



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BAZI *ALLIUM* GRUBU SEBZELERİN FERMENTE
EDİLMESİYLE ANTIPLATELET ETKİNLİĞİNDE VE
ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİMLERİN *IN VITRO* OLARAK İNCELENMESİ**

Taha Gökmen ÜLGER

**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU**

**ANKARA
2022**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI *ALLIUM* GRUBU SEBZELERİN FERMENTE
EDİLMESİYLE ANTIPLATELET ETKİNLİĞİNDE VE
ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİMLERİN *IN VITRO* OLARAK İNCELENMESİ**

Taha Gökmen ÜLGER

**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU**

**ANKARA
2022**

Etik Beyan

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Bazı *Allium* Grubu Sebzelerin Fermente Edilmesiyle Antiplatelet Etkinliğinde ve Antioksidan Kapasitesinde Meydana Gelen Değişimlerin *In Vitro* Olarak İncelenmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Taha Gökmen ÜLGER

Tarih:

İmza:

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalında Taha Gökmen ÜLGER tarafından
Hazırlanan “Bazı *Allium* Grubu Sebzelerin Fermente Edilmesiyle Antiplatelet
Etkinliğinde ve Antioksidan Kapasitesinde Meydana Gelen Değişimlerin *In
Vitro* Olarak İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA
TEZİ olarak OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 29.03.2022

İmza

Prof. Dr. Metin Saip SÜRÜCÜOĞLU

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr. Muhittin TAYFUR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye

İmza

Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU

Ankara Üniversitesi

Üye

İmza

Prof. Dr. Aslı UÇAR

Ankara Üniversitesi

Üye

İmza

Doç. Dr. Hülya YARDIMCI

Ankara Üniversitesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
yönetim kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Fügen AKTAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Allium</i> Sebzelerinin Genel Özellikleri, Üretimi ve Tüketimi	2
1.2. Nutrasötik Pazarında <i>Allium</i> Sebzelerinin Yeri	3
1.3. Soğan ve Sarımsağın Besin Değeri	5
1.3.1. Soğanın Besinsel Bileşimi	6
1.3.2. Sarımsağın Besinsel Bileşimi	7
1.4. Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunu ve Antioksidan Kapasitesini Etkileyen Uygulamalar	8
1.4.1. Hasat Öncesi Uygulamaların Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler	8
1.4.2. Depolama Koşullarının Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler	10
1.4.3. Farklı Isıl İşlemlerin ve Pişirme Tekniklerinin Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler	13
1.4.4. Fermantasyonun Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler	19
1.5. Soğan ve Sarımsağın Plateletler Üzerine Fonksiyonel Etkileri	29
1.6. Soğan ve Sarımsağın Plateletler Üzerine Fonksiyonel Etkilerini Değiştiren Uygulamalar	31
2. GEREÇ ve YÖNTEM	34
2.1. Sarımsak ve Soğanların Temini	34
2.2. Sarımsak ve Soğanların Fermantasyonu	35
2.3. Sarımsak ve Soğanların Liyofilizasyonu	35
2.4. Ekstraktların Hazırlanması	36
2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini	37
2.6. Antioksidan Aktivite Tayini	37
2.6.1. DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini	38
2.6.2. ABTS Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini	39
2.7. pH Tayini	39
2.8. Katılımcılardan Kan Örneklerinin Alınması	40
2.9. Antiplatelet Aktivite Tayini	40
2.10. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	41
3. BULGULAR	43
3.1. Fermantasyon İşlemine Bağlı Renk Değişikliği	43
3.2. Fermantasyon İşlemine Bağlı Ağırlık Değişimi	44
3.3. Fermantasyon İşlemine Bağlı pH Değişimi	45

3.4. Fermantasyon İşlemine Bağlı Toplam Fenolik Madde İçeriğindeki Değişimler	46
3.5. DPPH Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Sonuçları	47
3.6. ABTS Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Sonuçları	49
3.7. Antiplatelet Aktivite Sonuçları	51
4. TARTIŞMA	55
4.1. Ağırlık ve pH Değerindeki Azalmalar, Renk Değişikliği	55
4.2. Toplam Fenolik Madde İçeriğindeki Değişimler	56
4.3. Antioksidan Aktivitedeki Değişimler	58
4.4. Antiplatelet Etkinlikteki Değişimler	62
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	68
ÖZET	72
SUMMARY	73
KAYNAKLAR	74
EKLER	87
Ek-1. Gönüllü Onam Formu	86
Ek-2. Etik Kurul Onayı	87
Ek-3. Deneyde Kullanılan Kimyasal Malzemeler, Cihaz ve Ekipmanlar	88
ÖZGEÇMİŞ	89

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, eğitimin temel unsurlarından birinin şefkat ve sevgi olduğunu öğreten çok değerli hocam Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU başta olmak üzere lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma,

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesindeki katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi Üyeleri Prof. Dr. Aslı UÇAR'a ve Prof. Dr. Muhittin TAYFUR'a,

Yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen arkadaşım Uzm. Dyt. Murat ALTAN'a,

Analizlerdeki katkılarından dolayı Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel, Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına,

Ve son olarak bütün sıkıntılı zamanlarımda beni yalnız bırakmayan ve hep destek olan eşim Sevil ÜLGER'e ve hayatımın en büyük neşeleri kızlarım Asya ÜLGER'e ve Cemre ÜLGER'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

SİMGE ve KISALTMALAR

ABTS	2,2- azinobis 3-etilbenzothiazolin-6-sülfonik asit diamonyum tuzu
DPPH	2,2 difenil-1-pikrilhidrazil
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GSH-Px	Glutasyon peroksidaz
MDA	Malondialdehit
ORAC	Oksijen radikali temizleme aktivitesi
SOD	Süperoksit dismutaz
TBARS	Tiyobarbitürik asit reaktif madde
TBS	TRİS tamponlu salin
TRİS	Trihidroksimetil amino metan
Trolöks	6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLER

- Şekil 2.1.** Çalışmada Kullanılan Soğan ve Sarımsak Örnekleri 35
- Şekil 2.2.** Liyofilize Edilmiş Soğan ve Sarımsak Örneklerine Ait Fotoğraflar 36
- Şekil 3.1.** Fermantasyon Sonrası Soğan ve Sarımsak Örneklerine Ait Fotoğraflar 43
- Şekil 3.2.** Soğan ve Sarımsak Örneklerinde Fermantasyon Öncesi ve Sonrasına İlişkin Ağırlık Bilgileri 44
- Şekil 3.3.** Soğan ve Sarımsak Örneklerinde Fermantasyon Öncesi ve Sonrasına İlişkin pH Bilgileri 45
- Şekil 3.4.** Soğan ve Sarımsak Örneklerinin Fermantasyon Öncesi ve Sonrasında Toplam Fenolik Madde İçerikleri 47
- Şekil 3.5.** Soğan ve Sarımsak Örneklerinin Fermantasyon Öncesi ve Sonrasında DPPH Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Değerleri 49
- Şekil 3.6.** Soğan ve Sarımsak Örneklerinin Fermantasyon Öncesi ve Sonrasında ABTS Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Değerleri 50
- Şekil 3.7.** Sarımsak ve Soğanların Fermantasyon Öncesi ve Sonrasında Agregasyon İnhibisyon Değerleri (2,5 mg Numune/mL Tam Kan) 52
- Şekil 3.8.** Sarımsak ve Soğanların Fermantasyon Öncesi ve Sonrasında Agregasyon İnhibisyon Değerleri (5 mg Numune/mL Tam Kan) 54

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Sarımsak ve Soğanların Toplam Fenolik Madde İçeriğinde Grup İçi ve Gruplar Arası Farklılıklar	46
Çizelge 3.2. Sarımsak ve soğanların DPPH Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Değerlerinde Grup İçi ve Gruplar Arası Farklılıklar	48
Çizelge 3.3. Sarımsak ve Soğanların ABTS Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Değerlerinde Grup İçi ve Gruplar Arası Farklılıklar	50
Çizelge 3.4. Sarımsak ve Soğanların Agregasyon İnhibisyon Değerlerinde (%) Grup İçi ve Gruplar Arası Farklılıklar	53



1. GİRİŞ

Allium grubu sebzeler duyuşal karakteristik özelliklerinin yanı sıra sahip oldukları fonksiyonel etkileri ile de dünya mutfağında önemli bir yere sahiptir. Neolitik çağdan beri insanlar tarafından hem gıda hem de şifalı bitkiler olarak kullanılan *Allium* sebzelerinin en yaygın üretilen ve tüketilen üyeleri soğan (*Allium cepa*) ve sarımsaktır (*Allium sativum*). Günümüzde beslenme alışkanlıklarının değişmesi, besin sanayisinin farklılaşması ve geleneksel/tamamlayıcı tıp uygulamalarına yönelimin artması nedeniyle bu gruptaki sebzeler bilinen çiğ formlarının dışında farklı endüstriyel formlarda da tüketilebilmektedir. Güncel popüler tüketim formları arasında ise en çok siyah soğan ve siyah sarımsak preparatları dikkat çekmektedir.

Yüksek sıcaklık (70-75 °C) ve nem ortamında (%90) herhangi bir katkı maddesi kullanılmadan çiğ soğan ve sarımsağın fermente edilmesi ile üretilen siyah soğan ve siyah sarımsak, artan farkındalıkla birlikte dünya pazarında en hızlı büyüyen sağlık odaklı gıda ürünleri olmuştur (Bae ve ark., 2012 ve Ryu ve Kang, 2017). Siyah soğan ve siyah sarımsağın üretim sürecinde bu sebzelerin kimyasal ve duyuşal yapısı değiştiği gibi fonksiyonel etkinliğinde de birtakım değişiklikler meydana gelir. Fermantasyon işlemleri ile *Allium* grubu sebzelerin primer, sekonder metabolit içeriğindeki değişimlerin ve duyuşal özelliklerindeki değişimlerin incelendiği çalışmalara literatürde rastlansa da, bu gruptaki sebzelerin bazı fonksiyonel etkilerindeki değişimlerin incelendiği çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada, antioksidan ve antiplatelet etkinliğin soğan ve sarımsağın en önemli fonksiyonel etkilerinden bazıları olduğu göz önüne alınarak, fermantasyon işlemleri ile *Allium* grubu sebzelerden sarı soğan, beyaz soğan, kırmızı soğan ve sarımsağın antiplatelet aktivitesindeki, antioksidan kapasitesindeki ve toplam fenol içeriğindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.1. *Allium* Sebzelerinin Genel Özellikleri, Üretimi ve Tüketimi

Alliaceae ailesinin en büyük ve en yaygın temsilcisi olan *Allium* cinsi, başta Asya, Kuzey Afrika, Kuzey Amerika ve Avrupa olmak üzere kuzey yarım kürede geniş çapta dağılım gösteren 800'den fazla tür içerir (Fırat, 2015). Türkiye'de ise *Allium*'un 177 türü olup bunlardan 72 tanesi endemiktir (Koyuncu ve Bona, 2015). *Allium* cinsinin genel özellikleri; tipik soğan veya sarımsak kokulu, skapus taşıyan, bulbları kabuklu veya rizoma bağlı bir kluster içinde olan, çok yıllık otsu bitkiler olmasıdır (Semerci, 2018). Neolitik çağdan beri insanlar tarafından hem gıda hem de şifalı bitkiler olarak kullanılan *Allium* sebzelerinin en yaygın üretilen ve tüketilen üyeleri soğan (*Allium cepa*) ve sarımsaktır (*Allium sativum*) (Dalhat ve ark., 2018). Gıda amaçlı sebze olarak üretilip tüketilmesinin yanı sıra, güzel çiçekleri sebebi ile süs bitkisi gibi amaçlarla da kullanılan *Allium* cinsinin taksonomisinde, morfolojik, sitolojik, anatomik ve kimyasal özellikleri dikkate alınmaktadır. Halk arasında ise soğanlar rengine (sarı/kahverengi, kırmızı, beyaz), şekline, olgunlaşma süresine (erkenci, orta erkenci, geçci), tadına göre; sarımsaklar ise yetiştirildiği bölgeye göre bilinmektedir. Soğan ve sarımsak gelir düzeyine bağlı olmaksızın bütün ailelerin mutfağına giren sebzelerden olup, yumruları taze ya da pişmiş olarak tüketilebilirken, bu bitkilerin çiçekleri de yenilebilir özelliktedir ve sıklıkla salatalarda kullanılır. Baharat, konserve, püre, kurutulmuş soğan/sarımsak tozu, soğan/sarımsak yağı ve soğan/sarımsak tableti olarak çeşitli şekillerde de kullanılabilen bu sebzelerin son yıllarda özellikle fermente formlarının tüketiminde artış görülmektedir (Kimura ve ark., 2017 ve Upadhyay, 2017).

Dünyanın en eski kültüre alınan bitki türlerinden olan ve ilk olarak Türkmenistan ve Kuzey İran arasındaki dağlık alanlarda kültüre alındığı düşünülen soğan ve sarımsağın günümüzde Antartika hariç diğer bütün kıtalarda yetiştirilebilme imkânı bulunmaktadır (Lim, 2012). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2020 yılında dünyada yaklaşık 105 milyon ton kuru soğan ve 28 milyon ton sarımsak üretilmiştir. Soğan üretiminin %66,8'i, sarımsak üretiminin ise %91,6'sı

Asya kıtasında gerçekleştirilmiştir. Kuru soğan üretiminde yaklaşık 27 milyon ton üretimle Hindistan ilk sırayı alırken, Çin yaklaşık 24 milyon tonluk üretimle ikinci sırayı almıştır. Çin ve Hindistan dünya kuru soğan üretiminin %48,2'sini karşılarken, Türkiye ise yıllık 2,3 milyon tonluk kuru soğan üretimi ile Hindistan, Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Mısır'ın ardından en fazla kuru soğan üretimi yapan 5. ülke konumundadır. Sarımsak üretimine ilişkin veriler incelendiğinde, yıllık 23,2 milyon ton üretimle Çin'in ilk sırayı aldığı ve tek başına dünya sarımsak üretiminin %73,7'sini karşıladığı görülmektedir (FAO, 2020). Türkiye ise yıllık yaklaşık 137 bin ton (117 bin ton kuru sarımsak, 20 bin ton yaş sarımsak) sarımsak üretimi ile dünyada en fazla sarımsak üretimi yapan ilk 10 ülke arasına girememiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın verilerine göre Ankara, 138 bin dekar alan ile kuru soğan ekim alanı en geniş il olmakla birlikte, 669 bin ton üretim ile Türkiye kuru soğan üretiminin %30,4'ünü karşılamaktadır. Sarımsak üretiminde ise Gaziantep ve Kastamonu Türkiye'de en fazla sarımsak üretimi yapan iller olmuştur (TEPGE, 2020). Tüketime ilişkin veriler incelendiğinde ise, dünyada kişi başı yıllık ortalama soğan tüketimi yaklaşık 7 kg iken, Libya kişi başı yıllık 30 kg soğan tüketimi ile en yüksek soğan tüketimi olan ülkedir. Sarımsak tüketiminde ise Çin ve Kore en yüksek sarımsak tüketimi olan ülkeler olurken, İspanya ve Türkiye yıllık kişi başı ortalama 1,5 kg sarımsak tüketimi ile Avrupa kıtasında en fazla kişi başı sarımsak tüketiminin olduğu ülkeler olarak öne çıkmıştır (Wiczowski, 2011).

1.2. Nutrasötik Pazarında *Allium* Sebzelerinin Yeri

Değişen hayat tarzları tüketicilerin gıdalardan ve gıda bazlı ürünlerden bekledikleri sağlık etkilerinde ve beslenme alışkanlıklarında değişikliklere neden olmuştur. Bu durum son yıllarda dünya genelinde farmasötiklerin yerine nutrasötiklerin kullanımında artış yaşanmasına neden olmuştur. Soğan ve sarımsağın da geçmişten günümüze bilinen hastalıklar üzerindeki fonksiyonel etkileri bu sebzeleri diğer birçok sebzedden ayırmış ve biyoteknolojik müdahalelerle bu sebzelerin

geleneksel formlarından ziyade farklı terapötik etkiler sağlayabilecek formlarda üretimine yol açmıştır. Antimikrobiyal, antibakteriyel, antiparazitik, antifungal, antiviral ve antiinflamatuvar/immunomodülatör etkinliklerinin yanı sıra kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kanser gibi birçok kronik hastalığa karşı olumlu etkilerinden dolayı bu sebzelerin buharda damıtılmış yağları, bitkisel yağlarda masere edilmiş formları, kurutulmuş tozları ve jel süspansiyonları nutrasötik pazarında önemli bir konuma ulaşmıştır (Awan ve ark., 2019 ve Bhagyalakshmi ve ark., 2005). Sarımsak bileşenlerinin kullanıldığı nutrasötiklerin Amerika'daki pazar hacmi 2019 yılı verilerine göre yaklaşık 38 milyon dolar seviyesindedir. Soğan ise genellikle kuersetinin izole edilmesi ile nutrasötik pazarına sunulmaktadır ve kuersetinin Amerika'daki pazar hacmi yaklaşık 4 milyon dolar düzeyindedir (Smith ve ark., 2020). COVID-19 salgın süreci ile birlikte sarımsak ve soğana özgü bileşenlerin kullanıldığı nutrasötiklerde olduğu gibi bütün nutrasötik pazarında artışlar görülmüştür.

Soğan ve sarımsaktan elde edilen nutrasötiklerin üretim yöntemlerine bağlı olarak fonksiyonel bileşenlerinde ciddi kayıplar meydana gelebilmektedir. Doğru bir şekilde üretilmiş toz tablet formları neredeyse taze formuna benzer bir kimyasal bileşim içerse de, bitkisel yağlarda masere edilmiş formları, kükürtlü bileşiklerin ve vinilditiinlerin %80'e varan oranlarda kaybedilmesi ile sonuçlanabilmektedir (Bhagyalakshmi ve ark., 2005). Yüksek hidrostatik basınç teknolojisi ile üretilen formlarda ise uçucu bileşenlerin zarar gördüğü ve allinaz enzim aktivitesinin azaldığı belirtilmiştir (Ma ve ark., 2011). Ayrıca buharla damıtma ile elde edilen formlarda fizikokimyasal kararlılığın düşük olabileceği (Corzo-Martínez ve ark., 2007), solvent kullanılarak elde edilen ekstraktlarda ise en ideal solventlerin metanol, etil asetat ve hekzan olduğu belirtilmiştir (Awan ve ark., 2019). Soğan ve sarımsağın üretilme ve işlenme sürecine bağlı olarak değişen fonksiyonel etkileri bu sebzelerden üretilen nutrasötiklerin terapötik etkinliğinde farklılıklara ve buna bağlı olarakta literatürde tutarsız sonuçların görülmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla bu sebzelerin aktif bileşenlerini taze soğan ve sarımsağa benzer içerikte koruyarak ve standardize ederek nutrasötik pazarına sunmak önemli bir husustur. Ayrıca üretim süreci boyunca allinaz

enziminin stabilitesinin sağlanması da üretim sürecinde dikkate alınması gereken en önemli hususlardandır.

Soğan ve sarımsaktan nutrasötiklerin üretimi sürecinde dikkate alınması gereken hususlar olduğu gibi bu nutrasötiklerin kullanımında da dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Farmasötiklerin genellikle farmakolojik olarak aktif tek bir kimyasal içermesine karşın nutrasötiklerin birden fazla aktif kimyasal içermesi dolayısıyla nutrasötik-ilaç etkileşiminin ilaç-ilaç etkileşiminden daha tehlikeli olabileceği belirtilmektedir. Soğan ve sarımsaktan elde edilen nutrasötiklerin geniş terapötik etkinliği, birçok farmasötüğün absorpsiyonunu, dağılımını, metabolizmasını ve eliminasyonunu değiştirebilmesine ve bunun sağlığı tehdit etmesine yol açabilir. Bu bağlamda soğan ve sarımsaktan üretilen nutrasötiklerle, antikoagülan (warfarin), antihipertansif (atenolol, propanol, nifedipine, captopril), diüretik (tiazidler), antihiperlipidemik (atorvastatin), antiretroviral (saquinavir), antineoplastik (docetaxel), antidiyabetik (glibenklamid), antitüberküloz (izoniazid), analjezik (parasetamol), immunsupresif (siklosporin) ve kas gevşetici (klorzoksazon) ilaçların birlikte kullanımının risk oluşturabileceği belirtilmektedir (Kansara ve Jani, 2017). Ayrıca belirtilen farmasötiklerin çoğu geriatric popülasyonu ilgilendirirken nutrasötiklerin çoğu da pediatrik ve geriatric bireylere yönelik olarak üretilmektedir (Tripathi ve ark., 2020). Soğan ve sarımsaktan üretilen nutrasötikler dahil olmak üzere bütün nutrasötiklerin "doğal" olan ancak genel olarak güvenli olarak tanınmayan maddeler içerebileceği ve özellikle yoğun farmasötik ilaç kullanan bireylerde oluşturabileceği riskler göz önüne alındığında, nutrasötiklere ilişkin yasal düzenlemelerin daha fazla incelenmesi elzem hale gelmiştir.

1.3. Soğan ve Sarımsağın Besin Değeri

Farmasötiklerin keşfinden ve yaygın olarak kullanımından önce soğan ve sarımsak geleneksel tedavi yöntemlerinde tarih boyunca önemli bir yere sahip olmuştur. Ayurveda tıbbının öncüsü Charaka, batılılarca Avicenna olarak nitelendirilen İbn-i Sina, tıbbın babası olarak bilinen Hipokrat ve daha bir çok hekim ve bilim adamı soğan ve sarımsağı geleneksel gıdalardan ayırarak şifalı bitki olarak tanımlamıştır (Ekşi ve ark., 2020). Bir çok medeniyet tarafından çok çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan soğan ve sarımsağın terapötik rolünün bu sebzelerin içerdiği fitokimyasallardan kaynaklandığı bilinmektedir.

1.3.1. Soğanın Besinsel Bileşimi

Ulusal gıda kompozisyonu verilerine göre soğan yaklaşık olarak %89 su ve %8 karbonhidrat içeriğine sahiptir (TÜRKOMP, 2021). Glukoz, fruktoz, sakkaroz ve fruktooligosakkaritler soğanın kuru ağırlığının %65'ini oluşturur. Kestoz, fruktofuranozilnistroz ve nistroz soğandaki ana frukto-oligosakkaritlerdir. Soğan ayrıca yaklaşık %1 protein, %0,16 yağ ve %1,52 oranında besinsel lif içerir (TÜRKOMP, 2021). Vitamin ve mineral içeriği açısından soğan, düşük sodyum içeriğine ve yüksek B₆ vitamini, folik asit, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum içeriğine sahiptir. Sebzelerin kraliçesi olarak nitelendirilen soğan arjinin ve glutamik asit açısından da zengindir (Suleria ve ark., 2015). Sekonder bileşikler açısından da oldukça zengin olan soğan besinsel flavonoidlerin en zengin ve en fazla tüketilen kaynağıdır. Soğandaki başlıca flavonoidler flavonoller olup kuercetin 3,4'-diglukozit ve kuercetin 4'-monoglukozit başlıca flavonollerdir. Ayrıca kaempferol, myricetin ve isorhamnetin de soğanda çeşitli miktarlarda bulunabilmektedir (İşlek, 2011). Kükürtlü bileşikler açısından da oldukça zengin olan soğan alkenil sistein sülfoksitleri de içerir. S-metil-sistein sülfoksit (methiin), S-(1-propenil)-sistein sülfoksit (isoalliin), S-propil-sistein sülfoksit (propiin) ve (1S,3R,5S)-5-metil-1,4 -tiazan-3-karboksilik asit 1-oksit (sikloalliin) soğanlarda bulunan temel kükürtlü bileşiklerdir (Kim ve ark., 2016a). Soğan dokusu kesme, ezme veya çiğneme ile bozulduğunda, alkenil sistein sülfoksitler

tiyosülfınatlara ve karakteristik tatlar üreten diğer uçucu bileşiklere ayırır. Tiyosülfınatlar, özellikle ısıtmada kararsızdır ve mono-, di-, tri- ve tetrasülfidlerin baskın olduğu karmaşık bir bileşik karışımına parçalanır. Dipropil sülfıt ve dipropenil sülfid dahil olmak üzere birçok başka bileşik tanımlanmış olmasına rağmen, soğan uçucularının ana bileşenleri dipropil disülfid, dipropil trisülfid ve propenil disülfidlerdir (Suleria ve ark., 2015).

1.3.2. Sarımsağın Besinsel Bileşimi

Ulusal gıda kompozisyonu verilerine göre sarımsak yaklaşık %66 su ve %25 karbonhidrat içeriğine sahiptir (TÜRKOMP, 2021). Sarımsaktaki polisakkaritlerin %85'i fruktoz, %14'ü glukoz, %1'i ise galaktozdur (Shang ve ark., 2019). Sarımsağın karbonhidrat içeriği olduğu gibi protein içeriği de soğana göre oldukça yüksektir ve %5,2 oranında protein içerir (TÜRKOMP, 2021). Sarımsak, sekizi esansiyel olmak üzere 17 farklı aminoasit içerir (Gudalwar ve ark., 2021). Vitamin ve mineral içeriği açısından bakıldığında sarımsağın yüksek düzeyde fosfor (44 mg), ardından kalsiyum (5 mg) ve demir (0,4 mg) içerdiği, riboflavin (0,03 mg), tiamin (0,24 mg), nikotinik asit (0,9 mg) ve C vitamini gibi vitaminler açısından da zengin olduğu bilinmektedir (Bhagyalakshmi ve ark., 2005). Ayrıca selenyum ve germanyum minerallerini içerse de, sarımsağın vitamin ve mineral içeriği yetiştii çevre şartlarına oldukça duyarlıdır. Sekonder bileşik kompozisyonu soğana benzer olan sarımsak, yapısında polifenoller, flavonoidler, flavanoller, tanenler, saponinler, kükürtlü bileşikler, enzimler (allinaz, peroksidaz, mirosinaz) ve β -phellandrene, phellandrene, sitral, linalool ve geraniol gibi diğer bileşikleri barındırır (Ansary ve ark., 2020). Sarımsakta en fazla bulunan fenolik bileşikler β -resorsilik asit, pirogallol, gallik asit, rutin, protokateşik asit ve kuersetindir (Shang ve ark., 2019).

Sarımsakta toplamda 23 farklı kükürtlü bileşik bulunur ve bunlar S-alkenil- L-sistein türleri (13 tür) ve γ -glutamil-S-alkenil-L-sistein türleri (10 tür) olarak ikiye ayrılır. Sarımsaktaki toplam kükürtlü bileşiklerin %76,8'ini oluşturan S-alkenil- L-sistein türlerinden en çok bulunanları alliin, sikloalliin, methiin ve trans-S-(1-propenil)-L-sisteindir (Moreno-Ortega ve ark., 2020a). Alliin olarak bilinen S-allil-L-sistein sülfoksit sarımsakta bulunan S-alkenil-L-sistein sülfoksitlerin ana bileşenidir. Sarımsak dokusu kesme, ezme veya çiğneme ile bozulduğunda, allinaz enzimi açığa çıkar ve bu enzim alliin'in allisin'e dönüşmesini sağlar. Allisin daha sonrasında dialil sülfid, dialil disülfid, dialil trisülfid, ajoen, S-alilmercaptoglutasyon ve S-alilmercaptosistein gibi farklı organo sülfür bileşiklerine parçalanır (Zong ve Martirosyan, 2018). γ -glutamil-S-alkenil-L-sistein türleri ise sarımsaktaki kükürtlü bileşiklerin %23,1'ini oluşturur ve en çok bulunan örnekleri γ -glutamil-S-allil-L-sistein, γ -glutamil-S-metil-L-sistein ve γ -glutamil-S-(1-propenil) sistein sülfoksittir (Moreno-Ortega ve ark., 2020a).

1.4. Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunu ve Antioksidan Kapasitesini Etkileyen Uygulamalar

Hasat öncesi uygulamalarla birlikte, depolama, hazırlama ve pişirme gibi uygulamaların soğan ve sarımsağın besinsel kompozisyonu ve antioksidan kapasitesinde meydana getirdiği değişimler aşağıda özetlenmiştir.

1.4.1. Hasat Öncesi Uygulamaların Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler

Soğan ve sarımsağın besinsel kompozisyonu yalnızca genotip ve ekotipine bağlı olarak değil üretim tekniklerine ve üretim koşullarına bağlı olarakta değişim gösterir. Hasat öncesi döneme ilişkin olarak, özellikle soğan ve sarımsağın yetiştirme dönemindeki sıcaklığın, toprağın nem durumunun ve gübrelemenin bu sebzelerin duyuşsal ve biyolojik özellikleri üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

Hasat öncesi dönemde soğan ve sarımsağın duyuşsal ve biyolojik özelliklerini etkileyen en önemli unsurların başında gübreleme yer alır. Yüksek azot içerikli gübreler sarımsağın duyuşsal olarak keskinliğinde artışla (pirüvik asit içeriğindeki artışla tanımlanmış) ve dokularında nitrat birikimi ile ilişkilendirilmektedir (Ershadi ve ark., 2009). Bir diğer yandan soğan ve sarımsakta duyuşsal ve biyolojik kaliteyi etkileyen en önemli elementin kükürt olduğu ve bu sebzelerin yetiştirme döneminde kükürt uygulamasının olumlu sonuçlar doğuracağı da savunulmaktadır. Bloem ve ark. (2010) kükürt uygulamasının sarımsağın sistein, glutatyon ve alliin içeriklerinde artışla sonuçlandığını, azotun ise bu parametrelere anlamlı etkisinin olmadığını saptamışlardır. Farklı bir çalışmada, kükürt uygulamasının allisin ve toplam fenol içeriğinde artışla, indirgen karbonhidrat içeriğinde azalmayla sonuçlandığı belirtilmiştir (İmen ve ark., 2013).

