

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI TUZ KONSANTRASYONUNDA TURŞUYA İŞLENEN ŞALGAMIN
(*BRASSICA RAPA L.*) DUYUSAL, TEKSTÜREL VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ**

Nour SAFİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAMSUN

2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Nour SAFİ tarafından hazırlanan “Farklı Tuz Konsantrasyonunda Turşuya İşlenen Şalgamın (*Brassica rapa L.*) Duyusal, Tektürel ve Antioksidan Özellikleri” adlı tez çalışması 11/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dal’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman **Prof. Dr. İlkay KOCA**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan: **Prof. Dr. Zekai TARAKÇI**
Ordu Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Üye **Prof. Dr. İlkay KOCA**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Üye **Dr. Öğr. Üyesi. Mustafa EVREN**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım./...../2019

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

17.06.2019

Nour SAFİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TUZ KONSANTRASYONUNDA TURŞUYA İŞLENEN ŞALGAMIN (*BRASSICA RAPA L.*) DUYUSAL, TEKSTÜREL VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Nour SAFİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İlkay KOCA

Şalgam (*Brassica rapa L.*) *Cruciferae* familyasına ait olup dünyada insan tüketimi için en önemli yaprak ve kök sebzelerinden biridir. Şalgam, özellikle Türkiye'de, Asya ülkelerinde hem taze hem de işlenmiş sebze olarak kullanılır. Şalgamın muhafazası için kullanılan yöntemlerden biri turşuya işlemedir. Bu çalışmada, farklı işlemlerle turşuya işlenen şalgamın tekstürel ve antioksidan özelliklerindeki değişimler tespit edilmiştir. Bu amaçla, şalgamlar soyulmuş ve 2.5 cm büyüklüğünde küpler şeklinde dilimlenmiş, yarısı 3 dakika haşlanmış, diğer yarısı haşlanmamıştır. Her iki kısım da üç tuz konsantrasyonundaki salamurayla (% 2.5, 5.0 ve % 7.5) turşuya işlenmiştir. Sekiz haftalık fermentasyondan sonra, farklı tuz konsantrasyonundaki turşuların pH, titrasyon asitliği, elastikiyet, FRAP (demir indirgeme antioksidan gücü) ve DPPH (2,2-difenil-1-pikril-hidrazil-hidrat) serbest radikalini giderme etkisi değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Çiğ veya haşlanmış şalgamdan üretilmesi son ürünün renk değerleri (a değeri hariç), toplam fenolik madde içeriği ve tekstürünü önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.05$). Birbirleri ile karşılaştırıldığında, en yüksek antioksidan değerleri %2.5 tuz konsantrasyonunda çiğ şalgamdan üretilenlerde belirlenmiştir.

Temmuz 2019, 66 sayfa

Anahtar kelimeler: Şalgam, Turşu, Antioksidan

ABSTRACT

Master's Thesis

THE SENSORIAL, TEXTURAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF TURNIP (*BRASSICA RAPA* L.) PICKLES PRODUCED IN DIFFERENT SALT CONCENTRATION

Nour SAFİ

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İlkey KOCA

Turnip (*Brassica rapa* L.) belongs to the *Cruciferae* family, is one of the most important leaf and root vegetable crops for human consumption in the world. Turnip is widely used as both fresh and processed vegetable in Asian countries especially in Turkey. One of the process methods for preserving turnip is pickling. In our study, textural changes and antioxidant properties of processed turnip by pickling with different treatments were determined. For this purpose, the turnips were peeled and sliced into cubes in size 2.5 cm, half of them was bleached for 3 minutes, while the other half was kept as raw. Both of parts were pickled in three brine concentrations (2.5%, 5.0% and 7.5%). After 8 weeks of fermentation, the pH, titratable acidity, resilieness, FRAP (ferric reducing antioxidant power) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate) free radical values of the samples were statistically different in various salt concentration ($p < 0.05$). The raw or bleached of turnips were significantly effective on color values (except a value) and total phenolic content and the texture of the final products ($p < 0.05$). Comparing with each other, it was concluded that the highest antioxidant values were determined in the samples produced from raw turnip in 2.5% salt concentration.

July 2019, 66 pages

Key Words: Turnip, Pickle, Antioxidant

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin yapılmasına olanak ve teşvik sağlayan, çalışmalarımın tüm aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. İlkay KOCA'ya, her zaman bana manevi desteklerini veren uzaktan bile arkadaşlarım Raghda MASRİ'ya, Walaa BOSTANİ'ya, Rasha MAZİATLİ'ya, Soha AMEER ALİ'ya, Ruhumun kız kardeşi Selma ADJEROUD'a, tüm eğitim-öğretim ve hayatım boyunca sabırla destek veren sevgili annem Ghedaf ABEDO'ya, babam Haitham SAFİ'ye, kardeşlerim Jalal'a, Haya'ya, Rand'a, Taima'ya, Abdullah'a teşekkür ederim. Çalışmam sırasında küçük veya büyük yardımını esirgemeyen herkese sonsuz teşekkür ederim.

Temmuz 2019, Samsun

Nour SAFİ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | |
|--|------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR..... | iii |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | iv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | viii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ | 3 |
| 2.1. Şalgamın Botanikteki Yeri ve Tarihçesi..... | 3 |
| 2.2. Şalgamın Türkiye ve Dünyadaki Üretimi..... | 4 |
| 2.3. Şalgamın Bileşimi..... | 6 |
| 2.3.1. Antioksidanlar..... | 9 |
| 2.3.1.1. Fenolik bileşikler..... | 9 |
| 2.3.1.2. Glikozinolatlar..... | 11 |
| 2.4. Şalgamın Sağlık Üzerine Etkisi | 18 |
| 2.4.1. Kolesterol düşürücü etkisi..... | 19 |
| 2.4.2. Diyabet üzerine etkisi..... | 20 |
| 2.4.3. Ağrı kesici..... | 21 |
| 2.4.4. Diğer etkileri..... | 21 |
| 2.5. Şalgamın Değerlendirilmesi..... | 22 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 26 |
| 3.1. Materyal | 26 |
| 3.2. Metod | 27 |
| 3.2.1. Rengin belirlenmesi..... | 27 |
| 3.2.2. Kuru madde tayini | 28 |
| 3.2.3. Suda çözünür kuru madde tayini | 28 |
| 3.2.4. pH Tayini..... | 28 |
| 3.2.5. Titrasyon asitliği tayini | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.2.6. Toplam fenolik madde tayini | 28 |
| 3.2.7. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi | 29 |
| 3.2.7.1. Demir indirgeme antioksidan gücünün (FRAP) belirlenmesi..... | 29 |
| 3.2.7.2. DPPH Serbest radikalini giderme etkisinin belirlenmesi | 29 |
| 3.2.8. Tekstür analizi..... | 29 |
| 3.2.9. Duyusal analiz | 30 |
| 3.2.10. İstatistiksel analiz | 30 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 31 |
| 4.1. Hammaddenin Özellikleri..... | 31 |
| 4.2. Fermentasyon Süresince Meydana Gelen Değişimler..... | 32 |
| 4.3. Fermente Salamularının Özellikleri..... | 34 |
| 4.4. Şalgam Turşularının Özellikleri..... | 35 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 44 |
| KAYNAKLAR..... | 46 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | |

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

| | |
|---------------|------------------|
| μg | Mikrogram |
| μL | Mikrolitre |
| mg | Miligram |
| kg | Kilogram |
| NaOH | Sodyum hidroksit |

KISALTMALAR

| | |
|------|-----------------------------------|
| Ç | Çiğ |
| DPPH | 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| FRAP | Demir indirgeme antioksidan gücü |
| HA | Haşlanmış |
| TPO | Toplam fenolik madde |
| TUİK | Türkiye İstatistik Kurum |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1. Şalgamın görünümü..... | 3 |
| Şekil 2.2. Kıtalara göre şalgam üretim oranları..... | 6 |
| Şekil 2.3. Bazı fenolik bileşiklerin yapısı | 10 |
| Şekil 2. 4. Glikozinolatların genel yapısı | 12 |
| Şekil 2.5. Glikozinolatların hidrolitik ürünleri | 12 |
| Şekil 3.1. Şalgamların turşuya hazırlanması | 26 |
| Şekil 3.2. Şalgam turşularının görünümü..... | 27 |
| Şekil 4.1. Fermentasyon süresince titrasyon asitliğindeki değişim | 33 |
| Şekil 4.2. Fermentasyon süresince pH değerindeki değişim | 34 |
| Şekil 4.3. Turşu örneklerinin duyusal analiz sonuçları..... | 43 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Brassica rapa türüne ait sebzeler | 3 |
| Çizelge 2.2. Yıllara göre şalgam üretimi | 5 |
| Çizelge 2.3. Dünya şalgam üretimi | 5 |
| Çizelge 2.4. Şalgamın bileşimi | 6 |
| Çizelge 2.5. Şalgamın vitamin içeriği | 7 |
| Çizelge 2.6. Şalgamın amino asit kompozisyonu | 7 |
| Çizelge 2.7. Şalgamda belirlenen glikozinolat ve parçalanma ürünleri..... | 13 |
| Çizelge 2.8. Şalgamda bulunan glikozinolatların moleküler yapısı..... | 14 |
| Çizelge 4.1. Hammaddenin bazı kimyasal özellikleri..... | 31 |
| Çizelge 4.2. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki salamuraların renk ve çözünür kuru madde sonuçları | 34 |
| Çizelge 4.3. Farklı oranda tuz içeren salamuraların renk ve çözünür kuru madde değerleri | 35 |
| Çizelge 4.4. Salamuraların renk ve çözünür kuru madde değerleri üzerine ön işlemlerin etkisi..... | 35 |
| Çizelge 4.5. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki turşuların renk, pH ve titrasyon asitliği değerleri..... | 36 |
| Çizelge 4.6. Farklı oranda tuz içeren turşuların renk pH ve titrasyon asitliği değerleri | 36 |
| Çizelge 4.7. Turşuların renk, pH ve titrasyon asitliği üzerine ön işlemlerin etkisi..... | 37 |
| Çizelge 4.8. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki turşuların toplam fenolik madd ve antioksidan aktivite sonuçları | 38 |
| Çizelge 4.9. Farklı oranda tuz içeren turşuların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları | 39 |

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.10. Turşuların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite üzerine ön işlemlerin etkisi | 39 |
| Çizelge 4.11. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki turşuların tekstürel özellikleri | 40 |
| Çizelge 4.12. Turşuların tekstür değerleri üzerine tuz konsantrasyonunun etkisi | 41 |
| Çizelge 4.13. Turşuların tekstür değerleri üzerine ön işlemlerin etkisi | 41 |



1. GİRİŞ

Brassicaceae familyası yaklaşık 3500 türden oluşur ve *Brassica*, *Camelina*, *Crambe*, *Sinapis* ve *Thlaspi* gibi 350 cinsi kapsar. Özellikle *Brassica* cinsi, *Brassica rapa*, *Brassica oleracea* ve *Brassica napus* gibi dünya çapında ekonomik öneme sahip bazı türleri içerir (Cartea vd, 2011; Raiola vd, 2017). *B. rapa* şalgamı da kapsayan bir türdür.

Şalgam, tüm yıl boyunca bulunabilen, Avrupa, Asya ve Amerika'da yaygın olarak yetişen bir yumrulu sebzedir. Yumru genellikle küresel, beyaz renkli, etli kırmızımsı mor bir taça sahiptir (Tindall, 1983). Küçük, gevrek çeşitler insan tüketimi için, daha büyük çeşitler ise yem olarak değerlendirilmektedir. Şalgam, tarih öncesi çağlardan beri tüketilen kültür bitkilerinden biridir (Haliloğlu vd, 2012). Bu bitki özellikle Avrupa ve Türkiye'de özellikle soğuk bölgelerde popülerdir. Soğuk iklimlerde iyi büyüme ve hasattan sonra bozulmadan birkaç ay depolanabilmektedir (Haliloğlu vd, 2012).

Şalgam, önemli miktarda C vitamini, riboflavin, diyet lif ile kalsiyum, magnezyum, demir gibi mineraller içermektedir. Ayrıca bitkilerde bulunan ikincil metabolitler olan fenolik bileşikler ve glikozinolatlarca da zengindir. İçerdiği antioksidan özellikteki bu maddeler nedeniyle yüksek kan basıncı, diyabet ve çeşitli kanser tiplerinin gelişim riskini önleyebileceği bildirilmiştir (Li vd, 2018).

Şalgam tarih öncesi zamanlardan bu yana sebze olarak tüketilmesi yanında halk hekimliğinde de ilaç olarak kullanılmaktadır. Halk arasında şalgam; kronik gastrit, kolesistolitiazis, kolesistit, kabızlık, karaciğer hastalıkları ve bazı tip kanserlerin önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Iqbal vd, 2013).

Ülkelere göre şalgamın farklı kısımları gıda olarak kullanılmaktadır. Güney Avrupa ülkelerinde; yaprak ve sürgünleri, Kuzey ve Doğu Avrupa ülkeleri ile Çin'de yumruları tüketilmektedir (Zhang vd, 2014). Yaprak ve yumrulara ek olarak, çiçek tomurcukları diğer sebzelerle karıştırılarak da yenilmektedir (Haliloğlu vd, 2012). Çiçekleri zeytinyağı, sarımsak ve pirinçle pişirilerek tüketilmektedir. Yumruları, haşlanarak ve çorba yapımında kullanılır (Iqbal vd, 2013). Türkiye'de, özellikle

Erzurum'un yemek kültürü içerisinde şalgamın özel bir yeri vardır. Yumrusundan hazırlanan yemeği (şalgam çirtması), dolması ve turşusu; sap kısmından yapılan yemeği (çeç pancarı) kışın sevilerek tüketilmektedir (Kayserili, 2011).

Şalgam yumruları dünyada salata şeklinde taze kullanıldığı gibi, turşuya işlenerek, tuzlanarak, kurutularak değerlendirilmektedir (Zahoor vd, 2017). Yüksek su içeren yumruların raf ömrü uzun değildir. Soğuk iklimlerde hasattan sonra ancak birkaç ay saklanabilir (Fernandes vd, 2007). Turşuya işleme, sebzelerin muhafazasında en ekonomik yollardan biridir. Fermentasyon işlemi sadece sebzelerde raf ömrünü uzatmaz, nihai ürüne istenen lezzet özelliklerini kazandırır. Gıdaların besleyici özelliği fermentasyon un bir sonucu olarak artar. Fermentasyon da kullanılan tuzun, birçok fonksiyonu vardır. Salamuradaki tuz, *Lactobacillus plantarum* gibi tuza toleranslı homofermantatif laktik asit bakterilerinin çoğalmasına olumlu bir etki sağlar, depolama sırasında istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini baskılar, fermente edilmiş materyalin sert dokusunun korunmasını sağlar ve uzun süre depolanmasını sağlar (Uthpala vd, 2019). Son yıllarda sağlık nedenleri ve atık bertarafı ile ilgili sorunlar nedeniyle tuz tüketimini sınırlandırmayla ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Bu sorunları azaltırken kaliteyi olumsuz etkilemeyecek tuz konsantrasyonu kullanmak önemlidir. Minimum tuz kullanımı buna karşın maksimum kalite özelliklerini korunması konusunda birçok turşu çeşidinde çalışmalar yapılmıştır (Mnkeni vd, 1999).

