, M., & Çetin, İ. (2022). Meyvelerin C Vitamini Miktarını Ölçen Bir Düzenek: Cvitör. *International Journal Of Social Humanities Sciences Research*, 9(85), 1335-1344.
- Yılmaz, K. A. Y. A., Faten, A. R., Arvas, Y. E., & Durmuş, M. (2018). Domates Bitkisi ve in Vitro Mikro Çoğaltımı (Tomato Plant and Its In Vitro Micropropagation). *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*, 3(1), 57-73.
- Yusuf, E., Tkacz, K., Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., & Nowicka, P. (2021). Analysis of chemical compounds' content in different varieties of carrots, including qualification and quantification of sugars, organic acids, minerals, and bioactive compounds by UPLC. *European Food Research and Technology*, 247, 3053-3062.
- Yusufoğlu, B., Yaman, M., & Karakuş, E. (2020). Determination of the most potent precursors of advanced glycation end products in some high-sugar containing traditional foods using high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14708.
- Yücepete, M. (2020). Nar Çekirdeğinden Protein Tozu Üretimi ve Nar Çekirdeği Yağının Mikroenkapsülasyonunda Kullanımı (Doctoral Dissertation).
- Zhang, N., & Jing, P. (2023). Red Cabbage Anthocyanins Attenuate Cognitive Impairment By Attenuating Neuroinflammation and Regulating Gut Microbiota in Aging Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(41), 15064-15072.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Melek ÇOBAN

Doğum Tarihi : 07.10.1999

Doğum Yeri : İstanbul

### A. EĞİTİM

| Derece        | Bölüm/Program                 | Üniversite                            | Yıl       |
|---------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Lisans        | Beslenme ve Diyetetik         | İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi | 2017-2021 |
| Yüksek Lisans | Beslenme ve Diyetetik (Tezli) | İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi | 2021-2024 |