Soğan ve sarımsağın yetiştirme dönemindeki yağış durumu ve güneşli gün sayısı da bu sebzelerin biyolojik kompozisyonunu etkiler. Ardışık 5 yıl boyunca (2004-2008) meteorolojik verilerin takip edilerek, kırmızı ve beyaz soğan örneklerinin ilgili yıllardaki biyolojik kompozisyonunun incelenmesi sonucunda, soğanların yetiştirme döneminde az yağışın olduğu ve sıcaklıkların yüksek olduğu yıllarda her iki soğan türünde de toplam flavonol içeriğinin yüksek olduğu, çok yağışın olduğu ve sıcaklıkların düşük seyrettiği yılda ise flavonol içeriğinin düşük olduğu saptanmıştır (Rodrigues ve ark., 2011). Farklı bir çalışmada da haziran ve ağustos ayları arasında güneşli gün sayısının fazla olduğu yılda toplam kuersetin içeriğinin de yüksek olduğu saptanmıştır (Mogren ve ark., 2006).

Bir diğerk yandan soğan ve sarımsak yüksek selenyum (Se) biriktirme kapasiteleri nedeniyle insanlar için doğal selenyum kaynağı olarak nitelendirilmektedir (Arnault ve Auger, 2006). Üstelik metil-selenosistein, Se-sistein, ve Se-metionin gibi selenyum bağı aminoasitlerin, kükürtlü analoglarına göre antioksidan aktivitesinin daha yüksek olması ve selenyumun insan sağlığı üzerine olumlu fonksiyonel etkileri nedeni ile (Battin ve ark., 2011), selenyumla zenginleştirilmiş soğan ve sarımsak üretiminin, bu sebzelerdeki besinsel kompozisyonu ve fonksiyonel özellikleri nasıl değiştireceği de son yıllarda araştırılmaktadır (Pérez ve ark., 2018).

Sıcaklık, nem, toprağın mineral kompozisyonu dışında bu sebzelerin duysal ve biyolojik özelliklerini etkileyen bir diğerk önemli unsur ise doğru hasat zamanının belirlenmesidir. Soğan ve sarımsağın büyüme dönemi boyunca alliin, biyosentezinin gerçekleştiği yer olan yapraklardan yumrulara taşınır (Martins ve ark., 2016). Bu nedenle, alliin içeriğini arttırmak ve sonuç olarak nihai ürünün biyoaktif değerini geliştirmek için doğru hasat zamanı önemlidir. Tarım sistemlerinin de (yoğun, konvansiyonel ve organik tarım) bu sebzelerin yalnızca büyümesini ve verimini değil, nihai ürünün de biyolojik kalitesini etkileyebileceği belirtilse de (Mirzaei ve ark., 2007), bu konudaki araştırmalar yetersizdir.

1.4.2. Depolama Koşullarının Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler

Soğan ve sarımsak hasat sonrasında genellikle depolama işlemine tabii tutulur. Depolama öncesinde yapılan işlemlerin ve depolama koşullarının soğan ve sarımsağın biyolojik kompozisyonu üzerinde önemli etkileri vardır. Özellikle hasattan hemen sonra tarlada yapılan kürtleme işlemi hem bu sebzeleri depolamaya daha dayanıklı hale getirir, hem de kuersetin içeriğinin artmasını sağlar (Rodrigues ve ark., 2009). Renk bozulmaları, köklenme, filizlenme, tekstür kaybı, su kaybı ve fungal patojenler soğan

ve sarımsağın depolanma sürecini etkileyen ve bu süreçten etkilenen faktörlerdir. Soğan ve sarımsak bazen bütün halde bazen birtakım fiziksel işlemlerden sonra (dilimleme, kurutma, haşlama, kızartma, ışınlama, kimyasal uygulamalar vs.) depolanırlar ve muhafaza edilirler. Depolama ve muhafaza öncesi soğan ve sarımsağa uygulanan bütün işlemler bu sebzelere ilişkin optimum depolama ve muhafaza koşullarının değişmesine de neden olur.

Depolama süresi soğan ve sarımsağın biyolojik kalitesini etkileyen önemli unsurlardandır (Fei ve ark., 2015 ve Rodrigues ve ark. 2010). Depolama süresinin sarımsağın antioksidan kapasitesinde ve biyoaktif bileşenlerinde meydana getirdiği değişimlerin incelenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada, en yüksek antioksidan kapasite değerinin 8. haftada elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca depolama süresi boyunca çözünür karbonhidrat içeriğinin azaldığı gözlenirken, en yüksek toplam fenolik ve kükürtlü bileşik içeriğinin 6. ve 8. haftalarda elde edildiği, daha sonrasında ise toplam fenolik ve kükürtlü bileşik içeriğinin anlamlı olarak azaldığı saptanmıştır (Fei ve ark., 2015). Rodrigues ve ark. (2010) yapmış olduğu çalışmada, kırmızı ve beyaz soğanlar geleneksel koşullarda (ahşap bir palet üzerinde, tarlada, üzeri saman veya siyah polietilen film ile kaplanmış şekilde) veya ayarlanabilir sabit koşullarda (2 °C sıcaklık %65 bağıl nem) yedi ay süresince depolanarak flavonoid içeriğindeki değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak her iki soğan türünde depolama sürecinin sonunda toplam flavonol içeriğinde önemli artış saptanırken, gözlenen artışın özellikle ilk üç aylık sürede gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca geleneksel koşullarda depolanan kırmızı soğanlardaki flavonoid içeriğindeki artışın soğukta depolanan soğanlara göre daha yüksek olduğu, antosiyonin içeriğinin 6. aya kadar anlamlı değişikliğe uğramadığı, 7. ayda ise %60'a varan azalmalar gözlemlendiği belirtilmiştir (Rodrigues ve ark., 2010).

Depolama süresinin dışında depo sıcaklığı da bu sebzelerin biyolojik kalitesini etkiler. Sarımsağın 150 gün boyunca 4 °C sıcaklıkta depolanması ile γ -glutamil peptitlerin, γ -L-glutamil-S-allil-L-sistein ve γ -L-glutamil-S-(trans-1-propenil)-L-

sistein'in allin ve izoallin gibi sülfoksitlere yoğun dönüşümü gözlenmiştir. Bu dönüşümde γ -glutamil peptidazın bu sıcaklıktaki aktivasyonunun etkili olabileceği ve bu dönüşümün sarımsakta çimlenme ve köklenmeyi indükleyebileceği belirtilmiştir (Ichikawa ve ark., 2006). Bir diğer yandan izoallin'in ticari sarımsak preparatlarında istenmeyen mavi veya mavi-yeşil renk bozulmalarına sebep olduğu ve bu nedenle ticari olarak işlenecek sarımsakların hasattan sonra mümkün olan en kısa sürede işlenmesi gerektiği belirtilmiştir (Martins ve ark., 2016). Taze soğandan elde edilen liyofilize soğan tozunun ise özellikle doğranmış, kıyılmış sarımsaklarda ve masere sarımsak preparatlarında soğuk sıcaklıklarda bekletme sonrasında gözlenen mavi-yeşil renk bozulmalarını önlediği bildirilmiştir (Lee ve ark., 2012). Horníčková ve ark. (2010) da sarımsağın 5 °C sıcaklıkta sekiz hafta süreyle depolanması sonucunda alkenil sülfoksitlerin (allin, methiin ve izoallin) miktarında %30'a varan artışlar gözlemlemişlerdir. Artmış depolama sıcaklığında ise (23 °C) γ -L-glutamil-S-(trans-1-propenil)-L-sistein miktarında azalma gözlenirken izoallin yerine sikloallin düzeyinde artış görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle bu sebzelerde yüksek sıcaklıklarda depolama ile sikloallin içeriğinin artabileceği belirtilmiştir (Ichikawa ve ark., 2006). Depolama koşullarındaki farklılığa bağlı olarak değişen besinsel kompozisyonun bu sebzelerin farklı biyolojik aktiviteler göstermesine neden olabileceği vurgulanmaktadır (Ichikawa ve ark., 2006 ve Martins ve ark., 2016).

Depolama sürecindeki ultraviyole (UV) ışık uygulamaları da soğan ve sarımsağın besinsel kompozisyonunda değişimlere neden olabilmektedir. Depolama sürecinde farklı dalga boylarındaki ultraviyole ışık uygulamasının soğanın kuersetin içeriğinin artmasını sağladığı belirtilmiştir (Ko ve ark., 2015). Higashio ve ark. (2004) da Ko ve ark. (2015) çalışmasına benzer şekilde ultraviyole ışık uygulaması ile soğandaki kuersetin içeriğinin arttığını saptamış ve her iki çalışmada da hasat sonrasında soğandaki kuersetin içeriğinin UV ışık uygulamaları ile iki katına çıkarılabileceği bildirilmiştir (Ko ve ark., 2015). Besinsel kompozisyonda oluşturduğu olumlu etkilerin yanı sıra, mikrobiyal dekontaminasyonu sağlaması, düşük yatırım maliyeti gibi avantajları nedeni ile son yıllarda gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaya başlayan UV ışık uygulamaları (Koca ve ark., 2018), özellikle

depolamaya bağlı kayıpların çok olduğu soğan ve sarımsak gibi sebzelerde kayıpların azaltılmasını da sağlayabilir (Park ve Kim, 2015).

Soğan ve sarımsakta yüksek sıcaklık ve kuru hava fizyolojik ağırlık kaybını arttırırken, yüksek sıcaklık ve yüksek nem daha fazla çürümeye yol açar. Birçok meyve ve sebze %85-90 gibi nem oranlarında muhafaza edilebilse de, soğan ve sarımsağın depolanlandığı alanların nem oranının %65-70'i geçmemesi istenir. Soğukta depolama ise enzimatik bozulmanın baskılanmasını, su kaybının yavaşlatılmasını veya engellenmesini ve çürümeye neden olan mikroorganizmaların büyümesinin yavaşlatılmasını veya inhibisyonunu sağlar (Tripathi ve Lawande, 2006). Sarımsakta filizlenmenin önüne geçebilmek, su kaybını engellemek, sertlik ve rengi korumak için depolama sıcaklığının -1 veya 0 °C, nem oranının %60-70 arasında olması gerektiği (Madhu ve ark., 2019); farklı sıcaklık ve gaz kompozisyonlarında (O₂, CO₂ ve N₂) kontrollü atmosferde depolamanın da depolama sürecinde görülebilecek duysal ve biyolojik kayıpları azaltabileceği belirtilmiştir (Akan ve Halloran, 2012). Modern depolarda firesiz 10 aya kadar depolanabilen soğan ise genellikle 0-2 °C arasındaki sıcaklıklarda depolanmaktadır. Fakat ideal depolama koşulları soğanın türüne bağlı olarak değişmekle birlikte, kuru madde oranı %10'dan fazla olan soğanların depolamaya daha uygun olduğu belirtilmektedir. Soğanda kayıpların en önemli bölümü depolama aşamasında meydana gelmekte ve uygun olmayan depolama koşulları fungal patojenler, çimlenme ve köklenme sonucu kayıplara neden olmaktadır. Hasat ncesi maleik hidrazit uygulamasının ve hasat sonrası gamma ışını uygulamasının da bu sebzelerin raf ömrünü arttırabileceği belirtilmiştir (Akan ve Halloran, 2012).

1.4.3. Farklı Isıl İşlemlerin ve Pişirme Tekniklerinin Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler

Soğan ve sarımsak çiğ olarak tüketilebilen sebzeler olsa da, genellikle farklı ısıl işlemler ve farklı pişirme teknikleri ile işlem gördükten sonra da tüketilirler. Tüketiminden önce soğan ve sarımsağa uygulanan bütün işlemler bu sebzelerin yapısında fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olarak sekonder bileşik kompozisyonunu değiştirir. Sekonder metabolit içeriğindeki bu değişim, sıcaklık, uygulanan işlemin süresi, ortamdaki diğer bileşenler, pH ve besinin içindeki baskın sekonder metabolitin bütün bu faktörlere olan duyarlılığına bağlıdır. Uygulanan ısıl işlemler besindeki fitokimyasalların bozulmasına ve miktarında azalmalara neden olabileceği gibi, prooksidan enzimlerin inaktivasyonuna ve buna bağlı olarak antioksidan kapasitede artışa neden olabilir. Isıl işlemlerin sebzelerdeki biyoaktif bileşenlerin oksidasyonuna sebep olabileceği bilinse de (Sharma ve ark., 2015); kısmen oksitlenmiş polifenollerin, oksitlenmemiş formlarından daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olabileceği de belirtilmiştir (Çubukçu ve ark., 2019).

1.4.3.1. Soğan

Ülkemiz ve dünya mutfağında önemli bir yeri olan soğan çok farklı hazırlama ve pişirme teknikleri uygulanarak tüketilebilmektedir. Soğanın sağlık üzerine olumlu etkilerinden maksimum düzeyde faydalanabilmek için çiğ veya orta derecede pişmiş olarak tüketimi önerilmekle birlikte (Sharma ve ark., 2015), tüketimden önce soğana uygulanan bazı işlemlerin, soğanın fonksiyonel etkinliğini olumlu yönde arttırabileceği bildirilmektedir. Fakat uygulanan yanlış fiziksel işlemler soğanın olumlu fonksiyonel etkilerinin kaybına ve hatta proagregatör etki göstermesine neden olabilir (Cavagnaro ve ark., 2007b; Cavagnaro ve Galmarini, 2012 ve Hansen ve ark., 2012).

Isıl işlemlerin ve farklı pişirme tekniklerinin soğanın kükürtlü bileşikleri üzerine etkilerine dair literatürde fazla veri bulunmamaktadır. Kim ve ark., (2016a) haşlama

işlemi dışında farklı pişirme yöntemleri ile (soya yağında 120 °C sıcaklıkta 1-4 dk kızartma, 5-20 dk buğulama, 700 watt enerjide 1-4 dk mikrodalgada pişirme) S-alk(en)il-L-sistein sülfoksitlerin (sikloalliin, izoalliin, methiin ve propiin) içeriğinde %34-568 arasında değişen oranlarda artış görüldüğünü, haşlama işlemi ile ise uygulama süresine bağlı olarak %32,6-69,4 arasındaki oranlarda azalma yaşandığını belirtmiştir. Isıl işlemlerin kükürtlü bileşikler dışında diğer sekonder metabolitlere etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda ise, bazı yöntemler için paralellik gösteren sonuçlar bildirilmişken, bazı yöntemler için farklılık gösteren sonuçlar bildirilmiştir (Ioku ve ark., 2001; Lee ve ark., 2008 ve Rodrigues ve ark., 2009).

Haşlama yöntemine ilişkin bildirilen sonuçlar paralellik göstermektedir. Soğanın haşlanması ile kuersetin glikozitlerinde (Ioku ve ark., 2001 ve Rodrigues ve ark., 2009), flavonoid içeriğinde (Lee ve ark., 2008) azalmalar gözlenmiştir. Kırmızı ve sarı soğana ek olarak yeşil soğanında (*Allium fistulosum*) ele alındığı bir çalışmada ise, 15 dakika ve daha uzun süre uygulanan haşlama işlemi (30 ve 60 dk) ile kırmızı ve sarı soğanın antioksidan kapasitesinin azaldığı, yeşil soğanın ise antioksidan kapasitesinin arttığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra yeşil soğandaki baskın flavonoidin kaempferol olduğu ve kırmızı ve sarı soğandaki flavonoidlere göre haşlama süresince daha az stabil olduğu saptanmıştır (Aoyama ve Yamamoto, 2007). Bu çalışmalarda haşlama işlemi ile antioksidan bileşiklerin haşlama suyuna geçtiği bildirilirken, haşlama süresinin uzamasıyla kayıpların arttığı ve bu bileşiklerin yapısının bozulduğu belirtilmiştir. Bir diğer yandan buharlı pişiricide yüksek sıcaklıkta buğulama sonucunda da (5 dk) flavonoid içeriğinde kayıplar (%14) gözlenebilmektedir (Rodrigues ve ark., 2009).

Mikrodalgada pişirme işleminde ise uygulama süresine ve enerjiye bağlı olarak farklı sonuçlar bildirilmiştir. Rodrigues ve ark., (2009) mikrodalgada orta enerjide pişirmenin (450 watt 4 dk) flavonol içeriğini etkilemediğini, yüksek enerjide pişirmenin (750 watt) ise kuersetin glikozitlerinde %16-18 azalmaya neden olduğunu

belirtirken, Ioku ve ark. (2001) mikrodalgada pişirme ile (500 watt ile 1 dk) kuersetin içeriğinde 1,5 kat artış sağlandığını saptamıştır.

Mikrodalgada pişirme işlemine benzer şekilde fırında pişirme işleminde de uygulama süresine ve sıcaklık değerine bağlı olarak farklı sonuçlar bildirilmiştir. Fırında pişirme ile kuersetin glikozitleri (Rodrigues ve ark., 2009) ve flavonoid (Lee ve ark., 2008) içeriğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Ketçaplar, soslar, çorbalar, cipsler, et ürünleri ve krakerlerin üretiminde soğanlara uygulanan termal işlemlerin taklit edilmesi ile yapılan bir çalışmada ise; kırmızı, sarı ve beyaz soğan tozlarına fırında 80, 100, 120 veya 150 °C sıcaklıklarda 30 dakika ısıl işlem uygulanmış ve sonuç olarak kuersetin glikozitlerinin 120 °C sıcaklığa kadar ısıl işlemlerde artış gösterdiği fakat 150 °C sıcaklık uygulaması ile azaldığı saptanmıştır. Bu nedenle soğan tozunun 120 °C'den daha yüksek bir sıcaklığa maruz bırakılmasının uygun olmayacağı belirtilmiştir (Sharma ve ark., 2015).

Kızartma işleminde de yağ türüne ve uygulama süresine bağlı olarak besinsel kompozisyonda değişiklikler gözlenebilmektedir. Zeytinyağı ile kızartma işleminde (180 °C'de 4 veya 8 dk) kuersetin glikozitlerinin seviyesinde anlamlı farklılığın gözlenmediği (Rodrigues ve ark., 2009), soya yağında kızartma işleminde ise (150 °C'de 2 dk) flavonoid içeriğinde %33 kayıp gözlendiği bildirilmiştir (Lee ve ark., 2008). Farklı bir çalışmada, mısır yağı ve tereyağı ile aynı sıcaklıkta daha uzun kızartma yapıldığında flavonoid içeriğinde anlamlı bir kaybın gözlenmediği belirtilmiştir (Ioku ve ark 2001). Soteleme işleminde ise flavonoid (Lee ve ark., 2008) ve antioksidan kaybının (Takenaka ve ark., 2004) yağda kızartmaya göre daha az olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak kızartma, fırında ve mikrodalgada pişirme işlemlerinde sıcaklık ve uygulama süresine bağlı olarak soğanın major flavonoidleri olan ve fonksiyonel etkilerinden sorumlu olduğu düşünülen kuersetin glikozitlerinin miktarı azalır

artabilmektedir. Gözlenen bu etkiler soğanın veya sarımsağın fiziksel formuna (soğan/sarımsak suyu, toz) bağlı olarak değişebilmektedir. Sıcaklığın düşük tutulması ve uygulama süresinin kısaltılması, soğanın biyoaktif bileşenlerinin korunmasında etkili olabilir. Haşlama işleminde ise kuersetin glikozitlerinin miktarında önemli azalmalar meydana gelse de uygulama süresi oldukça önemlidir. Uygulama süresinin kısa olması durumunda kuersetin glikozitleri yapısal olarak bozulmadan kaynama suyuna geçerken, haşlama süresinin uzaması bu bileşiklerin yapısında bozulmalara neden olabilir. Bir diğer yandan flavonollerin antioksidan gücü büyük ölçüde B-halkasındaki katekol grubuna ve 3-hidroksil grubuna bağlıdır. Bu nedenle monoglikozitlerin (kuersetin 4'-glukozit) diglukozitlerden daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olabileceği belirtilmiştir (Rodrigues ve ark., 2009). Haşlanmış soğanlarda flavonol içeriğinde ciddi azalmalar meydana gelse de haşlama suyu monoglikozit formları açısından zenginleşmektedir. Bu durum antioksidan kapasitenin artmasıyla sonuçlanabilse de, uzun haşlama süresinin kuersetin glikozitlerinin yapısını bozduğu göz ardı edilmemelidir (Rodrigues ve ark., 2009).

1.4.3.2. Sarımsak

Sarımsak genellikle soğana benzer ısı işlemler uygulanarak tüketilse de pişirme teknikleri farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca besinsel kompozisyonundaki farklılıklardan dolayı, soğan ile aynı pişirme teknikleri uygulansa bile besinsel kompozisyonundaki değişimler farklı olabilmektedir.

Locatelli ve ark. (2015) sarımsağa, mutfaklarda genel olarak uygulanan bazı yöntemleri uygulayarak (doğrama, dilimleme, kısık/yüksek ateşte haşlama, ayçiçek yağında 180°C sıcaklıkta kızartma) kükürtlü bileşik içeriğindeki değişimleri incelemişler ve belirtilen bütün hazırlama tekniklerinin sonucunda kükürtlü bileşiklerin saptanabildiğini ve sarımsağın bütün bu işlemlerden sonrada sağlıklı bir

gıda olarak tüketilebileceğini belirtmişlerdir. Farklı bir çalışmada da sarımsak sotelenerek içeriğindeki farklı kükürtlü bileşiklerin biyoerişilebilirliği *in vitro* olarak değerlendirilmiş ve çiğ sarımsakta allisin için %100 biyoerişilebilirlik saptanırken, pişmiş sarımsakta ajoene, 2-vinyl-4H-1,3-dithiin, diallil disülfid (DADS) and diallil trisülfid (DATS) için sırası ile; 52, 57, 66, ve 87% biyoerişilebilirlik saptanmıştır (Torres-Palazzolo ve ark., 2018). Gorinstein ve ark. (2005) yapmış olduğu çalışmada ise, farklı coğrafi bölgelerde yetiştirilmiş sarımsakların fırında 100 °C sıcaklıkta 20 dakika ısıtılma işlemiyle toplam fenol, tokoferol ve antioksidan içeriğinin anlamlı düzeyde değişmediği fakat, aynı sıcaklıkta 40 ve 60 dakika ısıtılma işlemiyle toplam fenol içeriğinin ve antioksidan kapasitenin anlamlı düzeyde düştüğü saptanmıştır.

Marketlerde tüketime hazır olarak satılan sarımsak preparatlarında ısıtılma işlemi birlikte uygulanan diğer fiziksel yöntemlerin de sarımsağın biyoaktif bileşen içeriğine önemli etkileri vardır. Zhang ve ark. (2021) yaptığı çalışmada önce blenderize edilip sonra ısıtılma işlemi uygulanan sarımsak örneklerindeki kükürtlü bileşik kayıplarının, önce ısıtılma işlemi uygulanıp sonra blenderize edilen örneklerle karşılaştırıldığında daha fazla olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda istenmeyen renk değişimlerine karşı da blenderizasyon öncesi ısıtılma işleminin olumlu sonuçlar doğurabileceği belirtilirken, sıcaklığın 75 °C, sürenin ise 5 dakika ile sınırlandırılması tavsiye edilmiştir.

Sarımsağa uygulanan bazı ısıtılma işlemleri, sarımsaktaki selenyum bağlı proteinleri de etkileyebilmektedir. Pérez ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada selenyumla zenginleştirilmiş sarımsak beş farklı ısıtılma işlemi (180 °C sıcaklıkta 10 dakika fırınlama, 100 °C sıcaklıkta 10 dakika haşlama, 800 Watt enerjide 3 dakika mikrodalgada pişirme, 10 dakika buğulama ve 180 °C sıcaklıkta ayçiçek yağında 3 dakika kızartma) tabii tutulmuştur. Sonuç olarak haşlama (%7 kayıp), buğulama (%6 kayıp) ve mikrodalgada pişirme (%11 kayıp) işlemlerinin selenyum konsantrasyonuna etkisinin az olduğu, fakat kızartma (%64 kayıp) ve fırınlama (%16 kayıp) işlemlerine bağlı kayıpların daha fazla olduğu saptanmıştır.

Sarımsak bazen tek bir pişirme işleminden sonra değil farklı pişirme tekniklerinin birlikte uygulanmasından sonra da tüketilebilmektedir. Kombine pişirme tekniklerinin sarımsağa uygulanarak sonuçlarının değerlendirildiği bir çalışmada, öncesinde ağartma (100 °C sıcaklıkta 90 saniye) veya kızartma işlemi (tavada yağsız 100 °C sıcaklıkta 10 dk) uygulanarak sonrasında mikrodalgada pişirilen (500 watt) sarımsaklarda (6 dk) biyoaktif bileşenlerin ve antioksidan aktivitenin anlamlı değişikliğe uğramadığı görülmüştür (Gorinstein ve ark., 2008). Çubukçu ve ark. (2019) çalışmasında ise, 150 °C sıcaklıkta 20 dakika fırında pişirilen sarımsakların antioksidan kapasitelerinin azaldığı saptanırken, başka bir çalışmada da (Ergüder ve ark., 2007) farklı termal işlemlerin (20 dakika haşlama, 360 watt enerjide 1 dakika mikrodalgada pişirilme veya 200 °C sıcaklıkta 10-20 dk fırında pişirilme) sarımsağın antioksidan enzim aktivitelerinde (süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve katalaz) azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda sarımsağa ilişkin elde edilen bulguların (Çubukçu ve ark. 2019; Ergüder ve ark., 2007 ve Gorinstein ve ark., 2008) soğan açısından da benzer olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak sarımsağa uygulanan ısı işlemler kükürtlü bileşiklerin biyoerişilebilirliğini, toplam fenol içeriğini ve antioksidan kapasitesini etkilemektedir. Isıl işlem uygulamalarında sıcaklığın ve sürenin düşük tutulması biyolojik kompozisyonunda meydana gelen istenmeyen değişikliklere karşı faydalı olabilir. Bir diğer yandan sarımsağın fiziksel işlemlerle ezilerek ısı işlemlerden önce allinaz enzim aktivitesinin sağlanmasının ise, ısı işlemlere bağlı biyolojik kayıplar üzerine etkileri henüz net değildir.

1.4.4. Fermantasyonun Soğan ve Sarımsağın Besinsel Kompozisyonunda Meydana Getirdiği Değişimler

Fermantasyon, mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimlerin etkisi ile organik substratlarda kimyasal değişikliklerin oluştuğu metabolik bir süreçtir. Arkeolojik çalışmaların sonuçlarına göre en az 10.000 yıldan beri şarap gibi fermente ürünler tüketilmektedir (Hutkins, 2008). Türk ve dünya mutfağında fermente gıda ürünlerinin tüketimi oldukça yaygın olsa da, son yıllarda kurubaklagiller ve soğan gibi fermente tüketimine çok alışık olunmayan bazı gıdalarda fermente edilerek tüketilebilmektedir. Bu sebzeler asidik ortamda veya yüksek sıcaklık ve nemin olduğu ortamlarda fermente edilebilmekte ve fermantasyon yöntemine bağlı olarak duyusal ve fonksiyonel özellikleri ile besinsel kompozisyonlarında farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Özellikle Asya kıtası ülkelerinde son yıllarda fermente soğan ve sarımsak preparatlarına artmış bir ilgi bulunmaktadır. Sarımsakla benzer bir besinsel kompozisyona sahip olsa da soğanın fermente formlarının tüketimi sarımsak kadar yaygın değildir. Fakat son yıllarda fermente soğan ile ilgili çalışmalar da literatürde yerini almaktadır (Moreno-Rojas ve ark., 2018 ve Yang ve Park, 2011).

1.4.4.1. Asidik ve Tuzlu Ortamda Fermantasyon

Sebze ve meyvelerin salamura içinde asidik ortamda fermente edilmesi gıdaların biyolojik olarak korunmasında kullanılan en eski ve en düşük maliyetli tekniklerden birisidir. Sebzelerin bu şekilde fermente edilmesi ile duyusal, fonksiyonel özelliklerinde ve besinsel kompozisyonunda farklılıklar meydana gelir. Asidik ortamda fermantasyon ile fenolik bileşiklerin glikozidik bağları yıkılarak serbest formlarına dönüşür. Soğan ve sarımsakta ayrıca düşük pH değerlerinde artmış membran geçirgenliğine bağlı olarak alliin ve allinaz etkileşimi gerçekleşir ve bunun sonucunda allisin oluşur. Allisin'in kararsız ve reaktif yapısı nedeni ile sonrasında bu bileşik bir dizi kükürtlü bileşiğe dönüşür (Liu ve ark., 2018b).

Asidik ortamda gerçekleştirilen fermantasyonda starter kültürlerin gıdada oluşan değişikliklerde önemli payı vardır. Depolama sırasında daha yüksek canlılık sağlamaları, bakteriyosinleri sentezlemeleri, aromaya olumlu katkıda bulunmaları, alloktan yani ticari suşlara nazaran fermantasyon sürecindeki farklı olumlu etkileri nedeni ile, fermente edilecek gıdaların otokton mikrobiyotasından (üründe kendiliğinden oluşan mikroorganizmalar arasından) starter kültürlerin seçilmesi önerilmektedir (Di Cagno ve ark., 2015). Bir diğer yandan herhangi bir gıdanın kendi endofitik bakterileri aracılığı ile fermente edilmesinin yerine, eksojen starter kültür ilavesi ile gıdanın lezzetinde, güvenliğinde ve kalitesinde iyileşmeye katkıda bulunulabileceği, tek tip üretim için standardizasyon sağlanabileceği, toksikolojik risklerin azaltılabileceği, fermantasyon sürelerinin hızlandırılabilmesi ve gıdalara olumlu fonksiyonel özelliklerin kazandırılabilmesi de ileri sürülmektedir (Holzapfel ve ark., 2002 ve Yang ve ark., 2014).