Türkiye'de birçok sebze ve meyve turşuya işlenmektedir. Şalgam turşusu çok az kesim tarafından bilinen bir turşu çeşididir. Bu çalışma, farklı tuz konsantrasyonuna sahip salamura ile turşuya işlenen şalgamların antioksidan ve tekstürel özelliklerdeki değişimi incelemek amacıyla yapılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Şalgamın Botanikteki Yeri ve Tarihçesi

Brassica rapa, *Brassicaceae* (Cruciferae) familyası, *Brassica* cinsine dahil bir türdür. Bu tür içinde birçok alt grup yer almaktadır (Çizelge 2.1). Şalgam (Şekil 2.1) veya Türkiye'de bilindiği adıyla yem şalgamı (*Brassica rapa* subsp. *rapa*) bu gruba dahildir (Cartea vd, 2011).

Çizelge 2.1. *Brassica rapa* türüne ait sebzeler (Cartea vd, 2011)

| Tür | Grup | Dünyada Yaygın Adı | Tüketilen Kısım |
|----------------------|----------------------|---|--------------------|
| <i>Brassica rapa</i> | <i>rapa</i> | Turnip, turnip greens, turnip tops (şalgam) | Yumru, sap, yaprak |
| | <i>chinensis</i> | Pak choy, bok choy | Yaprak |
| | <i>dichotoma</i> | Brown sarson, toria | Tohum |
| | <i>narinosa</i> | Chinese flat cabbage, wutacai | Yaprak |
| | <i>nipposinica</i> | Mibuna, mizuna | Yaprak |
| | <i>oleifera</i> | Turnip rape, rapeseed (kolza tohumu) | Tohum |
| | <i>pekinensis</i> | Chinese cabbage, Pe-tsai (Çin lahanası) | Yaprak |
| | <i>perviridis</i> | Komatsuna, Tendergreen | Yaprak |
| | <i>parachinensis</i> | Choy sum | Yaprak |
| | <i>ruvo</i> | Broccoletto | Sürgün |
| | <i>trilochularis</i> | Yellow sarson | Tohum |



Şekil 2.1. Şalgamın görünümü

Şalgamın kültüre alınması çok eskiye dayanmaktadır. Eski Asurca'da "*laptu*" olarak bilinen şalgam ile ilgili bilgiler, M.Ö. 1800'e kadar uzanmaktadır. Şalgam, tüm Orta Doğu'da (Arapça "*lift*", Farsçada: "*salgham*") tanınmaktadır. Antik Yunanistan ve Roma'da önemli bir kültür bitkisi olup Yunan Theophrast (M.Ö. 371-285) "*gongylis*" olarak adlandırmıştır. Romalı Columella (M.S. 35-65) *napus* ve *rapa*'nın özelliklerini saptamış, ikisinin farklarını ortaya koymuş, bunların yetiştiriciliğini, laktik asit fermentasyonu ile muhafazasını çalışmıştır. Plinius (M.S. 23-79), eski Roma'daki çeşitleri tanımlamış, şalgamın İtalya'nın kuzey bölgeleri ve Apennine'nin dağlık bölgelerindeen sevilen ürün olduğunu açıklamıştır. Şalgamın öneminin en iyi kanıtlarından biri, Konstantinopolis'te bir prenses için yapılmış olan M.S. 512'de Bizans kitabı olan Dioscurides'teki en güzel resmin bu bitkiye ait olmasıdır. Yunanistan'daki Sparta'daki en eski kazı Bizans kültüründe yemeklik bitki olarak şalgamın önemini göstermektedir (Vogl-Lukasser vd, 2007).

Orta Çağ'da şalgam temel bir gıda bitkisiydi. Capitulare de Villis'de, Charlemagne (M.S.800) hangi bitkilerin ekilmesi gerektiğine dair izin alınması gerektiği talimatını vermiştir. Bu liste içinde "*napi*" de bulunmaktaydı. Hildegard von Bingen (M.S. 1098-1179) "*rubra*" terimini kullanmış, Albertus Magnus (M.S.1193-1280) ise "*napo*" ve "*rapa*" arasındaki farkları ortaya koymuştur (Vogl-Lukasser vd, 2007).

Gıdaların tıbbi etkileriyle ilgili Gotik minyatürlerindeki Tacuinum Sanitatis'in el karalamaları kısmında, "*rape*" ve "*napo*" nun resimleri yer almaktadır. 16. yüzyılda bitki kitaplarında şalgam formlarının nasıl değiştiği gösterilmiştir. Gerarde (1597)'in Herball adlı kitabında, şalgam ile *Brassica napus* arasındaki farklılık çok net ifade edilmiştir. Reiner vd (1995), şalgamın tarihi ve gelişimini ayrıntılı olarak anlatmıştır (Vogl-Lukasser vd, 2007).

2.2. Şalgamın Türkiye ve Dünyadaki Üretimi

Türkiye'de istatistik kurumu verilerine göre (TUİK, 2019); yumru ve yumrusu tüketilen sebzeler içerisinde şalgamın üretim miktarı, kuru soğan, havuç, pırasa ve turptan sonra yer almaktadır. Son 4 yıl incelendiğinde, şalgam üretiminde dalgalanmalar olduğu görülmektedir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Yıllara göre şalgam üretimi (TUİK, 2019)

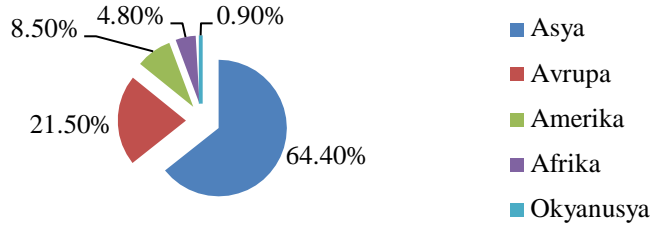
| Yıllar | Üretim (ton) |
|--------|--------------|
| 2010 | 1.693 |
| 2011 | 1.494 |
| 2012 | 1.537 |
| 2013 | 1.938 |
| 2014 | 1.509 |
| 2015 | 1.393 |
| 2016 | 1.651 |
| 2017 | 1.768 |
| 2018 | 1.530 |

Şalgamın dünyadaki üretimi incelendiğinde; Türkiye'nin 9. sırada yer aldığı ve dünya şalgam üretiminin % 1.7'sini karşıladığı görülmektedir. Dünyada en çok üretim yapan ülke Çin olup onu Özbekistan izlemektedir (Çizelge 2.3). Dünya'da üretim miktarları tek başına şalgam olmayıp havuç ve şalgam şeklinde ifade edildiği için FAO (2019) verilerinin TUİK (2019)'dan daha farklı olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.3. Dünya şalgam üretimi (FAO, 2019)

| Ülkeler | Üretim Miktarı (ton) |
|------------|----------------------|
| Çin | 20.274.393 |
| Özbekistan | 2.249.733 |
| Rusya | 1.805.787 |
| ABD | 1.540.280 |
| İngiltere | 957.036 |
| Ukrayna | 839.010 |
| Polonya | 827.138 |
| Almanya | 733.927 |
| Türkiye | 571.301 |
| Japonya | 570.905 |

Kıtalara göre şalgam (havuçla birlikte) miktarı incelendiğinde Asya kıtasının 1. sırada yer aldığı ardından Avrupa geldiği görülmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Kıtalarla göre şalgam üretim oranları (FAO, 2019)

2.3. Şalgamın Bileşimi

Brassica sebzeleri içerisinde ekonomik önemi olan sebzelerden biri olan şalgam diyet lif, C vitamini, B6 vitamini, folat ve çeşitli mineral maddelerin önemli kaynağıdır (Çizelge 2.4 ve 2.5). Günlük C vitamini gereksiniminin yaklaşık %35'ini karşılamaktadır. Antioksidan özellik taşıyan çinko, selenyum gibi mineraller içeren, düşük kaloriye (29.61 Kcal/100g) sahip olan şalgam, birçok amino asitin de kaynağıdır (Çizelge 2.6).

Günümüze kadar şalgamın bileşimi ve bunu etkileyen faktörler, beslenme açısından önemi araştırılmıştır. Bu bölümde genel bileşimle ilgili yapılan çalışma ve sonuçları kronolojik sıraya göre verilmiştir.

Çizelge 2.4. Şalgamın bileşimi

| Bileşen | Miktar |
|----------------------|--|
| Nem, g/100g | 88.90 ^a ; 91.87 ^b |
| Protein, g/100g | 1.17 ^b ; 0.90 ^d |
| Lipid, g/100g | 0.21 ^a ; 0.13 ^b |
| Karbonhidrat, g/100g | 5.81 ^a ; 6.43 ^b ; 6.43 ^d |
| Lif, g/100g | 3.14 ^a ; 1.8 ^b |
| Kül, g/100g | 0.82 ^a |
| Potasyum, mg/100g | 262.85 ^c ; 322.39 ^c |
| Kalsiyum, mg/100 g | 30 ^b ; 43.10 ^c ; 37.19 ^c ; 30-65 ^d ; 34 ^e |
| Sodyum, mg/100g | 67 ^b ; 5.64 ^c ; 18.66 ^c ; 25 ^e |
| Magnezyum, mg/100g | 11 ^b ; 13.08 ^c ; 13.66 ^c ; 31 ^e |
| Fosfor, mg/100 g | 27 ^b ; 29.06 ^c ; 53.58 ^c |
| Demir, mg/100 g | 0.3 ^b ; 0.79 ^c ; 0.64 ^c ; 0.1-0.3 ^d ; 6 ^e |
| Bakır, mg/100 g | 0.22 ^c ; 0.11 ^c ; 0.08 ^e |
| Mangan, mg/100g | 0.10 ^c ; 0.13 ^c ; 0.51 ^e |
| Çinko, mg/100g | 0.27 ^b ; 0.34 ^c ; 0.25 ^c ; 0.79 ^e |
| Krom, mg/100g | 0.06 ^e |
| Selenyum, mg/100g | 0.7 ^b |

^aSaeed vd (2012), ^bSanlier ve Guler (2018), ^cHaliloğlu vd (2012), ^dButt ve Sultan (2011), ^eBangash vd (2011)

Çizelge 2.5. Şalgamın vitamin içeriği

| Bileşen | Miktar |
|----------------------|---|
| C vitamini, mg/100g | 21 ^a ; 30 ^b ; 17-37 ^c |
| Tiamin, mg/100g | 0.04 ^a ; 0.013 ^b ; 0.03-0.07 ^c |
| Riboflavin, mg/100g | 0.03 ^a ; 0.017 ^b ; 0.03-0.06 ^c |
| Niasin, mg/100g | 0.4 ^a ; 0.42 ^b ; 0.4-0.94 ^c |
| B6 vitamini, mg/100g | 0.09 ^a |
| Folat, mg/100g | 15 ^a |
| E vitamini, mg/100g | 0.03 ^a |
| K vitamini, µg/100g | 0.1 ^a |

^aSanlier ve Guler (2018), ^bBangash vd (2011), ^cButt ve Sultan (2011)

Gross ve Acosta (1991), galaktozemi rahatsızlığının galaktoz-1 fosfat üridil transferaz eksikliğinden kaynaklandığını belirterek, şalgamı da kapsayan 45 meyve ve sebzenin galaktoz içeriğini araştırmışlardır. Trabzon hurması (34.4 mg/100g), papaya (28.6 mg/100g), domates (23.0 mg/100g) ve hurmanın (11.5 mg/100g) galaktozca zengin olduğunu, şalgamın ise onlara göre çok daha düşük seviyede çözünür galaktoz (4.9 mg/100g) içerdiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 2.6. Şalgamın amino asit kompozisyonu (Li vd, 2018)

| Aminoasit | Miktar (g/kg)* |
|------------------|-----------------------|
| Aspartik asit | 2.20 |
| Glutamat | 3.67 |
| Sistin | 7.21 |
| Serin | 2.28 |
| Glisin | 1.59 |
| Histidin | 1.84 |
| Arjinin | 2.31 |
| Treonin | 1.36 |
| Alanin | 2.23 |
| Prolin | 1.50 |
| Tirosin | 1.42 |
| Valin | 1.92 |
| Methionin | 5.29 |
| İzolosin | 2.37 |
| Lösin | 5.79 |
| Fenil alanin | 4.56 |
| Lisin | 3.62 |

*Kuru maddede

Fernandes vd (2007), 5 farklı lokasyonda yetişen şalgamın yumru, yaprak, sap ve çiçeklerinin fenolik madde ve organik asit kompozisyonu ile antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Yumrunun fenolik bileşiklerden ferulik ve sinapik asit ile onların türevlerini, organik asitlerden ise akonitik asit (k.m.de 523-2819.5 mg/kg),

malik asit (k.m.de 18868.4-35340.8 mg/kg), sitrik asit+ketoglutarik asit (k.m.de 2972.1-6225.4 mg/kg) ve fumarik asit (k.m.de 537.0-1352.7 mg/kg) içerdiğini bildirmişlerdir. Şalgamın tüm kısımlarında malik asidin başat olduğunu vurgulamışlardır. Yumruların şalgamın diğer kısımlarına göre daha düşük antioksidan aktivite içerdiğini kaydetmişlerdir.

Afsharypuor ve Tahmasian (2010), şalgamın (*B. rapa* L. ssp. *rapa*) farklı kısımlarındaki uçucu bileşenleri araştırmışlardır. Yumru kısmının majör uçucu bileşenlerinin 2-feniletil isotiyosiyanat (% 32.6), sec-bütül isotiyosiyanat (% 25.7), 4-pentenil isotiyosiyanat (% 12.8), 5-metiltiyopentil isotiyosiyanat (% 10.0) ve 2-hekzenal (% 4.6)'dan oluştuğunu bildirmişlerdir.

Martínez vd (2010), İspanya'da yetişen şalgamı da içeren bazı *Brassica* sebzelerinin genel bileşimlerini araştırmışlardır. Sebzelerin farklı kısımlarında yaptıkları çalışmada, şalgam yumrularında % 91.59 nem, % 5.57 çözünür kuru madde, % 0.007 titrasyon asitliği, 6.06 pH, % 1.44 protein, % 1.25 kül, 34.90 mg/100g C vitamini ve 77.56 mg/100g toplam fenolik madde belirlemişlerdir. Şalgam yumrularında, 3 farklı fenolik asit (kuru maddede 4.07 mg/100g klorojenik asit, 1.72 mg/100g kafeik asit ve 5.42 mg/100g p-kumarik asit) tanımlamışlardır.

Yadav vd (2016), şalgamı da içeren bazı meyve ve sebzelerin (kırmızı lahana, brokoli, acı kabak, parwal ve jack meyvesi) genel bileşimleri ve antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Şalgamda nem (% 42.75), pH (7.61), toplam çözünür kuru madde (% 6), pektin (% 0.012), toplam asitlik (% 1.13) ve askorbik asit (42.75 mg/100g) içeriklerini belirlemişlerdir.

Arias-Carmona vd (2014), şalgamın yaprak ve gövdesinin organik asit kompozisyonunu araştırmışlardır. Gövde kısmında okzalik asit (83.89 mg/100), malik asit (37.12 mg/100 g), sitrik asit (101.42 mg/100 g) ve askorbik asit (63.47 mg/100 g) saptamışlardır.