Soğan ve sarımsağın asidik ortamda fermente edilmesinde *Weissella confusa*, *Lactobacillus plantarum* (Kim ve ark., 2016b ve Yang ve ark., 2014), *Lactobacillus pentosus* (Beato ve ark., 2012 ve Jo ve ark., 2020), *Saccharomyces cerevisiae* ve *Mimulus pilosus* (Kim ve ark., 2016b) gibi çok farklı bakteriler starter kültür olarak kullanılabilir. Yang ve ark. (2014) çalışmasında *Allium* cinsi sebzelerden *Allium tuberosum* Rottler ex Sprengel endofitik bakteriler aracılığı ile veya eksojen starter kültür (*Weissella confusa*, *Lactobacillus plantarum*) ilavesi ile fermente edilmiş ve sonuç olarak; spontan fermantasyonda (eksojen starter kültür ilavesi olmaksızın) allisin, tiyol, toplam fenolik bileşik, toplam flavonoid içeriğinin ve antioksidan kapasitenin düştüğü belirtilirken, eksojen starter kültür ilavesi ile gerçekleştirilen fermantasyonda bu sonuçlardan farklı olarak tiyol, toplam fenolik bileşik içeriğinin ve antioksidan kapasitenin arttığı saptanmıştır. Sarımsak kadar yaygın olmasada soğan da asidik ortamda fermente edilerek tüketilebilmektedir. Ravanbakhshian ve Behbahani'nin (2018) çalışmasına göre, *Lactobacillus plantarum* suşları ile fermente edilen soğanların toplam flavonoid içeriğinin, spontan olarak fermente edilen soğanlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. *Allium* cinsi bitkilerden elde edilen küçük moleküllü bir allil türevi ve bir organosülfür bileşiği olan allil merkaptan'ın da

soğan ve sarımsağın *Lactobacillus pentosus* ile fermente edilmesiyle arttığı bildirilmiştir (Jo ve ark., 2020).

Asidik ve tuzlu bir sıvıda sarımsak muhafaza edilmeden önce, sarımsağın karakteristik koku ve tadını ortadan kaldırmak, depolama sırasındaki istenmeyen renk değişimini (yeşillenme) engellemek için allinaz enziminin deaktivasyonu amaçlanabilmekte ve bu işlem genellikle yüksek sıcaklıkta kısa bir süre haşlanarak yapılmaktadır. Bu işlem genellikle “ağartma (blanching)” olarak adlandırılmaktadır. Beato ve ark. (2012) çalışmasında sarımsak 90 °C sıcaklıkta 5 dakika haşlanarak ağartılmış ve sonrasında starter kültür (*Lactobacillus pentosus*) ilave edilerek veya edilmeksizin tuzlu suda belli bir müddet bekletilerek kükürtlü bileşik içeriğindeki değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ağartma işleminin γ -L-glutamil-S-allil-L-sistein ve S-allil-L-sistein dışındaki kükürtlü bileşik içeriğine anlamlı etkisinin olmadığı fakat asidik ortamda fermente edilmesinin sikloalliin dışındaki kükürtlü bileşiklerde azalmalara neden olduğu belirtilmiştir. Kim ve ark. (2016b) çalışmasında ise, sarımsak örnekleri önce ağartma işlemi uygulanarak (7 dakika haşlama), sonrasında ise *Saccharomyces cerevisiae*, *Mimulus pilosus* ve *Lactobacillus plantarum* kültürleri aracılığı ile fermente edilerek kükürtlü bileşik içeriğindeki değişimler incelenmiş ve sonuç olarak fermantasyon ile γ -glutamil peptitlerin azaldığı fakat S-alkenil-L-sisteinlerin arttığı saptanmıştır. Ayrıca en yüksek sikloalliin ve S-metil-L-sistein içeriğinin *Saccharomyces cerevisiae*, S-allil-L-sistein içeriğinin ise *Mimulus pilosus* kültürleri aracılığı ile elde edildiği bildirilmiştir (Kim ve ark. 2016b). Bir diğer yandan fermantasyon ve depolama sürecinde renk değişikliği (yeşillenme) istenmeyen bir durum olsa da, Asya kıtasındaki bazı ülkelerde sarımsak asidik ortamda fermente edilip yeşil renge dönüştürülerek tüketilmektedir. “Laba” sarımsağı olarak bilinen fermente yeşil sarımsağın üretim süreci sonunda ise bazı fenolik bileşiklerin içeriğinin arttığı, fakat antioksidan kapasitenin ve kükürtlü bileşik içeriğinin azaldığı saptanmıştır (Liu ve ark., 2018b).

Sebzeler ve meyveler asidik ortamda fermente edilirken asidik ortam genellikle sirke ile sağlanmaktadır. Kullanılan sirke çeşidinin de fermantasyon sürecindeki biyolojik değişikliklerde önemli payı bulunmaktadır. Pure ve ark. (2017) çalışmasında, sarımsak kırmızı üzüm sirkesi veya kombucha sirkesi kullanılarak fermente edilmiş ve sonuç olarak her iki sirke türünde de kükürtlü bileşik içeriğinin azaldığı fakat kombucha sirkesindeki azalmanın üzüm sirkesine göre daha az olduğu ve bu nedenle kombucha sirkesi ile fermente edilmesinin sarımsağın biyolojik karakterini korumak adına üzüm sirkesinden daha uygun olabileceği belirtilmiştir.

Sarımsağın asidik ve tuzlu ortamda fermente edilmesi ile kükürtlü bileşik içeriğinin azalabileceği belirtilse de, soğan ve sarımsağın sağlık üzerine faydalı etkilerinin korunduğu bildirilmektedir (Beato ve ark., 2012). Soğan ve sarımsağın faydalı etkilerinin kükürtlü bileşik içeriğinden kaynaklı olduğu ve asidik ve tuzlu ortamda fermantasyon işleminin kükürtlü bileşik içeriğinde azalmalara neden olabileceği göz önüne alındığında, fermente soğan ve sarımsak ürünlerinin kalite kontrolünde ve değerlendirilmesinde kükürtlü bileşik içeriğindeki değişimlerin değerlendirilmesi önemli olabilir.

1.4.4.2. Yüksek Sıcaklık ve Yüksek Nem Ortamında Fermantasyon

Soğan ve sarımsağın yüksek sıcaklık ve nem ortamında (70-72 °C sıcaklık ve %90 nem), herhangi bir mikroorganizma ilavesine gerek duyulmaksızın, kendi endofitik bakterileri aracılığı ile fermente edilmesi sonucunda elde edilen ürünler literatürde genellikle siyah soğan, siyah sarımsak olarak adlandırılmaktadır. Soğanın fermantasyonunda rolü olan endofitik bakterilerin belirlenmesine ilişkin yapılmış herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamakla birlikte, sarımsağın fermantasyonunda rolü olan endofitik bakterilerin tanımlanması amacı ile yapılan bir çalışmada, taksanomik analizlere göre 45 filum ve 1125 farklı cins tanımlanırken,

filogenetik analizlere göre baskın olarak dört cins (*Thermus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus* ve *Brevundimonas*) tanımlanmıştır (Qiu ve ark., 2018). Yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermantasyon sonucunda soğan ve sarımsakta oluşan bazı değişiklikler aşağıda özetlenmiştir.

1.4.4.2.1. Duyusal Değişimler

Yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermantasyon ile soğan ve sarımsakta meydana gelen en belirgin farklılıklar duyusal farklılıklardır. Bu süreçte termal etkenlere bağlı olarak gelişen Maillard reaksiyonları enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına neden olur ve buna bağlı olarak soğan ve sarımsağın rengi kahverengisiyaha dönüşür. Fermantasyon sürecindeki ısı işlem ve azalan pH değerlerine bağlı olarak polisakkaritlerin oligosakkaritlere ve monosakkaritlere (glukoz ve fruktoza) hidrolizi gerçekleşir (Zhang ve ark., 2015). Bu nedenle siyah soğan ve sarımsağın indirgen karbonhidrat oranı daha yüksek ve duyusal olarak tatlıdır. Fermantasyon ayrıca hücre duvarı polisakkaritlerinde doku yumuşamasına neden olur. Bu nedenle, siyah sarımsağın ve soğanın dokusu çığ formlarına göre daha çok jöle kıvamındadır (Liang ve ark., 2015).

Ayrıca fermantasyon sürecinde allinazın ısı ile inaktivasyonuna bağlı olarak allininin allisine dönüşmesi engellenmiş olur ve bu sebzelere özgü karakteristik koku ve aroma kaybolur. Şekerli ve meyvemsi bir aromaya bürünen tatları ile birçok tüketici tarafından daha tüketilebilir olduğu belirtilen siyah soğan ve sarımsak ayrıca gelişmiş organoleptik özelliklere sahiptir (Moreno-Ortega ve ark., 2020b). Fermantasyon süreci sonunda siyah soğan ve sarımsağın depolama ömrü uzamakla birlikte (Jing, 2020), duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimler sayesinde doğrudan aperatif olarak tüketilebilmekte; sosların, etlerin, salataların ve tatlıların hazırlanmasında kullanılabilmektedir.

1.4.4.2.2. Besinsel Kompozisyonundaki Değişimler

1.4.4.2.2.1. Soğan

Soğanın fermente edilmesi ile içeriğindeki biyoaktif bileşenler önemli oranlarda değişikliğe uğrar. Moreno-Ortega ve ark. (2020b) tarafından yapılan çalışmada, üç farklı soğan türünün fermente edilmesiyle toplam flavonoid içeriğinin taze soğana kıyasla 12 kata kadar azaldığı, izoalliin miktarının ise işlem sırasında büyük ölçüde arttığı saptanmıştır. Organosülfür bileşiklerindeki azalmanın, tiyosülfinatlar gibi ara bileşiklerin oluşumundan ve ardından organosülfür uçucularına (dialil disülfidler ve difenil disülfidler) dönüşümünden kaynaklanabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca fermantasyon işlemi sonucunda fruktoz ve glukoz seviyelerinin arttığı, antioksidan kapasitenin ise azaldığı belirtilmiştir. Siyah soğanlarda önemli ölçüde artan fruktoz ve glukoz seviyeleri, muhtemelen siyah soğan üretiminin termal işlemi sırasında fruktanların potansiyel hidrolizinden kaynaklanmaktadır. Bir diğer yandan fenilalanin, lösin, izolösin, gama aminobütirik asit, valin, prolin ve alanin'in siyah soğan üretim sürecinde artış gösterdiği saptanmakla birlikte, triptofan, metionin, glutamik asit, glutamin ve toplam aminoasit miktarının azaldığı anlaşılmıştır. Farklı soğan türlerinde glutamin miktarında yaşanan %99 civarında azalmanın nedeninin ise, bu aminoasitle birlikte asparagin ve glutamik asitin Maillard reaksiyon sistemlerinde kahverengi ürünlerin ana prekürsörleri olmasından dolayı olabileceği belirtilmiştir (Moreno-Ortega ve ark., 2020b).

Fermantasyon sürecinde soğanın aminoasit kompozisyonu da değişmektedir. Arpacık soğanının fermente edilmesi ile toplam aminoasit ve kükürtlü bileşik içeriğinin anlamlı düzeyde azaldığı belirtilmiştir. Arjinin, glutamin, glutamik asit, lizin, tirozin, asparagin ve lösin taze soğanda; arjinin, lösin, izolösin, tirozin, alanin ve asparagin ise siyah soğanda en fazla bulunan aminoasitler olarak saptanmıştır. Kükürtlü bileşikler açısından ise γ -glutamil-S-(propenil)-sistein sülfoksit ve γ -

glutamil-S-(1-propenil)-sistein'in taze soğandaki, izoalliin'in ise siyah soğandaki baskın kükürtlü bileşikler olduğu tespit edilmiştir. Siyah soğanda artmış izoalliin miktarının, taze soğanların ısıtılması sırasında aktive olan sistein sülfoksidelyaz enziminin aktivitesine bağlı olabileceği ve bu artışın siyah soğanın sağlık üzerine olumlu etkilerinde rolü olabileceği belirtilmiştir (Moreno-Rojas ve ark., 2018). Bir diğer yandan soğanın fermente edilmesi ile değişen bir diğer bileşen ise organik asitlerdir. Çiğ soğandaki baskın organik asitler malik, tartarik ve oksalik asitken, siyah soğandakiler tartarik ve malik asittir (Moreno-Ortega ve ark., 2020b).

Sonuç olarak fermente soğan üretim sürecinde soğanın yapısında birtakım değişiklikler meydana gelmektedir. Duyusal değişimler belirgin olsa da soğanın besinsel kompozisyonunda meydana gelen değişimler henüz net olarak yansıtılmamıştır ve bu alanda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

1.4.4.2.2. Sarımsak

Soğan ve sarımsağın besinsel kompozisyonu benzer olsa da, fermantasyon sonrası besinsel kompozisyonunda meydana gelen değişimler çok da benzer değildir. Literatürdeki çalışmalarda sarımsağın fermente edilmesi ile toplam polifenol (Alihanoğlu ve ark., 2017; Choi ve ark., 2014; Kim ve ark., 2013a; Najman ve ark., 2020; Sato ve ark., 2006; Setiyoningrum ve ark., 2021 ve Toledano-Medina ve ark., 2016) ve flavonoid içeriğinin arttığı (Alihanoğlu ve ark., 2017; Choi ve ark., 2014; Najman ve ark., 2020 ve Setiyoningrum ve ark., 2021), pH değerinin ise azaldığı (Bae ve ark., 2014; Choi ve ark., 2014; Liang ve ark., 2015; Toledano-Medina ve ark., 2016 ve Zhang et al., 2015) belirtilmiştir. Sekonder bileşik içeriğindeki ve asiditesindeki değişimlere ek olarak, siyah sarımsak elde edilme süreci ile indirgen karbonhidrat miktarında, uçucu organik bileşik içeriğinde ve antioksidan kapasitesinde artış gözlenir (Bae ve ark., 2014; Liu ve ark., 2018a; Martínez-Casas ve ark., 2017; Najman ve ark., 2020; Sato ve ark., 2006; Toledano-Medina ve ark., 2016 ve Zhang et al.,

2015). Bununla birlikte fermantasyon süresinin toplam polifenol ve flavonoid içeriğine önemli etkileri vardır. Setiyoningrum ve ark. (2021) yapmış olduğu çalışmada, sarımsağın benmari su banyosunda eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın fermente edilmesi ile, antioksidan kapasitesinin, toplam polifenol ve flavonoid içeriğinin arttığı, pH değerinin ise azaldığı belirtilirken, fermantasyon süresinin uzaması ile (7 günden 21 güne) gözlenen artış miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır. Farklı çalışmalarda da fermantasyon sürecinde 21. güne kadar toplam polifenol, flavonoid (Alihanoglu ve ark., 2017 ve Choi ve ark., 2014) ve antioksidan kapasitenin arttığı ve sarımsağın optimal antioksidan kapasitesine fermantasyonun 21. gününde ulaştığı belirtilmiştir (Choi ve ark., 2014).

Siyah sarımsak üretim sürecindeki sıcaklık ve nem değerleri siyah sarımsağın duyuşal ve biyolojik özellikleri üzerinde etkilidir. Sarımsağın farklı sıcaklık ve nem değerlerinde fermente edilerek toplam fenolik bileşik ve flavonoid içeriğindeki değişimlerin incelendiği bir çalışmada, bütün fermantasyon koşullarında sarımsağın toplam fenolik bileşik (4-10 kat) ve flavonoid (1,1-1,5 kat) içeriğinin arttığı belirtilmekle birlikte, gözlenen artışın nem ve sıcaklığa bağlı olarak değiştii vurgulanmıştır (Kim ve ark., 2013a). Zhang ve ark. (2016) yapmış olduğu çalışmada da sarımsak örnekleri 60, 70, 80 ve 90 °C sıcaklıklarda fermente edilmiş ve sonuç olarak bütün sıcaklıklarda indirgen karbonhidrat, 5-hidroksimetil furfural, toplam fenol ve toplam asit içeriğinin arttığı, en ideal duyuşal özelliklerin 70 °C sıcaklıkla sağlandığı belirtilmiştir. Bae ve ark. (2014) çalışmasında da sarımsağın fonksiyonel etkilerinde önemli rolü olduğu bilinen S-allil sistein'in fermantasyon süreci ile arttığı, fakat artışın düşük sıcaklıklardaki (40, 55, 70 °C) fermantasyon sonucunda daha fazla olduğu saptanırken, antioksidan aktivitedeki artışın fermantasyon sıcaklığına paralel bir şekilde arttığı saptanmıştır (Bae ve ark., 2014). Fermantasyon sıcaklığına bağlı olarak sarımsağın vitamin içeriği de değişebilmektedir. Kim ve ark. (2013b) tarafından yapılan bir çalışmada, sarımsağın farklı fermantasyon koşullarında fermente edilmesi sonucunda yağda çözünen vitamin içeriğinin azaldığı, suda çözünen vitamin içeriğinin ise arttığı belirtilirken (1,15-1,92 kat), en fazla artışın 70 °C sıcaklıkta (%60 nem) gerçekleştirilen fermantasyon sonucunda gözlendiği belirtilmiştir.

Siyah sarımsağın ana fenolik asitleri hidroksisinnamik asit türevleridir (Kim ve ark., 2013a ve Najman ve ark., 2020). Siyah sarımsak üretim sürecinde flavonoid içeriğindeki değişimlerin incelendiği bir çalışmada, normal sarımsaktaki baskın flavonoid alt grubunun flavonlar olduğu belirtilirken, fermantasyon süreci ile flavanol, flavonol içeriğinin arttığı, flavon içeriğinin ise azaldığı saptanmıştır (Kim ve ark., 2013a). Farklı bir çalışmada ise, fermantasyon sonucunda normal sarımsakta bulunan kafeik ve klorojenik asitin tamamen kaybolduğu, kumarik asit ve epikateşin seviyelerinin arttığı, ferülik asit ve apigenin seviyelerinin ise değişmediği bildirilmiştir (Martínez-Casas ve ark., 2017). Fermantasyon sürecinde değişen sekonder bileşik kompozisyonunun, fenolik asitlerin termal işlemlere karşı dayanıklılığının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Fermantasyon sürecinde sarımsağın aminoasit kompozisyonu da değişime uğramaktadır (Kang, 2016). Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak sistein ve tirozin içeriği azalır (Alihanoğlu ve ark., 2017 ve Choi ve ark., 2014). Bu amino asitlerin dışında, sarımsağın fermente edilmesi ile lösin, izolösin, fenilalanin ve metionin içeriğinin arttığı (Alihanoğlu ve ark., 2017 ve Choi ve ark., 2014), valin, aspartik asit, glutamik asit, arjinin, lizin, histidin, treonin, serin, glisin ve alanin içeriğinin ise azaldığı saptanmıştır (Choi ve ark., 2014). Sarımsağın fermente edilmesi ile kaybolan karakteristik duyuşal özelliklerinin de azalan sistein içeriği ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. Liang ve ark. (2015) çalışmasında da sarımsağın fermente edilmesi ile aminoasit içeriğinin değişebileceği belirtilirken, bu değişimlerde fermantasyon süresinin etkili olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak siyah sarımsak elde edilme süreci ile toplam polifenol, flavonoid içeriğinde, antioksidan kapasitesinde artış görülmekte ve sarımsağın sekonder bileşik kompozisyonunda değişimler meydana gelmektedir. Ayrıca gastrointestinal sistemin oral, gastrik ve ince bağırsak fazlarının fizyolojik koşullarının simüle edilerek normal ve siyah sarımsaktaki biyoaktif bileşiklerin biyoerişilebilirliğinin *in vitro* olarak değerlendirilmesiyle, fermantasyonun sarımsaktaki kükürtlü bileşiklerin

biyoerişilebilirliği üzerinde de olumlu etkiler yaptığı da belirtilmiştir (Moreno-Ortega ve ark., 2020a). Fermantasyon koşulları ve süresi ise siyah sarımsaktaki değişimlerin ana belirleyicilerindedir.

1.5. Soğan ve Sarımsağın Plateletler Üzerine Fonksiyonel Etkileri

Platelet agregasyonu, kardiyovasküler hastalığa yol açan tromboembolik olayların başlıca nedenidir. Bu nedenle platelet agregasyonunun inhibisyonu, kan akımının korunmasında önemlidir. Son yıllarda da antiagregatör etkinliği olan düşük toksisiteye sahip biyoaktif bileşiklerin keşfine yoğunlaşmış olup, bu alandaki ilerlemeler ile kardiyovasküler hastalıkların gelişiminin engellenebileceği veya geciktirilebileceği savunulmaktadır (Fuentes ve Palomo, 2014). Ayrıca antitrombotik ilaç kullanan bazı bireylerde, bu ilaçlara karşı direnç gelişebileceği ve bu bireylerde kardiyovasküler hastalık riskine karşı antiagregatör etkinliği olan biyoaktif bileşenlerin diyetle alınımının önemli olabileceği vurgulanmaktadır (Assefa ve ark., 2016).

Soğan ve sarımsağın platelet agregasyonunu inhibe edici rolleri *in vitro*, *in vivo* ve *ex vivo* (Ali ve ark., 1999; Beretta ve ark., 2017; Bordia ve ark., 1996a; Bordia ve ark., 1996b; Cavagnaro ve ark., 2007a; Cavagnaro ve ark., 2007b; Debaene ve ark., 1999; Galmarini ve ark., 2001; Gonzalez ve ark., 2009; Hansen ve ark., 2012; Irfan ve ark., 2018; Moon ve ark., 2000; Osmont ve ark., 2003; Rahman ve Billington, 2000; Sance ve ark., 2008; Saplontai-Pop ve ark., 2015; Wijaya ve ark., 1996 ve Wijaya ve ark., 2000) çalışmalarda belirtilmiştir. Soğan ve sarımsağın antiplatelet aktivitesi kükürtlü bileşiklerine (Gonzalez ve ark., 2009 ve Hansen ve ark., 2012) ve enzim aracılı tiyosülfınatlara (Briggs ve ark., 2000; Cavagnaro ve ark., 2007a; Gonzalez ve ark., 2009 ve Saplontai-Pop ve ark., 2015) atfedilmektedir. Farklı *Allium* türlerinin (*A. elburzense*, *A. ursinum*, *A. ampeloprasum*, *A. hirtifolium*, *A. haemanthoides*, *A.*

vavillovi, *A. atroviolaceum*, *A. jesdianum*, *A. shelkovnikovii*, *A. affine*) (Hiyasat ve ark., 2009; Lorigooini ve ark., 2015; Sadeghi ve ark., 2017 ve Safaeian ve ark., 2017) ve bu türlerden elde edilen bazı biyoaktif bileşenlerin de (Hubbard ve ark., 2006; Ko ve ark., 2018 ve Ou ve ark., 2012) antiagregatör veya fibrinolitik etkilerinin bulunduğu belirtilmiştir.

Sarımsağın soğana göre antiplatelet etkinliğinin oldukça yüksek olduğu birçok çalışmada saptanmış olmakla birlikte (Ali ve ark., 1999; Beretta ve ark., 2017; Bordia ve ark., 1996a ve Wijaya ve ark., 2000), farklı renklerdeki soğanların da antiplatelet etkinliği arasında farklılıklar olduğu belirtilmektedir. Saplonçai-Pop ve ark. (2015) çalışmasında, su içeriği düşük olan beyaz soğanın (%43,6), su içeriği göreceli olarak yüksek olan sarı (%45-65) ve kırmızı (%61) soğana göre daha alkali pH değerine sahip olduğu, tiyosülfinat içeriğinin ve antiplatelet etkinliğinin daha yüksek olduğu, buna karşın flavonoid içeriğinin ve antioksidan etkisinin ise oldukça düşük olduğu saptanırken, bu bulguların tam tersinin kırmızı soğana ilişkin değerlerde gözlemlendiği belirtilmiştir. Bir diğer yandan *Allium* türlerinin, kükürtlü bileşik profili açısından hem içerik hem de bileşik türü bakımından farklılık gösterdiği, farklı *Allium* türlerinden izole edilen tiyosülfinatların antiplatelet aktivitesinin de farklı olduğu kanıtlanmıştır (Briggs ve ark., 2000).

Soğanın ve sarımsağın antiplatelet etkinliği, fosfolipidlerden araşidonik asit (AA) salınımının inhibisyonu, tromboksan A₂ (TXA₂) sentaz inhibisyonu ve TXA₂/Prostaglandin H₂ reseptör blokajından kaynaklanır. Sarımsak bu etki mekanizmasının yanı sıra siklooksijenaz enzim düzeyini de inhibe eder. Sonuç olarak soğan ve sarımsağın antiplatelet ve fibrinolitik etkileri S-alk(en)il-L-sistein sülfoksitlerin enzimatik olarak ayrışması ile ortaya çıkan kükürtlü bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Kükürtlü bileşikler aynı zamanda bu sebzelere ilişkin keskin aromayı da sağladığı için, keskin aromaya sahip *Allium* türlerinin (pirüvik asit konsantrasyonu yüksek) antiplatelet etkinliğinin de yüksek olabileceği öne sürülmektedir (Beretta ve ark., 2017; Cavagnaro ve ark., 2007b; Galmarini ve ark., 2001; Gonzalez ve ark., 2009 ve

Sance ve ark., 2008). Bir diğ er yandan, soğan ve sarımsağ ın antiplatelet etkinliğinde kükürtlü bileşiklerin dış ında, kuersetin ve kuersetin glikozitlerinin de rolü olduğ u bildirilmiştir (Ko ve ark., 2018 ve Stainer ve ark., 2019).

1.6. Soğan ve Sarımsağ ın Plateletler Üzerine Fonksiyonel Etkilerini Değ iştiren Uygulamalar

Soğan ve sarımsağ ın besinsel kompozisyonunun değ işmesinde etkili olan hasat öncesi ve hasat sonrası bütün uygulamaların bu sebzelerin antiplatelet etkinliğindeki değ işimlerde de rolü bulunmaktadır. Hasat öncesi işlemlerden depolama ile soğanın antiplatelet aktivitesinin %61'e varan oranlarda arttığ ı belirtilmektedir (Debaene ve ark., 1999). Bir diğ er yandan soğanın yetiştirildiğ i ortamın kükürt konsantrasyonunun soğanın antiplatelet etkinliğinde önemli rolü vardır. Hidroponik tarımla farklı kükürt konsantrasyonlarında yetiştirilen soğanların antiplatelet etkinliğinin farklı olduğ u, yüksek kükürt içeriğ inde yetiştirilen soğanların antiplatelet etkinliğinin de yüksek olduğ u saptanmıştır (Orvis ve Goldman, 1997).

Soğan ve sarımsağ ın antiplatelet aktivitesini değ iştiren en önemli faktörlerden birisi ısıl işlem uygulamalarıdır. Ali ve ark. (1999) çalışmasında, çiğ soğan ve sarımsak örneklerinin tavş an plazmasında uygulama dozuna paralel artan antiagregatör etkinlik gösterdiğ i saptanırken, 10 dakika haşlama işleminin sarımsağ ın antiplatelet etkinliğini azalttığ ı, soğ anda ise anlamlı farklılığ a neden olmadığ ı belirtilmiştir. Aynı deneysel prosedürle aynı ekstraktların etkinliğinin insan plazmasında değ erlendirilmesi ile yalnızca çiğ sarımsağ ın antiagregatör etkinlik gösterdiğ i saptanmıştır. Bordia ve ark. (1996a) çalışmasında da çiğ soğan ve sarımsağ ın ratlarda tromboksan B₂ düzeylerini etkili bir şekilde azalttığ ı, haşlanmış soğan ve sarımsağ ın ise oral olarak verilmesinin etkili olmadığ ı belirtilmiş ve ayrıca bu bitkilerin kaynatılmasının yapılarındaki antitrombotik bileşenlerin bozulmasına neden olabileceğ i vurgulanmıştır. Bu

çalışmalara benzer şekilde Chen ve ark. (2000) alışmasında da çiğ yeşil soğan suyu tüketimeinin ratlarda antitrombotik etki gösterdiği, haşlanmış yeşil soğan suyu tükeminde ise bu etkilerin gözlenmediği belirtilmiştir.

Haşlama ve buğulama işlemleri ile soğanın antiplatelet etkinliğinde azalma gözlenebileceği gibi proagregatör etkinliğin de gözlenebileceği ileri sürölmektedir. Cavagnaro ve ark. (2007b) 20 dakikadan uzun haşlama ile, Hansen ve ark. (2012) ise 10 dakikadan uzun buğulama ile soğanın proagregatör etki gösterdiğini belirtmiştir. Haşlama işlemine benzer şekilde fırında kurutma (Wijaya ve ark., 2000), fırında pişirme (200 °C sıcaklıkta 10-30 dakika) ve mikrodalgada pişirme (500 W enerjide 0.75-3 dakika) işlemleri sonucunda da (Cavagnaro ve ark., 2007a ve Cavagnaro ve Galmarini, 2012) soğan ve sarımsağın antiplatelet etkinliğinin azaldığı belirtilmiştir.

Uygulanan ısıl işlemler öncesi soğan ve sarımsağa uygulanan fiziksel işlemler bu sebzelerin antiplatelet etkinliğinde değişimlere neden olur. Cavagnaro ve ark. (2007a) alışmasında, ısıl işlem uygulamalarından önce sarımsağın ezilmesinin ısıl işleme bağlı antiplatelet aktivite kayıplarını azaltabileceği ve ezilmiş-pişirilmış sarımsakta antiplatelet aktivitedeki kısmi kaybın, tüketilen miktar arttırılarak telafi edilebileceği belirtilmiştir. Cavagnaro ve Galmarini'nin (2012) benzer deneysel prosedürü soğan üzerinde uygulaması ile bütün halde pişilen soğanların 30 dakika, dörde bölünerek pişirilenlerin 20 dakika, tamamen doğranarak pişirilenlerin ise 10 dakika pişirme (fırında 200 °C) işleminden sonra antiplatelet etkinliğini yitirdiği belirtilmiştir.

Haşlama, fırında pişirme, mikrodalgada pişirme işlemleri ile soğan ve sarımsağın antiplatelet aktivitesinin kaybolduğu hatta işlem süresine bağlı olarak proagregatör etkinliğin gözlenebileceği belirgin olsa da, yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermente edilerek üretilen siyah soğan ve siyah sarımsakla ilgili çalışmalar sınırlıdır. Siyah soğanın antiplatelet etkinliğinin değerlendirildiği herhangi bir

çalışmaya literatürde rastlanmamış olup, siyah sarımsakla ilgili çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalardan birinde siyah sarımsağın antiplatelet etkinliği *in vitro* ve *ex vivo* olarak değerlendirilmiş ve sonuç olarak *in vitro* analizlerde çiğ sarımsağın antiplatelet etkinliğinin siyah sarımsağa göre oldukça yüksek olduğu, *ex vivo* analizlerde ise iki sarımsak türü arasında belirgin farklılığın olmadığı saptanmıştır (Irfan ve ark., 2018). Diğer çalışmada ise yüksek kolesterolü yemle beslenen ratlarda siyah sarımsağın normal sarımsağa göre daha fazla antiplatelet etki gösterdiği saptanmıştır (Irfan ve ark., 2019). Farklı çalışmalarda siyah sarımsak ekstraktının platelet agregasyonunu inhibe edici etkileri belirtilmiş olsa da (Allison ve ark., 2006; Morihara ve Hino, 2017 ve Rahman ve Billington, 2000), bu çalışmalarda siyah sarımsak ekstraktının antiagregatör etkinliği normal sarımsak ekstraktı ile karşılaştırılmamıştır.