Behnam ve Sani (2017), Fars-İran'da yetişen iki çeşit şalgamın (*Brassica rapa*) yumru ve yaprağının uçucu yağ kompozisyonu ile bunların antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. Hidrodestilasyon tekniği ile elde ettikleri yumruların uçucu yağlarında α -pinen (% 9.28 ve 7.64), linalool (% 15.46 ve 13.96), β -pinen (% 3.34 ve 3.88), sineol (% 1.39 ve 1.24), terpineol (% 0.8 ve 1.05), cis anetol (% 0.26 ve

0.79), α -tujon (% 6.59 ve 4.46), kamfen (% 1.32 ve 1.14), α -terpinen (% 1.43 ve 1.26), limonen (% 2.01 ve 1.83), metil kavikol (% 32.31 ve 33.59), trans anetol (% 19.58 ve 23.87), anisaldehit (% 0.93 ve 0.59), anisik asit (% 1.56 ve 0.83), kamazolen (% 0.46 ve 0.39) ve timol (% 0.18 ve 0.23) olmak üzere 16 bileşik tanımlamışlardır. Bu ekstraktların disk difüzyon ve mikro-seyreltme yöntemiyle antimikrobiyelaktivitesini de ölçmüşlerdir. Yaprakların antimikrobiyel aktivitesinin yüksek olduğunu, *S.aureus* ve *B. cereus*'un gelişimini önemli derecede önlediğini kaydetmişlerdir.

Li vd (2018), farklı dozda (50, 100 ve 200 mg/L) selenyum uygulamasının şalgam yumrularının bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Selenyum uygulaması yumrunun selenyum içeriğini artırdığını, çalışılan yüksek doz (200 mg/L) magnezyum, fosfor, demir, çinko, manganez gibi çeşitli mineral elementlerin alımını olumlu yönde etkilediğini, amino asitlerin sentezini geliştirdiğini saptamışlardır.

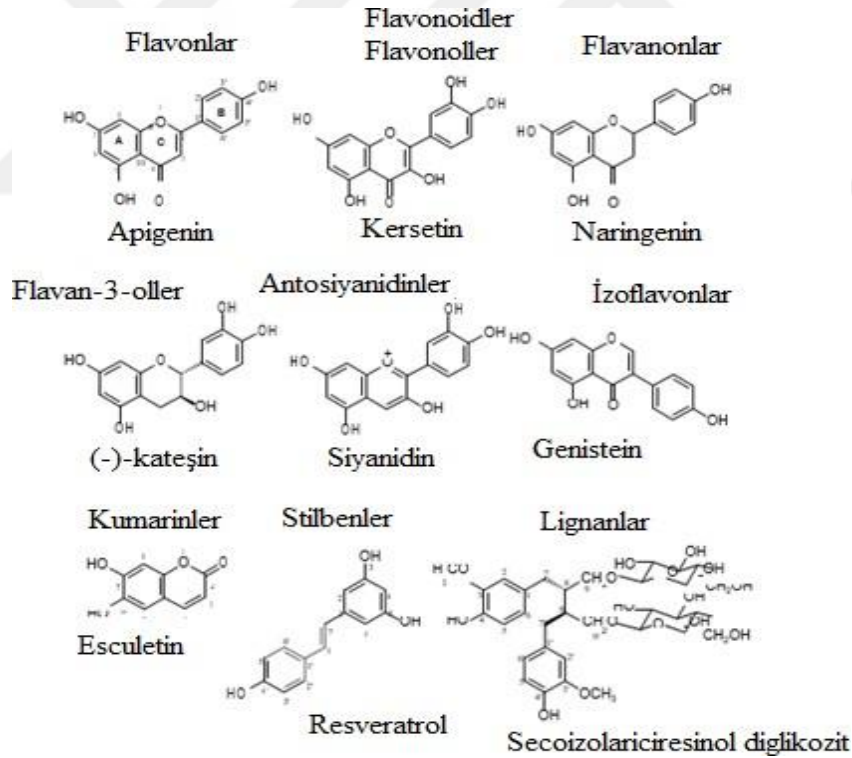
2.3.1. Antioksidanlar

Antioksidanlar, normal hücrede solunum sırasında üretilen ürünlerin sağlığa zararlı olan Reaktif Oksijen Türlerine karşı vücudun savunma sisteminde çok önemli bir rol oynar. Antioksidanlar, dejeneratif hastalıkların gelişmesi ve ilerlemesine yol açan serbest radikalleri giderir. Diyetle antioksidan alımının artırılması, antioksidan statüsünün korunmasına yardımcı olup birçok hastalığın önlenmesinde önemli bir rol oynar (Karthiga ve Jaganathan, 2013). Bitkisel kaynaklı gıdalar antioksidan özellikte birçok madde içerir. Bunlardan *Brassica* sebzelerinde en yaygın dağılım gösteren antioksidan bileşikler glikozinolatlar ve fenolik bileşiklerdir.

2.3.1.1. Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler, bitkilerde radyasyon, patojenler gibi dış etkilere karşı koymak amacıyla oluşturulan ikincil metabolitlerdir. Fenolik bileşikler; basit, düşük molekül ağırlıklı, tek aromatik halkalı bileşiklerden büyük ve karmaşık yapıda polifenollere kadar çeşitlilik gösterir. Karbon atomlarının sayısına ve düzenine göre flavonoidler (flavonoller, flavonlar, flavan-3-oller, antosiyanidinler, flavanonlar, izoflavonlar ve diğerleri) ve flavonoid olmayanlar (fenolik asitler, hidroksisinatlar, stilbenler ve diğerleri) şeklinde sınıflandırılabilirler (Şekil 2.3). Genellikle şekerler ve organik asitlerle konjuge şeklinde bulunurlar (Cartea vd, 2011).

Fenolik bileşikler, çeşitli şekillerde antioksidanlar gibi davranabilirler. Fenolik bileşiklerin yapısında yer alan hidroksil grupları iyi hidrojen donörleridir. Hidrojen veren antioksidanlar, reaktif oksijen ve reaktif azot türleri ile reaksiyona girerek yeni radikallerin oluşumunu zincir kırarak önlerler. Fenoliklerin hidroksil gruplarının benzen halkasının π -elektronları ile etkileşimi, moleküllere özel özellikler kazandırır ve delokalizasyon ile serbest radikal stabilize edilir. Serbest radikallerin üretiminde rol alan metal iyonlarını şelatlayarak antioksidan aktivite gösterirler. Bir başka antioksidan özelliği, hidrofobik benzenoid halkaları ve fenolik hidroksil gruplarının hidrojen bağlama potansiyelleri nedeniyle proteinlerle güçlü etkileşime girme potansiyeline sahip olmasına dayanmaktadır. Bu özelliğinden dolayı, çeşitli sitokrom P450 izoformları, lipoksijenazlar, siklooksijenaz ve ksantin oksidaz gibi radikal oluşumuna yol açan bazı enzimleri inhibe etme yeteneğine sahiptirler. Bu mekanizmalara ek olarak, fenolik bileşiklerin askorbik asit, β -karoten ve α -tokoferol gibi diğer antioksidanlarla sinerjistik etkileri de bilinmektedir (Pereira vd, 2009).



Şekil 2.3. Bazı fenolik bileşiklerin yapısı (Pereira vd, 2009)

Brassica sebzelerinde en yaygın bulunan polifenoller, flavonoidler ve hidroksisülinamik asitlerdir. Thompson vd (2012), Brazilya'da yetişen şalgamı kapsayan 23 farklı sebzenin antioksidan aktivitesini ve fenolik bileşiklerini araştırmışlardır. Şalgamın etil alkol ekstraktının ABTS^{•+} (kuru maddede 6.5 µmol /g) β-karoten ağartma aktivitesi (% 6.5) FRAP (k.m.de 15.5 µmol Fe²⁺/g) ve DPPH serbest radikal (k.m.de 7.1 µmol/g) aktivitesinin diğer analizi yapılan birçok sebzedden (yer elması, kuşkonmaz, brokoli, lahana, ıspanak, marul, turp, su teresi, zerdeçal, pazı, roka, kabak, maydanoz, pırasa) daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Şalgamın fenolik asit kompozisyonu belirlemede GC-MS kullanmışlar ve 3-hidroksibenzoik asit (% 0.96), p-kumarik asit (% 0.42) ile ferulik asit (% 0.78) saptamışlardır. Fenolik madde akümülyasyonunun mevsim, sıcaklık, suyun varlığı, UV radyasyonu, toprağın bileşimi, kirlilik ve patojen saldırısı gibi birçok faktörden etkilendiğini bildirmişlerdir.

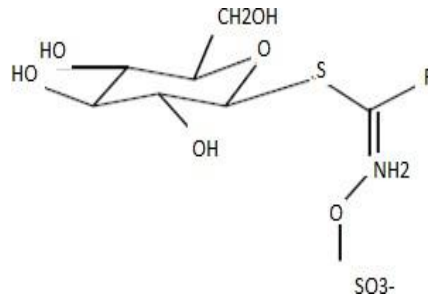
Ryu vd (2012), şalgam yumrularından farklı çözücülerle elde ettikleri ekstraktların toplam fenolik madde içeriğini saptamışlardır. Çalışılan solventlerden en yüksek verimi % 70'lik etil alkolle (% 2.59) ekstrakte ettiklerinde saptamışlardır. Etil alkolü etil asetat (% 1.08), Kkloroform (% 0.016) ve n-hekzan (% 0.21) izlemiştir. Aynı şekilde en yüksek antioksidan aktivite de etil alkol ekstraktlarında saptanmıştır.

Karthiga ve Jaganathan (2013), Hindistan'da yaygın olarak tüketilen baklagillerle kök sebzelerin çiğ ve pişmiş halde antioksidan aktivitelerini saptamışlardır. Kök sebzelerden biri olan şalgamın ORAC (124.15 µmol/100g), FRAP (241.69 µmol /100g) ve toplam fenolik madde (167.97 mg/100g) içeriğinin, pişirme sonucunda sırasıyla % 28.3, 59.8 ve 26.9 oranında artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

2.3.1.2. Glikozinolatlar

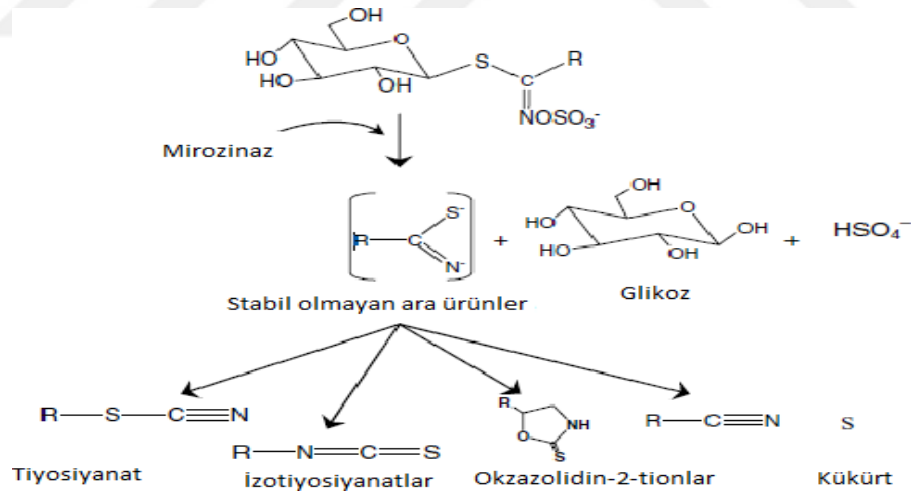
Glikozinolatlar kükürt içeren ikincil metabolitlerdir. Aminoasit metabolizmasından türeyen suda çözünebilir anyonlardır. Glikozinolatların yapısı sülfatlanmış tiyohidroksimata bağlı β-D glikoz kısmından oluşur (Şekil 2.4) (Kumar ve Andy, 2012). Yan zincirleri alifatik (alanin, lösin, izolösin, metiyonin veya valinden türeyenler), aromatik (fenil alanin veya tirozinden türeyenler) ve indolik (triptofandan türeyen) yapıda olabilirler (Avato ve Argentieri, 2015). Glikozinolat içeren sebzeler kesildiğinde veya çiğnendiğinde mirozinaz enziminin etkisiyle yapıda açılma olur ve

biyoaktif özellikte, stabil olmayan hidroliz ürünleri (izotiyosiyanatlar, tiyosiyanatlar, indoller vb.) oluşur (Şekil 2.5) (Jahangir vd, 2009).



Şekil 2. 4. Glikozinolatların genel yapısı (Kumar ve Andy, 2012)

Mirosinaz enzimi, glikozinolat içeren tüm bitkilerde bulunur. Bunun dışında, gastrointestinaldeki bazı konukçular (*Escheria coli*, *Bacteroides vulgatus* gibi) tarafından da oluşturulur (Klopsch vd, 2017). Bu enzim sıcaklığa karşı oldukça hassastır. Isıtıldığı zaman hızla kayba uğrar. Bu enzimin aktivitesine pH, ortamda bulunan askorbik asit, tuz ve basınç da etki etmektedir (Nugrahedı, 2015).



Şekil 2.5. Glikozinolatların hidrolitik ürünleri (Jahangir vd, 2009)

Günümüze kadar, birçok Brassica sebzelerinde oluşan izotiyosiyanatların diyabet, nörodejenerasyon, kardiyovasküler hastalıklar ve kanseri içeren kronik-dejenaratif hastalıkları önlediği bildirilmiştir (Fimognari vd, 2012). İzotiyasiyanitlerin Faz I enzimleri inhibe ederken Faz II enzimleri aktive ettiği ve böylece kanser

oluşumunu önlediği rapor edilmiştir (Klopsch vd, 2017). Kinon redüktaz, glutatyon-S-tranferaz, UDP-glukuronil transferaz ve NADPH redüktaz gibi Faz II enzimleri aktif kanserojenlerle birleşip onları suda çözünür etkisiz bileşikler haline getirirler. Böylece, memeliler için potansiyel kanserojen maddeler nötralize edildikten sonra idrarla atılırlar. Sitokrom P450 gibi Faz I enzimleri ise insan ve hayvan hücresinde kanser hücrelerini uyarırlar (Cartea ve Velasco, 2007). Şalgamında dahil olduğu Brassica sebzelerinde bulunan biyoaktif glikozinolatlar akciğer, kolokteral, meme, pankreas, prostat ve mide gibi bazı kanser tiplerinin oluşumunu önlerler (Nugrahed, 2015).

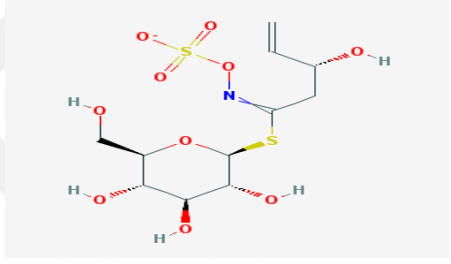
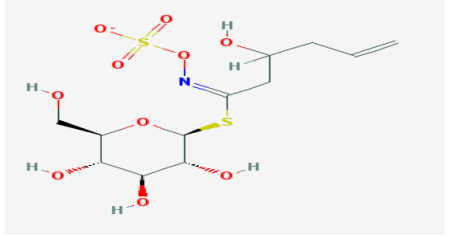
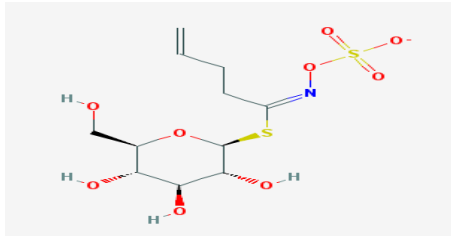
Şalgamın glikozinolat miktar ve kompozisyonuna çeşit, tür, genotip, iklim koşulları, toprak özellikleri, işleme koşulları, depolanma şartları vb. etki etmektedir (Björkman vd, 2011; Prá vd, 2013). Şalgamda belirlenen glikozinolat ve parçalanma ürünleri ile bunların yapıları Çizelge 2.7 ve Çizelge 2.8'de görülmektedir.