Bu çalışmada, son yıllarda yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermente edilen *Allium* sebzelerinin artmış tüketimi göz önüne alınarak, belirtilen fermantasyon koşullarında *Allium* grubu sebzelerden sarı soğan, kırmızı soğan, beyaz soğan ve sarımsağın antioksidan kapasitesinde, toplam fenol içeriğinde ve antiplatelet etkinliğinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Yüksek sıcaklık ve nem ortamında eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın bazı *Allium* cinsi sebzelerin toplam fenolik madde içeriğinde, antioksidan kapasitesinde ve antiplatelet etkinliğinde meydana gelen değişimlerin incelenmesinin amaçlandığı bu çalışma *in vitro* deneysel araştırma modeli ile tasarlanmıştır. Çalışmanın etik onayı Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (Karar no: 2020/234) alınmış olup onay yazısı ekte sunulmuştur (Ek-2). Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite tayinine ilişkin analizler Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, antiplatelet aktivite tayinine ilişkin analizler ise Baran Medikal Biyokimya Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan kimyasal malzeme, cihaz ve ekipman listesi ekte sunulmuştur (Ek-3).

2.1. Sarımsak ve Soğanların Temini

Alliaceae ailesinin en büyük temsilcisi olan *Allium* cinsi sebzelerden en yaygın olarak üretilen ve tüketilen türlerin soğan (*Allium cepa*) ve sarımsak (*Allium sativum*) olması; farklı renklerdeki soğanların da mutfakta benzer sıklıklarda kullanılması dolayısı ile, bu çalışmada materyal olarak kırmızı soğan, sarı soğan, beyaz soğan ve sarımsak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan soğan ve sarımsak örnekleri, Bolu ilindeki yerel ürünlerin satıldığı bir marketten temin edilmiştir. Soğan ve sarımsakların filizlenmemiş, ezilmemiş olmasına dikkat edilmiştir. Temin edilen soğan ve sarımsak örneklerinden rastgele seçilerek bir kısmı çiğ soğan ve sarımsak numunelerinin hazırlanması için, diğer kısmı ise fermente numunelerin hazırlanması için ayrılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan soğan ve sarımsak örnekleri şekildeki gibidir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan soğan ve sarımsak örnekleri

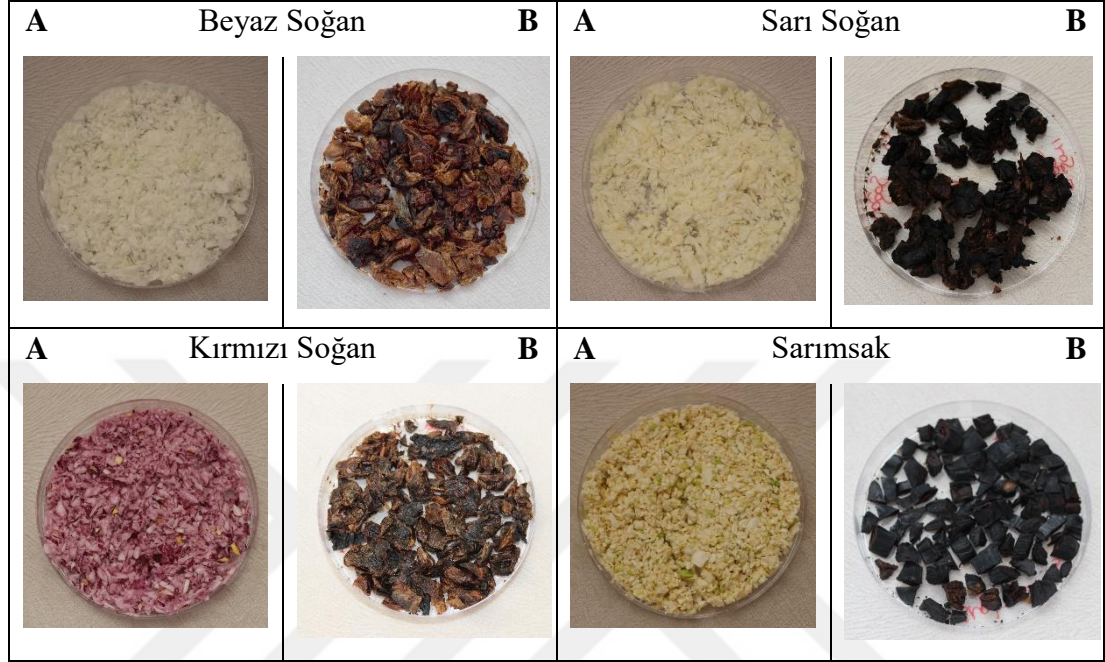
2.2. Sarımsak ve Soğanların Fermantasyonu

Sarımsak ve soğanların fermente edilmesi için Banggood adlı alışveriş sitesinden “Black Garlic Fermenter” olarak satılan ürün tedarik edilmiş (5 L) ve sebzeler bu cihaz aracılığı ile fermente edilmiştir. Fermantasyon öncesinde sarımsak ve soğanlara herhangi bir işlem uygulanmamış ve bütün olarak fermentöre yerleştirilmiştir. Sarımsaklar cihaz kullanımındaki öneriler dikkate alınarak dokuz gün süre ile (75 °C), soğanlar ise aynı sıcaklıkta 12 gün süre ile fermente edilmiştir.

2.3. Sarımsak ve Soğanların Liyofilizasyonu

Yapılacak olan analizlerde çiğ ve fermente numunelerin kuru madde ve nem içeriğinin benzer olması amaçlanmış ve bu nedenle bütün numunelerin liyofilizasyon yöntemi ile kurutulmasına karar verilmiştir. Bu doğrultuda öncelikle çiğ ve fermente soğan, sarımsak örneklerinin kabuğu soyularak seramik bıçakla küp şeklinde doğranmış ve üstü kapalı petri kapları içerisinde -80 °C sıcaklıkta bir gün süreyle bekletilmiştir. Sonrasında aynı petri kaplarıyla liyofilizatöre aktarılarak 36 saat süre ile liyofilize edilen örnekler, ekstrakt hazırlamadan önce porselen havanda toz haline

getirilmiştir (Sharma ve ark., 2015). Liyofilize edilmiş örneklere ilişkin fotoğraflar Şekil 2.2.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.2. Liyofilize edilmiş soğan ve sarımsak örneklerine ait fotoğraflar (A: Fermente edilmemiş numune, B: Fermente numune)

2.4. Ekstraktların Hazırlanması

Toplam fenol ve antioksidan aktivite tayini için liyofilize edilmiş ve toz haline getirilmiş numunelerden 1 ± 0.001 g tartılarak 10 mL %60 metanolla karıştırılmıştır. Sonrasında 3000 rpm'de 30 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj bitiminden sonra süpernatant alınarak tekrar 10 mL metanol eklenmiş ve işlem tekrarlanmıştır. Sonuç olarak 1 g numune 20 mL %60 metanol ile ekstrakte edilmiş ve tüm numuneler analizler yapılincaya kadar -20 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir (Güzel, 2018).

2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini

Soğan ve sarımsak ekstraktlarında toplam fenolik bileşik miktarının tayininde Lu ve ark. (2011) çalışması referans olarak alınmış olup, referans alınan bu çalışmada farklı renkteki soğanlar ve arpacık soğanı için uygulanan prosedür analiz için hazırlanmış olan ekstraktlarda uygulanmıştır. Folin-Ciocalteu metodu olarak bilinen yöntemin ilkesi fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü redoks reaksiyonuna dayanır. Belirtilen reaksiyon sonunda oluşan mavi rengin kolorimetrik olarak ölçülmesi ile analizi yapılan örneklerin fenolik bileşiklerinin toplam miktarı hesaplanır. Bu metoda göre, 1:10 hacim oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu reaktifinden 750 µL alınarak, 100 µL %60 metanolik soğan ve sarımsak ekstraktları ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 10 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra 750 µL %2'lik sodyum karbonat solüsyonu eklenerek vorteks cihazı ile karıştırılmıştır. Karanlık ortamda 45 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 765 nm absorbands değerinde spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır. Analiz standardı olarak toplam fenolik bileşik miktarı tayininde yaygın olarak tercih edilen gallik asit (0-50 mg/L) kullanılmış olup (Öztaş, 2006), analizler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Numunelerin absorbands değerine karşılık gelen gallik asit miktarları, gallik asit standardına özgü kalibrasyon eğrisi ile hesaplanarak sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

2.6. Antioksidan Aktivite Tayini

Gıdalarda bulunan antioksidanların birçok fonksiyonel özelliğe sahip olmaları ve kompleks yapıda olmaları nedeni ile oksidanlar üzerine etkileri de farklı tepkimeler ve mekanizmalar üzerinden gerçekleşir. Antioksidan aktivitenin tayininde tek bir metoda bağlı kalınması, analiz edilen gıdanın antioksidan aktivitesi hakkında yeterli bilgi vermeyebilir. Bu nedenle bir gıdanın antioksidan aktivitesinin tayininde, farklı

metodların birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir. Gıdaların antioksidan aktivitelerinin tayininde kullanılan yöntemler kimyasal reaksiyon açısından, Hidrojen atomu transferi reaksiyonuna dayananlar (HAT) ve tek elektron transferi reaksiyonlarına dayananlar olmak üzere ikiye ayrılır. Tek elektron transferi reaksiyonlarına dayanan yöntemler indirgenğinde renk değiştiren bir oksidanın, antioksidan madde tarafından indirgenmesi ile oluşan renk farklılığı düzeyinin kolorimetrik olarak ölçümü prensibine dayanır (Albayrak ve ark., 2010). Bu çalışmada soğan ve sarımsak örneklerinden elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite değerleri tek elektron transferi reaksiyonlarına dayanan yöntemlerden 2,2- azinobis 3- etilbenzothiazolin-6-sülfonik asit diamonyum tuzu (ABTS) radikal yakalama yöntemi ve 1,1-difenil-2- pikrilhidrazil (DPPH) radikal yakalama yöntemi ile belirlenmiştir.

2.6.1. DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Soğan ve sarımsak ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin DPPH radikal yakalama yöntemi ile tayininde, Sharma ve ark. (2015) tarafından belirtilen yöntem referans olarak alınmış olup, referans alınan bu çalışmada farklı renkteki soğanlar için uygulanan prosedür analiz için hazırlanmış olan ekstraktlarda uygulanmıştır. Öncelikle 24 mg DPPH 100 mL %60 metanolde çözdürülerek stok DPPH çözeltisi hazırlanmış sonrasında stok çözelti %60 metanol ile seyreltilerek (1:10) analiz için kullanılmıştır. Analiz için örnek ekstraktlarından 50 µL alınarak üzerine 1950 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiş ve vorteks cihazı ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. UV-VİS spektrofotometrede absorbans değerleri 517 nm'de okunmuştur. Analiz standardı olarak Troloks (0-500 µmol/L) kullanılmış ve analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. E vitamininin suda çözülebilir bir analogu olan Troloks antioksidan aktivite tayininde yaygın olarak kabul edilen bir standarttır (Albayrak ve ark., 2010). Numunelerin absorbans değerine karşılık gelen Troloks miktarları, Troloks standardına özgü kalibrasyon eğrisi ile hesaplanarak sonuçlar µmol Trolox eşdeğeri/g liyofilize ağırlık olarak ifade edilmiştir.

2.6.2. ABTS Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Soğan ve sarımsak ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin ABTS radikal yakalama yöntemi ile tayininde, Toledano-Medina ve ark. (2016) tarafından belirtilen yöntem referans olarak alınmış olup, referans alınan bu çalışmada siyah sarımsak için uygulanan prosedür analiz için hazırlanmış olan ekstraktlarda uygulanmıştır. Öncelikle 7 mM ABTS çözeltisi için 0.1920 g ABTS ile farklı bir yerde saf suda çözdürülmüş olan 0.0331 g $K_2S_2O_8$ (2,25 mM) karıştırılmış ve bu çözelti karanlık ortamda oda sıcaklığında yaklaşık olarak 12-16 saat bekletilmiştir. Hazırlanan bu stok çözelti metanolla seyreltilerek 734 nm dalga boyundaki absorbansı yaklaşık olarak 0,7'ye ayarlanmıştır. Absorbansı ayarlanan ABTS solüsyonundan 980 μ L alınarak üzerine 20 μ L numune ekstraktı eklenmiş ve karıştırılarak 6 dakika sonraki absorbansı 734 nm dalga boyunda okunmuştur. Analiz standardı olarak Troloks (0-500 μ mol/L) kullanılmış ve analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Numunelerin absorbans değerine karşılık gelen Troloks miktarları, Troloks standardına özgü kalibrasyon eğrisi ile hesaplanarak sonuçlar μ mol Trolox eşdeğeri/g liyofilize ağırlık olarak ifade edilmiştir.

2.7. pH Tayini

Soğan ve sarımsak örneklerinin pH değerlerinin tayini için liyofilize edilmiş ve havanda toz haline getirilmiş numunelerden 5 ± 0.01 g alınarak 25 mL saf su ilave edilmiş ve 3 dakika boyunca manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra filtre kağıdı ile süzülerek elde edilen filtratta pH metre ile ölçüm yapılmıştır. Analiz her örnek için 3 kez tekrarlanmıştır (Najman ve ark., 2020).

2.8. Katılımcılardan Kan Örneklerinin Alınması

Antiplatelet aktivite tayininde kullanılacak kan örnekleri, kronik hastalık öyküsü olmayan, son bir hafta içerisinde alkol, ilaç veya nutrasötik kullanmamış, 12 yetişkin bireyden (altı erkek, altı kadın) 12 saatlik açlık sonrasında, antiplatelet aktivite tayininin yapıldığı Baran Medikal Biyokimya Laboratuvarı'nda alınmıştır. Kan örnekleri alınmadan önce katılımcılara öncelikle çalışma ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen bireylere gönüllü onam formu (Ek-1) imzalatılmıştır. Gönüllü onam formunu imzalayan katılımcılardan kan örnekleri sağ veya sol *vena cephalica antebrachii*'den (10 mL) hemşire tarafından alınmış olup, çalışmada örneklem sayısının belirlenmesinde analiz için gerekli kan miktarı ve aynı sayıda analizin yapıldığı referans çalışma (Hansen ve ark., 2012) dikkate alınmıştır.

2.9. Antiplatelet Aktivite Tayini

Agregometre ile platelet agregasyonu belirlenirken tam kan veya plateletçe zengin plazma kullanılır. Bu çalışmada tam kanda impedans agregometri yöntemi ile ekstraktların antiplatelet aktivitesi değerlendirilmiştir. Bu yöntemde tam kan içine yerleştirilen iki elektrod yüzeyine aktif plateletlerin sahip oldukları yüzey reseptörleri aracılığıyla yapışması sağlanır ve meydana gelen platelet agregasyonu sonucunda artan elektriksel impedans ölçülür. Artan elektriksel impedans Ohm cinsinden kaydedilir. Bu yöntemin tam kan örneği ile yapılması dolayısıyla platelet fonksiyonlarının ölçümünde diğer yöntemlere göre fizyolojik şartlara daha yakın bir ortam sağladığı belirtilmektedir. Tam kan agregometri, elektrod yüzeylerinde gerçekleştiği için aktif plateletlerin agregasyon ve adezyon kabiliyetlerini daha gerçekçi olarak yansıttasının yanı sıra tüm platelet şekillerini içeren çok az miktarda tam kan kullanılması ve plateletlerin agonistler ile aktive edilmesi dışında manuel bir

basamak içermemesi nedeniyle daha hızlı sonuçlar elde edilmesi gibi avantajlara sahiptir (Barutçuoğlu, 2016).

Antiplatelet aktivite tayini için gerekli soğan ve sarımsak ekstraktlarının hazırlanması için öncelikle liyofilize soğan ve sarımsak numuneleri havanda dövülerek toz haline getirilmiş, sonra distile su ile karıştırılarak santrifüj edilmiş ve süpernatantlar antiplatelet aktivite tayininde kullanılmıştır. Antiplatelet aktivite tayininde Gonzalez ve ark. (2009) yöntemi referans olarak alınmış olup, referans alınan bu çalışmada sarımsaklar için uygulanan prosedür analiz için hazırlanmış olan ekstraktlarda uygulanmıştır. Antikoagülan/kan hacim oranı 1/9 olacak şekilde alınan kan örnekleri Tris tamponlu salin (TBS, pH:7.4) ile 1:1 oranında dilüe edilmiştir (Gonzalez ve ark., 2009). TBS ile dilüe edilmiş kandan 1 mL alınarak 37 °C sıcaklıkta 3 dakika inkübe edilmiştir. Sonrasında distile su ile hazırlanmış farklı konsantrasyonlardaki soğan ve sarımsak ekstraktları eklenerek 2 dakika beklenmiş ve son olarak elektrotlar küvetlere yerleştirilerek 2.5 µL kollojen (1 mg mL⁻¹) ilavesi ile agregasyon başlatılmıştır. İmpedanstaki değişiklik 6 dakika boyunca kaydedilerek antiplatelet aktivite değerleri kontrol numuneleri ile kıyaslanmış ve platelet agregasyon inhibisyon yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Kan örnekleri kronik hastalık öyküsü olmayan, son bir hafta içerisinde alkol, ilaç veya nutrasötik kullanmamış katılımcılardan alınmış olsa da, herhangi bir katılımcıda platelet fonksiyonlarını etkilemesi muhtemel bir nedenin olabileceği dikkate alınarak, bütün numuneler her katılımcıdan alınan kan örneklerinde eşit sayıda test edilmiştir. Uygulanan bu deneysel prosedürle antiplatelet aktivite tayininde donör etkisinden bağımsız bulgular elde edilmesi amaçlanmıştır.

2.10. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

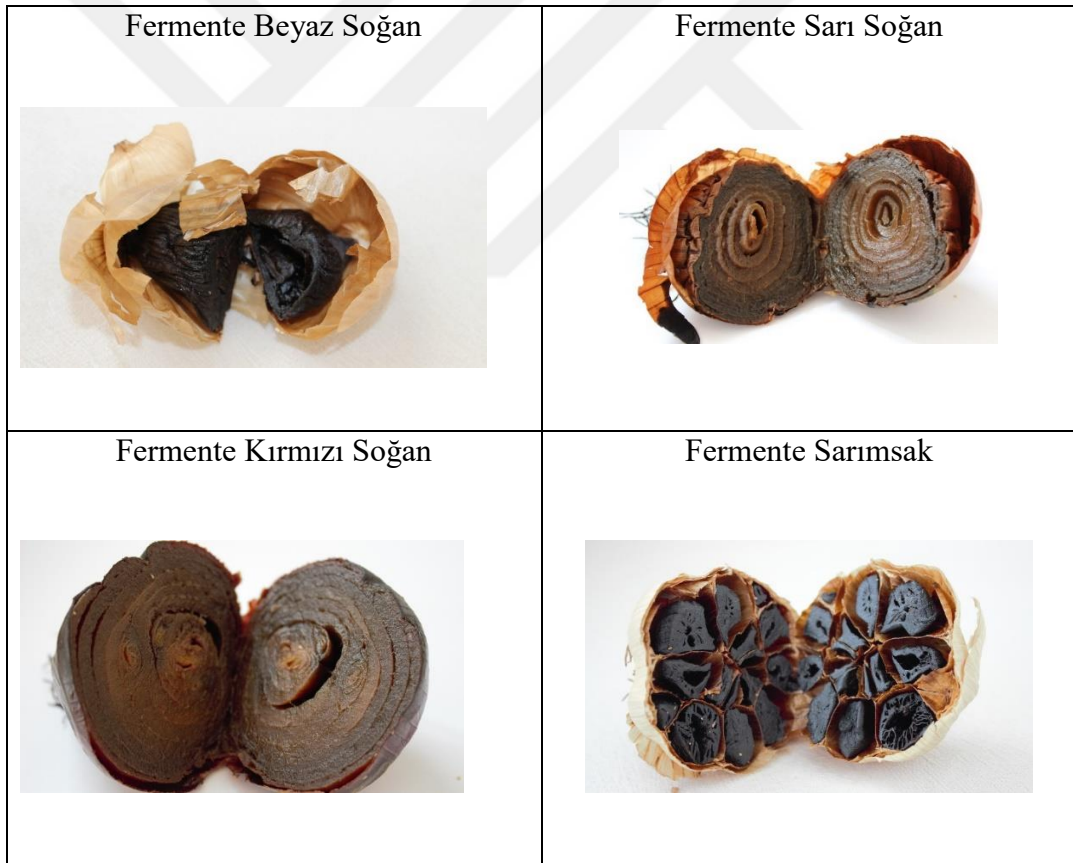
Araştırma verilerinin istatistiksel analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Yapılacak istatistiksel analiz yönteminin belirlenmesi için öncelikle verilerin dağılımlarının normalliği basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılarak incelenmiş ve basıklık ve çarpıklık değerleri ± 2.0 arasında olan değerlerin normal dağıldığı kabul edilmiştir (George ve Mallery, 2010). Tüm parametrelerin basıklık ve çarpıklık değeri ± 2.0 arasında olduğu için istatistiki analizler parametrik testlerle gerçekleştirilmiştir. Grup içi değişimler Paired-t test ile, gruplar arası farklılıklar ise One-Way Anova testi ile incelenmiştir. Gruplar arasındaki farkın kaynağının belirlenmesi için post hoc testlerinden Tukey testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde sonuçlar %95'lik güven aralığında ve $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.



3. BULGULAR

3.1. Fermantasyon İşlemine Bağlı Renk Değişikliği

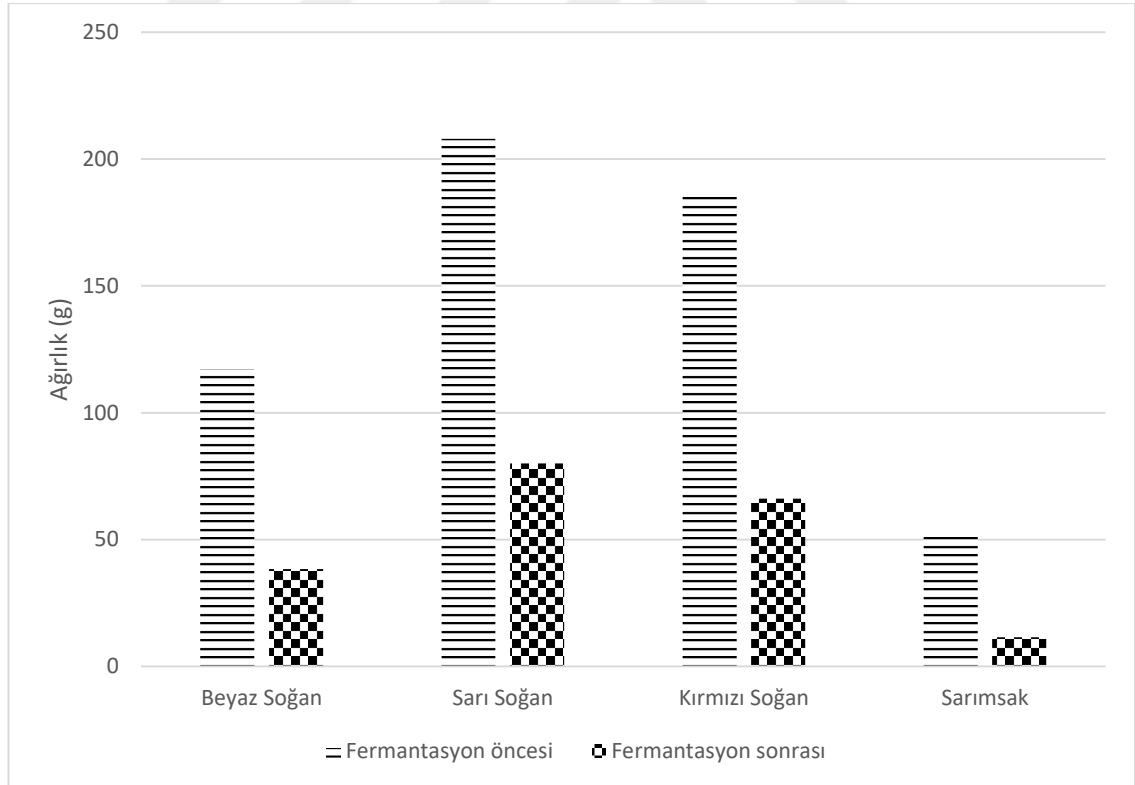
Soğan ve sarımsak örneklerinin eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın 75°C sıcaklıkta, yüksek nemde 9-12 gün süresince fermente edilmesiyle renkleri kahverengi/siyaha dönmüştür. Fermantasyon sonrası soğan ve sarımsak örneklerine ilişkin fotoğraflar Şekil 3.1.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.1. Fermantasyon sonrası soğan ve sarımsak örneklerine ait fotoğraflar

3.2. Fermantasyon İşlemine Bağlı Ağırlık Değişimi

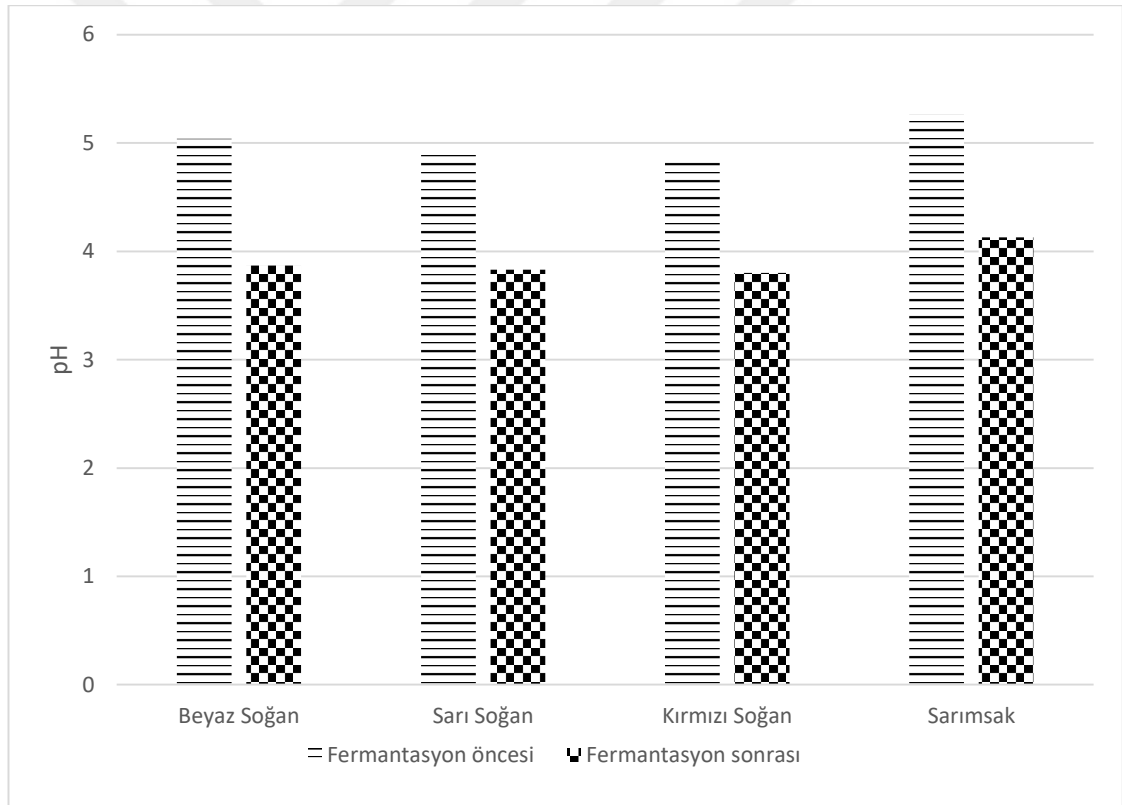
Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin ağırlık bilgileri Şekil 3.2.'de gösterildiği gibidir. Bütün soğan ve sarımsak türlerinde fermantasyon öncesi ağırlık ile fermantasyon sonrası ağırlık arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$). Beyaz soğan, kırmızı soğan, sarı soğan ve sarımsağın fermente edilmeden önceki ağırlık ortalamaları sırası ile $117,3 \pm 1,15$, $186,7 \pm 21,6$, $208 \pm 36,5$ ve $52,4 \pm 4,55$ gram olup, fermantasyon sonrasındaki ağırlık ortalamaları ise sırası ile $38,3 \pm 1,39$, $66,1 \pm 7,65$, $79,83 \pm 11,34$ ve $11,50 \pm 0,61$ gramdır. Soğan örneklerinde fermantasyona bağlı ağırlık kaybı %61,6 ile %67,3 arasında değişirken, oransal olarak en fazla ağırlık kaybı beyaz soğanda, en az ağırlık kaybı ise sarı soğanda gerçekleşmiştir. Sarımsaktaki ağırlık kaybı ise soğan türlerinden yüksek olup %78 olarak saptanmıştır.



Şekil 3.2. Soğan ve sarımsak örneklerinde fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin ağırlık bilgileri

3.3. Fermantasyon İşlemine Bağlı pH Değişimi

Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin pH bilgileri Şekil 3.3.'de gösterildiği gibidir. Bütün soğan ve sarımsak türlerinde fermantasyon öncesi pH değeri ile fermantasyon sonrası pH değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$). Beyaz soğan, kırmızı soğan, sarı soğan ve sarımsağın fermente edilmeden önceki ortalama pH değerleri sırası ile $5,04 \pm 0,03$, $4,85 \pm 0,04$, $4,91 \pm 0,06$ ve $5,26 \pm 0,05$ olup, fermantasyon sonrasındaki ortalama pH değerleri ise sırası ile $3,87 \pm 0,03$, $3,80 \pm 0,02$, $3,83 \pm 0,03$ ve $4,13 \pm 0,23$ olarak saptanmıştır.