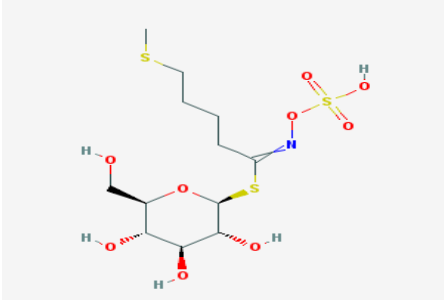
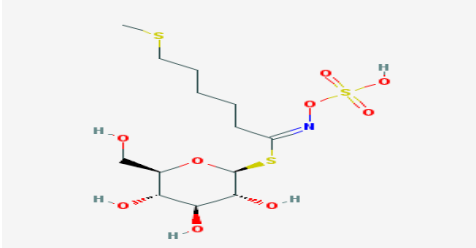
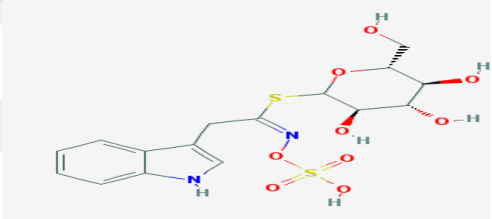
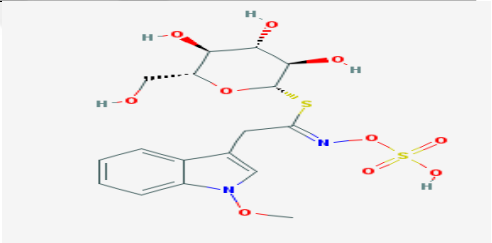
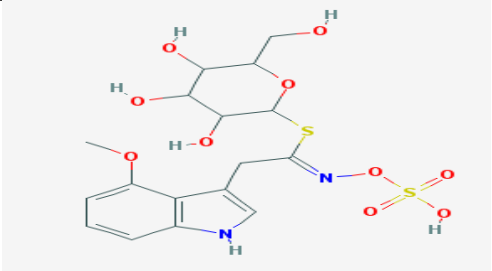
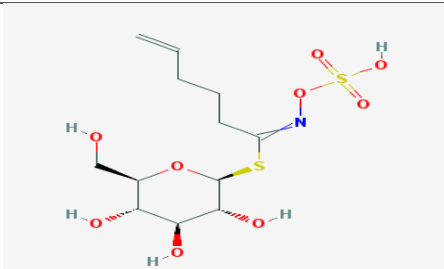
Çizelge 2.7. Şalgamda belirlenen glikozinolat ve parçalanma ürünleri (Klopsch vd, 2017)

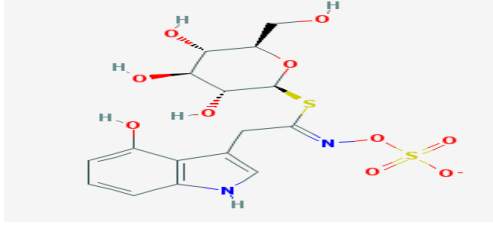
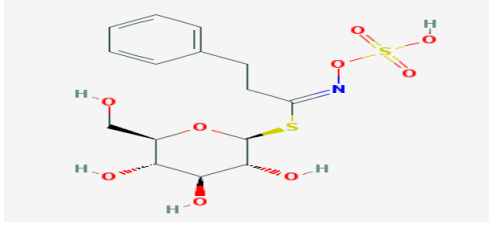
| | Glikozinolatlar | Glikozinolatların Parçalanma Ürünleri | | |
|---|---|---|--------------------------------|------------------------------------|
| | | İzotiyosiyanat | Nitril | Epitiyonitril |
| Alifatik | 1-metilpropil (glucocochlearin) | Sec-bütül izotiyosiyanat | - | - |
| | 2-(R)-2-hidroksi-3-bütenil (progoitrin) | 5-vinil-1,3-oksazolidin-2thion | 3-hidroksi-pentennitril | 3-hidroksi-4,5-epitiyopentannitril |
| | 2-hidroksi-4-pentil (gluconapoleiferin) | - | - | 3-hidroksi-5,6-epitiyoheksannitril |
| | 3-bütenil (gluconapin) | 3-bütenil izotiyosiyanat | 4-pentennitril | 4,5-epitiyopentannitril |
| | 4-pentil (glucobrassicinapin) | 4-pentil izotiyosiyanat | 5-heksennitril | 5,6-epitiyoheksannitril |
| | 4-(metilsülfanil) bütül (glucoerucin) | 4-(metilsülfanil) bütül izotiyosiyanat | 5-(metilsülfanil) pentannitril | - |
| | 5-(metilsülfanil) pentil (glucoberteroin) | 5-(metilsülfanil) pentil izotiyosiyanat | 6-(metilsülfanil) heksannitril | - |
| | 4-(metilsülfinil) bütül (glucoraphanin) | 4-(metilsülfinil) bütül izotiyosiyanat | 5-(metilsülfinil) pentannitril | - |
| 5-(metilsülfinil) pentil (glucoalyssin) | 5-(metilsülfinil) pentil izotiyosiyanat | 6-(metilsülfinil) heksannitril | - | |

| | | | |
|----------|--|--------------------------------|--------------------------------------|
| İndolik | 1-metoksi-3-indolilmetil (neoglucobrassicin) | 1-metoksilindol-3- karbinol | 1- metoksiindol- 3-asetonitril |
| | 4-metoksi-3-indolilmetil (4- methoxyglucobrassicin) | - | 4- metoksiindol- 3-asetonitril |
| | 4-hidroksi-3-indolilmetil (4- hydroxyglucobrassicin) | - | - |
| | 3-indolilmetil (glucobrassicin) | - | İndol-3- asetonitril |
| Aromatik | 2-feniletil (gluconasturtiin) | 2-feniletil izotiyosiyanat | 3-Fenil- propannitril |

Çizelge 2.8.Şalgamda bulunan glikozinolatların moleküler yapısı (Lagarrigue, 2015)

| Yaygın adı | Kimyasal adı | Yapısı |
|-------------------|----------------------------|--|
| Progoitrin | 2-(R)-2-hidroksi-3-bütenil |  |
| Gluconapoleiferin | 2-hidroksi-4-pentil |  |
| Gluconapin | 3-bütenil |  |

| | | |
|-------------------------|--------------------------|--|
| Glucoerucin | 4-metil tiyobütül |  |
| Glucoberteroin | 5-(metilsülfanil) pentil |  |
| Glucobrassicin | 3-indolilmetil |  |
| Neoglucobrassicin | 1-metoksi-3-indolilmetil |  |
| 4-methoxyglucobrassicin | 4-metoksi-3-indolilmetil |  |
| Glucobrassicinapin | 4-pentil |  |

| | | |
|-------------------------|---------------------------|--|
| 4-hydroxyglucobrassicin | 4-hidroksi-3-indolilmetil |  |
| Gluconasturtiin | 2-feniletıl |  |

Mullin vd (1980), 21 şalgam ve 22 rutabaga (*Brassica napobrassica* Mill.) çeşidinin glikozinolat içeriğini belirlemişlerdir. Hem toplam ve hem de bireysel glikozinolatlarda geniş varyasyonlar saptamışlardır. Şalgam örneklerinde goitrin (9-95 µg/g), tiyosiyanat (5-38 µg/g), 1-siyano-4-metiltiyobütan (0-6.6 µg/g), 3-fenilpropionitril (0-51.2 µg/g), 1-siyano-5-metil tiyopropan (0-6.9 µg/g), 4-metiltiyobütıl izotiyosiyanat (0.0-8.7 µg/g), 2-feniletıl izotiyosiyanat (1.7-107.1 µg/g) ve 5-metiltiyopentıl izotiyosiyanatın (0.0-17.7 µg/g) varlığını tespit etmişlerdir.

Bradshaw vd (1984), hayvan yemi olarak kullanılan şalgamı da kapsayan *B. oleracea*, *B. campestris* ve *B. napus* L.'a ait farklı sebzelerin glikozinolat içeriğini inceleyerek, bunların guatrojenik özelliklerini tartışmışlardır. Çalışma sonunda; şalgam yumrularında glikozinolat olarak kuru madde de 3.06 mmol/kg 3-bütenil, 4.09 mmol/kg 4-pentenil, 9.97 mmol/kg 2-hidroksi-3-bütenil, 2.81 mmol/kg 2- hidroksi-4-pentenil, 3.08 mmol/kg 2-peniletıl, 1.07 mmol/kg 3-indolmetil ve 2.52 mmol/kg 1-metoksi-3-indolilmetil'i saptamışlardır.

Carlson vd (1987), şalgam yumru ve tohumlarının glikozinolat içeriğini araştırmışlardır. Yumrulara 1-metilpropil (26-29 µmol/100g), 3-bütenil (13-76 µmol/100g), 2-hidroksi-3 bütenil (12-22 µmol/100g), 4-pentenil (68-207 µmol/100g), 2-hidroksi-4-pentil (11-15 µmol/100g), 5-metiltiy-4-pentil (0.5-1 µmol/100g), 5-metilsülfinilpentil (1-3 µmol/100g), 2-fenil etil (25-37 µmol/100g) ve 3-indolilmetilin (4-7 µmol/100g) varlığını belirlemişlerdir.

Shattuck vd (1991), sera ve açık alanda yetişmiş kabuğu soyulmuş şalgamların soğukta depolanması (0 °C'de) sırasında şeker ve glikozinolatlarındaki değişimleri incelemiştir. Açık alanda yetişen şalgamların karbonhidrat içeriğinin (kuru maddede % 2.39 nişasta, % 27.7 glikoz, % 20.4 fruktoz ve % 3.6 sakaroz) 4 hafta soğukta depolamayla önemli derecede azaldığını (kuru maddede % 2.08 nişasta, % 24.3 glikoz, % 17.6 fruktoz ve % 4.4 sakaroz) kaydetmişlerdir. Serada yetişen sebzelerin karbonhidrat içeriğinin (kuru maddede % 2.50 nişasta, % 24.8 glikoz, % 14.2 fruktoz ve % 2.5 sakaroz) 11 gün soğukta (2 gece 12 °C, 3 gece 4 °C ve 6 gece 0 °C'de) depolamayla azaldığını (kuru maddede % 1.70 nişasta, % 24.1 glikoz, % 18.8 fruktoz ve % 3.2 sakaroz) saptamışlardır. Açık alanda yetişen kabuğu soyulmuş şalgamların glikozinolat içeriğinin (kuru maddede 4.48 µmol/g 2-hidroksi-3-bütenil, 1.92 µmol/g 3- hidroksi-4-pentil, 0.57 µmol/g 5-metilsülfinilpentil, 0.35 µmol/g 3-bütenil, 0.36 µmol/g 4-hidroksi-3-indolilmetil, 2.92 µmol/g 4-pentil, 1.93 µmol/g 2-feniletil ve 0.48 µmol/g 1-metoksi-3-indolilmetil) 4 hafta depolamayla bir kısmının arttığı (kuru maddede 6.0 µmol/g 2-hidroksi-3-bütenil, 1.94 µmol/g 3- hidroksi-4-pentil, 0.73 µmol/g 5-metilsülfinil pentil, 0.36 µmol/g 3-bütenil, 0.40 µmol/g 4-hidroksi-3-indolilmetil) bir kısmının azaldığını (2.51 µmol/g 4-pentil, 1.80 µmol/g 2-feniletil ve 0.45 µmol/g 1-metoksi-3-indolilmetil) kaydetmişlerdir. Serada yetişen sebzelerin glikozinolat içeriğinin (kuru maddede 3.0 µmol/g 2-hidroksi-3-bütenil, 0.80 µmol/g 3- hidroksi-4-pentil, 0.26 µmol/g 5-metilsülfinilpentil, 0.67 µmol/g 3-bütenil, 0.29 µmol/g 4-hidroksi-3-indolilmetil, 2.36 µmol/g 4-pentil, 0.16 µmol/g 2-feniletil ve 0.47 µmol/g 1-metoksi-3-indolilmetil) 11 gün depolama sonunda bir kısmının azaldığı (kuru maddede 1.70 µmol/g 2-hidroksi-3-bütenil, 0.40 µmol/g 3- hidroksi-4-pentil ve 0.21 µmol/g 5-metilsülfinil pentil) bir kısmının arttığı (kuru maddede 1.44 µmol/g 3-bütenil, 0.74 µmol/g 4-hidroksi-3-indolilmetil, 2.24 µmol/g 4-pentil, 0.67 µmol/g 2-feniletil ve 1.11 µmol/g 1-metoksi-3-indolilmetil) belirlemiştir.

Bellostas vd (2004), şalgamı da içeren 4 *Brassica* türünün (*B. carinata*, *B. rapa*, *B. nigra*, *B. juncea*) 4 farklı kısmında (tohum zarfı, yaprak, gövde ve yumru) 4 farklı gelişme süresinde glikozinolatlardaki değişimi incelemiştir. İncelenen sebzelerden en düşük glikozinolat içeriğini *B. rapa*'da kaydetmişlerdir. Diğer *Brassica* türlerinde olduğu gibi en yüksek glikozinolat (12.37 µmol) birikimi şalgam yumrularında 4. olgunlaşma evresinde gerçekleşmiştir. Araştırmacılar, bitkilerde glikozinolat birikiminin

bitkinin türü, kısımları olgunlaşma zamanlarına bağlı olarak değiştiğini vurgulamışlardır.

Hong ve Kim (2008), şalgamın farklı kısımlarının (kabuksuz yumru, kabuk ve yaprak) glikozinolat ve şeker kompozisyonu incelemişlerdir. Tüm kısımlarda glikoz ve fruktoz miktarının sakaroz içeriğinden daha yüksek olduğunu, kabuksuz yumrunun şeker miktarının daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir. Toplam glikozinolat içeriği (147-151 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$) açısından şalgamın farklı kısımları arasında önemli bir fark olmadığını, yaprak kısmında 3-bütenil ve 4-pentenil izotiyosiyanat, kabukta β -feniletil izotiyosiyanat içeriğinin yüksek olduğunu saptamışlardır. β -feniletil izotiyosiyanatın, konsantrasyona bağlı olarak insan kaynaklı hepatoma hücre hattının (HepG2) büyümesini inhibe ettiğini, ayrıca gıda kaynaklı patojenlere (*Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus*) karşı antimikrobiyel aktivite gösterdiğini kaydetmişlerdir.

Francisco vd (2009), toplam glikozinolat içeriği, şalgam yapraklar ve yumrularında sırasıyla kuru maddede 26.84 $\mu\text{mol}/\text{g}$ ve 29.11 $\mu\text{mol}/\text{g}$ bulmuşlar, glukonapinin başat glikozinolat olduğunu bildirmişlerdir. Fenolik bileşiklerin şalgam yapraklarında (51.71 $\mu\text{mol k.mde}$), yumrulardan (38.99 $\mu\text{mol}/\text{g k.m.de}$) daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Klopsch vd (2017), farklı coğrafik orjinlere sahip şalgamın yumru ve yapraklarının glikozinolat ve hidroliz ürünlerini araştırmışlardır. Toplam glikozinolat içeriğini yapraklarda 7.31-36.1g, yumrularda 2.32-31.42 g aralığında belirlemişlerdir. 8 alifatik, 4 indolik ve 1 aromatik olmak üzere 13 glikozinolat varlığını saptamışlardır. Hem yaprak, hem yumru da 3-bütenil'in baskın olduğunu; yumruda 2-hidroksi-3-bütenil ve 2-feniletil'in yaygın olduğunu tespit etmişlerdir. Yumrularda 24, yaprakta 16 glikozinolat parçalanma ürünü olduğunu saptamışlar ve epitionitrillerin her iki kısımda da ana hidroliz ürünleri olduğunu bildirmişlerdir.