Şekil 3.3. Soğan ve sarımsak örneklerinde fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin pH bilgileri

3.4. Fermantasyon İşlemine Bağlı Toplam Fenolik Madde İçeriğindeki Değişimler

Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin toplam fenolik madde içerikleri mg gallik asit eşdeğeri/g liyofilize numune olarak belirtilmiş olup, değerler Çizelge 3.1. ve Şekil 3.4.'de gösterildiği gibidir. Elde edilen sonuçlara göre fermantasyon öncesinde en yüksek ortalama fenolik madde içeriği kırmızı soğanda ($7,13 \pm 0,48$ mg GAE/g) saptanmış olup, kırmızı soğanı sırası ile sarımsak ($5,27 \pm 0,18$ mg GAE/g), sarı soğan ($3,44 \pm 0,17$ mg GAE/g) ve beyaz soğan ($2,85 \pm 0,12$ mg GAE/g) izlemiştir. Fermantasyon sonrasında ise en yüksek ortalama fenolik madde içeriği sarımsakta ($16,66 \pm 0,48$ mg GAE/g) saptanmış olup, sarımsağı sırası ile kırmızı soğan ($10,46 \pm 0,6$ mg GAE/g), sarı soğan ($7,51 \pm 0,56$ mg GAE/g) ve beyaz soğan ($4,12 \pm 0,23$ mg GAE/g) izlemiştir. Fermantasyon öncesinde ve sonrasında gruplar arasındaki toplam fenol içeriğindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$; Çizelge 3.1.).

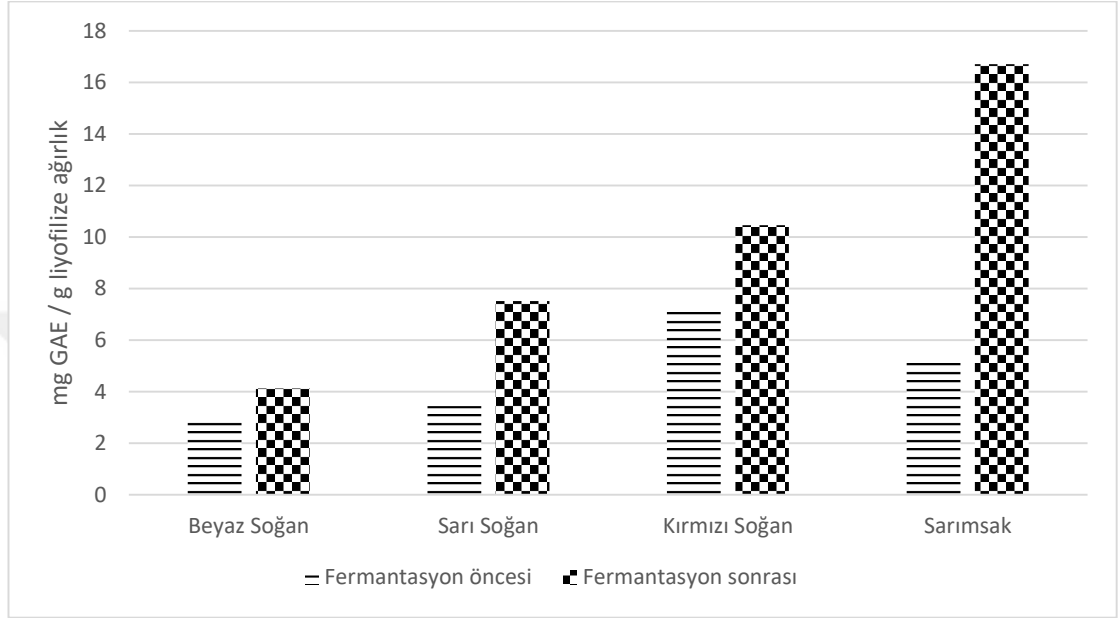
Çizelge 3.1. Sarımsak ve soğanların toplam fenolik madde içeriğinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar

	BS (Ort±SS)	KS (Ort±SS)	SS (Ort±SS)	S (Ort±SS)	p⁺	Gruplar Arası Farklılık
F.Ö	$2,85 \pm 0,12$	$7,13 \pm 0,48$	$3,44 \pm 0,17$	$5,27 \pm 0,18$	$<0,001$	1-2,4; 2-3,4; 3-4
F.S	$4,12 \pm 0,23$	$10,46 \pm 0,6$	$7,51 \pm 0,56$	$16,66 \pm 0,48$	$<0,001$	1-2,3,4; 2-3,4; 3-4
p⁺⁺	0,024	0,011	0,004	$<0,001$		

F.Ö: Fermantasyon Öncesi, F.S: Fermantasyon Sonrası, BS: Beyaz Soğan, KS: Kırmızı Soğan, SS: Sarı Soğan, S: Sarımsak, ⁺ One-Way Anova test (post-hoc Tukey); ⁺⁺ Paired sample t test.

Soğan türlerinde toplam fenolik madde içeriğindeki artış %44,6 ile %118,3 arasında değişirken en fazla artış sarı soğanda ($p=0,004$), en az artış ise beyaz soğanda gözlenmiştir ($p=0,024$). Sarımsağın toplam fenol içeriğindeki artış ise (%216) soğan

türlerinden daha yüksek olarak saptanmıştır ($p<0,001$). Bütün örneklerdeki fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin toplam fenol içeriğindeki artış düzeyi istatistiksel olarak anlamlıdır.



Şekil 3.4. Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasında toplam fenolik madde içerikleri

3.5. DPPH Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Sonuçları

Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin DPPH yöntemi ile belirlenmiş antioksidan aktivite değerleri $\mu\text{mol Troloks/g}$ liyofilize ağırlık olarak belirtilmiş olup, değerler Çizelge 3.2. ve Şekil 3.5.'de gösterildiği gibidir. Elde edilen sonuçlara göre fermantasyon öncesinde en yüksek ortalama antioksidan aktivite değeri kırmızı soğanda ($11,2\pm 0,5 \mu\text{mol Troloks/g}$), sonrasında ise sırası ile sarımsak ($10,1\pm 0,3 \mu\text{mol Troloks/g}$), sarı soğan ($6,74\pm 0,12 \mu\text{mol Troloks/g}$) ve beyaz soğanda ($5,50\pm 0,21 \mu\text{mol Troloks/g}$) gözlenmiştir. Fermantasyon sonrasında ise en yüksek ortalama antioksidan aktivite değeri sarımsakta ($35,64\pm 1,13 \mu\text{mol Troloks/g}$), sonrasında ise sırası ile kırmızı soğan ($18,9\pm 0,81 \mu\text{mol Troloks/g}$), beyaz soğan

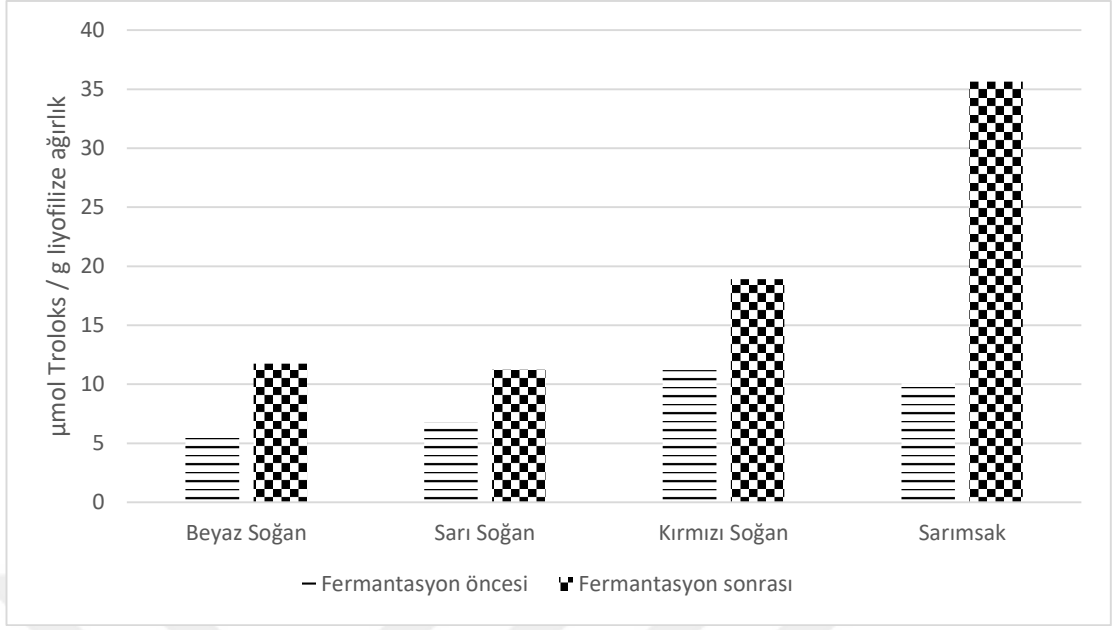
(11,74±0,58 $\mu\text{mol Trolox/g}$) ve sarı soğanda (11,22±0,44) saptanmıştır. Fermantasyon öncesinde ve sonrasında gruplar arasındaki antioksidan aktivite değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$; Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Sarımsak ve soğanların DPPH yöntemi ile saptanan antioksidan aktivite değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar

	BS (Ort±SS)	KS (Ort±SS)	SS (Ort±SS)	S (Ort±SS)	p^+	Gruplar Arası Farklılık
F.Ö	5,51±0,21	11,2±0,50	6,74±0,12	10,1±0,33	<0,001	1-2,3,4; 2-3,4; 3-4
F.S	11,74±0,58	18,9±0,81	11,22±0,44	35,64±1,13	<0,001	1-2,4; 2-3,4; 3-4
p^{++}	0,003	0,004	0,004	<0,001		

F.Ö: Fermantasyon Öncesi, F.S: Fermantasyon Sonrası, BS: Beyaz Soğan, KS: Kırmızı Soğan, SS: Sarı Soğan, S: Sarımsak, + One-Way Anova test (post-hoc Tukey); ++ Paired sample t test.

Soğan türlerinde antioksidan aktivite değerindeki artış %66,47 ile %113 arasında değişirken en fazla artış beyaz soğanda ($p=0,003$), en az artış ise sarı soğanda gözlenmiştir ($p=0,004$). Sarımsağın antioksidan aktivite değerindeki artış ise (%251,9) soğan türlerinden daha yüksek olarak saptanmıştır ($p<0,001$). Bütün örneklerde fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin antioksidan aktivite artış düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.5. Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasında DPPH yöntemi ile saptanan antioksidan aktivite değerleri

3.6. ABTS Yöntemi ile Saptanan Antioksidan Aktivite Sonuçları

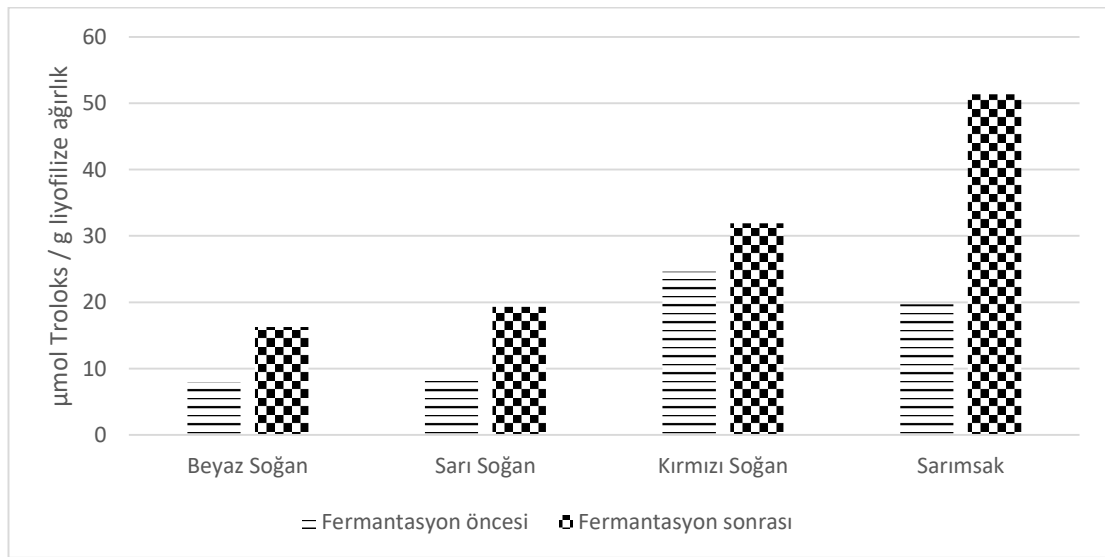
Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin ABTS yöntemi ile belirlenmiş antioksidan aktivite değerleri $\mu\text{mol Trolox/g}$ liyofilize ağırlık olarak belirtilmiş olup, değerler Şekil 3.6. ve Çizelge 3.3.'de gösterildiği gibidir. Elde edilen sonuçlara göre fermantasyon öncesinde en yüksek ortalama antioksidan aktivite değeri kırmızı soğanda ($24,61 \pm 0,7 \mu\text{mol Trolox/g}$), sonrasında ise sırası ile sarımsak ($19,7 \pm 0,49 \mu\text{mol Trolox/g}$), sarı soğan ($8,79 \pm 0,29 \mu\text{mol Trolox/g}$) ve beyaz soğanda ($7,97 \pm 0,23 \mu\text{mol Trolox/g}$) gözlenmiştir. Fermantasyon sonrasında ise en yüksek ortalama antioksidan aktivite değeri sarımsakta ($51,35 \pm 1,94 \mu\text{mol Trolox/g}$), sonrasında ise sırası ile kırmızı soğan ($31,9 \pm 1,09 \mu\text{mol Trolox/g}$), sarı soğan ($19,29 \pm 0,72 \mu\text{mol Trolox/g}$) ve beyaz soğanda ($16,26 \pm 0,66 \mu\text{mol Trolox/g}$) saptanmıştır. Fermantasyon öncesinde ve sonrasında grupların antioksidan aktivite değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$; Çizelge 3.3.).

Çizelge 3.3. Sarımsak ve soğanların ABTS yöntemi ile saptanan antioksidan aktivite değerlerinde grup içi ve gruplar arası farklılıklar

	BS (Ort±SS)	KS (Ort±SS)	SS (Ort±SS)	S (Ort±SS)	p^+	Gruplar Arası Farklılık
F.Ö	7,97±0,23	24,61±0,69	8,79±0,29	19,69±0,49	<0,001	1-2,4; 2-3,4; 3-4
F.S	16,26±0,66	31,9±1,09	19,29±0,72	51,35±1,94	<0,001	1-2,4; 2-3,4; 3-4
p^{++}	0,003	<0,001	<0,001	<0,001		

F.Ö: Fermantasyon Öncesi, F.S: Fermantasyon Sonrası, BS: Beyaz Soğan, KS: Kırmızı Soğan, SS: Sarı Soğan, S: Sarımsak, ⁺ One-Way Anova test (post-hoc Tukey); ⁺⁺ Paired sample t test.

Soğan türlerinde antioksidan aktivite değerindeki artış %29,6 ile %119,45 arasında değişirken en fazla artış sarı soğanda ($p<0,001$), en az artış ise kırmızı soğanda gözlenmiştir ($p<0,001$). Sarımsağın antioksidan aktivite değerindeki artış ise (%160,6) soğan türlerinden daha yüksek olarak saptanmıştır ($p<0,001$). Bütün örneklerdeki fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin antioksidan aktivite artış düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir.

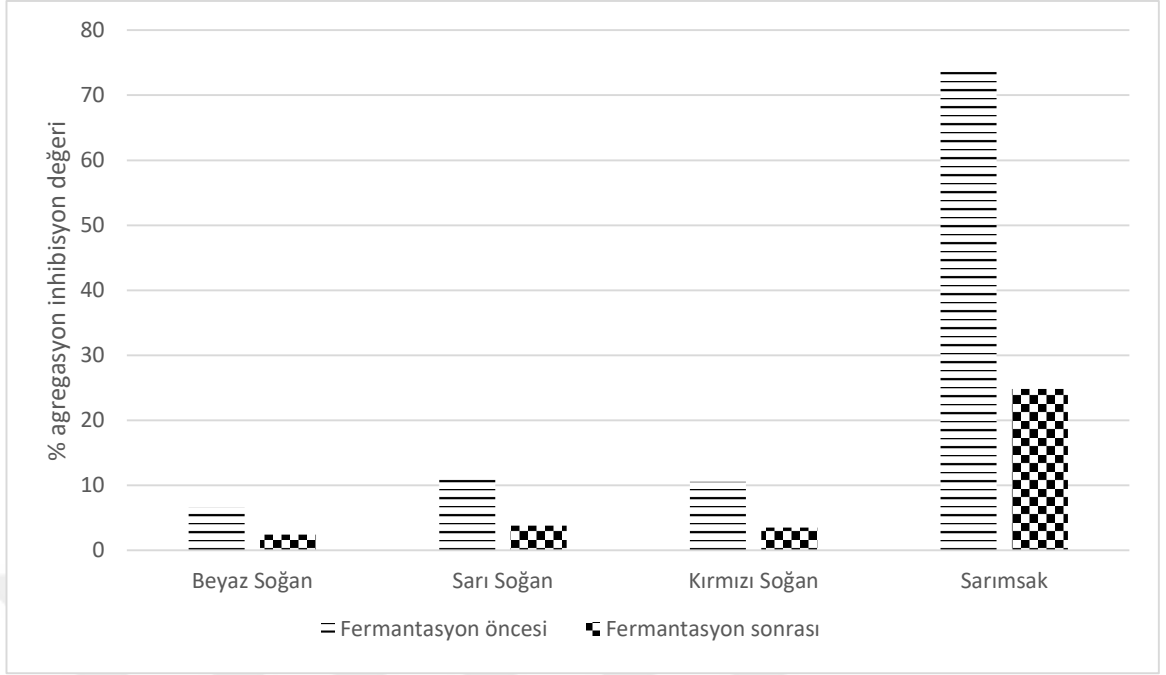


Şekil 3.6. Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasında ABTS yöntemi ile saptanan antioksidan aktivite değerleri

3.7. Antiplatelet Aktivite Sonuçları

Soğan ve sarımsak örneklerinin fermantasyon öncesi ve sonrasına ilişkin impedans agregometri ile belirlenmiş antiplatelet aktivite değerleri % agregasyon inhibisyon değeri olarak belirtilmiş olup, 2,5 mg liyofilize numune/mL tam kan dozuna ilişkin değerler Şekil 3.7. ve Çizelge 3.4.'de gösterildiği gibidir. Elde edilen sonuçlara göre fermantasyon öncesinde en yüksek agregasyon inhibisyon değeri sarımsakta (%73,6±4,10), sonrasında ise sırası ile sarı soğan (%11,4±2,18), kırmızı soğan (%10,53±1,57) ve beyaz soğanda (%6,53±1,55) gözlenmiştir. Fermantasyon sonrasında da en yüksek agregasyon inhibisyon değeri fermantasyon öncesi sıralamada olduğu gibi sarımsakta (%24,8±2,75) ve sonrasında da sarı soğan (%3,77±0,85), kırmızı soğan (%3,47±0,60) ve beyaz soğanda (%2,40±0,56) gözlenmiştir. Fermantasyon öncesi ve sonrasında sarımsağın belirtilen dozdaki antiagregatör etkinliğinin bütün soğan türlerine göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanırken ($p<0,001$), soğan türlerinin kendi içinde antiagregatör etkinliğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 3.4.).

Bir diğer yandan herhangi bir ekstraktta proagregatör etkinlik saptanmamış olmakla birlikte bütün örneklerde fermantasyon işlemi ile antiagregatör etkinliğin azaldığı belirlenmiştir. Bütün numunelerde fermantasyon işlemine bağlı antiagregatör etkinlikte gözlenen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı olup, beyaz soğan, kırmızı soğan, sarı soğan ve sarımsağa ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyleri sırası ile $p=0,019$, $p=0,022$, $p=0,031$ ve $p=0,007$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.4.).



Şekil 3.7. Sarımsak ve soğanların fermantasyon öncesi ve sonrasında agregasyon inhibisyon değerleri (2,5 mg numune/mL tam kan)

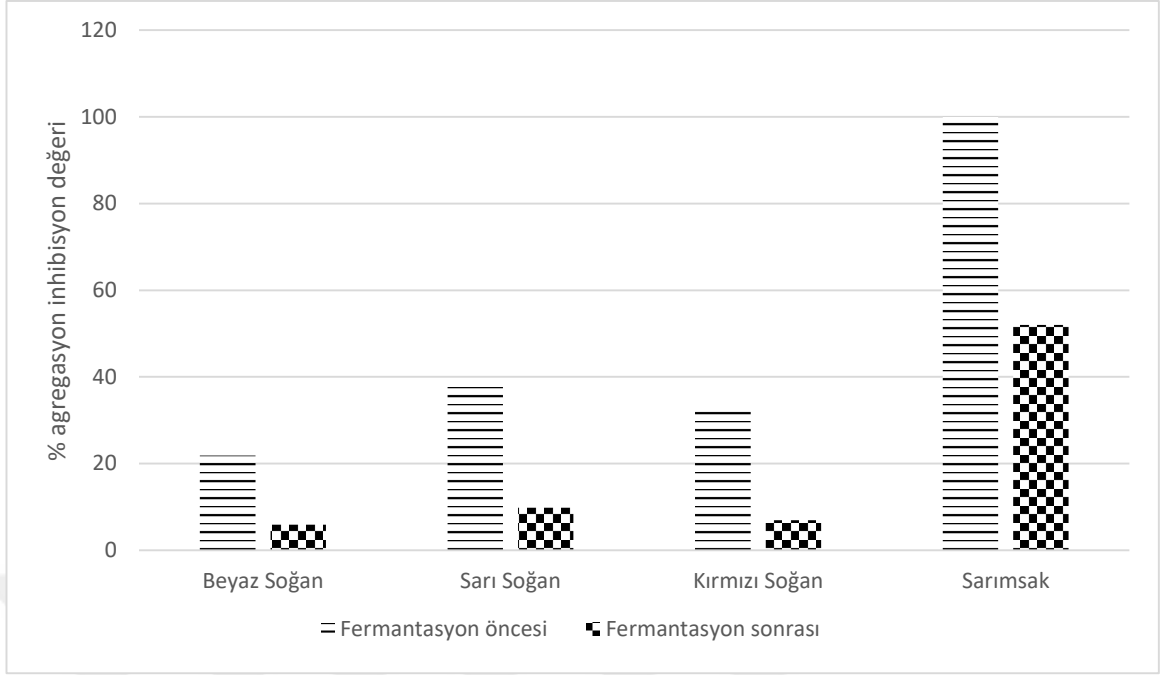
Soğan ve sarımsak örneklerinin 5 mg liyofilize numune/mL tam kan dozuna ilişkin değerler Çizelge 3.4. ve Şekil 3.8.'de gösterildiği gibidir. Belirtilen dozdaki fermente edilmemiş sarımsak ekstraktının agregasyonu tamamıyla inhibe ettiği (%100), fermente edilmemiş beyaz, kırmızı ve sarı soğan ekstraktlarındaki yüzde agregasyon inhibisyon değerlerinin ise sırası ile $21,87 \pm 2,94$, $32,87 \pm 1,96$ ve $38,10 \pm 3,20$ olduğu saptanmıştır. Fermantasyon öncesinde sarımsağın belirtilen dozdaki antiplatelet etkinliğinin soğan türlerine göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanırken ($p < 0,001$), soğan türleri arasında yalnızca sarı soğan ve kırmızı soğan arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 3.4. Sarımsak ve soğanların agregasyon inhibisyon değerlerinde (%) grup içi ve gruplar arası farklılıklar

	BS (Ort±SS)	KS (Ort±SS)	SS (Ort±SS)	S (Ort±SS)	p^+	Gruplar Arası Farklılık
2,5 mg/mL						
F.Ö	6,53±1,55	10,53±1,57	11,40±2,18	73,6±4,1	<0,001	4-1,2,3
F.S	2,4±0,56	3,47±0,6	3,77±0,85	24,8±2,75	<0,001	4-1,2,3
p^{++}	0,019	0,022	0,031	0,007		
5 mg/mL						
F.Ö	21,87±2,94	32,87±1,96	38,1±3,2	100±0	<0,001	1-2,3,4; 2-4; 3-4
F.S	5,9±1,1	6,9±1,18	9,83±1,2	52±3,12	<0,001	4-1,2,3
p^{++}	0,004	0,002	0,006	0,001		

F.Ö: Fermantasyon Öncesi, F.S: Fermantasyon Sonrası, BS: Beyaz Soğan, KS: Kırmızı Soğan, SS: Sarı Soğan, S: Sarımsak, $^+$ One-Way Anova test (post-hoc Tukey); $^{++}$ Paired sample t test

Fermente edilmiş bütün numunelerde antiplatelet etkinliğin azaldığı gözlenmiş olup 5 mg/mL dozunda da herhangi bir numunede pro-agregatör etkinlik gözlenmemiştir. Fermente sarımsak, beyaz, kırmızı ve sarı soğana ilişkin % agregasyon inhibisyon değerleri sırası ile %52±3,12, %5,90±1,10, %6,90±1,18 ve %9,83±1,20 olarak belirlenmiştir. Fermantasyon sonrasında sarımsağın belirtilen dozdaki antiplatelet etkinliğinin soğan türlerine göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanırken ($p<0,001$), soğan türlerinin kendi içinde antiplatelet etkinliğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 3.4.). Ayrıca bütün numunelerde fermantasyon işlemine bağlı antiplatelet etkinlikte gözlenen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı olup, beyaz soğan, kırmızı soğan, sarı soğan ve sarımsağa ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyleri sırası ile $p=0,004$, $p=0,002$, $p=0,006$ ve $p<0,001$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.8. Sarımsak ve soğanların fermantasyon öncesi ve sonrasında agregasyon inhibisyon değerleri (5 mg numune/mL tam kan)

4. TARTIŞMA

4.1. Ağırlık ve pH Değerindeki Azalmalar, Renk Değişikliği

Soğan ve sarımsağın yüksek sıcaklık ve nem ortamında eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın fermente edilmesi ile elde edilen siyah sarımsak ve siyah soğanda, fermantasyon sürecine bağlı olarak meydana gelen en belirgin farklılıklar duyuşal farklılıklardır. Fermantasyon sürecindeki yüksek sıcaklık soğan ve sarımsakta Maillard reaksiyonlarının gelişmesine neden olur. Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak üretilen melanoidin ve diğerkahverengi polimer bileşikler, gıdaya karakteristik koyu kahverengi/siyah bir renk verir. Siyah soğan ve sarımsak üretim süreciyle pH değerinde meydana gelen azalma da Maillard reaksiyon ürünleri ile ilişkilidir. Amino asitlerin veya proteinlerin $-NH_2$ grupları, karbonhidratların karbonil gruplarıyla kapatıldığında, işleme periyodu sırasında bir amino-şeker kompleksi oluşurken, $-COOH$ grupları kalır ve bu da pH değerinin düşmesine neden olur (Zhang ve ark., 2015). Bu azalma fermente siyah sarımsak ve siyah soğanda toksikolojik risklerin azalmasına katkıda bulunur. Çünkü laktik asit bakterileri, birçok maya ve küf türü, 4,2'nin altındaki pH seviyelerinde iyi gelişebilirken, gıda zehirlenmesine neden olan bir çok mikroorganizma bu pH değerinde canlılığını yitirir. Fermantasyon sürecindeki yüksek sıcaklık uygulaması ve buna bağlı olarak gelişen su içeriğindeki ve pH değerindeki azalma siyah soğan ve sarımsağın depolama ömrünün uzamasını sağlar (Najman ve ark., 2020).

Bu çalışmada da soğan ve sarımsağın yüksek sıcaklık ve yüksek nem ortamında fermente edilmesi ile literatürdeki diğerk bulgulara benzer şekilde renginin siyaha dönüştüğü, pH değerinin (Bae ve ark., 2014; Chang ve Jang, 2021; Choi ve ark., 2014; Kim ve ark., 2012b; Liang ve ark., 2015; Najman ve ark., 2020; Toledano-Medina ve ark., 2016; Toledano-Medina ve ark., 2019b ve Zhang ve ark., 2015) ve su

içeriğinin/ağırlığın azaldığı (Bae ve ark., 2014; Chang ve Jang, 2021; Choi ve ark., 2014; Najman ve ark., 2020 ve Toledano-Medina ve ark., 2019b) saptanmıştır.

4.2. Toplam Fenolik Madde İçeriğindeki Değişimler

Fenolik bileşikler, yapılarından dolayı polifenoller olarak adlandırılabilen, bitkilerin tohum, meyve, yaprak, çiçek, gövde ve dallarında bulunan sekonder metabolitlerdir. Genellikle flavanoidler ve flavanoid olmayanlar olarak iki sınıfa ayrılan fenolik bileşikler, yapısal olarak bir aromatik halka ve bu halkaya bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubu taşırlar. Fenolik bileşikler genel olarak mono, oligo ve polisakkaritlerle konjugat oluşturmuş halde bulunurken, esterler gibi fonksiyonel türevleri de bulunmaktadır (Bacanlı ve ark., 2015). Fenolik bileşiklerin konjuge formları fermentasyon, maltlama, alkali hidroliz ve asit hidrolizleri gibi birçok gıda işleme yöntemi ile serbest formlara dönüşür (Liu ve ark., 2018b).

Literatürde siyah soğan üretim sürecinde toplam fenol içeriğindeki değişimin incelendiği çalışmalar sınırlı sayıdadır. Soğanla ilgili literatürde yer alan tek çalışmada (Moreno-Ortega ve ark., 2020b), arpacık soğanları 65-70 °C sıcaklık aralığında, 7-28 gün süreyle, %90 nemde siyah soğana dönüştürülmüş ve yedi farklı flavonoid (kuarsetin, izorhamnetin, kuarsetin-3-O-glukozit, luteolin, kuarsetin diglikozit, kuarsetin-4-O-glukozit, izorhamnetin-4-O-glukozit) içeriğindeki değişimler kromatografik olarak incelenmiştir. Sonuç olarak incelenen bütün flavonoidlerin siyah soğan dönüşüm süreciyle azaldığı saptanırken, azalmanın flavonoidlerin diğer kinonlarla veya proteinlerle reaksiyona girmesinden veya yarı kuinoid ara maddelere oksidasyonundan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Siyah soğan üretim süreciyle toplam fenol içeriğindeki değişimlerin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmasa da, farklı renkteki soğanların toplam fenol içeriğinin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarında sarı soğanın toplam fenol içeriğinin

kırmızı soğana (Cheng ve ark. 2013) ve beyaz soğana (Soto ve ark., 2015) göre daha yüksek olduğu belirtilirken, bazı çalışmalarda ise kırmızı soğanın toplam fenol içeriğinin sarı soğan, beyaz soğan (Koca ve ark., 2015; Lu ve ark., 2011 ve Sharma ve ark., 2015) ve sarımsağa göre (Bouhenni ve ark., 2021; Gorinstein ve ark., 2008; Koca ve ark., 2015; Onyeoziri ve ark., 2016 ve Othman ve ark., 2011) daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan bu çalışmada da fermente edilmemiş kırmızı soğanın toplam fenol içeriğinin, fermente edilmemiş sarı soğan, beyaz soğan ve sarımsağın toplam fenol içeriğine göre yüksek olduğu saptanmış olup, elde edilen bulgular literatürdeki sonuçlarla (Bouhenni ve ark., 2021; Gorinstein ve ark., 2008; Koca ve ark., 2015; Lu ve ark., 2011; Onyeoziri ve ark., 2016; Othman ve ark., 2011 ve Sharma ve ark., 2015) uyumludur.

Literatürde siyah sarımsak üretim sürecinde toplam fenol içeriğinin değerlendirildiği yeterli sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu, siyah sarımsak üretim süreciyle toplam fenol içeriğinin arttığı hususunda paralel sonuçlar belirtirken (Choi ve ark., 2014; Jang ve ark., 2018; Kandemirli ve ark., 2020; Kim ve ark., 2012a; Kim ve ark., 2013a; Martínez-Casas ve ark., 2017; Najman ve ark., 2020; Sato ve ark., 2006 ve Toledano-Medina ve ark., 2019), toplam fenol içeriğindeki değişimler oldukça geniş bir aralık göstermektedir. Toplam fenol içeriğindeki değişimler analiz yöntemlerine, ekstraksiyonda kullanılan solvent türüne (Jang ve ark., 2018 ve Lu ve ark., 2017), fermantasyon koşullarına ve süresine (Choi ve ark., 2014; Kandemirli ve ark., 2020; Kim ve ark., 2013a; Toledano-Medina ve ark., 2016; Toledano-Medina ve ark., 2019 ve Zhang ve ark., 2015) bağlı olarak değişebilmektedir. Bu faktörlerin dışında sarımsakların siyah sarımsağa dönüştürülmeden önce dondurulmasının (-16 °C sıcaklıkta 30 saat süreyle) (Kandemirli ve ark. 2020), buğulanmasının (4-6 dk) (Karnjanapratum ve ark., 2021) ve dişlerine ayrılarak fermente edilmesinin de (Toledano-Medina ve ark., 2016) toplam fenol içeriğinde daha fazla artış sağlayabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre de sarımsağın toplam fenol içeriğinin fermantasyon sonucunda yaklaşık olarak 3 kat arttığı saptanmış olup artış oranı literatürdeki bazı

çalışmalarla (Choi ve ark., 2014; Najman ve ark., 2020; Toledano-Medina ve ark., 2016 ve Toledano Medina ve ark., 2019) benzerlik göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, sarımsakta olduğu gibi bütün soğan türlerinde de fermantasyon işlemi ile toplam fenol içeriğinin arttığı gözlenmiştir. Toplam fenol içeriğindeki değişimler dikkate alındığında, yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermantasyonun bu sebzelerin biyolojik kalitesini arttırdığı anlaşılmaktadır. Sarımsağın toplam fenol içeriğinde meydana gelen artışın soğan türlerine göre yüksek olması, sarımsağın fermantasyon işlemi için daha uygun olduğunu düşündürmektedir. Siyah sarımsağın üretim sürecinde toplam fenol içeriğindeki artış ile ilgili çeşitli açıklamalar öne sürülmüş olup, fermentasyon işlemi ile fenolik bileşiklerin glikozile edilmiş ve esterlenmiş bağlı formlarının kırıldığı ve böylece serbest formlarda bir artış gerçekleştiği savunulmaktadır. İkincisi ise fermantasyon sürecindeki Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak kompleks polifenol seviyelerindeki bir artıştan kaynaklanabileceği öne sürülmektedir (Kim ve ark., 2013a ve Najman ve ark., 2020). Bu çalışmada siyah soğan ve siyah sarımsak üretim süreciyle toplam fenol içeriğinde gözlenen artışın, fenolik bileşiklerin serbest formlarında yaşanan artıştan ve Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak kompleks polifenol seviyelerindeki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. Antioksidan Aktivitedeki Değişimler

Hem endojen (sitokrom p450 metabolizması, mitokondri, iltihaplı hücreler, fagositler ve peroksizomlar) hem de ekzojen kaynaklı (tütün ürünleri, alkol, hava kirliliği, tüketilen gıda maddeleri, travma, aşırı fiziksel aktivite, ilaç tedavisi, güneş, iyonize radyasyon ve infrared ışınlar) faktörlere bağlı olarak üretilen oksidatif radikaller, DNA hasarına, protein modifikasyonlarına, lipit peroksidasyonuna ve hücre ölümlerine neden olarak birçok kronik hastalığa neden olur (Gordon, 2012).

Organizmanın antioksidan kapasitesinin yetersiz olduğu durumlarda oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki denge oksidanlar lehine bozulur. Bu nedenle oksidatif radikallerin neden olduğu hasarların önlenmesinde diyetle alınan antioksidanlar büyük önem arz eder. Soğan ve sarımsakta geçmişten günümüze antioksidan etkinliği bilinen sebzelerdendir (Soto ve ark., 2015).

Literatürde araştırmanın yapıldığı zaman aralığında, siyah soğan üretim süreciyle antioksidan kapasitedeki değişimlerin incelendiği yalnızca bir adet çalışmaya rastlanmış olup, bu çalışmada da fermente edilen arpacak soğanlarında oksijen radikali temizleme aktivitesinin (ORAC) düştüğü saptanırken, DPPH ve ABTS yöntemleriyle belirlenen antioksidan aktivite değerlerinde anlamlı değişikliğin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Moreno-Ortega ve ark., 2020b). Üç antioksidan aktivite analizinden (ORAC, ABTS ve DPPH) elde edilen sonuçlardaki farklılıkların, analiz tekniklerinin dayandığı kimyasal prensiplerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Siyah soğan üretim süreciyle antioksidan kapasitedeki değişimlerin incelendiği başka herhangi bir çalışmaya rastlanmasa da, farklı renkteki soğanların antioksidan kapasitesinin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazılarında kırmızı soğanın antioksidan kapasitesinin, sarımsak (Abdel-Gawad ve ark., 2014; Bouhenni ve ark., 2021; Dalaram, 2016; Gorinstein ve ark., 2008; Koca ve ark., 2015 ve Othman ve ark., 2011), sarı soğan (Cheng ve ark., 2013; Dalaram, 2016; Kavalcová ve ark., 2015; Koca ve ark., 2015; Lu ve ark., 2011; Sharma ve ark., 2015 ve Saplonțai-Pop ve ark., 2015) ve beyaz soğana (Abdel-Gawad ve ark., 2014; Dalaram, 2016; Gorinstein ve ark., 2008; Kavalcová ve ark., 2015; Koca ve ark., 2015; Lu ve ark., 2011; Sharma ve ark., 2015 ve Saplonțai-Pop ve ark., 2015) göre daha yüksek olduğu belirtilirken, sarımsağın antioksidan kapasitesinin kırmızı soğana göre (Benkeblia, 2005) daha yüksek olduğu sonucuna da ulaşılabilmektedir. Ayrıca analiz yöntemlerine bağlı olarak belirtilen *Allium* türlerinin antioksidan kapasite sıralamasında farklılıklar görülebilmektedir (Gorinstein ve ark., 2008 ve Onyeoziri ve ark., 2016). Bu çalışmada da fermente edilmemiş kırmızı soğanın antioksidan kapasitesinin, fermente edilmemiş sarı soğan, beyaz soğan ve sarımsağın antioksidan

kapasitesine göre yüksek olduğu saptanmış olup, elde edilen bulguların yukarıda belirtilen literatür sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Literatürde siyah sarımsak üretim süreciyle antioksidan kapasitedeki değişimlerin değerlendirildiği yeterli sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu, siyah sarımsak üretim süreciyle antioksidan kapasitenin arttığı hususunda paralel sonuçlar belirtmektedir (Chang ve Jang, 2021; Choi ve ark., 2014; Jang ve ark., 2018; Kandemirli ve ark., 2020; Kim ve ark., 2012a; Martínez-Casas ve ark., 2017; Najman ve ark., 2020; Toledano-Medina ve ark., 2016; Toledano Medina ve ark., 2019a; Toledano-Medina ve ark., 2019b ve Zhang ve ark., 2015). Siyah sarımsak dönüşüm sürecinde antioksidan kapasitede meydana gelen değişimler analiz yöntemlerine (Kim ve ark., 2012a), ekstraksiyonda kullanılan solvent türüne (Jang ve ark., 2018 ve Lu ve ark., 2017), fermantasyon koşullarına ve süresine (Chang ve Jang, 2021; Choi ve ark., 2014; Kandemirli ve ark., 2020; Toledano-Medina ve ark., 2016; Toledano-Medina ve ark., 2019a; Toledano-Medina ve ark., 2019b ve Zhang ve ark., 2015) bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca sarımsakların siyah sarımsağa dönüştürülmeden önce dondurulması (-16 C sıcaklıkta 30 saat süreyle) (Kandemirli ve ark. 2020) ve buğulanması (4-6 dk) (Karnjanapratum ve ark., 2021) ile antioksidan kapasitede daha fazla artış sağlanabileceği belirtilirken, tüm olarak ve dişlerine ayrılarak fermente edilmiş sarımsaklarda antioksidan kapasitede anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Toledano-Medina ve ark., 2016).

Antioksidan etkinliği araştırılan bitkisel materyallerin antioksidan etkinliği, antioksidan etkinliği bilinen farklı bileşiklerle karşılaştırılabilmektedir. Siyah sarımsağın antioksidan aktivitesinin, antioksidan etkinliği bilinen C vitamini ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, düşük konsantrasyonlardaki siyah sarımsağın (DPPH radikali için: 50, 100 ve 150 µg/mL; OH radikali için: 100, 200 ve 300 µg/mL) DPPH radikali ve OH radikali süpürme aktivitelerinin aynı konsantrasyondaki C vitaminine göre anlamlı derecede düşük olduğu, ancak yüksek konsantrasyonlardaki siyah sarımsağın (DPPH radikali için: 200 ve 250 µg/mL; OH radikali için: 400 ve 500

$\mu\text{g/mL}$) aynı konsantrasyonlardaki C vitamini ile antioksidan etkinliğinde anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir (Wang ve Sun, 2017).

Literatürde siyah sarımsağın antioksidan etkinliğinin *in vivo* olarak değerlendirildiği çalışmalarda bulunmaktadır. Bu bağlamda yapılmış çalışmaların birinde siyah sarımsağın tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) düzeylerinde anlamlı azalma sağladığı belirlenmiştir (Kim ve ark. 2012b). Koroner kalp hastalığı olan hastalarda siyah sarımsağın kronik kalp yetmezliği üzerindeki klinik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada da 6 ay süresince 20 g siyah sarımsak takviyesinin malondialdehit (MDA) seviyesinde azalma, Süperoksit Dismutaz (SOD) ve Glutatyon Peroksidaz (GSH-Px) seviyesinde ise artış sağladığı saptanırken (Liu ve ark., 2018a), fareler üzerinde siyah sarımsağın etkilerinin değerlendirildiği farklı bir çalışmada (Wang ve Sun, 2017) aynı parametrelere (MDA, SOD, GSH-Px) ilişkin benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak siyah soğan ve sarımsak üretim süreciyle soğan ve sarımsağın antioksidatif özelliklerinin güçlendiği anlaşılmaktadır. Toplam fenol içeriğinde olduğu gibi antioksidan aktivite düzeylerindeki artış açısından da sarımsakta gözlenen artış soğan türlerine göre daha yüksektir. Antioksidan aktivite düzeylerindeki artış dikkate alındığında soğan ve sarımsağın yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermente edilmiş formlarının oksidatif strese karşı daha fazla etkili olabileceği düşünülmektedir. Literatürdeki çalışmalarda siyah sarımsak üretim süreciyle antioksidan kapasitede gözlenen artışın artmış polifenol içeriğinden (Chang ve Jang, 2021; Najman ve ark., 2020; Lee ve ark., 2009; Sato ve ark., 2006 ve Toledano-Medina ve ark., 2016), çiğ formlarında bulunan stabil olmayan bileşiklerin yüksek antioksidan güce sahip stabil çözünür bileşiklere dönüşümünden (Choi et al., 2014; Martínez-Casas ve ark., 2017 ve Toledano-Medina ve ark., 2016), alliin türevi olan S-allil sistein gibi bileşiklerin seviyesindeki artıştan (Bae ve ark., 2012; Martínez-Casas ve ark., 2017; Najman ve ark., 2020; Toledano-Medina ve ark., 2019b ve Wang ve ark., 2010), Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak oluşan (melanoidinler, 5-hidroksimetil furfuraldehit) anti-

oksidatif bileşiklerden (Bae ve ark., 2014; Kang, 2016; Kim, 2020; Najman ve ark., 2020; Nakagawa ve ark., 2020 ve Wu ve ark., 2021) kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada toplam fenol içeriğinde ve antioksidan kapasitede yaşanan artışa ilişkin bulgular, artmış antioksidan kapasitede fenol içeriğindeki artışın rolünün olabileceği hipotezini doğrulamaktadır. Ayrıca siyah sarımsaktan izole edilen melanoidinlerin kanıtlanmış antioksidan etkinliği (Kim, 2020 ve Wu ve ark., 2021), glukoz/fruktoz-sistein ve glukoz/fruktoz-tirozin aracılı Maillard reaksiyon ürünlerinin, diğer indirgen şeker-aminoasit aracılı Maillard reaksiyon ürünlerinden daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğuna ilişkin kanıtlar (Hwang ve ark., 2011), siyah soğan ve sarımsağın elde edilmiş sürecinde gerçekleşen Maillard reaksiyonlarının da temel olarak sistein ve tirozin aminoasitleri aracılığıyla gerçekleştiği göz önüne alındığında, siyah soğan ve sarımsağın antioksidan kapasitesinin normal formlarına göre yüksek olmasında Maillard reaksiyonlarının rolünün olabileceği hipotezlerini doğrular niteliktedir.

4.4. Antiplatelet Etkinlikteki Değişimler

Kardiyovasküler hastalıklar dünyada ölüm nedenleri arasında birinci sırada yer almaktadır ve tüm ölümlerin %32'sinden sorumludur (WHO, 2022). Trombosit agregasyonunda, kardiyovasküler hastalığa yol açan tromboembolik olayların başlıca nedenidir. Esas görevleri kan damar bütünlüğünü korumak, primer hemostazi sağlamak olan trombositler, çeşitli faktörlere bağlı olarak fonksiyonlarında değişiklik gösterir ve tromboz oluşumuna neden olur. Arteriyel tromboz, miyokard enfarktüsü ve inmeye neden olurken, venöz tromboz, venöz tromboemboli ve pulmoner emboliye yol açar (Koupenova ve ark., 2017). Bu tarz klinik durumlarda agregasyonu inhibe eden ilaçlar tedavide merkezi rol oynasa da, farmakolojik tedaviye rağmen vasküler hastalıklar gözlenebilmektedir. Bu durum klinikte aspirin veya klopidogrel direnci olarak adlandırılmaktadır. Bir diğer yandan farmakolojik tedavi trombotik riskte azalma sağlasa da, uzun dönemli tedavilerde trombositopeni, nötropeni ve kanama

riski artabilmektedir. Bu nedenle farklı etki mekanizmalarına, yüksek etkinliğe ve düşük toksisiteye sahip yeni biyoaktif maddeler üzerine araştırmalar hız kazanmıştır (Fuentes ve Palomo, 2014). Soğan ve sarımsakta sağlıklı bir diyetle önemli yerleri olan, antiagregatör etkinlikleri olan sebzelerdendir (Olas, 2019).

Soğan ve sarımsağın antiplatelet etkisi içeriğindeki fenolik bileşiklere ve kükürtlü bileşiklere atfedilmekle birlikte, bu sebzelerin çözüdür katı madde, toplam kuru madde içeriğinin ve keskinliğinin antiplatelet etkinliğin önemli göstergeleri olabileceği belirtilmektedir (Beretta ve ark., 2017; Cavagnaro ve ark., 2007a; Cavagnaro ve ark., 2007b; Cavagnaro ve Galmarini, 2012; Galmarini ve ark., 2001; Gonzalez ve ark., 2009; Lorigooini ve ark., 2015; Osmont ve ark., 2003 ve Saplontai-Pop ve ark., 2015). Bir diğer yandan pirüvat içeriğinin bu sebzelerin duyuusal keskinliği ile ilişkili olduğu ve antiplatelet etkinliğinin göstergesi olabileceği savunulsa da (Beretta ve ark., 2017 ve Gonzalez ve ark., 2009), ısıl işlem görmüş soğan ve sarımsakta pirüvat içeriğinin antiplatelet etkinlikle ilişkisinin olmadığı da ileri sürülmektedir (Cavagnaro ve ark., 2007a ve Cavagnaro ve ark., 2007b).

Soğan ve sarımsağın antiplatelet etkinliği genellikle çiğ formları ile değerlendirilse de bu sebzeler çoğu zaman ısıl işlem uygulamalarından sonra tüketilmektedir. Isıl işlem uygulamaları ile bu sebzelerin antiplatelet etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda ise antiplatelet etkinliğin kaybolduğu (Ali ve ark., 1999; Bordia ve ark., 1996a ve Chen ve ark., 2000), hatta proagregatör etkinliğin gözlendiği belirtilmiştir (Cavagnaro ve ark., 2007a; Cavagnaro ve ark., 2007b; Cavagnaro ve Galmarini, 2012 ve Hansen ve ark., 2012). Antiplatelet etkinlikte görülen bu tablonun, termolabil bir enzim olan allinazın ve lakrimatör faktör sentaz enzimlerinin ısıl işlem ile inaktive edilmiş olmasından ve dolayısıyla bu enzimler aracılı antitrombotik kükürtlü bileşiklerin (tiyosülfinatlar) oluşmamasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Cavagnaro ve ark., 2007a ve Cavagnaro ve Galmarini, 2012). Tiyosülfinatların soğan ve sarımsağın antiplatelet aktivitesindeki rolü birçok çalışmada vurgulanmakla birlikte (Gonzales ve ark., 2009; Lorigooini ve ark., 2015;

Osmont ve ark., 2003 ve Saplonțai-Pop ve ark., 2015), soğan ve sarımsaktan izole edilen bazı tiyosülfınatların aspirine benzer oranlarda antiagregatör etki gösterdiği de saptanmıştır (Briggs ve ark., 2000).

Araştırmanın yapıldığı zaman aralığında, literatürde siyah soğanın antiplatelet etkinliğinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmazken, siyah sarımsağın etkinliğinin değerlendirildiği çalışma sayısı ise oldukça azdır. Bu çalışmalarda da siyah sarımsaklar spontan fermantasyon ile değil, *Bacillus subtilis* inokülasyonu ile fermente edilmiştir. Irfan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmanın *in vitro* analiz sonuçlarına göre fermente sarımsağın platelet agregasyonunu inhibe edici etkisi normal sarımsağa göre anlamlı düzeyde daha az olarak saptanırken, *ex vivo* sonuçlara göre ise fermente sarımsağın etkisinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Irfan ve ark. (2019) tarafından yapılan diğer çalışmada da yüksek kolesterolü yemle beslenen ratlarda siyah sarımsağın normal sarımsağa göre daha fazla antiplatelet etki gösterdiği saptanmıştır. Literatürdeki sınırlı bulgular *in vitro* agregasyon testleri ile *ex vivo* agregasyon testlerinin tutarlı olmadığını göstermektedir. Bu çalışmada ise soğan ve sarımsağın yüksek sıcaklık ve nem ortamında spontan olarak fermente edilmesi ile antiplatelet etkinliğinde azalma gözlenmiş olup, bu durumun sıcaklığa bağlı allinaz (sarımsakta) ve lakrimatör faktör sentaz enzim (soğanda) inaktivasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bir diğer yandan Hansen ve ark. (2012) çalışmasında uygulanan ısı işlem sonucunda soğan örneklerinde toplam fenol içeriğinde anlamlı değişiklikler gözlenmezken, antiplatelet etkinliğin azaldığı belirtilmiş olup, bu çalışmada ise bütün örneklerde fermantasyon sonucunda toplam fenol içeriğinde artışa rağmen azalmış bir antiplatelet aktivite gözlenmiştir. Bu sonuçlar, soğan ve sarımsağın antiplatelet etkinliğinde fenolik bileşiklerden ziyade kükürtlü bileşiklerin rol oynadığını düşündürmektedir. Farklı renkteki soğanların antiplatelet etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada da beyaz soğanın sarı ve kırmızı soğana göre flavonoid içeriğinin daha düşük tiyosülfınat içeriğinin ve antiplatelet etkinliğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Toplam tiyosülfınat içeriği ile antiplatelet etkinlik arasında zayıf korelasyon saptansa da özel bir tiyosülfınat sınıfının antiplatelet etkinlikte rolü olabileceği belirtilmiştir (Saplonțai-Pop ve ark., 2015).

Allinaz aracılı antitrombotik bileşiklerin ısıya karşı dayanıklı olması dolayısıyla, ısı işlem uygulamalarından önce bu sebzelerin doğranmasının ve sonrasında allinaz ile kükürtlü bileşik dönüşümlerinin tamamlanması için oda sıcaklığında bir müddet bekletilmesinin ısı işlem uygulamalarına bağlı antiplatelet etkinlikteki azalmalara karşı faydalı olabileceği öne sürülmüştür (Cavagnaro ve ark., 2007a). Fakat bu konudaki veriler henüz karmaşıktır. Cavagnaro ve ark. (2007a), ezilmiş sarımsaklarda ısı işlemine bağlı antiagregatör etkinlik kaybının daha geç gözlemlendiğini belirtirken (tüm sarımsakta 6 dk, ezilmiş sarımsaklarda 10 dk ısı işlem ile), başka bir çalışmada (Cavagnaro ve Galmarini, 2012) doğranmış soğanlarda ısı işlemine bağlı antiagregatör etkinlik kaybının daha erken (tüm soğanlarda 30 dk, dörde bölünmüşlerde 20 dk, tamamen doğranmışlarda 10 dk ısı işlem ile) gözlemlendiği belirtilmiştir.

Literatürde farklı soğan türleri ve sarımsağın antiagregatör etkisinin değerlendirildiği çalışmalar sınırlı olup, bu çalışmalarda sarımsağın antiagregatör etkisinin diğer soğan türlerine göre yüksek olduğu saptanmıştır ve (Ali ve ark., 1999; Beretta ve ark., 2017; Bordia ve ark., 1996a; Torres-Urrutia ve ark., 2011 ve Wijaya ve ark., 1996) bu sonuçlar çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumludur. Bir diğer yandan farklı renkteki soğanların antiplatelet etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada ise beyaz soğanın sarı ve kırmızı soğana göre antiagregatör etkinliğinin daha yüksek olduğu saptanırken, pH değerinin antiplatelet etkinlikle pozitif güçlü korelasyon gösterdiği saptanmıştır (Saplontai-Pop ve ark., 2015). Saplontai-Pop ve ark. (2015) çalışmasında asidite ile antiplatelet etkinlik arasındaki negatif güçlü korelasyon dikkate alındığında, bu çalışmada siyah soğan ve sarımsak üretim süreciyle saptanan azalmış antiplatelet etkinlikte, ısı işleminin yanı sıra azalmış pH değerlerinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Antiagregatör etkinliği olan bileşikler azalmış pH ve ısı işlemlere bağlı olarak etkinliğini yitirmiş olabilir.

Platelet agregasyonunun değerlendirildiği çalışmalarda deneysel prosedürlerdeki farklılıkların elde edilen sonuçların değişkenliği üzerinde büyük etkisi olabilmektedir. *In vitro* ve *ex vivo* platelet agregasyon testleri plazma veya tam kan

kullanılarak yapılabilmektedir. Platelet agregasyonunun *in vitro* olarak değerlendirildiği çalışmalarda uygulanan yöntem ve tekniğe bağlı olarak çok farklı sonuçlar görülebilmektedir. Taze öğütülmüş bitki dokusu özleri hem parçalanmış hem de sağlam mitokondri ve dolayısıyla hem ADP hem de ATP içerir. Bu nedenle taze hazırlanmış ekstraktlarda agonist etkisinden bağımsız olarak proagregatör etkinliğin saptanması muhtemeldir. Bunun yanı sıra soğan ve sarımsak gibi bitkilerde ayrıca dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise, bu bitkilerdeki aktif kükürtlü bileşikler, alliinaz salındıktan sonra oluşan lizis ürünleri olduğundan, bir ekstrakta yeterli miktarda hidroliz ürünü bulunana kadar beklenmesi önemlidir. Osmont ve ark. (2003) çalışmasında da deney öncesinde taze hazırlanmış soğan sularının (2 dakikadan daha az bekletilenler) proagregatör etki gösterdiği, bekletilme süresinin uzamasıyla antiagregatör etki gösterdiği saptanmıştır. Bu nedenle soğan ve sarımsak gibi bitkilerde trombosit agregasyonunun derecesi değerlendirilirken kükürtlü bileşik oluşumunun zamana ve sıcaklığa bağımlı olduğunun göz önünde bulundurulmasının ve antiplatelet etkinlik değerlendirmesinden önce soğanın oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmesinin uygun olabileceği belirtilmiştir (Osmont ve ark., 2003).

Soğan ve sarımsağın antiplatelet aktivitesinin değerlendirildiği çalışmalarda bu bitkilerin ekstraksiyonunda kullanılan solventin (Ko ve ark., 2018 ve Torres-Urrutia ve ark., 2011) ve agregatörün türüne bağlı olarak elde edilen sonuçlarda da farklılıklar gözlenebilmektedir (Bordia ve ark., 1996b; Hiyasat ve ark., 2009; Irfan ve ark., 2018; Moon ve ark., 2000 ve Torres-Urrutia ve ark., 2011). Antiplatelet etkinlikte solvent etkisine bağlı farklılıklar nutrasötik üretiminde, farklı agregatörlere karşı elde edilen farklı yanıtlar soğan ve sarımsağın antiplatelet etkinlik mekanizmasının anlaşılmasında yararlı olabilir. Bir diğer yandan aynı ekstrakta farklı donörlerin verdiği yanıtlar farklı olabilmektedir ve bu nedenle donör özellikleri de çalışma sonuçlarını etkileyebilmektedir (Ali ve ark., 1999; Beretta ve ark., 2017 ve Moon ve ark., 2000).

Sonuç olarak soğan ve sarımsağın yetiştirildiği ortam koşulları (Orvis ve Goldman, 1997), depolama süresi ve koşulları (Debaene ve ark., 1999), uygulanan ısı işlemler (Ali ve ark., 1999; Cavagnaro ve ark., 2007b; Chen ve ark., 2000 ve Hansen ve ark., 2012), ısı işlem uygulamalarından önceki fiziksel müdahaleler (Cavagnaro ve ark., 2007a ve Cavagnaro ve Galmarini, 2012) bu sebzelerin antiagregatör etkinliğinde değişikliğe neden olur. Yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermantasyon ile hem soğan hem de sarımsak örneklerinde antiagregatör etkinlikte azalma gözlenirse de, diğer ısı işlem uygulanan çalışmalarda olduğu gibi proagregatör etkinlik gözlenmemiştir. Ayrıca fermente numunelerde doza bağlı olarak artan agregasyon inhibisyon değerleri bu sebzelerin fermente formlarının antiplatelet etkinliğinin devam ettiğini göstermektedir. Fakat soğan ve sarımsağın platelet fonksiyonları üzerine olumlu etkilerinden optimum düzeyde yararlanmak için bu sebzelerin çiğ formunun tüketilmesi daha yararlı olabilir. Bir diğer yandan *in vitro* platelet agregasyon testleri ile *ex vivo* platelet agregasyon testlerinin sonuçlarındaki farklılık dikkate alındığında siyah soğan ve sarımsağın antiagregatör etkinliğinin farklı deneysel prosedürlerle değerlendirilmesi literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

• Sarımsak ve soğanların yüksek sıcaklık ve nem ortamında eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın fermente edilmesi ile bütün numunelerde toplam fenol içeriğinin ve antioksidan kapasitenin anlamlı düzeyde arttığı saptanmıştır. Toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite değerlerinde en fazla artış sarımsakta gözlenmiş olup, bu durum yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermantasyonun soğan türlerine nazaran sarımsak için daha uygun olduğunu düşündürmektedir. Bir diğer yandan, incelenen soğan türleri arasında, kırmızı soğanın toplam fenol içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin sarı ve beyaz soğana göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgular doğrultusunda siyah soğan ve siyah sarımsağın günlük diyetle yer almasının yararlı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Türk mutfak kültüründe her ne kadar sarı soğanın kullanımı yaygın olsada, toplam fenol ve antioksidan kapasite değerinin daha fazla olması nedeni ile kırmızı soğana günlük diyetle daha fazla yer verilmesi, sağlık açısından daha olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

• Fermantasyon işlemi sonucunda sarımsak ve soğanların antiplatelet etkinliğinde azalma saptanmış olsa da, uygulama dozuna paralel olarak artan antiplatelet etkinlik seviyeleri, siyah soğan ve siyah sarımsağın plateletler üzerinde olumlu etkilerinin devam ettiğini göstermektedir. Soğan ve sarımsağa uygulanan farklı ısı işlemlerle proagregatör etkinliğin gözlemlendiğine yönelik literatür bulguları dikkate alındığında, antiplatelet etki açısından siyah soğan ve siyah sarımsağın, alternatif ısı işlem görmüş tüketim formlarına göre daha sağlıklı bir tüketim formu olduğu açıktır.