2.4. Şalgamın Sağlık Üzerine Etkisi

Tıp biliminin ilerlemesine rağmen, halen insanlar birçok hastalıkla savaşmaktadır. Bitkiler eskiden beri ilaç olarak kullanılmıştır. Halen bitkiler, yeni ilaç keşfinde temel kaynaklardan biridir. Yaygın olarak şalgam olarak bilinen *Brassica rapa L.*, dünyanın

en eski sebzelerinden biridir. Şalgam, baş ağrısı, göğüs şikayetleri, romatizmalar, ödemler, bel soğukluğu, frengi ve kuduz tedavisinde de geleneksel bir ilaç olarak kullanılır. Kansere karşı koruyucu etkili glikozinolatlar ve izotiyosiyanatlar şalgamların ana bileşenleridir. Ayrıca flavonoidler, fenolik bileşikler, indoller ve uçucular da içerirler. Şalgamda bulunan bir indol türevi olan arvelexin, anti-inflamatuar, anti-hipertansif ve hipolipidemik potansiyele sahiptir. Farmakolojik incelemeler şalgamın, antitümör, antihipertansif, antidiyabetik, antioksidan, anti-inflamatuar, karaciğer ve böbrek koruyucu etkilerini ortaya koymuştur (Paul vd, 2019).

2.4.1. Kolesterol düşürücü etkisi

Safra asitleri karaciğerde kolesterolden sentezlenen asidik steroidlerdir. İnce barsakta yağların sindirimi için gereklidir. Glisin veya taurin ile konjugasyondan sonra duodenuma salgılanırlar. Safra asitleri, terminal ileum tarafından aktif olarak emilir ve enterohepatik dolaşıma geçer. Gıdalardaki diyet liflerin safra asitlerini bağlayarak ve fekal atılmalarının artmasını sağladığı, böylece plazma ve karaciğerdeki kolesterolü düşürdüğü bilinmektedir (Kahlon vd, 2007). Safra asitlerinin atılması, kolesterolün vücuttan uzaklaştırılması için ana yoldur. Sekonder safra asitlerinin kanserojen olduğu bilinmektedir. Bu şekilde toksik metabolitlerin atılımı sağlandığı gibi sekonder safra asitlerinin emilimi önlenecektir (Kahlon vd, 2018).

Kahlon vd (2007), şalgamı da (*Brassica rapa rapifera*) kapsayan çeşitli sebzelerin (bamya, kırmızı pancar, kuşkonmaz, patlıcan, yeşil fasulye, havuç ve karnabahar) safra asitleri bağlama kapasitelerini araştırmışlardır. Karşılaştırmada safra asitlerini bağlayan kolesterol düşürücü etkisi olan kolestiraminin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Hem kuru madde hem de diyet lif bazında yapılan safra asitlerini bağlama yeteneği sonuçları değerlendirildiğinde; sağlık açısından yararlı sebzeleri bamya>kırmızı pancar> kuşkonmaz > patlıcan=şalgam=fasulye= karnabar şeklinde sıralamışlardır.

Mirzaie vd (2012), hiperkolestrolemik tavşanların lipit profili üzerine şalgam ekstraktlarının etkilerini incelemişlerdir. Şalgam veriler grubun kontrol grubuna göre, daha yüksek HDL ve daha düşük LDL seviyelerine sahip olduklarını ve ateroskleroz riskini önleyebileceğini kaydetmişlerdir.

Kahlon vd (2018), çeşitli sebzelerin sağlığı teşvik edici potansiyelini (kolesterol düşürücü ve kanser riskinin azaltılması) ve safra asidi bağlama kapasitelerini araştırmışlardır. 16 sebzenin ve çeşitli pişirme yöntemlerinin (kaynatılmış, buğulanmış, sote edilmiş, mikrodalga, su ile mikrodalga fırın) kolestimaminine göre safra asidi bağlama yeteneğini karşılaştırmışlardır. Buharda pişirmenin fitokimyasal içeriğini koruduğu en az kaybın bu işleme tekniğinde olduğunu saptamışlardır. Şalgamın safra asidi bağlama yeteneğinin araştırılan diğer sebzelere (ıspanak, kara lahana, brokoli, brüksel lahanası, beyaz lahana, biber, bamyaya, kırmızı pancar, kuşkonmaz ve patlıcan) göre daha düşük (% 1) olduğunu, buharda pişirmeyle de fazla değişmediğini (% 1.2) saptamışlardır.

2.4.2. Diyabet üzerine etkisi

Jung vd (2008), şalgam ekstraktının farelerde, glikoz ve insülin toleransını iyileştirdiğini ve kandaki glikozile olmuş hemoglobin, plazma insülini, C-peptid ve glukagon seviyelerini düşürdüğünü ve hepatik glikoz düzenleyici enzim aktivitelerini düzenlediğini bildirmişlerdir. Şalgam ekstraktının ayrıca insülin/glukagon oranını ve hepatik glikojen içeriğini artırdığını kaydetmişlerdir. Şalgam ekstraktının, glikoz ve lipit metabolizmasını artırarak Tip 2 diyabetik farelerde antidiyabetik bir etki gösterebileceğini rapor etmişlerdir.

Mohajeri vd (2011), şalgam yumrusunun etil alkol ekstraktının alloksan kaynaklı diyabetik sıçanlarda erken karaciğer hasarları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 80 erkek Wistar sıçanını (i) kontrol, (ii) şalgam ekstraktı verilen, (iii) diyabetik kontrol, (iv) şalgam ekstraktı verilen diyabetik olanlar şeklinde 4 eşit gruba ayırmışlardır. Diyabetik sıçanlarda, şalgam ekstraktının karaciğer hasarını ve lipit peroksidasyonunu önemli ölçüde azalttığı, azalmış antioksidan enzim seviyelerini yükselttiğini belirlemişlerdir.

Abo-youssef ve Mohammed (2013), fazla fruktoz tüketimiyle metabolik sendrom (MS) insidansı arasında güçlü bir ilişki olduğunu, metabolik sendromun prevalansının dünya çapında arttığını ve küresel sağlık için artan bir tehdit oluşturduğunu, metabolik sendromu olan kişilerin, kalp krizi veya felçten ölme olasılığının diğer insanlara kıyasla iki kat, Tip 2 diyabet gelişme riskinin ise beş kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Şalgam yumrularından elde edilen ekstraktların

fruktoz kaynaklı metabolik sendrom üzerindeki rolünü araştırmışlardır. Bunun için 4 gruba ayırdıkları 8 hafta boyunca % 10'luk fruktoz çözeltisi verilerek (kontrol grubu hariç) metabolik sendrom indüklenmiştir. Grubun birine 2 hafta metformin (10 mg/kg/gün), diğerine ise şalgam ekstraktı (400 mg/kg/gün) verilmiştir. Fruktoz verilen gruptakilerin vücut ağırlığında artış kaydedilmiş ve kan şekeri, MDA, nitrik oksit, total trigliseritler ve toplam kolesterol değerleri önemli derecede yüksek bulunurken şalgam ekstraktı verilenlerde kilo kaybı ve diğer parametrelerde düşüş kaydetmişlerdir.

Hassanzadeh-Taher vd (2016), şalgam yaprak ve yumrusunun alloksan kaynaklı diyabetik sıçanlar üzerindeki koruyucu rolünü incelemişlerdir. Diyabetik sıçanlara 8 hafta boyunca 2 farklı dozda (200 ve 400 mg /kg /gün) şalgam ekstraktları vermişler, kan şekeri ile böbrek fonksiyonunu izlemişlerdir. Çalışma sonunda, yaprak ekstraktlarının diyabetik nöfrapati hastaları için yararlı olacağını ancak yumru ekstraktlarının çok etkili olmadığını rapor etmişlerdir.

2.4.3. Ağrı kesici

Sentetik analjezikler uzun süre tüketildiğinde mide problemlerine ve böbrek yetmezliğine neden olabilir. Bu nedenle doğal ağrı giderici ajanların keşfi, özellikle yenilebilir bitkilerden elde edilenler son derece önemlidir. şalgam halk hekimliğinde baş ağrısının giderilmesinde kullanılmaktadır (Paul vd, 2019).

Hosseini vd (2013), şalgam yumrusunun formalinle indüklenen erkek fareler üzerinde ağrı kesici etkisini araştırmışlardır. Çalışmada toplam 40 fare ve 3 farklı dozda (50, 100 ve 200 mg/kg) şalgam yumrularının etil alkol ekstraktlarını kullanmışlardır. Sonuçları, kontrol grubu ile karşılaştırdığında 100 ve 200 mg/kg şalgam ekstraktının hem akut hem de kronik fazlarda belirgin ağrı hafiflemesi sağladığını saptamışlardır.

2.4.4. Diğer etkileri

Ali vd (2010), şalgam yumrularının sulu ekstraktının üç tip kanser hücresi (Hep-2, AMN-3 ve Hela) hattı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Ekstraktın sitotoksik etkisinin hücre tipine, doz miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olduğunu belirlemişlerdir. 1250 µg/ml konsantrasyonunda şalgam ekstraktıyla 24 saat uygulama sonrasında

kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; ANM-3'ün % 63 ve Hep-2'nin % 42 büyümesinin inhibe edildiğini saptamışlardır. Ancak düşük konsantrasyonların ise hatlarda çoğalmaya yol açtığını rapor etmişlerdir.

2.5. Şalgamın Değerlendirilmesi

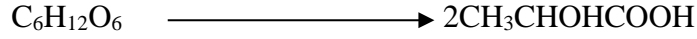
Sebzelerin fermentasyonu, düşük enerji ihtiyacı ve ürüne sağladığı olumlu duyuşal özellikleri nedeniyle önemli bir muhafaza tekniğidir. Çoğu sebze, tuzlu suda uygun bir sıcaklıkta yeterli bir süre tutulduğunda doğal olarak fermente olabilir. Bu tür fermentasyon birçok soruna neden olur. Yumuşama, renk kaybı ve lezzet kaybı muhtemelen en önemli bozulma problemleridir. Bu istenmeyen değişiklikler, bazı mikrobiyal flora ve/veya doğal enzimlerin bazılarının aktivitesinden kaynaklanabilir. Günümüze kadar, bu problemlerin üstesinden gelmek için asitleştirme ve tamponlama, saf laktik asit bakteri kültürlerinin kullanımı ve fermentasyon için anaerobik tankların kullanımı gibi kontrollü fermentasyon prosedürleri uygulanmıştır (Yamani, 1993).

Fermentasyon sırasında meyve ve sebzelerde bulunan şekerlerden laktik asit bakterileri, laktik asit üretir. Laktik asitin oluşumu, bozulma yapacak diğer bakterilerin üremesini önler. Hammaddenin özelliğine, bileşimine ve ortamdaki mikroorganizma yük ve çeşidine bağlı olarak tuzlu suda konulduktan birkaç gün sonra fermentasyon başlar. Fermentasyonun aktif aşaması, fermentasyonun sıcaklığına bağlı olarak 10 ila 30 gün arasında devam eder (Uthpala vd, 2019).

Fermentasyonla, karbonhidratlar mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimlerin etkisiyle parçalanır, kompleks sindirilemeyen polimerler katabolize edilebilir ve sindirilebilir karbonhidratlara dönüştürülür, yeni maddeler oluşur (Uthpala vd, 2019).

Fermentasyon çoğunlukla *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* cinsinden bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Karbonhidratların laktik asit, karbondioksit ve diğer organik asitlere dönüşümü oksijene (mikroaerofilik) ihtiyaç duymadan laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir. Homoferment ve heterofermentler olarak adlandırılan iki tip laktik asit bakteri vardır. Homofermentler, esasen glikolitik yolla laktik asit üretirken, heterofermentler laktik asit, karbondioksit, diğer uçucu bileşikler (asetat) ve az miktarda alkol üretirler. Aşağıdaki denklemde

görüldüğü gibi homofermentatif laktik asit fermentasyonda 1 mol glikozdan iki mol laktik asit oluşur. Homolaktik ferment bakterileri, *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *L. lactis*, *L. delbrueckii*, *L. leichmannii*, *L. salivarius*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus acidilactic* ve *Pediococcus pentocacus*'tur (Uthpala vd, 2019).



Heterofermentatif laktik asit bakterileri; *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Lactobacillus confuses*, *Lactobacillus coprophilus*, *Lactobacillus fermentatum*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Leuconostoc dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides* ve *Leuconostoc paramesenteroides*'dir. Bunlar aşağıdaki gösterildiği gibi 1 mol glikozdan laktik asit, etil alkol ve karbondioksit oluştururlar (Uthpala vd, 2019).



Taze sebzeler (a) lahana turşusunda olduğu gibi %2-3 tuz ilavesiyle, kuru tuzlama ile fermentasyon, (b) salamura içinde fermentasyon ve (c) tuz olmadan fermentasyon şeklinde çeşitli fermentasyon yöntemleriyle korunabilir. Fermente edilebilir şekerlerin varlığı, doğal mikroflora, tuz konsantrasyonu, sıcaklık, ortamın bileşimi gibi birçok faktör fermentasyonda etkilidir (Vatansever vd, 2017).

Birçok sebzeden turşu üretilebilmektedir. Bunlardan biri de şalgamdır. Şalgam turşusu yöresel bir ürün olup üzerinde çok az çalışma bulunmaktadır. Bunlara kısaca göz atacak olursak;

Yamani (1993), şalgam dilimlerini doğal ve *L. plantarum* veya *L. mesenteroides* ile inoküle ederek fermentasyona bırakmışlardır. Salamuranın tuz konsantrasyonunu % 6.0'ya, sebze:salamura oranını 55:45'e ayarlamışlardır. 24 gün boyunca pH, asitlik ve mikrobiyel değişimleri incelemişlerdir. Doğal fermente olan turşuların pH'ları 4. güne kadar hızla düşmüş, 16. günden sonra sabitlenme eğilimi göstermiş, asitlik sürekli artmış ve 24. günde % 0.8'e ulaşmıştır. Laktik asit bakteri sayıları hızla artmış ve 16. günden sonra sabitlenme göstermiştir. Toplam maya sayısı önce düşmüş, 12. günden sonra artış göstermiştir. Kontrollü fermentasyon da ise maya gelişimi olmamış renk daha iyi konmuştur. *Lactobacillus plantarum* ile inoküle edenlerde daha fazla asit oluşumu olduğu için duyuşal özellikler daha iyi olmuştur.

Yamani vd (1999), hıyar ve şalgamı farklı tuz konsantrasyonlarında (% 1, 2, 4 ve 6) ve farklı formülasyonlardaki salamuralar kullanarak turşuya işlemişlerdir. Sebzeleri doğal ve kontrollü fermentasyona (*Lactobacillus plantarum* ile aşılama edilmiş) tabi tutmuşlar ve duyuşal özellikler açısından sonuçları karşılaştırmışlardır. Hem doğal hem de kontrollü üretilen şalgam turşularının duyuşal puanları (genel kabul edilebilirlik) birbirine yakın bulunmuş, % 4 ve % 6 tuz içerenler diğerlerinden daha yüksek puan almışlardır.

Şalgam turşuya işleme dışında farklı tekniklerle de muhafaza edilmektedir. Bunlarla ilgili çalışmalarını inceleyecek olursak;

Perasiriyani vd (2013), şalgamı da kapsayan bazı sebze ve balıkları güneşte ve güneş enerjili kurutma yöntemleriyle kurutulmasını optimize etmişlerdir. Bunun için şalgamın kabuklarını soyup yıkadıktan sonra küp şeklinde kesip 5-8 dakika haşlayarak 50-55 °C'de % 7.5 neme kadar kurutmuşlardır. Güneş enerjili kurutma sistemiyle daha hızlı kurutma gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir.

Gharehbeglou vd (2014), farklı sıcaklık (55, 70 ve 85 °C) ve hava hızında 1.5 m/s hızda kurutulan şalgamların kurutma kinetiklerini incelemişlerdir. Etkili difüzyon katsayısının 5.471×10^{-10} ile 8.966×10^{-10} , aktivasyon enerjisinin ise 16.013 kJ/mol olduğunu saptamışlardır. Kurutma kinetiğinin incelenen 15 farklı modelden 85°C'de kurutulanların Modifiye Henderson ve Pabis'e Hii, 55 ve 70°C'de kurutulanların ise Law ve Cloke modeline uyduğunu bildirmişlerdir.

Helland vd (2016), taze kesilmiş (fresh-cut) sarı şalgam (*Brassica napus* L. var. napobrassica Rchb.) ve beyaz şalgamın (*Brassica rapa* L. ssp. rapifera Metzg.) duyuşal özellikleri, şeker ve glikozinolat içeriği üzerine ambalaj malzemesinin ve depolama sıcaklığının etkisini incelemişlerdir. Çift eksenli yönlendirilmiş polipropilen filminden yapılmış torbalar ve polilaktik aside dayanan bir film ile paketlenen şalgamları 10 gün boyunca -2, 0, 5 ve 10 °C'de depolamışlardır. Sarı ve beyaz şalgamın denge donma noktalarını sırayla -2.67 ve -1.97 °C olarak bulmuşlar ve şalgamların donmadan 0°C altında depolanabileceğini bildirmişlerdir. Şalgamın toplam şeker içeriğinin sıcaklıktan etkilendiğini, -2°C veya 0°C'de saklananların yüksek sıcaklıklarda depolananlardan daha yüksek şeker içerdiğini saptamışlardır. Şalgamda toplam şeker 468.7- 420.7 (g/kg), sarı şalgamın toplam glikozinolat ve toplam indolik glikozinolat içeriği sıcaklıktan etkilenmiş, fakat beyaz şalgam pek fazla

etkilenmemiştir. Ambalaj malzemesinin bireysel glikozinolatları etkilemediği ama toplamda önemli değişime yol açtığını kaydetmişlerdir. 0 ile 5°C'de depolanan şalgamların koku ve lezzet özelliklerinde farklılıklar oluştuğunu kaydetmişlerdir.

Langari ve Movagharnejad (2015), şalgam, havuç ve kabağı ozmotik yolla kurutmuşlardır. Şalgamı kurutmada sebze: ozmotik sıvı oranını 1:10 ve 1:20, konsantrasyonu % 40 ve 60, sıcaklığı 40 ve 50 °C seçmişlerdir. Çalışılan sebzelerin ozmotik kurutma kinetiğinin Azuara modele uyduğunu bildirmişlerdir.

Kaveh ve Chayjan (2016), şalgam dilimlerinin çok aşamalı yarı endüstriyel sürekli bant kurutucudaki ince tabaka kuruma davranışlarını incelemişlerdir. Kurutma deneyleri için 4 mm kalınlığında şalgam dilimleri kullanılmış, farklı hava sıcaklığı (45, 60 ve 75°C) ve hava hızında (1, 1.5 ve 2 m/s) gerçekleştirilmiştir. Şalgam dilimlerinin kurutma kinetiğini tahmin etmek için, ince tabaka kurumasının deneysel verilerine uyacak 6 matematiksel model kullanmışlar ve Midilli ve ark. şalgam dilimlerinin kurutma kinetiğini tanımlamak için en iyi matematiksel model olarak seçmişlerdir.

Zahoor ve Khan (2017), farklı ön işlemler (haşlama, kükürtleme, sitrik asite daldırma) uyguladıkları şalgamları farklı sıcaklıkta (40, 50 ve 60 °C) kurutup değişik malzemelerle (LDPE, PVC ve HDPE) ambalajlamışlardır. Kurutulmuş sebzelerde rehidrasyon oranı, esmerleşme analizleri yapmışlardır. Rehidrasyon açısından en iyi sonucu; potasyum metabisülfite ve sitrik asit uygulanıp 40 °C'de kurutulanlar verirken, duyu özellikleri ve minimum esmerleşme açısından ise haşlama, potasyum metabisülfite ve sitrik asit uygulanıp 40 °C'de kurutulanlar vermiştir. Depolama için en uygun ambalaj olarak HDPE belirlenmiştir.

Xue vd (2019), şalgam tüketimini ve ürün çeşitliliğini artırmak için farklı yöntemlerle (dondurarak, puf yaparak, kızılötesi ve sıcak havayla kurutma) şalgam cipsleri üretmişlerdir. Nişasta, toplam şeker, C vitamini ve hacim oranını dikkate alındığında en iyi yöntemin dondurularak kurutma, sonra puf kurutma olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan şalgam, Samsun'un Bafra ilçesinden temin edilmiştir. Hızla laboratuara getirilen ayıklanıp işleme hazırlanmıştır.

Materyalin hazırlanması: Turşu üretiminde kullanılacak sebzeler yıkayıp kabukları soyulmuş, 2.5 cm boyutlarında doğranmış ve yarısı çiğ (yaklaşık 300 g) yarısı ise 3 dakika buharda haşlanarak önceden sterilize edilmiş 1 kg'lık cam kavanozlara (yaklaşık 300 g) doldurulmuştur. Her bir kavanoza yaklaşık 5g sarımsak eklendikten sonra 3 farklı tuz (% 2.5, 5 ve 7.5) konsantrasyonunda salamura eklenmiştir. Kavanozlar 8 hafta oda sıcaklığında saklanmıştır. Her hafta salamuradan örnek alınıp pH, titrasyon asitliği takip edilmiş 8. Hafta, pH ve asitlik açısından denge olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.1. Şalgamların turşuya hazırlanması



Şekil 3.2. Şalgam turşularının görünümü

3.2. Metod

Çalışmada hammadde, salamura ve turşuların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemede kullanılan metotlar aşağıda verilmiştir.

3.2.1 Rengin belirlenmesi

Renk ölçümü Minolta CR 400 (Japan) renk ölçüm cihazıyla yapılarak; renk, L (100, açıklık; 0, koyuluk), a (+, kırmızılık; -, yeşillik), b (+, sarı; -, mavi) olarak ifade edilmiştir. Cihazın standardizasyonunda beyaz seramik (No: 19633162) kullanılmıştır. L , a ve b değerleri kullanılarak toplam renkteki değişim (ΔE) hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2]^{1/2}$$

3.2.2 Kuru madde tayini

Darası alınan nikel kaplara pulp haline getirilmiş şalgam tartılıp 70 °C'de 100 mmHg basıncında sabit ağırlığa kadar kurutularak, oluşan ağırlık kaybından kuru madde miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.3 Suda çözünür kuru madde tayini

Pulp haline getirilen şalgamlar filtre kağıdından süzlmüştür. Süzlmüş örnek 20° C'de Abbe refraktometresinin prizmasına damlatılarak suda çözünür kuru madde miktarları belirlenmiştir (Cemeroğlu, 1992).

3.2.4. pH tayini

Pulp haline getirilen şalgamlar 1:10 oranında saf su ile seyreltilerek buzdolabı sıcaklığında 1 gece bekletilip filtre edilip pH'sı belirlenmiştir. Salamuranın ise direk pH'sı ölçülmüştür. Örneklerin pH'sı, 20°C'de Eutech Cyberscan (Singapore) marka, dijital, 0.01 duyarlılıktaki pH metre ile ölçülmüştür (Cemeroğlu, 1992).

3.2.5. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği tayininde potansiyometrik yöntem kullanılmıştır. Bunun için belli miktar alınan örnek 0.1 M NaOH çözeltisiyle pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar turşu ve salamurada laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.6. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde içeriği, alkali ortamda Folin-Ciocalteu çözeltisi ile reaksiyon sonucunda rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Damıtık suyla ekstrakte edilen şalgam pulpu filtre edilmiştir. Uygun oranda seyreltilen örneğin üzerine Folin-Ciocalteu solusyonu eklenerek karanlık ortamda 5 dakika bekletilip karışımın doymun Na₂CO₃ çözeltisi eklenip iyice karıştırıldıktan sonra karanlık bir ortamda 2 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda 760 nm dalga boyunda tanığa karşı okunmuştur. Kimyasal saf gallik asit ile çizilmiş standart kalibrasyon eğrisi yardımıyla toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır.

3.2.7. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

3.2.7.1. Demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP)

Suyla ekstrakte edilen şalgamlar uygun oranda seyreltilerek; 10:1:1 (v:v:v) oranında 300 mM asetat tamponu: 20 mM FeCl₃: 10 mM 2,4,6-tripiryridil-s-triazine (TPTZ) çözeltisi (40 mM HCl'de çözündürülmüş) karışımı ile karıştırılıp spektrofotometrede 593 nm'de absorbans belirlenmiştir. Toroloks ile hazırlanan çözeltiler yardımıyla kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve FRAP cinsinden antioksidan kapasite hesaplanmıştır (Gao vd, 2000).

3.2.7.2. DPPH serbest radikalini giderme etkisinin belirlenmesi

Şalgam ve turşuların DPPH radikalini (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) indirgeme etkisini belirlemede Brand-Williams vd (1995)'in yöntemleri modifiye edilerek kullanılmıştır. Suyla hazırlanan ekstraktan 50 µL alınıp 1 mL 100 µM DPPH çözeltisi ile karıştırılmış ve 2 saat sonra 517 nm dalga boyunda (en yüksek absorbans verdiği dalga boyunda) okuma yapılarak absorbansları belirlenmiştir. Ayrıca kontrol örneği de hazırlanmış ve bunun da absorbansı belirlenerek aşağıdaki formül yardımıyla DPPH'ın % inhibisyonu hesaplanmıştır. Toroloks ile hazırlanan çözeltiler yardımıyla kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Sonuç toroloks cinsinden verilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{\text{Kontrol örneğinin absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı}}{\text{Kontrol örneğinin absorbansı}} * 100$$

3.2.8. Tekstür analizi

Tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazına (TA-XT Plus Texture Analyser, UK) bağlanan baskı plakası altında, turşu örneklerinin arka arkaya iki kez sıkıştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Tekstür analizi uygulamalarında, düz silindir yarıçapı 25 mm başlık kullanmıştır. Kompresyon testlerinde sertlik (hardness), yapışkanlık (cohesiveness), esneklik (springiness), çiğnenebilirlik (chewiness), yarı-katı maddenin çiğnenebilirliği (guminess) ve elastikiyet (resiliens) değerleri ölçülmüştür.

3.2.9. Duyusal analiz

Fermente edilmiş şalgam sebzeleri duyusal analize tabi tutulmuştur. Duyusal analizler 12 adet eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler örnekleri lezzet, koku, renk, görünüş ve sertlik açısından değerlendirmiştir. 1-5 aralığındaki (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5:çok iyi) skala kullanılarak duyusal değerlendirme yapılmıştır (Uthpala vd, 2018).

3.2.10. İstatistiksel analiz

Şalgam turşularının fiziksel, kimyasal ve antioksidan özellikleri arasında fark olup olmadığı SPSS 16.0 Bilgisayar Paket Programı kullanılarak 2 yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile değerlendirilmiştir. Ön işlemlerin değerlendirilmesinde t testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şalgam Türkiye'de özellikle soğuk bölgelerde çiğ veya pişmiş olarak tüketilen bir sebzedir. Bu sebze geleneksel olarak turşuya işlenmektedir. Bu çalışmada, 3 farklı tuz konsantrasyonunda spontan olarak fermentasyona terk edilmiştir. Fermentasyon öncesi şalgamların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

4.1. Hammaddenin Özellikleri

Çalışmada kullanılan çiğ ve haşlanmış şalgamlara ait özellikler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammaddenin bazı kimyasal özellikleri

| Özellik | Çiğ | Haşlanmış |
|-------------------------------------|----------|-----------|
| L | 83.9 | 64.39 |
| a | -1.58 | -2.25 |
| b | 9.91 | 7.82 |
| pH | 6.44 | 6.21 |
| Kuru madde, % | 9.57 | 9.12 |
| Çözünür katı madde, % | 7.5 | 6.5 |
| Toplam fenolik madde*, mg/g | 46.67 | 61.88 |
| FRAP*, mmol/g | 803.9 | 882.1 |
| DPPH*, mmol/g | 3572.22 | 3644.44 |
| Sertlik, N | 11609.27 | 4535.45 |
| Esneklik | 0.776 | 0.601 |
| Yapışkanlık | 0.686 | 0.414 |
| Yarı katı maddenin çiğnenebilirliği | 8028.35 | 1879.55 |
| Çiğnenebilirlik | 6304.93 | 1131.19 |
| Elastikiyet | 0.395 | 0.25 |

*Kuru maddede

Hammaddelerin ortalama L , a ve b değerleri 83.9, -1.58 ve 9.91 olarak belirlenmiştir. Doğranıp haşlama sonunda renk değerleri 64.39, -2.25 ve 7.82 şeklinde değişime uğramıştır. Hařlama L , a ve b değerlerinde dūřuře yol ağmıştır.

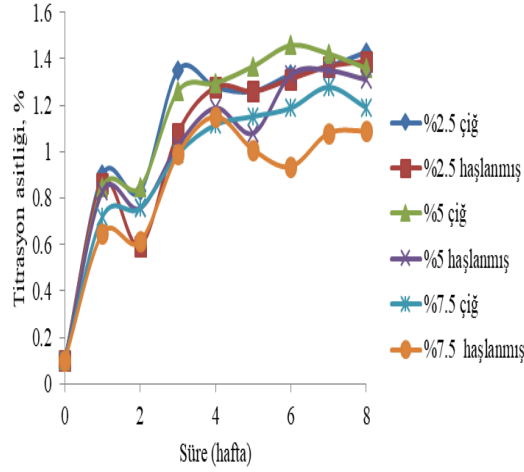
Martínez vd (2010), şalgam yumrularında pH'yı 6.06, çözünür kuru maddeyi % 5.57 ve toplam fenolik maddeyi 77.56 mg/100g belirlemişlerdir. Yadav vd (2016), pH'yı 7.61, toplam çözünür kuru maddeyi % 6 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada kullanılan şalgam örneklerinin pH değeri Martínez vd (2010) 'nin bildirdiklerinden yüksek, Yadav vd (2016)'den daha dūřüktür. özünür kuru madde ise iki grup araştırıcıların saptadıklarından daha yüksektir.

Tiveron vd (2012), şalgamın FRAP değerini kuru maddede 15.5 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ ve DPPH serbest radikalini giderme etkisini ise kuru maddede 7.1 $\mu\text{mol troloks}/\text{g}$ olarak belirlemişlerdir. Francisco vd (2010), toplam fenolik maddeyi 14.20 $\mu\text{mol}/\text{g}$ olarak saptamışlardır. Bu çalışmada kullanılan şalgamların gerek fenolik madde içeriği gerekse antioksidan aktivite değerleri daha yüksekti.