• Literatürde siyah soğan ve siyah sarımsağın antiplatelet etkinliğinin değerlendirildiği çalışma sayısının az olduğu ve bu çalışmalarda da *in vitro* agregasyon testleri ile *ex vivo* agregasyon testlerinin sonuçlarının tutarlı olmadığı göz önüne

alındığında, farklı deneysel modellerle siyah soğan ve siyah sarımsağın antiplatelet etkinliğinin değerlendirilmesi literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

• Soğan ve sarımsağın antimikrobiyal, antibakteriyel, antiparazitik, antifungal, antiviral ve antiinflamatuvar/immunomodülatör etkinlikleri ile kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kanser gibi birçok kronik hastalığa karşı olumlu etkileri kanıtlanmış olmasına rağmen, keskin aromaları nedeniyle tüketiminde sınırlılıklar söz konusudur. Aromatik özelliklerindeki istenmeyen özellikler nedeniyle bu sebzelerin keskin aromaya sahip olmayan türlerine ilişkin üretim teknikleri güncel araştırma konularındandır. Fakat soğan ve sarımsağın antioksidan ve antiplatelet etkinliğinin bu sebzelerin keskin aromatik özellikleriyle (piruvat içeriğiyle) ilişkili olabileceği literatürde birçok çalışmada belirtilmiştir. Soğan ve sarımsağa uygulanan ısı işlemlerle bu sebzelerin keskin aromatik özellikleri kaybolurken fonksiyonel özelliklerinde de kayıplar olabilmektedir. Fakat siyah soğan ve sarımsak üretim sürecinde Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak duyuşal özelliklerinde olumlu değişiklikler gelişir ve bu sebzeler daha tüketilebilir bir forma bürünür. Duyusal özelliklerindeki olumlu değişikliklerin yanı sıra besinsel kompozisyonu ve fonksiyonel özellikleri korunabilir ve hatta olumlu değişiklikler gelişebilir. Ayrıca duyuşal özelliklerindeki değişimlerle bu sebzelerin mutfakta daha farklı kullanımları mümkün olabilir.

• Hasat öncesi ve hasat sonrasındaki bazı çevresel faktörlerin soğan ve sarımsağın toplam fenol içeriğini, antioksidan kapasitesini, antiplatelet etkinliğini ve bazı fonksiyonel özelliklerini değiştirebilen önemli unsurlar olduğu göz önüne alınırsa, bu sebzelerin biyolojik kompozisyonunun ve fonksiyonel etkilerinin değerlendirileceği çalışmalarda hasat öncesi ve hasat sonrasındaki faktörlerin standardize edilmesi daha net sonuçların elde edilmesinde önemli olabilir.

- Siyah soğan ve sarımsağa ilişkin artan talepler ve farkındalık gıda sanayinde bir takım değişimlere yol açabilir. Türk mutfağının vazgeçilmezleri arasında olmalarına rağmen soğan ve sarımsağın üretiminde ve tüketiminde ülkemizde son yıllarda bazı problemler görülmüştür. Özellikle kuru soğanda yaşanan perakende fiyat artışları 2019 yılında ülkemiz kamuoyunu oldukça meşgul etmiş ve buna bağlı olarak bazı büyük şehirlerde tanzim satış mağazaları kurulmuştur. Üretim ve depolama maliyetleri yüksek olan soğan ve sarımsağın bazı yıllarda ise fiyatlarındaki aşağı yönlü dalgalanmalar çiftçilerin zarar etmesine neden olmuştur. Soğan ve sarımsak üretiminin genellikle bir önceki yılın fiyatlarına göre yapılması, birbirini takip eden yıllarda önemli fiyat farklılıklarına ve buna bağlı olarak hane halkı tüketim miktarlarında değişikliklere yol açmaktadır. Soğan ve sarımsakta kayıpların en önemli bölümü depolama aşamasında meydana gelmekte ve uygun olmayan depolama koşulları fungal patojenler, çimlenme ve köklenme dolayısıyla kayıplara neden olmaktadır. Siyah soğan ve sarımsak üretim sürecinde uygulanan ısı işlem ve fermantasyona bağlı olarak azalan pH değeri, toksikolojik risklerin azalmasına ve raf ömrünün uzamasına katkıda bulunur. Raf ömrünün artması ve fungal patojenlere daha dayanıklı bir forma bürünmesi sayesinde gıda sanayinde siyah soğan ve siyah sarımsak üretiminin artırılması ile bu sebzelerin depolama sürecindeki kayıpların ve depolama maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunulabilir ve fiyat istikrarsızlıklarının da önüne geçilmesi sağlanabilir.

- Son yıllarda nutrasötiklere ve fonksiyonel gıdalara yönelik artmış bir ilgi söz konusudur. COVID-19 gibi küresel sağlığı tehdit eden pandemiler bu ürünlere olan ilgiyi daha da artırmaktadır. Dolayısıyla gelecekte siyah soğan ve sarımsağa yönelik ilginin daha da artabileceği düşünülmektedir. Bütün bu gelişmeler dikkate alındığında siyah soğan ve siyah sarımsağın farklı fonksiyonel etkilerinin de farklı deneysel modellerle araştırılması literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

- Sebze ve meyveler içeriğindeki sekonder bileşiklerden dolayı çok farklı fonksiyonel etkilere sahiptir. Fakat fonksiyonel etkileri bulunan herhangi bir sebze

veya meyvenin yanlış bir tüketim formu ile (yanlış hazırlama ve pişirme tekniklerinden sonra) tüketilmesi yararlı fonksiyonel etkilerinin kaybına ve hatta sağlık üzerine zararlı etkiler göstermesine neden olabilmektedir. Bu nedenle fonksiyonel besin kavramı ile birlikte fonksiyonel besin hazırlama kavramının bilim dünyasında tartışılması yararlı sonuçlar doğurabilir. Böylelikle farklı besinlerinde sağlık üzerine yararlı etkilerinden doğru hazırlama ve pişirme teknikleri ile optimum düzeyde faydalanılması sağlanabilir.



ÖZET

Bazı *Allium* Grubu Sebzelerin Fermente Edilmesiyle Antiplatelet Etkinliğinde ve Antioksidan Kapasitesinde Meydana Gelen Değişimlerin *In Vitro* Olarak İncelenmesi

Neolitik çağdan beri insanlar tarafından hem gıda hem de şifalı bitkiler olarak kullanılan *Allium* sebzelerinin en yaygın üretilen ve tüketilen üyeleri soğan (*Allium cepa*) ve sarımsaktır (*Allium sativum*). Son yıllarda soğan ve sarımsağın geleneksel formlarından ziyade farklı terapötik etkiler sağlayabilecek formlarda üretiminde ve tüketiminde artışlar görülmektedir. Güncel tüketim formlarında ise bu sebzelerin yüksek sıcaklık ve nem ortamında eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın fermente edilmesi ile üretilen siyah soğan ve siyah sarımsak preparatları dikkat çekmektedir. Bu çalışmada da sarı soğan, beyaz soğan, kırmızı soğan ve sarımsak örnekleri yüksek sıcaklık (75 °C) ve nem ortamında eksojen mikroorganizma ilavesi olmaksızın fermente edilerek toplam fenol içeriğindeki, antioksidan kapasitesindeki ve antiplatelet etkinliğindeki değişimler incelenmiştir. Numunelerin toplam fenol içeriği Folin-Ciocaltute metodu ile belirlenmiş olup, fermantasyon ile bütün örneklerde toplam fenol içeriğinin anlamlı düzeyde arttığı saptanmıştır ($p<0.05$). En fazla artış sarımsakta gözlenmiş olup (%216), soğan türlerindeki artış ise %44,6 (beyaz soğan) ile %118,3 (sarı soğan) arasındadır. Bir diğer yandan numunelerin antioksidan kapasiteleri ABTS ve DPPH yöntemleri ile tayin edilmiş olup her iki yöntemde de bütün örneklerde fermantasyon ile antioksidan kapasitenin arttığı saptanmıştır ($p<0.05$). Ayrıca her iki yöntemde de sarımsağın antioksidan kapasitesinde gözlenen artışın soğan örneklerine göre yüksek olduğu anlaşılmıştır. Toplam fenol ve antioksidan kapasiteye ilişkin bulguların aksine bütün numunelerde antiplatelet etkinliğinin fermantasyonla anlamlı düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Fakat herhangi bir numunede proagregatör etkinlik gözlenmemiştir. Elde edilen bulgular soğan ve sarımsağın yüksek sıcaklık ve nem ortamında fermente edilmesi ile biyolojik kalitelerinin korunduğunu göstermektedir. Ayrıca bu sebzelerin antiplatelet etkinliğinde azalma saptanmış olsa da, uygulama dozuna paralel olarak artan antiplatelet etkinlik seviyeleri, siyah soğan ve siyah sarımsağın plateletler üzerinde olumlu etkilerinin devam ettiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Antiplatelet etki, Fermantasyon, Siyah sarımsak, Siyah soğan.

SUMMARY

***In Vitro* Examination of Changes in Antiplatelet Activity and Antioxidant Capacity by Fermenting Some *Allium* Group Vegetables**

Allium vegetables have been used by humans since the Neolithic age as both food and medicinal plants, and the most commonly produced and consumed members are onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). In recent years, there has been an increase in the production and consumption of onion and garlic in forms that can provide different therapeutic effects rather than traditional forms. In current consumption forms, black onion and black garlic preparations produced by fermenting onions and garlic in a high temperature and humidity environment without the addition of exogenous microorganisms are quite common. In this research, the changes in total phenol content, antioxidant capacity and antiplatelet activity were investigated by fermenting yellow onion, white onion, red onion and garlic samples at high temperature (75 °C) and humidity without the addition of exogenous microorganisms. The total phenol content of the samples was determined by the Folin-Ciocalteu method, and it was determined that the total phenol content of all samples increased significantly with fermentation ($p < 0.05$). The highest increase was observed in garlic (216%), while the increase in onion species was between 44.6% (white onion) and 118.3% (yellow onion). On the other hand, the antioxidant capacities of the samples were determined by ABTS and DPPH methods, and it was determined that the antioxidant capacity increased with fermentation in all samples in both methods ($p < 0.05$). In addition, it was determined that the increase in the antioxidant capacity of garlic in both methods was higher than that of onion samples. Contrary to the findings regarding total phenol and antioxidant capacity, it was understood that antiplatelet activity decreased significantly with fermentation in all samples. However, no proaggregator activity was observed in any sample. The findings show that the biological quality is preserved by fermenting onions and garlic in a high temperature and humidity environment. In addition, although a decrease in the antiplatelet activity of these vegetables was detected, the antiplatelet activity levels increasing in parallel with the application dose show that black onion and black garlic have positive effects on platelets.

Key words: Antiplatelet effect, Fermentation, Black garlic, Black onion.

KAYNAKLAR

- ABDEL-GAWAD M, ABDEL-AZIZ M, EL-SAYED M, EL-WAKIL E, ABDEL-LATEEF E (2014). In vitro antioxidant, total phenolic and flavonoid contents of six *Allium* species growing in Egypt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, **3**(4): 343-346.
- AKAN S, HALLORAN N (2012). Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Uygulamaların Sarımsakta Depo Ömrü ve Kaliteye Etkisi. *Gıda*, **37**(4): 227-234.
- ALBAYRAK S, SAĞDIÇ O, AKSOY A (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, **26**(4): 401-409.
- ALİ M, BORDIA T, MUSTAFA T (1999). Effect of raw versus boiled aqueous extract of garlic and onion on platelet aggregation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, **60**(1): 43-47.
- ALİHANOĞLU S, KARAASLAN M, VARDİN H (2017). Novel Nutritive Garlic Product "Black Garlic": A Critical Review of Its Composition, Production and Bioactivity. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, **2**(3): 57-63.
- ALLISON GL, LOWE GM, RAHMAN K (2006). Aged garlic extract and its constituents inhibit platelet aggregation through multiple mechanisms. *The Journal of nutrition*, **136**(3): 782S-788S.
- ANSARY J, FORBES-HERNÁNDEZ TY, GIL E, CIANCIOSI D, ZHANG J, ELEXPURU-ZABALETA M, GANDARA JS, GIAMPIERI F, BATTINO M (2020). Potential health benefit of garlic based on human intervention studies: A brief overview. *Antioxidants*, **9**(7): 619.
- AOYAMA S, YAMAMOTO Y (2007). Antioxidant activity and flavonoid content of Welsh onion (*Allium fistulosum*) and the effect of thermal treatment. *Food science and technology research*, **13**(1): 67-72.
- ARNAULT I, AUGER J (2006). Seleno-compounds in garlic and onion. *Journal of Chromatography A*, **1112**(1-2): 23-30.
- ASSEFA AD, KO EY, MOON SH, KEUM YS (2016). Antioxidant and antiplatelet activities of flavonoid-rich fractions of three citrus fruits from Korea. *3 Biotech*, **6**(1): 1-10.
- AWAN KA, BUTT MS, UL HAQ I, SULERIA HA (2019). Investigating the antioxidant potential of garlic (*Allium sativum*) extracts through different extraction modes. *Current Bioactive Compounds*, **15**(1): 45-50.
- BACANLIM, TANER G, BAŞARAN AA, BAŞARAN N (2015). Bitkisel kaynaklı fenolik yapıdaki bileşikler ve sağlığa yararlı etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Pharmacy*, **4**(1): 9-16.

- BAE SE, CHO SY, WON YD, LEE SH, PARK HJ (2012). A comparative study of the different analytical methods for analysis of S-allyl cysteine in black garlic by HPLC. *LWT-Food Science and Technology*, **46**(2): 532-535.
- BAE SE, CHO SY, WON YD, LEE SH, PARK HJ (2014). Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *LWT-Food Science and Technology*, **55**(1): 397-402.
- BARUTÇUOĞLU B (2016). Antitrombotik Tedavi İzleminde Trombosit Fonksiyon Testleri. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, **14**(2): 144-155.
- BATTIN EE, ZIMMERMAN MT, RAMOUTAR RR, QUARLES CE, BRUMAGHIM JL (2011). Preventing metal-mediated oxidative DNA damage with selenium compounds. *Metallomics*, **3**(5): 503-512.
- BEATO VM, SÁNCHEZ AH, DE CASTRO A, MONTAÑO A (2012). Effect of processing and storage time on the contents of organosulfur compounds in pickled blanched garlic. *Journal of agricultural and food chemistry*, **60**(13): 3485-3491.
- BENKEBLIA N (2005). FREE-RADICAL SCAVENGING CAPACITY AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SOME SELECTED ONIONS (*ALLIUM cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts. *Brazilian archives of biology and technology*, **48**: 753-759.
- BERETTA HV, BANNOUD F, INSANI M, BERLI F, HIRSCHEGGER P, GALMARINI CR, CAVAGNARO PF (2017). Relationships between bioactive compound content and the antiplatelet and antioxidant activities of six allium vegetable species. *Food technology and biotechnology*, **55**(2): 266.
- BHAGYALAKSHMI N, THIMMARAJU R, VENKATACHALAM L, MURTHY KC, SREEDHAR RV (2005). Nutraceutical applications of garlic and the intervention of biotechnology. *Critical reviews in food science and nutrition*, **45**(7-8): 607-621.
- BLOEM E, HANEKLAUS S, SCHNUG E (2010). Influence of fertilizer practices on S-containing metabolites in garlic (*Allium sativum* L.) under field conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*, **58**(19): 10690-10696.
- BORDIA T, MOHAMMED N, THOMSON M, ALI M (1996a). An evaluation of garlic and onion as antithrombotic agents. *Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids*, **54**(3): 183-186.
- BORDIA A, VERMA SK, SRIVASTAVA KC (1996b). Effect of garlic on platelet aggregation in humans: a study in healthy subjects and patients with coronary artery disease. *Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids*, **55**(3): 201-205.
- BOUHENNI H, DOUKANI K, HANGANU D, OLAH NK, ŞEKEROĞLU N, GEZICI S (2021). Analysis of bioactive compounds and antioxidant activities of cultivated garlic (*allium sativum* l.) and red onion (*allium cepa* l.) in algeria. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, **5**(4): 550-560.
- BRIGGS WH, XIAO H, PARKIN KL, SHEN C, GOLDMAN IL (2000). Differential inhibition of human platelet aggregation by selected *Allium* thiosulfinates. *Journal of agricultural and food chemistry*, **48**(11): 5731-5735.

- CAVAGNARO PF, CAMARGO A, GALMARINI CR, SIMON PW (2007a). Effect of cooking on garlic (*Allium sativum* L.) antiplatelet activity and thiosulfates content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55**(4): 1280-1288.
- CAVAGNARO PF, GALMARINI CR (2012). Effect of processing and cooking conditions on onion (*Allium cepa* L.) induced antiplatelet activity and thiosulfate content. *Journal of agricultural and food chemistry*, **60**(35): 8731-8737.
- CAVAGNARO PF, SANCE MM, GALMARINI CR (2007b). Effect of heating on onion (*Allium cepa* L.) antiplatelet activity and pungency sensory perception. *Food science and technology international*, **13**(6): 447-453.
- CHANG TC, JANG HD (2021). Optimization of Aging Time for Improved Antioxidant Activity and Bacteriostatic Capacity of Fresh and Black Garlic. *Applied Sciences*, **11**(5): 2377.
- CHEN JH, CHEN HI, TSAI SJ, JEN CJ (2000). Chronic consumption of raw but not boiled Welsh onion juice inhibits rat platelet function. *The Journal of nutrition*, **130**(1): 34-37.
- CHENG A, CHEN X, JIN Q, WANG W, SHI J, LIU Y (2013). Comparison of phenolic content and antioxidant capacity of red and yellow onions. *Czech Journal of Food Sciences*, **31**(5): 501-508.
- CHOI IS, CHA HS, LEE YS (2014). Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*, **19**(10): 16811-16823.
- CORZO-MARTÍNEZ M, CORZO N, VILLAMIEL M (2007). Biological properties of onions and garlic. *Trends in food science & technology*, **18**(12): 609-625.
- ÇUBUKÇU HC, KILIÇASLAN NSD, DURAK İ (2019). Different effects of heating and freezing treatments on the antioxidant properties of broccoli, cauliflower, garlic and onion. An experimental in vitro study. *Sao Paulo Medical Journal*, **137**: 407-413.
- DALARAM IS (2016). Content of total polyphenols and antioxidant activity in varieties of onion and garlic. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, **10**(1): 444-451.
- DALHAT MH, ADEFOLAKE FA, MUSA M (2018). Nutritional composition and phytochemical analysis of aqueous extract of *Allium cepa* (onion) and *Allium sativum* (garlic). *Asian Food Sci J*, **3**(4): 1-9.
- DEBAENE JEP, GOLDMAN IL, YANDELL BS (1999). Postharvest flux and genotype× environment effects for onion-induced antiplatelet activity, pungency, and soluble solids in long-day onion during postharvest cold storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **124**(4): 366-372.
- DI CAGNO R, FILANNINO P, GOBBETTI M (2015). Vegetable and fruit fermentation by lactic acid bacteria. *Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications*, Chapter 14, p.: 216-230
- EKŞİ G, ÖZKAN AMG, KOYUNCU M (2020). Garlic and onions: An eastern tale. *Journal of ethnopharmacology*, **253**: 112675.
- ERGÜDER İB, AVCI A, DEVRİM E, DURAK I (2007). Effects of cooking techniques on antioxidant enzyme activities of some fruits and vegetables. *Turkish Journal of Medical Sciences*, **37**(3): 151-156.

- ERSHADI A, NOORI M, DASHTI F, BAYAT F (2009). Effect of different nitrogen fertilizers on yield, pungency and nitrate accumulation in garlic (*Allium sativum* L.). In *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM2009* **853**: 135-138.
- FAO, 2020. Erişim Adresi: [<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>]. Erişim Tarihi: 03/03/2022.
- FEI ML, TONG LI, WEI LI, DE YANG L (2015). Changes in antioxidant capacity, levels of soluble sugar, total polyphenol, organosulfur compound and constituents in garlic clove during storage. *Industrial Crops and Products*, **69**: 137-142.
- FIRAT M (2015). The ethnobotanical usage of some East Anatolian (Turkey) *Allium* L. species. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, **5**(1): 80-86.
- FUENTES E, PALOMO I (2014). Antiplatelet effects of natural bioactive compounds by multiple targets: Food and drug interactions. *Journal of Functional Foods*, **6**: 73-81.
- GALMARINI CR, GOLDMAN IL, HAVEY MJ (2001). Genetic analyses of correlated solids, flavor, and health-enhancing traits in onion (*Allium cepa* L.). *Molecular Genetics and Genomics*, **265**: 543-551.
- GEORGE D, MALLERY P (2010). SPSS for Windows step by step. A simple study guide and reference (10. Baskı). *GEN, Boston, MA: Pearson Education, Inc, 10*.
- GONZALEZ RE, SOTO VC, SANCE MM, CAMARGO AB, GALMARINI CR (2009). Variability of solids, organosulfur compounds, pungency and health-enhancing traits in garlic (*Allium sativum* L.) cultivars belonging to different ecophysiological groups. *Journal of agricultural and food chemistry*, **57**(21): 10282-10288.
- GORDON MH (2012). Significance of dietary antioxidants for health. *International Journal of Molecular Sciences*, **13**(1), 173-179.
- GORINSTEIN S, DRZEWIECKI J, LEONTOWICZ H, LEONTOWICZ M, NAJMAN K, JASTRZEBSKI Z, TRAKHTENBERG S (2005). Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(7): 2726-2732.
- GORINSTEIN S, LEONTOWICZ H, LEONTOWICZ M, NAMIESNIK J, NAJMAN K, DRZEWIECKI J, TRAKHTENBERG S (2008). Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**(12): 4418-4426.
- GUDALWAR BR, NIMBALWAR MG, PANCHALE WA, WADEKAR AB, MANWAR JV, BAKAL RL (2021). *Allium sativum*, a potential phytopharmacological source of natural medicine for better health. *GSC Advanced Research and Reviews*, **6**(3): 220-232.
- GÜZEL A (2018). Meyve ve sebzelerden elde edilen ekstraktların, fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- HANSEN EA, FOLTS JD, GOLDMAN IL (2012). Steam-cooking rapidly destroys and reverses onion-induced antiplatelet activity. *Nutrition journal*, **11**(1): 1-8.

- HIGASHIO H, HIROKANE H, SATO F, TOKUDA S, URAGAMI A (2004). Effect of UV irradiation after the harvest on the content of flavonoid in vegetables. *Acta Horticulturae*, **682**:1007-1012.
- HIYASAT B, SABHA D, GRÖTZINGER K, KEMPFERT J, RAUWALD JW, MOHR FW, DHEIN S (2009). Antiplatelet activity of *Allium ursinum* and *Allium sativum*. *Pharmacology*, **83**(4): 197-204.
- HOLZAPFEL WH (2002). Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International journal of food microbiology*, **75**(3): 197-212.
- HORNÍČKOVÁ J, KUBEC R, CEJPEK K, VELÍŠEK J, OVESNA J, STAVĚLÍKOVÁ H (2010). Profiles of S-alk(en)ylcysteine sulfoxides in various garlic genotypes. *Czech journal of food sciences*, **28**(4): 298-308.
- HUBBARD GP, WOLFFRAM S, DE VOS R, BOVY A, GIBBINS JM, LOVEGROVE JA (2006). Ingestion of onion soup high in quercetin inhibits platelet aggregation and essential components of the collagen-stimulated platelet activation pathway in man: a pilot study. *British Journal of Nutrition*, **96**(3): 482-488.
- HUTKINS RW (2008). *Microbiology and technology of fermented foods*. John Wiley & Sons. 1-457
- HWANG IG, KIM HY, WOO KS, LEE J, JEONG HS (2011). Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar–amino acid model system. *Food Chemistry*, **126**(1): 221-227.
- ICHIKAWA M, IDE N, ONO K (2006). Changes in organosulfur compounds in garlic cloves during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54**(13): 4849-4854.
- IMEN A, NAJJAA H, NEFFATI M (2013). Influence of sulfur fertilization on S-containing, phenolic, and carbohydrate metabolites in rosy garlic (*Allium roseum* L.): A wild edible species in North Africa. *European Food Research and Technology*, **237**(4): 521-527.
- IOKU K, AOYAMA Y, TOKUNO A, TERAJO J, NAKATANI N, TAKEI Y (2001). Various cooking methods and the flavonoid content in onion. *Journal of nutritional science and vitaminology*, **47**(1): 78-83.
- IRFAN M, KIM M, KWON HW, RHEE MH, KIM HK (2018). Antiplatelet effects of garlic and chitosan: a comparative study between fermented and non-fermented preparations. *Biomedical Science Letters*, **24**(3): 280-284.
- IRFAN M, KIM M, KIM KS, KIM TH, KIM SD, HONG SB, RHEE MH (2019). Fermented garlic ameliorates hypercholesterolemia and inhibits platelet activation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2019**: 3030967
- İŞLEK M (2011). Endüstriyel olarak soğan işlemede ve depolamada flavonoid değişimleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- JANG HJ, LEE HJ, YOON DK, JI DS, KIM JH, LEE CH (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents. *Food science and biotechnology*, **27**(1): 219-225.

- JING H (2020). Black garlic: Processing, composition change, and bioactivity. *eFood*, **1**(3): 242-246.
- JO YM, SEO H, KIM GY, CHEON SW, KIM SA, PARK TS, HAN NS (2020). Lactobacillus pentosus SMB718 as a probiotic starter producing allyl mercaptan in garlic and onion-enriched fermentation. *Food & Function*, **11**(12): 10913-10924.
- KANDEMIRLI F, İÇLİ N, BAKIR TK, NAZLI B, AYDIN S (2020). The investigation of the effect of freezing pretreatment on properties of black garlic produced from Kastamonu garlic. *Food and Health*, **6**(1): 1-8.
- KANG OJ (2016). Physicochemical characteristics of black garlic after different thermal processing steps. *Preventive nutrition and food science*, **21**(4): 348.
- KANSARA MB, JANI AJ (2017). Possible interactions between garlic and conventional drugs: A review. *Pharmaceutical and biological evaluations*, **4**(2): 73-81.
- KARNJANAPRATUM S, SUPAPVANICH S, KAEWTHONG P, TAKEUNGWONGTRAKUL S (2021). Impact of steaming pretreatment process on characteristics and antioxidant activities of black garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Food Science and Technology*, **58**(5): 1869-1876.
- KAVALCOVÁ P, BYSTRICKÁ J, TREBICHALSKÝ P, KOPERNICKÁ M, HRSTKOVÁ M, LENKOVÁ M (2015). Content of total polyphenols and antioxidant activity in selected varieties of onion (*Allium cepa* L.). *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, **9**(1): 494-500.
- KIM JS, KANG OJ, GWEON OC (2013a). Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *Journal of Functional Foods*, **5**(1): 80-86.
- KIM JS, KANG OJ, GWEON OC (2013b). Changes in the content of fat-and water-soluble vitamins in black garlic at the different thermal processing steps. *Food Science and Biotechnology*, **22**(1): 283-287.
- KIM S, LEE S, SHIN D, YOO M (2016a). Change in organosulfur compounds in onion (*Allium cepa* L.) during heat treatment. *Food science and biotechnology*, **25**(1): 115-119.
- KIM S, PARK SL, LEE S, LEE SY, KO S, YOO M (2016b). UPLC/ESI-MS/MS analysis of compositional changes for organosulfur compounds in garlic (*Allium sativum* L.) during fermentation. *Food chemistry*, **211**: 555-559.
- KIM JH, NAM SH, RICO CW, KANG MY (2012a). A comparative study on the antioxidative and anti-allergic activities of fresh and aged black garlic extracts. *International journal of food science & technology*, **47**(6): 1176-1182.
- KIM SH, JUNG, E. Y., KANG, D. H., CHANG, U. J., HONG, Y. H., & SUH, H. J. (2012b). Physical stability, antioxidative properties, and photoprotective effects of a functionalized formulation containing black garlic extract. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, **117**, 104-110.
- KIM JS (2020). Antioxidant Activity of Various Soluble Melanoidins Isolated from Black Garlic after Different Thermal Processing Steps. *Preventive Nutrition and Food Science*, **25**(3), 301.

- KIMURA S, TUNG YC, PAN MH, SU NW, LAI YJ, CHENG KC (2017). Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of food and drug analysis*, **25**(1): 62-70.
- KO EY, NILE SH, JUNG YS, KEUM YS (2018). Antioxidant and antiplatelet potential of different methanol fractions and flavonols extracted from onion (*Allium cepa* L.). *3 Biotech*, **8**(3): 1-10.
- KO EY, NILE SH, SHARMA K, LI GH, PARK SW (2015). Effect of different exposed lights on quercetin and quercetin glucoside content in onion (*Allium cepa* L.). *Saudi journal of biological sciences*, **22**(4): 398-403.
- KOCA N, SAATLI TE, URGU M (2018). Gıda Sanayisinde Ultraviyole Işığın Yüzey Uygulamaları. *Akademik Gıda*, **16**(1): 88-100.
- KOCA I, TEKGULER B, ODABAS HI (2015). Comparison of the antioxidant properties of some onion and garlic cultivars grown in Turkey. In *VII International Symposium on Edible Alliaceae 1143* (207-214).
- KOUPENOVA M, KEHREL BE, CORKREY HA, FREEDMAN JE (2017). Thrombosis and platelets: an update. *European heart journal*, **38**(11): 785-791.
- KOYUNCU M, BONA M (2015). *Allium phaneranthum* subsp. *involucratum* (Amaryllidaceae), a new subspecies from Turkey. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, **22**(2): 143-146.
- LEE EJ, YOO KS, PATIL BS (2012). Freeze-dried fresh onion powder prevents green discoloration (greening) in macerated garlic. *Food chemistry*, **131**(2): 397-404.
- LEE SU, LEE JH, CHOI SH, LEE JS, OHNISI-KAMEYAMA M, KOZUKUE N, FRIEDMAN M (2008). Flavonoid content in fresh, home-processed, and light-exposed onions and in dehydrated commercial onion products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**(18): 8541-8548.
- LEE YM, GWEON OC, SEO YJ, IM J, KANG MJ, KIM MJ, KIM JI (2009). Antioxidant effect of garlic and aged black garlic in animal model of type 2 diabetes mellitus. *Nutrition research and practice*, **3**(2): 156-161.
- LIANG T, WEI F, LU Y, KODANI Y, NAKADA M, MIYAKAWA T, TANOKURA M (2015). Comprehensive NMR analysis of compositional changes of black garlic during thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **63**(2): 683-691.
- LIM TK (2012). Edible medicinal and non-medicinal plants: Volume 1. *Springer*. p.: 285-292.
- LIU, J., ZHANG, G., CONG, X., & WEN, C. (2018a). Black garlic improves heart function in patients with coronary heart disease by improving circulating antioxidant levels. *Frontiers in physiology*, **9**, 1435.
- LIU J, GUO W, YANG M, LIU L, HUANG S, TAO L, LIU Y (2018b). Investigation of the dynamic changes in the chemical constituents of chinese “laba” garlic during traditional processing. *RSC advances*, **8**(73): 41872-41883.
- LOCATELLI DA, ALTAMIRANO JC, GONZÁLEZ RE, CAMARGO AB (2015). Home-cooked garlic remains a healthy food. *Journal of Functional Foods*, **16**: 1-8.