4.2. Fermentasyon Süresince Meydana Gelen Değişimler

Turşu fermentasyonunda birçok mikroorganizma faaliyette bulunmaktadır. Esas bulunması istenilen laktik asit bakterileridir. Bu bakterilerin çalışması için salamuranın tuz konsantrasyonunu son derece önemlidir. Bu çalışmada, 3 farklı tuz konsantrasyonu kullanılmıştır. Farklı tuz konsantrasyonu ve ön işlemlerden geçirilen şalgamlar spontan fermente edilmiştir. Turşular, pH ve titrasyon asitliği açısından dengeye ulaşıncaya kadar oda sıcaklığında, karanlıkta tutulmuştur. Bu süreçte her hafta salamura analiz edilmiştir. Denge oluştuğunda hem salamura hem de turşularda çeşitli analizler yapılmıştır.

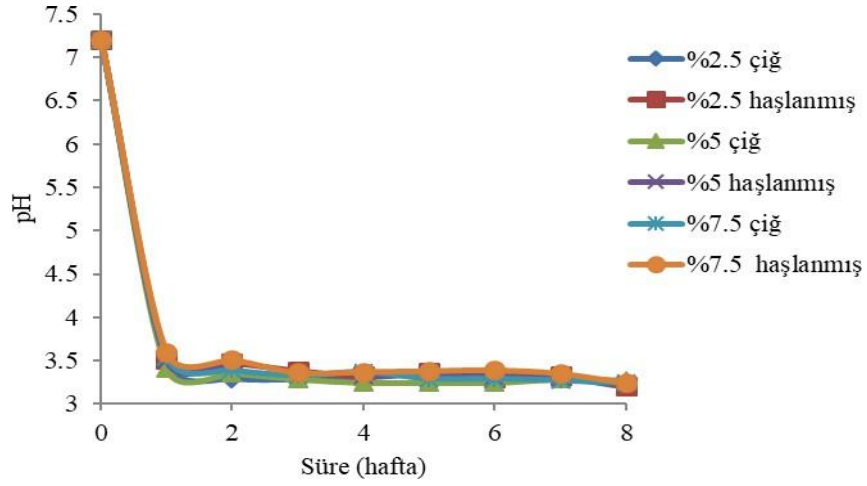
Fermentasyon süresince meydana gelen başlıca değişimleri incelemek için 8 hafta boyunca pH ve titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır. Bu özelliklerdeki değişimler şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.



Şekil. 4.1. Fermentasyon süresince titrasyon asitliğindeki değişim

Şekil 4.1’den de görüldüğü gibi, fermentasyonun ilk haftası hızla asitlik artmış, sonra artış hızı yavaşlamıştır. Özellikle tuz konsantrasyonu düşük olanlarda asitlik artışı daha fazla olmuştur.

Fadhıl (2015), sebze sularının (karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahanalar) üretiminde *L. paracasei* ve *L. casei* kullanmıştır. 37°C’de 1 gün beklettikten sonra fermente suları 4°C’de 42 gün depolayıp fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan değişimleri incelemiştir. Depolama süresince titrasyon asitliği, antioksidan aktivite yükselmiş, pH değeri azalmıştır. Her iki bakteriyle aşılınan sebze sularının pH ve asitliğindeki değişim benzer olmuştur. İleri de değinileceği gibi, fermentasyonla birlikte bizim örneklerimizin de antioksidan aktivite artmıştır.



Şekil 4.2. Fermentasyon süresince pH değerindeki değişim

Şekil 4.2’de, turşuların pH değerlerindeki değişim görülmektedir. Fermentasyonun ilk haftası; asitlik artışına paralel olarak pH hızla düşmüştür. Daha sonraki haftalarda ise sabitleme eğilimi göstermiştir. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki turşuların pH’ları arasında çok belirgin bir farklılık görülmemiştir.

4.3. Fermente Salamularının Özellikleri

Fermentasyonu tamamlamış turşuların salamularında renk ve çözünür kuru madde (ÇKM) ölçümleri yapılmıştır. Bu özelliklere ait değerler Çizelge 4.2-4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki salamuların renk ve çözünür kuru madde sonuçları

| İşlemler | L | a | b | ÇKM, % |
|----------|------------|-----------|------------|------------|
| % 2.5 Ç | 31.79±1.66 | 1.07±0.15 | 2.34±0.42a | 2.10±0.17c |
| % 2.5 H | 30.11±1.43 | 1.10±0.17 | 2.46±0.15a | 2.37±0.23c |
| % 5.0 Ç | 30.22±2.46 | 1.30±0.40 | 2.46±0.44a | 4.10±0.17b |
| % 5.0 H | 30.75±0.15 | 0.97±0.06 | 2.38±0.31a | 4.00±0.00b |
| % 7.5 Ç | 31.36±0.72 | 0.97±0.15 | 2.68±0.18a | 5.33±0.29a |
| % 7.5 H | 31.39±1.51 | 1.17±0.23 | 1.38±0.47b | 5.20±0.26a |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$)

Fermente sıvıların renk değerleri incelendiğinde; farklı konsantrasyondaki salamuların L ve kırmızılık (a) değerlerinin birbirinden farklı olmadığı görülmüştür. Sarılık (b) ve çözünür kuru maddedeki değişimler istatistiksel açıdan önemlidir

($p < 0.05$). En düşük sarılık, %7.5 tuz içeren haşlanmış şalgam turşularına ait salamuralarda bulunmuştur. Tuz konsantrasyonu arttıkça doğal olarak çözünür kurumadde değerleri de yükselmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı oranda tuz içeren salamuraların renk ve çözünür kuru madde değerleri

| Tuz, % | L | a | b | ÇKM, % |
|--------|-------------|------------|------------|-------------|
| 2.5 | 30.95± 1.66 | 1.08± 0.15 | 2.40± 0.29 | 2.23± 0.23c |
| 5.0 | 30.49± 1.59 | 1.13± 0.31 | 2.42± 0.34 | 4.05± 0.12b |
| 7.5 | 31.37± 1.06 | 1.07± 0.21 | 2.03± 0.78 | 5.27± 0.26a |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$)

Çizelge 4.3'te fermente sıvıların özellikleri üzerine tuzun etkisi görülmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, tuz konsantrasyonu çözünür kuru maddeye etki etmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.4. Salamuraların renk ve çözünür kuru madde değerleri üzerine ön işlemlerin etkisi

| İşlemler | L | a | b | ÇKM, % |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|
| Çiğ | 31.13± 1.68 | 1.11± 0.27 | 2.49± 0.35 | 3.84± 1.42 |
| Haşlanmış | 30.75± 1.18 | 1.08± 0.17 | 2.07± 0.60 | 3.85± 1.24 |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$)

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi, çiğ ve haşlama salamuranın renk ve çözünür kuru madde değerleri üzerine çok önemli bir etkisi olmamıştır ($p > 0.05$).

4.4. Şalgam Turşularının Özellikleri

Fermente olan şalgamların renk, pH ve titrasyon asitliği Çizelge 4.5'te, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi Çizelge 4.8'te, tekstürel özellikleri ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki turşuların renk, pH ve titrasyon asitliği değerleri

| İşlemler | L | -a | b | ΔE | pH | Titrasyon asitliği, % |
|----------|---------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| % 2.5 Ç | 71.74±3.06bc | 0.32±0.39 | 9.41±0.86 | 12.27±2.95 | 3.28±0.08 | 1.43±0.02a |
| % 2.5 H | 66.04±9.39c | 0.40±0.34 | 8.81±3.07 | 8.21±2.71 | 3.29±0.07 | 1.39±0.02a |
| % 5.0 Ç | 82.5±2.98a | 0.09±0.15 | 10.17±1.55 | 3.14±1.67 | 3.25±0.03 | 1.36±0.05ab |
| % 5.0 H | 73.49±6.73abc | 0.48±0.40 | 7.52±0.22 | 9.43±6.41 | 3.26±0.03 | 1.31±0.01b |
| % 7.5 Ç | 77.74±2.33ab | 0.03±0.28 | 9.09±0.61 | 6.49±2.02 | 3.32±0.04 | 1.19±0.07c |
| % 7.5 H | 69.21±1.26bc | 0.05±0.91 | 7.32±0.72 | 5.44±1.01 | 3.35±0.02 | 1.09±0.05d |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Çizelge 4.5 ve 4.6’da turşuların özellikleri üzerine tuzun etkisi görülmektedir. Çizelge 4.5’ten görüldüğü gibi, turşularda saptanan L (aydınlık) değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). En düşük L değeri % 2.5 tuz konsantrasyonu haşlanarak turşuya işlenenlerde belirlenmiştir. En yüksek yeşillik (-a) değeri % 5 tuz içeren haşlanmışlarda, sarılık (b)değeri ise % 2.5 tuz içeren çiğden işlenen turşularda bulunmuştur. En fazla renk değişimi (ΔE) ise % 2.5 tuz içeren örneklerde olmuştur. Tuz konsantrasyonunun renk üzerine önemli etkisi olmamıştır (Çizelge 4.6).

Tuz konsantrasyonu arttıkça titrasyon asitliği azalmış ve pH değerleri yükselmiştir. En yüksek asitlik değeri en düşük konsantrasyonda haşlanmamış örneklerde rastlanmıştır. Bunun muhtemelen nedeni, ısıtma işlemi görmeyen şalgamlarda spontan gelişen laktik asit bakterilerinin daha iyi çalışmasıdır.

Çizelge 4.6. Farklı oranda tuz içeren turşuların renk pH ve titrasyon asitliği değerleri

| Tuz, % | L | -a | b | ΔE | pH | Titrasyon asitliği, % |
|--------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------------------|
| 2.5 | 68.89±6.99 | 0.36±0.33 | 9.11±2.04 | 10.24±10.24 | 3.28±0.0ab | 1.41±0.0a |
| 5.0 | 77.99±6.79 | 0.28±0.35 | 8.85±1.76 | 6.29±5.42 | 3.25±0.0b | 1.33±0.0b |
| 7.5 | 73.48±4.96 | 0.04±0.61 | 8.21±1.14 | 5.96±1.54 | 3.33±0.0a | 1.14±0.0c |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Renk özellikle aydınlık ve sarılık değerleri üzerine hammaddenin çiğ veya haşlanmış olup olmadığı etkili olmuştur. Çiğden işlenenlerde aydınlık ve sarılık değerleri daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7). Muhtemelen çiğ olanlarda enzimlerin aktivitesi sonucu esmerleşme olmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi, tuz konsantrasyonu pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerine önem etki yapmıştır ($p < 0.05$). En yüksek titrasyon asitliği değerleri % 2.5 tuz içerenlerde saptanmış dolayısıyla pH düşüşü daha fazla olmuştur.

Çizelge 4.7. Turşuların renk, pH ve titrasyon asitliği üzerine ön işlemlerin etkisi

| | L | -a | b | ΔE | pH | Titrasyon asitliği, % |
|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|------------------------------|
| Çiğ | 77.33±5.26a | 0.15±0.29 | 9.55±1.05a | 7.30±4.46 | 3.28± 0.05 | 1.33± 0.11 |
| Haşlanmış | 69.58±6.65b | 0.31±0.56 | 7.88±1.73b | 7.69±3.94 | 3.30± 0.06 | 1.26± 0.13 |

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$)

Toplam renkteki değişim (ΔE), hammaddenin maruz kaldığı işlemde ne ölçüde etkilendiğinin bir göstergesidir. Genel olarak bu değer düşük olması istenir. Fermentasyon sırasında L, a ve b değerleri ne kadar fazla değişirse toplam renk değişimi de o derece büyür. Turşuların renk değerleri, hammadde ile karşılaştırıldığında görüldüğü gibi L, a ve b değerleri azalmıştır. Görüldüğü gibi, çiğ ve haşlama işlemi son ürünün pH ve titrasyon asitliği üzerine etkisi olmamıştır ($p > 0.05$).

Suresh (2008), farklı sebzeleri (acı kavun, biber, havuç, hıyar, fasulye ve kornişon) % 2.5 tuz, kalsiyum klorür, asetik asit içeren salamura içinde 4 hafta boyunca 20°C'de fermentasyona bırakmışlardır. 4 hafta sonunda en fazla asitlik havuçta (% 1.31), pH acı kavunda (4.02 pH); en düşük asitlik acı kavunda (% .50), pH biberde (2.98 pH) olmuştur. Bizim asitlik ve pH sonuçlarımız fermente havuçun sonuçlarına (% 1.31 asit, 3.16 pH) yakın bulunmuştur.

Belviranlı (2008), kapari meyvesini % 5, 10 ve 15 tuz içeren salamuraların içinde 30 °C'de bir ay fermentasyona tabi tutmuştur. Temmuzda hasat edilen salamura meyvelerinin a ve b değerlerinin ham meyveye göre arttığını, en fazla artışın % 5'lik salamura içerenlerde olduğunu, onu %10 ve %15'lik salamuralar takip ettiğini

bildirmiştir. En yüksek suda çözünür kuru madde değerini %5 ve %15 tuz içerenlerde saptamışlardır. Ağustosta hasat edilenlerden üretilen turşularda ise daha farklı sonuçlar belirlemişlerdir. Fermentasyonla birlikte fenolik maddelerin azaldığını tespit etmişlerdir. Salamura ürünlerde fenolik maddelerin azalmasının fermentasyon sırasında enzimatik faaliyet sonucu bu bileşiklerin kayba uğramasından kaynaklandığı vurgulamıştır. Tuz konsantrasyonu yüksek olanlarda fenolik madde kaybının daha az olduğunu kaydetmiştir. Daha sonra ifade edileceği gibi, bu çalışmada düşük tuz konsantrasyonundakilerde fenolik madde kaybı daha az olmuştur.

Turşuların toplam fenolik madde ve antioksidan özellikleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Görüldüğü gibi, iki farklı antioksidan tekniğiyle saptanan aktivitede, toplam fenolik maddede birbirinden istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0.05$). % 2.5 tuz konsantrasyonunda salamura ve çiğ hammaddeden üretilen turşuların toplam fenolik madde, FRAP ve DPPH antioksidan aktiviteleri daha yüksek bulunmuştur. Bu işlemde antioksidan aktivitenin yüksek olmasının nedeni gelişen asitlik fermentasyonla meydana gelen yeni ürünlerdir. Özellikle kesme ile oluşan biyoaktif özellikteki glikozinolatlar antioksidan aktiviteye katkıda bulunmuş olabilir.