- LORIGOOINI Z, AYATOLLAHI SA, AMIDI S, KOBARFARD F (2015). Evaluation of anti-platelet aggregation effect of some *Allium* species. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, **14**(4): 1225.
- LU X, LI N, QIAO X, QIU Z, LIU P (2017). Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract. *Journal of food and drug analysis*, **25**(2): 340-349.
- LU X, WANG J, AL-QADIRI HM, ROSS CF, POWERS JR, TANG J, RASCO BA (2011). Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, **129**(2): 637-644.
- MA Y, SONG D, WANG Z, JIANG J, JIANG T, CUI F, FAN X (2011). Effect of ultrahigh pressure treatment on volatile compounds in garlic. *Journal of food process engineering*, **34**(6): 1915-1930.
- MADHU B, MUDGAL VD, CHAMPAWAT PS (2019). Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): a review. *Journal of Food Process Engineering*, **42**(6): e13177.
- MARTÍNEZ-CASAS L, LAGE-YUSTY M, LÓPEZ-HERNÁNDEZ J (2017). Changes in the aromatic profile, sugars, and bioactive compounds when purple garlic is transformed into black garlic. *Journal of agricultural and food chemistry*, **65**(49): 10804-10811.
- MARTINS N, PETROPOULOS S, FERREIRA IC (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre-and post-harvest conditions: A review. *Food chemistry*, **211**: 41-50.
- MIRZAEI R, LIAGHATI H, DAMGHANI AM (2007). Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and garlic clones. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, **10**(13): 2219-2224.
- MOGREN LM, OLSSON ME, GERTSSON UE (2006). Quercetin content in field-cured onions (*Allium cepa* L.): effects of cultivar, lifting time, and nitrogen fertilizer level. *Journal of agricultural and food chemistry*, **54**(17): 6185-6191.
- MOON CH, JUNG YS, KIM MH, LEE SH, BAIK EJ, PARK SW (2000). Mechanism for antiplatelet effect of onion: AA release inhibition, thromboxane A₂ synthase inhibition and TXA₂/PGH₂ receptor blockade. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, **62**(5): 277-283.
- MORENO-ORTEGA A, PEREIRA-CARO G, ORDÓÑEZ JL, MORENO-ROJAS R, ORTÍZ-SOMOVILLA V, MORENO-ROJAS JM (2020a). Bioaccessibility of bioactive compounds of 'fresh garlic' and 'black garlic' through in vitro gastrointestinal digestion. *Foods*, **9**(11): 1582.
- MORENO-ORTEGA A, PEREIRA-CARO G, ORDÓÑEZ JL, MUÑOZ-REDONDO JM, MORENO-ROJAS R, PÉREZ-APARICIO J, MORENO-ROJAS JM (2020b). Changes in the antioxidant activity and metabolite profile of three onion varieties during the elaboration of 'black onion'. *Food chemistry*, **311**: 125958.
- MORENO-ROJAS JM, MORENO-ORTEGA A, ORDÓÑEZ JL, MORENO-ROJAS R, PÉREZ-APARICIO J, PEREIRA-CARO G (2018). Development and validation of UHPLC-HRMS methodology for the determination of flavonoids, amino acids and organosulfur compounds

in black onion, a novel derived product from fresh shallot onions (*Allium cepa* var. *aggregatum*). *LWT*, **97**: 376-383.

MORIHARA N, HINO A (2017). Aged garlic extract suppresses platelet aggregation by changing the functional property of platelets. *Journal of natural medicines*, **71**(1): 249-256.

NAJMAN K, SADOWSKA A, HALLMANN E (2020). Influence of thermal processing on the bioactive, antioxidant, and physicochemical properties of conventional and organic agriculture black garlic (*Allium sativum* L.). *Applied Sciences*, **10**(23): 8638.

NAKAGAWA K, MAEDA H, YAMAYA Y, TONOSAKI Y (2020). Maillard reaction intermediates and related phytochemicals in black garlic determined by EPR and HPLC analyses. *Molecules*, **25**(19): 4578.

OLAS B (2019). Anti-Aggregatory potential of selected vegetables—Promising dietary components for the prevention and treatment of cardiovascular disease. *Advances in Nutrition*, **10**(2): 280-290.

ONYEOZIRI UP, ROMANUS EN, ONYEKACHUKWU UI (2016). Assessment of antioxidant capacities and phenolic contents of Nigerian cultivars of onions (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, **29**(4): 1183-1188.

ORVIS KS, GOLDMAN IL (1997). Relationship between antiplatelet activity and Sulfur fertility in hydroponic and field-grown onions (*Allium cepa*). *HortScience*, **32**(3): 523G-524.

OSMONT KS, ARNT CR, GOLDMAN IL (2003). Temporal aspects of onion-induced antiplatelet activity. *Plant Foods for Human Nutrition*, **58**(1): 27-40.

OTHMAN SFC, IDID SZ, KOYA MS, REHAN AM, KAMARUDIN KR (2011). Antioxidant study of garlic and red onion: a comparative study. *Pertanika J Trop Agric Sci*, **34**(2): 253-261.

OU WC, ZHONG Y, LIU BR, LIU SM, CHEN HF, CHEN KJ (2012). Inhibition of platelet activation and aggregation by furostanol saponins isolated from the bulbs of *Allium macrostemon* Bunge. *The American journal of the medical sciences*, **344**(4): 261-267.

ÖZTAN T (2006). Mor havuç, konsantresi, şalgam suyu, nar suyu ve nar ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivitesi tayini ve fenolik madde profilinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

PARK MH, KIM JG (2015). Low-dose UV-C irradiation reduces the microbial population and preserves antioxidant levels in peeled garlic (*Allium sativum* L.) during storage. *Postharvest Biology and Technology*, **100**: 109-112.

PÉREZ MB, MANIERO MÁ, LONDONIO A, SMICHOWSKI P, WUILLOUD RG (2018). Effects of common cooking heat treatments on selenium content and speciation in garlic. *Journal of Food Composition and Analysis*, **70**: 54-62.

PURE AE, MOFIDI SMG, KEYGHOBADI F, PURE ME (2017). Chemical composition of garlic fermented in red grape vinegar and kombucha. *Journal of Functional Foods*, **34**: 347-355.

QIU Z, LI N, LU X, ZHENG Z, ZHANG M, QIAO X (2018). Characterization of microbial community structure and metabolic potential using Illumina MiSeq platform during the black garlic processing. *Food Research International*, **106**: 428-438.

- RAHMAN K, BILLINGTON D (2000). Dietary supplementation with aged garlic extract inhibits ADP-induced platelet aggregation in humans. *The Journal of nutrition*, **130**(11): 2662-2665.
- RAVANBAKHSHIAN R, BEHBAHANI M (2018). Evaluation of anticancer activity of lacto-and natural fermented Onion cultivars. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, **42**(4): 1735-1742.
- RODRIGUES AS, PÉREZ-GREGORIO MR, GARCÍA-FALCÓN MS, SIMAL-GÁNDARA J (2009). Effect of curing and cooking on flavonols and anthocyanins in traditional varieties of onion bulbs. *Food Research International*, **42**(9): 1331-1336.
- RODRIGUES AS, PÉREZ-GREGORIO MR, GARCÍA-FALCÓN MS, SIMAL-GÁNDARA J, ALMEIDA DPF (2011). Effect of meteorological conditions on antioxidant flavonoids in Portuguese cultivars of white and red onions. *Food Chemistry*, **124**(1): 303-308.
- RODRIGUES AS, PÉREZ-GREGORIO MR, GARCÍA-FALCÓN MS, SIMAL-GÁNDARA J, ALMEIDA DP (2010). Effect of post-harvest practices on flavonoid content of red and white onion cultivars. *Food control*, **21**(6): 878-884.
- RYU JH, KANG D (2017). Physicochemical properties, biological activity, health benefits, and general limitations of aged black garlic: A review. *Molecules*, **22**(6): 919.
- SADEGHI M, SAFAEIAN L, GHAZVINI MA, RAMEZANI M (2017). Evaluation of fibrinolytic and antioxidant effects of *Allium affine* hydroalcoholic extract. *Research in pharmaceutical sciences*, **12**(4): 299.
- SAFAEIAN L, ZOLFAGHARI B, AGHAYE-GHAZVINI M, BEHNAMPOUR M (2017). Evaluation of fibrinolytic and antioxidant effects of *Allium elburzense* bulb extracts. *Avicenna journal of phytomedicine*, **7**(3): 223.
- SANCE MM, GONZÁLEZ RE, SOTO VC, GALMARINI CR (2008). Relationships between antiplatelet activity, dry matter content and flavor in onion cultivars. *J Food Agric Environ*, **6**: 41-46.
- SAPLONȚAI-POP A, MOT A, MOLDOVAN M, OPREAN R, SILAGHI-DUMITRESCU R, ORĂȘAN O, IONESCU C (2015). Testing antiplatelet and antioxidant activity of the extract of seven varieties of *Allium cepa* L. *Open Life Sciences*, **10**(1):89-98.
- SATO E, KOHNO M, HAMANO H, NIWANO Y (2006). Increased anti-oxidative potency of garlic by spontaneous short-term fermentation. *Plant Foods for Human Nutrition*, **61**(4): 157-160.
- SEMERCİ AB (2018). *Allium scodoprasum* subsp. *Rotundum*, *allium staticiforme* ve *allium subhirsutum* türlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- SETIYONINGRUM F, PRIADI G, AFIATI F, HERLINA N, SOLIKHIN A (2021). Composition of spontaneous black garlic fermentation in a water bath. *Food Science and Technology*, **41**(2): 557-562.
- SHANG A, CAO SY, XU XY, GAN RY, TANG GY, CORKE H, MAVUMENGWANA V, LI HB (2019). Bioactive compounds and biological functions of garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*, **8**(7): 246.

- SHARMA K, KO EY, ASSEFA AD, HA S, NILE SH, LEE ET, PARK SW (2015). Temperature-dependent studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidant activities, and sugar content in six onion varieties. *Journal of food and drug analysis*, **23**(2): 243-252.
- SMITH T, MAY G, ECKL V, REYNOLDS CM (2020). US sales of herbal supplements increase by 8.6% in 2019. *HerbalGram*, **127**: 54-69.
- SOTO VC, GONZÁLEZ RE, SANCE MM, GALMARINI CR (2015). Organosulfur and phenolic content of garlic (*Allium sativum* L.) and onion (*Allium cepa* L.) and its relationship with antioxidant activity. In *VII International Symposium on Edible Alliaceae* **1143**: (277-290).
- STAINER AR, SASIKUMAR P, BYE AP, UNSWORTH AJ, HOLBROOK LM, TINDALL M, GIBBINS JM (2019). The metabolites of the dietary flavonoid quercetin possess potent antithrombotic activity, and interact with aspirin to enhance antiplatelet effects. *Th Open*, **3**(03): e244-e258.
- SULERIA HAR, BUTT MS, ANJUM FM, SAEED F, KHALID N (2015). Onion: Nature protection against physiological threats. *Critical reviews in food science and nutrition*. **55**(1): 50-66.
- TAKENAKA M, NANAYAMA K, OHNUKI I, UDAGAWA M, SANADA E, ISOBE S (2004). Cooking loss of major onion antioxidants and the comparison of onion soups prepared in different ways. *Food science and technology research*, **10**(4), 405-409.
- TEPGE (2020). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ürün Raporu Kuru Soğan.
- TOLEDANO-MEDINA M, PÉREZ-APARICIO J, MORENO-ORTEGA A, MORENO-ROJAS R (2019a). Influence of variety and storage time of fresh garlic on the physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Foods*, **8**(8): 314.
- TOLEDANO-MEDINA MÁ, MERINAS-AMO T, FERNÁNDEZ-BEDMAR Z, FONT R, DEL RÍO-CELESTINO M, PÉREZ-APARICIO J, MORENO-ROJAS R (2019b). Physicochemical characterization and biological activities of black and white garlic: In vivo and in vitro assays. *Foods*, **8**(6): 220.
- TOLEDANO-MEDINA MA, PÉREZ-APARICIO J, MORENO-ROJAS R, MERINAS-AMO T (2016). Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chemistry*, **199**: 135-139.
- TORRES-PALAZZOLO C, RAMIREZ D, LOCATELLI D, MANUCHA W, CASTRO C, CAMARGO A (2018). Bioaccessibility and permeability of bioactive compounds in raw and cooked garlic. *Journal of Food Composition and Analysis*, **70**: 49-53.
- TORRES-URRUTIA C, GUZMAN L, SCHMEDA-HIRSCHMANN G, MOORE-CARRASCO R, ALARCON M, ASTUDILLO L, PALOMO I (2011). Antiplatelet, anticoagulant, and fibrinolytic activity in vitro of extracts from selected fruits and vegetables. *Blood coagulation & fibrinolysis*, **22**(3): 197-205.
- TRIPATHI C, GIRME A, CHAMPANERI S, PATEL RJ, HINGORANI L (2020). Nutraceutical regulations: An opportunity in ASEAN countries. *Nutrition*, **74**: 110729.
- TRIPATHI P, LAWANDE KE (2006). Cold storage of onion and garlic. *Technical Bulletin*, **15**: 1-8.

- TÜRKOMP (2021). Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı araması, <http://www.turkomp.gov.tr/food-230>.
- UPADHYAY RK (2017). Nutritional and therapeutic potential of Allium vegetables. *J Nutr Ther*, **6**(1): 18-37.
- WANG D, FENG Y, LIU J, YAN J, WANG M, SASAKI JI, LU C (2010). Black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance the immune system. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, **4**(1): 37-40.
- WANG W, SUN Y (2017). In vitro and in vivo antioxidant activities of polyphenol extracted from black garlic. *Food Science and Technology*, **37**: 681-685.
- WHO, 2022. Erişim Adresi: [[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)#:~:text=Cardiovascular%20diseases%20\(CVDs\)%20are%20the,%2D%20and%20middle%2Dincome%20countries](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)#:~:text=Cardiovascular%20diseases%20(CVDs)%20are%20the,%2D%20and%20middle%2Dincome%20countries)]. Erişim Tarihi: 03/03/2022.
- WICZKOWSKI W (2011). Garlic and onion: Production, biochemistry, and processing. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, **1**: 625-642.
- WIJAYA CH, MUCHTADI D, KOSWARA S, ZAKARIA F, LALEL HJ (2000). Anti-platelet aggregation activities of shallot and garlic dried powders made of local (Indonesian) varieties. *Indonesian Food and Nutrition Progress (Indonesia)*, **7**(1): 13-18
- WIJAYA CH, MUCHTADI D, LALEL HJ, ZAKARIA F, KOSWARA S (1996). Antiplaetlet aggregation potencies of some Allium spp. grown in Indonesia. *Natural Product Sciences*, **2**(1): 37-42.
- WU J, JIN Y, ZHANG M (2021). Evaluation on the physicochemical and digestive properties of melanoidin from black garlic and their antioxidant activities in vitro. *Food Chemistry*, **340**: 127934.
- YANG J, JI Y, PARK H, LEE J, PARK S, YEO S, HOLZAPFEL WH (2014). Selection of functional lactic acid bacteria as starter cultures for the fermentation of Korean leek (*Allium tuberosum* Rottler ex Sprengel.). *International journal of food microbiology*, **191**: 164-171.
- ZHANG B, ZHENG Z, LIU N, LIU P, QIU Z, QIAO X (2021). Effect of different combined mechanical and thermal treatments on the quality characteristics of garlic paste. *Journal of Food Science and Technology*, **58**(3): 1061-1071.
- ZHANG X, LI N, LU X, LIU P, QIAO X (2016). Effects of temperature on the quality of black garlic. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **96**(7): 2366-2372.
- ZHANG Z, LEI M, LIU R, GAO Y, XU M, ZHANG M (2015). Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, **39**(1): 39-47.
- ZONG J, MARTIROSYAN DM (2018). Anticancer effects of garlic and garlic-derived bioactive compounds and its potential status as functional food. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, **1**(2): 16-35.

EKLER

Ek-1. Gönüllü Onam Formu

Araştırmanın Konusu: Bazı *Allium* Grubu Sebzelerin Fermente Edilmesiyle Antiplatelet Etkinliğinde ve Antioksidan Kapasitesinde Meydana Gelen Değişimlerin *In Vitro* Olarak İncelenmesi

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU

Sayın gönüllü; Katıldığınız bu çalışma bilimsel nitelikte bir araştırma olup, araştırmanın konusu “**Bazı *Allium* Grubu Sebzelerin Fermente Edilmesiyle Antiplatelet Etkinliğinde ve Antioksidan Kapasitesinde Meydana Gelen Değişimlerin *In Vitro* Olarak İncelenmesi**” dir. Araştırmanın amacı *Allium* grubu sebzelerden sarı soğan, beyaz soğan, kırmızı soğan ve sarımsağın fermantasyon işlemi ile antiplatelet aktivitesindeki, antioksidan kapasitesindeki ve toplam fenol içeriğindeki değişimlerin incelenmesidir. Antiplatelet etkinliğin değerlendirilmesi için kronik hastalık öyküsü olmayan, son 1 hafta içerisinde alkol, ilaç veya nutrasötik kullanmamış, sigara kullanmayan, toplamda 12 bireyden (6 erkek-6 kadın) 12 saatlik açlık sonrasında 9 mL kan alınacak olup bu işlem haricinde katılımcılara invaziv bir girişim uygulanmayacaktır. Araştırmanın yürütülebilmesi için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi’nden Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı alınmıştır (Karar no: 2020/234).

Bu araştırmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Araştırmanın size ve bağlı olduğunuz Sosyal Güvenlik Kurumuna bir maliyeti yoktur. Araştırma ile ilgili bir sorunuz olursa yardımcı araştırmacı Taha Gökmen Ülger’e danışabilirsiniz.

Yukarıda verilen bilgileri okudum ve araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.

İsim soyisim:

İmza:

Ek-2: Etik Kurul Onayı

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL

Sayı : 446

07.10/2020

Konu: Karnılar

BAŞVURU BİLGİLERİ (APPLICATION INFORMATION)	ARAŞTIRMANIN ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Bazı <i>Allium</i> grubu sebzelerin fermente edilmesiyle antiplatelet etkinliğinde ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimlerin <i>in vitro</i> olarak incelenmesi.
	ARAŞTIRMANIN İNGİLİZCE ADI (TITLE OF THE PROJECT)	<i>In vitro</i> examination of changes in antiplatelet activity and antioxidant capacity by fermenting some <i>Allium</i> groups vegetables.
	SORUMLU ARAŞTIRMACI (PRINCIPAL INVESTIGATOR)	Prof.Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU
	DİĞER ARAŞTIRMACILAR (OTHER INVESTIGATORS)	Arş.Gör.Taha Gökmen ÜLGER
	ARAŞTIRMA MERKEZİ (RESEARCH CENTER)	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı

KARAR (DECISION)	Karar no (Decision No): 2020/234	Tarih (Date) 13.10.2020
	Prof.Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU'nun sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu	İmzası
Prof. Dr. Mehmet Hayri ERKOL (Başkan)	Genel Cerrahi	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç.Dr. Erkan KILINÇ (Başkan Yardımcısı)	Fizyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Mehmet Hamid BOZTAŞ (Üye)	Ruh Sağlığı Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Akif Hakan KURT (Üye)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç.Dr. Ahmet YÜKSEL (Üye)	Kalp Damar Cerrahisi	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Oya KALAYCIOĞLU (Bildirimden Sorumlu Üye)	Biyostatistik	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Makbule TOKUR KESGİN (Üye)	Hemşirelik	BAİBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Hamit YOLDAŞ (Üye)	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Abdulgani KAYMAZ (Üye)	Göz Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr.Öğr.Üyesi Kübra DEĞİRMENCI (Üye)	Protetik Diş Tedavisi	BAİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi	
Dr.Öğr.Üyesi Tuba TASLAMACIOĞLU DUMAN (Üye)	İç Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr.Öğr.Üyesi Hakan YARAR (Üye)	Antrenörlük	BAİBÜ Spor Bilimleri Fakültesi	
Dr. Hatice Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Farmakolog/Eczacı	Özel Eczane (BOLU)	
Av. Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Hukukçu	Özel Hukuk Bürosu (BOLU)	
Ramazan KAYNARPINAR (Sivil-Üye)	Esnaf	Serbest Meslek (BOLU)	

Ek-3: Deneyde Kullanılan Kimyasal Malzemeler, Cihaz ve Ekipmanlar

Deneylerde kullanılan kimyasal malzemeler ve reaktifler;

- Folin-Ciocalteu reaktifi
- Gallik asit ($C_7H_6O_5$)
- 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) reaktifi
- 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat) (ABTS)
- Metanol (> % 99,8)
- Sodyum karbonat (Na_2CO_3)
- Potasyum persülfat ($K_2S_2O_8$)
- 6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Troloks)
- Kollojen
- TRIS tamponlu salin (TBS)

Deneylerde kullanılan ekipmanlar ve cihazlar;

- Liyofilizatör
- pH metre
- Spektrofotometre
- Agregometre
- Manyetik karıştırıcı
- Derin dondurucu
- Santrifüj cihazı
- Hassas terazi

ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı: Taha Gökmen
Soyadı: ÜLGER
Doğum yeri ve tarihi:
Uyruğu: T.C.

II-Eğitimi

Doktora (12.02.2018-): Ankara Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü
Yüksek Lisans (25.12.2017): Ankara Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü
Lisans (19.06.2013): Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü
Yabancı Dili: İngilizce

III-Mesleki Deneyimi

Hacettepe Üniversitesi / Diyetisyen, 2013-2014.
3. Kolordu Komutanlığı / Yedek Subay, 2014-2015.
Hacettepe Üniversitesi / Diyetisyen, 01.02.2015 - 01.04.2015
Abant İzzet Baysal Üniversitesi / Araştırma Görevlisi, 01.04.2015 – 15.01.2016
Ankara Üniversitesi / Araştırma Görevlisi, 16.01.2016-26.11.2018
Abant İzzet Baysal Üniversitesi / Araştırma Görevlisi, 26.11.2018-Halen

IV- Yayınlar

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

ÜLGER TG, UÇAR A, ÇAKIROĞLU FP, YILMAZ S (2020). Genotoxic effects of mycotoxins. *Toxicon*. **185**: 104-113

YILMAZ S, ÜLGER TG, GÖKTAŞ B, ÖZTÜRK Ş, KARATAŞ DÖ, BEYZİ E (2021). Cyanotoxin genotoxicity: a review. *Toxin Reviews*, 1-14.

ÜLGER TG, TAYFUR M, ÇAKIROĞLU FP (2021). The role of aspiration therapy and intragastric botulinum toxin A injection in obesity treatment. *Obesity Medicine*, 100367.

UÇAR A, ÜLGER TG, ÇAKIROĞLU FP (2021). What changed between 2008–2020 about Employees' perception of hygiene in the catering industry in Ankara (Turkey)?. *AIMS public health*, **8**(2): 275.

ÜLGER TG, AYHAN NY (2020). Bitki Sekonder Metabolitlerinin Sağlık Üzerine Fonksiyonel Etkileri. *Acibadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, **3**: 384-390.

ÜLGER TG, ÇAKIROĞLU FP (2020). The effects of onion (*Allium cepa* L.) dried by different heat treatments on plasma lipid profile and fasting blood glucose level in diabetic rats. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, **10**(4): 325.

ÜLGER TG, ÇAKIROĞLU FP (2018). Effect of *Allium Cepa* on Paraoxonase 1 Activity and Oxidative Stress in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *Journal of Food and Nutrition Research*, **6**(11): 689-693.

ÜLGER TG, TAYFUR M, ÇAKIROĞLU FP, ÖZCAN Ç (2021). The role of duodenal jejunal bypass liner in obesity treatment. *AIMS Medical Science*, **8**(3): 224-236.

ÜLGER TG, ALTUN Ç, ÇAKIROĞLU FP (2020). Bilinen Terapötik Etkinliğinin Dışında Farklı Hastalıklara Yönelik Glutensiz Diyet Uygulamaları. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, **9**(2): 112-123.

ÜLGER TG, UÇAR A (2018). Serbest Yağ Asitlerinin Sağlık Üzerine Etkileri. *International Peer-Reviewed Journal of Nutrition Research*, **14**: 64-77.

YILMAZ HÖ, ÜLGER TG (2016). Gıda Işınlamanın Besinlere Etkisi. *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* (1-2-3), 1-16.

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler

ÜLGER TG, AKÇALI Ç, YARDIMCI H (2018). Evaluation of Nutrition Education during Pregnancy and Nutritional Knowledge of Pregnant Women. In *5th International Conference Quality and Its Perspectives*. University of Pardubice.

ÜLGER TG, ÇAKIROĞLU FP (9 Mayıs-12 Mayıs 2017). Acı baklanın fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri/Konya. (Özet Bildiri/Poster Sunum)

AÇIK M, ÇAKIROĞLU FP, ÜLGER TG, ALTAN M (29 Haziran-1 Temmuz 2017). Üniversite Öğrencilerinde Beslenme Alışkanlıklarının Saptanması. I. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi, Adnan Menderes Üniversitesi/Aydın. (Özet Bildiri/Sözel Sunum)

ÜLGER TG, ÇAKIROĞLU FP (27 Ağustos-30 Ağustos 2017). Fetal Exposure to Maternal High Fat Diet Increases Obesity and Metabolic Syndrome Risks in Later Life/Uppsala. (Özet Bildiri/Poster Sunum)

ÜLGER TG, ÇAKIROĞLU FP (27 Ağustos-30 Ağustos 2017). Omega 3 Fatty Acid Intake and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus/Uppsala. (Özet Bildiri/Poster Sunum)

ÜLGER TG, AKÇALI Ç, YARDIMCI H (2018). Evaluation of Nutrition Education During Pregnancy and Nutritional Knowledge of Pregnant Women. *5th International Conference Quality and its Perspectives: Multidisciplinary Approach to Patient Care* (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)

ASLAN NN, AKÇALI Ç, ÜLGER TG, YARDIMCI H (2018). Tip I diyabetli yetişkinlerin hipoglisemi korkularının değerlendirilmesi. *International Congress on Sports, Anthropology, Nutrition, Anatomy and Radiology (SANAR2018)* (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

AKÇALI Ç, ÜLGER TG (2018). Fermente Süt Ürünleri. International Congress on Sports, Anthropology, Nutrition, Anatomy and Radiology (SANAR2018) (Özet Bildiri/Poster)

ÜLGER TG, AKÇALI Ç (2018). Meyve ve sebzelere uygulanan geleneksel gıda muhafazayöntemlerinin meyvenin besin ögesi ve fonksiyonel özelliklerine etkisi. International Congress on Sports, Anthropology, Nutrition, Anatomy and Radiology (SANAR2018) (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

ÜLGER TG (2018). Besin zenginleştirme uygulamalarının beslenme yetersizliğine bağlı görülebilecek sağlık problemlerini önlemedeki rolü ve riskleri. International Congress on Sports, Anthropology, Nutrition, Anatomy and Radiology (SANAR2018) (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

C. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler:

ÜLGER TG, SONGUR AN, ÇIRAK O, ÇAKIROĞLU FP (2018). Role of vegetables in human nutrition and disease prevention. *Vegetables—Importance of Quality Vegetables to Human Health; IntechOpen: London, UK, 7-32.*

ÜLGER TG, AÇIK M (2019). Yetişkin Dönem Sağlığın İntrauterin Hayatta Programlanması. *Academic Studies on Natural and Health Sciences, 269.*

AÇIK M, ÜLGER TG (2019). Metabolik Olarak Sağlıklı Obezite: Tanımı, Epidemiyolojisi, Klinik Uygulamalar Ve Etkileyen Faktörler, *Academic Studies on Natural and Health Sciences, 225-247.*

ÜLGER TG, AÇIK M, ÇAKIROĞLU FP (2019). Bilinen Terapötik Etkinliğinin Dışında Farklı Hastalıklarda (İrritabl Bağırsak Sendromu, Diyabet, Obezite, Kardiyovasküler Hastalıklar, Nörolojik Hastalıklar) Glutensiz Diyet Uygulamalarının Etkinliği, *Academic Studies on Natural and Health Sciences, 376-393.*

ÜLGER TG, ÖZÇELİK AÖ (2019). Besin Alerjilerinde Tanı Testleri, *Academic Studies on Natural and Health Sciences, 275.*

ÜLGER TG, AKÇALI Ç (2019). Dost Bakterilerin Hastalıklar Üzerine Fonksiyonel Etkileri ve Probiyotikli Tarifler, Hatipoğlu Yayınevi, ISBN: 978- 605-9541-15-2.

D. Projelerde Yaptığı Görevler:

Deneysel diyabet oluşturulmuş ratlarda farklı ısı işlemlerle kurutulmuş soğanların serum Paraoksonaz-1 (PON1) düzeyine ve bazı biyokimyasal parametrelere etkilerinin araştırılması (Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Lisansüstü Tez Projesi, Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU, Araştırmacı: Taha Gökmen ÜLGER)