Çizelge 4.8. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki turşuların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları

| İşlemler | Toplam Fenolik Madde, mg/g, km.de | FRAP, mmol/g, km.de | DPPH, mmol /g, km.de |
|----------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|
| % 2.5 Ç | 19.66±0.29a | 186.92±6.53a | 622.37±85.68a |
| % 2.5 H | 18.04±0.80ab | 168.70±15.73ab | 548.06±31.88a |
| % 5.0 Ç | 18.00±0.26ab | 142.97±15.71c | 297.05±49.60c |
| % 5.0 H | 17.11±1.32b | 156.79±1.87bc | 430.36±3.51b |
| % 7.5 Ç | 20.33±0.86a | 145.64±11.76c | 339.42±22.62bc |
| % 7.5 H | 15.67±0.58b | 137.11±7.54c | 429.61±72.60b |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$)

Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi, en yüksek toplam fenolik madde %2.5 tuz içerenlerde saptanmıştır. Buna paralel olarak en yüksek antioksidan aktivite de %2.5 tuz içerenlerde saptanmıştır. Tüm değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.9. Farklı oranda tuz içeren turşuların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları

| Tuz , % | Toplam Fenolik Madde, mg/g, k.m.de | FRAP, mmol/g, k.m.de | DPPH, mmol /g, k.m.de |
|---------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 2.5 | 18.85±1.04 | 177.81±14.68a | 585.22±70.70a |
| 5.0 | 17.56±1.89 | 149.88±12.54b | 363.71±79.50b |
| 7.5 | 18.00±2.64 | 141.38±10.00b | 384.51±68.95b |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Fermentasyon süresince gelişen veya korunan antioksidan aktivite hammaddeye uygulanan işleme çok değişmezken, toplam fenolik madde etkilenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Turşuların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite üzerine ön işlemlerin etkisi

| | Toplam Fenolik Madde, mg/g, k.m. de | FRAP, mmol/g, k.m.de | DPPH, mmol /g, k.m.de |
|-----------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Çiğ | 19.33±17.17a | 158.51±23.71 | 419.62±161.37 |
| Haşlanmış | 16.94±13.240b | 154.20±16.37 | 469.35±71.13 |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Sayın ve Alkan (2015), beyaz lahana, karnabahar, Chili biberi turşularında fermentasyon süresince antioksidan özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Fermentasyonun 15. gününde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin azaldığını, 30. günden sonra hepsinin arttığını kaydetmişlerdir. Özkan (2016) lahana, hıyar ve fasulye turşusu üretimi süresince antioksidan bileşik ve aktivitedeki değişimi incelemişlerdir. Lahana turşularında hammaddeye göre, toplam fenolik madde, flavanoid ve antioksidan aktivite miktarlarının arttığını kaydetmiştir. Toplam fenolik maddenin aslında başta arttığını, fermentasyonun 3. gününden itibaren azalmaya başladığını bildirmişlerdir. Da Silva vd (2016), ısıtma işleminin meyvelerde antioksidan aktiviteyi arttırdığını belirtmişlerdir. Haşlanmış meyvelerdeki toplam fenolik madde miktarının, taze meyvelerdeki miktardan daha fazla olduğu bildirmişlerdir. Bizim sonuçlarımız bu üç grup araştırıcının bulduklarından daha farklıdır.

Tekstür parmak, dil, damak veya dişlerle hissedebilecek kalite kriteridir. Gıdaların tekstür değerleri çok değişkendir, beklenen değerden sapmalar kalite kusuru olarak algılanmaktadır. Çoğu kez tekstürü tek parametre ile değerlendirmek doğru olmaz. Bunun için *Szczesniak* tarafından instrümental tekstür profil analizi (TPA) geliştirilmiştir. Isırık büyüklüğündeki yiyecek parçaları tekstür cihazında çiğnemeneden sıkıştırılır. Tekstür parametrelerini elde etmek için kuvvet-zaman eğrilerinden yararlanılır (Gupta vd, 2007).

Tekstür, turşu ve konserve sebzelerin kabul edilebilirliğini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Fermente sebzelerin tekstürü, fermentasyon öncesi hammaddenin çeşidi, olgunluk aşaması, saklanması ve işlenmesi, ortamın tuz konsantrasyonu, doğal enzimler ve asitler gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Mnkeni vd, 1999).

Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi, hammaddenin sertliği haşlamayla birlikte azalmıştır. Çiğden işlenen turşularda fermentasyonla birlikte azalış devam etmiş, ancak haşlanmışlarda doku sertleşmiştir (Çizelge 4.11). Çiğ olan sebzelerde işlenenlerde muhtemelen gelişen mikroorganizmalar ve bitkinin kendi enzimleri yumuşamaya yol açmıştır. Haşlama sırasında enzimler inhibe edildiği için yumuşama gözlenmemiştir. Ślaska-Grzywna (2008) ile Ślaska-Grzywna ve Agnieszka (2011) sebzelerde haşlamayla sertliğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.11. Farklı işlem ve tuz konsantrasyonundaki turşuların tekstürel özellikleri

| İşlemler | Sertlik, N | Esneklik | Yapışkanlık | Yarı katı maddenin çiğnenebilirliği | Çiğnenebilirlik | Elastikiyet |
|----------|-------------------|-------------|-------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|
| % 2.5 Ç | 4178.88±135.87c | 0.51±0.01c | 0.53±0.02a | 2472.34±552.65 | 993.92±299.51c | 0.29±0.03abc |
| % 2.5 HA | 7082.39±433.75a | 0.49±0.02c | 0.43±0.02b | 2539.29±579.01 | 1298.79±225.94abc | 0.26±0.01bc |
| % 5.0 Ç | 3685.2±1020.17c | 0.61±0.06a | 0.56±0.02a | 1826.46±347.86 | 1126.06±109.15bc | 0.26±0.01c |
| % 5.0 HA | 6065.12±853.39ab | 0.50±0.01c | 0.47±0.02b | 2673.10±241.15 | 1698.82±516.80a | 0.25±0.03c |
| % 7.5 Ç | 5029.23±1105.65bc | 0.57±0.01ab | 0.56±0.02a | 3071.02±460.26 | 1597.81±18.53ab | 0.31±0.02a |
| % 7.5 HA | 6499.03±720.00a | 0.52±0.02bc | 0.48±0.04b | 2713.89±49.53 | 1498.16±136.07abc | 0.30±0.01ab |

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Salamuranın tuz konsantrasyonu, turşuların tekstürü üzerine (elastikiyet değeri hariç) etki etmemiştir. Alenyorege vd (2015), marul turşularında sertlik üzerine tuzun etkisini araştırmışlardır. Bunun için marul turşusu üretiminde 3 farklı tuz

konsantrasyonunda (% 5, 10 ve 15) salamura kullanmışlardır. Tuzun tekstürde önemli olduğunu kaydetmişlerdir. Sertlik bakımından çiğ marul, % 15, 10 ve % 5 gibi bir sıralama yapmışlardır. Tuzun belli dereceye kadar sertlik sağladığını vurgulamışlardır.

Çizelge 4.12. Turşuların tekstür değerleri üzerine tuz konsantrasyonunun etkisi

| | % 2.5 | % 5.0 | % 7.5 |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Sertlik | 5630.63±1616.09 | 4875.16±1551.39 | 5764.13±1159.50 |
| Esneklik | 0.50±0.02 | 0.56±0.07 | 0.55±0.03 |
| Yapışkanlık | 0.48±0.06 | 0.51±0.05 | 0.52±0.05 |
| Yarı katı maddenin çiğnenebilirliği | 2505.81±507.56 | 2249.8±533.45 | 2892.46±352.11 |
| Çiğnenebilirlik | 1146.36±290.15 | 1412.44±458.27 | 1547.99±102.58 |
| Elastikiyet | 0.28±0.02b | 0.25±0.02b | 0.30±0.01a |

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Çizelge 4.12'den görüldüğü gibi, turşunun en yüksek elastikiyet değeri % 7.5 tuz içerenlerde saptanmıştır (p<0.05). Halbuki diğer tuz içerenlerde diğer tekstür değerleri arasında fark bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.13. Turşuların tekstür değerleri üzerine ön işlemlerin etkisi

| | Çiğ | Haşlanmış |
|-------------------------------------|----------------|---------------|
| Sertlik | 4297.8±957.64b | 6548.8±744.4a |
| Esneklik | 0.56±0.05a | 0.51±0.02b |
| Yapışkanlık | 0.55±0.22a | 0.46±0.03b |
| Yarı katı maddenin çiğnenebilirliği | 2456.6±670.92 | 2642.1±324.38 |
| Çiğnenebilirlik | 1239.3±317.92 | 1498.6±337.89 |
| Elastikiyet | 0.28±0.03 | 0.27±0.02 |

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Çizelge 4.13'den görüldüğü gibi, turşunun en yüksek sertlik değeri haşlanmış salgamdan üretilenlerde görülmüştür. Halbuki esneklik ve yapışkanlık değeri çiğ

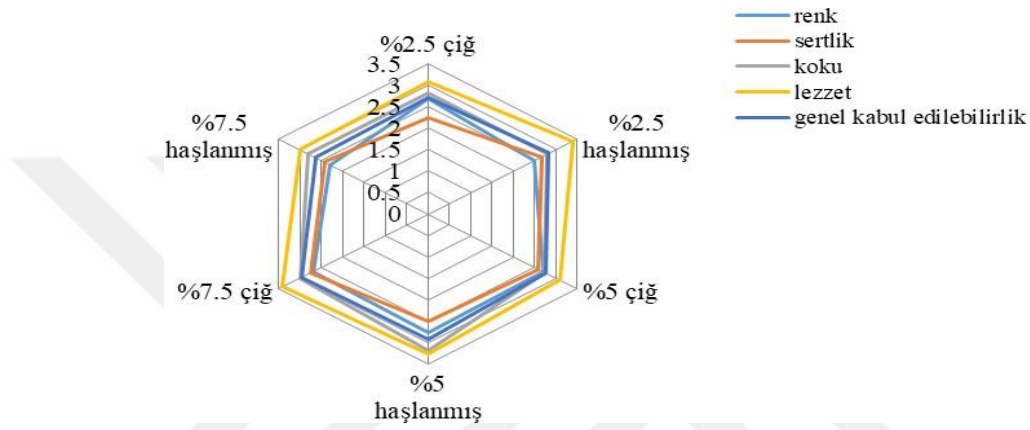
şalgamdan üretilenlerde haşlanmış şalgamdan üretilenlerden daha yüksek saptanmıştır ($p < 0.05$).

Wu vd (2013), doğal ve LAB ile inoküle edip fermentasyona bıraktıkları hıyar turşularının organik asit ve sıklık (firmness) özelliklerindeki değişimi incelemiştir. Doğal fermente edilenlerde fermentasyonun ilk 7 gününde organik asitlerden laktik ve asetik asitin diğerlerin de ise laktik asitin hızla yükseldiğini saptamışlardır. Doğal fermentasyonla 0. günde laktik asit 0.24 mg/mL, asetik asit 0.207 mg/mL iken, 7. günde sırasıyla 3.772 mg/mL ve 3.206 mg/mL olmuştur. Kontrolü fermentasyonda ise laktik asit 1.365 mg/mL'den 4.942 mg/mL'ye, asetik asit ise 0.763 mg/mL'den 4.034 mg/mL'e yükseldiğini belirlemiştir. Sıklık özellikleri doğal veya kontrollü olanlarda farklı seyretmiş, doğal olanların sıklık değerlerini daha düşük kaydetmişlerdir. Bu durumu kontrolsüz gelişen mikroorganizmaların salgıladıkları enzimlere bağlamışlardır. Bu çalışmada, spontan fermentasyon yapılmış ancak elastikiyet değerlerideşinde turşuların tekstürel özellikleri arasında, çok önemli bir farklılık görülmemiştir.

Gorzelayn vd (2016), hıyar turşularının fermentasyonu süresince tekstüründeki değişimi izlemiştir. Tekstürü, Zwick/Roell test cihazında delinme gücündeki (Puncture strength) değişimle belirlemiştir. Bunun için çapı 5mm olan prob kullanmışlardır. Spontan ve laktik asit kültürü ile inoküle ettikleri hıyar turşularında fermentasyon süresince delinme gücünün azaldığını tespit etmişlerdir. Bu azalış starter kültür kullandıklarında daha fazla olmuştur. Delinme gücünün hammaddenin boyutu, su içeriği ile de ilişkili olduğunu kaydetmişlerdir. Delinme gücünün küçük hıyarlarda, sebzenin et kısmında ve merkezi noktalarda daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Bu çalışmada, delinme gücü ölçülmemiş ancak belki ona biraz daha yakın özellik olan sertlik ölçümü yapılmış, sertlik çığ hammadden işlenenlerde fermentasyonla birlikte çok azalmıştır.

Vatansever vd (2017), daikon turp ve kırmızı lahana turşularının fermentasyon süresince tekstürünü incelemiştir. Sertlik değerini, fermentasyon öncesi ve sonrasında çok farklı bulmuşlardır. İlk gün Daikon turp ve kırmızı lahana sertliği 8.54 ve 8.31 N iken 14 günlük fermentasyondan sonra 18.34 ve 18.70 N'a yükselmiştir. Bu bulgular bizim değerlerimizle uyumlu değildir. Bizim turşularımızda sertlik değeri hammaddeye göre çok düşmüştür.

Turşu örneklerinin 8 hafta sonundaki duyu analizi sonuçları renk, koku, lezzet, sertlik, genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçları Şekil 4.3’de verilmiştir. Duyusal özellikler 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Lezzet açısından %2.5 tuz konsantrasyonunda haşlanmış şalgamdan üretilenler en yüksek puanı alırken, genel olarak sertlik değerleri düşük puanlanmıştır. Genel kabul edilebilirlik değerleri ise hemen hemen hepsinde düşük olmuştur.



Şekil 4.3. Turşu örneklerinin duyu analizi sonuçları

Diğer *Brassica* sebzelerinde olduğu gibi kükürtlü bileşikler içeren şalgam turşusu, bazı panelistler tarafından beğenilmemiştir. Beyaz olması nedeniyle renk açısından da cazip bulunmamıştır. Bu durum Yamani (1993) tarafından da vurgulanmıştır. Araştırmacı, şalgamların doğal fermentasyon undaki en büyük sorunun, tüketici tarafından kabul edilemeyen rengi, görünüşü olduğunu; bunu gidermek için ortama doğal renklendirici maddeler katılabileceğini bildirmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Şalgam, *Brassica* sebzelerinin önemli bir temsilcisidir. Dünyada, çiğ veya pişmiş olarak tüketilmektedir. Ülkemizde ise az kesim tarafından tüketilmekte genellikle hayvan yemi şeklinde değerlendirilmektedir.

Bu çalışma, literatürde az rastlanan şalgam turşusunun tekstürel ve antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma süresince periyodik olarak pH ve toplam asitlikteki değişim takip edilmiştir. Dengenin olduğu sürede turşunun özellikleri tespit edilmiştir. Turşuların en düşük L değeri % 2.5 tuz konsantrasyonu haşlanarak turşuya işlenenlerde belirlenmiştir. En yüksek yeşillik (-a) değeri % 5 tuz içeren haşlanmışlarda, sarılık (b) değeri ise % 2.5 tuz içeren çiğden işlenen turşularda bulunmuştur. En fazla renk değişimi (ΔE) ise % 2.5 tuz içeren örneklerde olmuştur. Tuz konsantrasyonunun renk üzerine önemli etkisi olmamıştır ($p>0.05$). Tuz konsantrasyonu arttıkça titrasyon asitliği azalmış, pH değerleri yükselmiştir. En yüksek asitlik değeri en düşük konsantrasyonda haşlanmamış örneklerde rastlanmıştır. Renk özellikle aydınlık ve sarılık değerleri üzerine hammaddenin çiğ veya haşlanmış olup olmadığı etkili olmuştur. Çiğden işlenenlerde aydınlık ve sarılık değerleri daha yüksek bulunmuştur. En yüksek titrasyon asitliği değerleri % 2.5 tuz içerenlerde saptanmış dolayısıyla pH düşüşü daha fazla olmuştur. En yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite %2.5 tuz içerenlerde saptanmıştır. Hammaddenin sertliği haşlamayla birlikte azalmıştır. Çiğden işlenen turşularda fermentasyonla birlikte azalış devam etmiş, ancak haşlanmışlarda doku sertleşmiştir. Tuz konsantrasyonu elastikiyet dışında tekstürel özelliklere etki etmemiştir ($p>0.05$). En yüksek elastikiyet değeri % 7.5 tuz içerenlerde saptanmıştır ($p<0.05$). Halbuki diğer tuz içerenlerde diğer tekstür değerleri arasında fark bulunmamıştır. En yüksek sertlik değeri haşlanmış şalgamdan üretilenlerde görülmüştür. Halbuki esneklik ve yapışkanlık değeri çiğ şalgamdan üretilenlerde haşlanmış şalgamdan üretilenlerden daha yüksek saptanmıştır ($p<0.05$).

Turşuların duyuşal puanları incelendiğinde %2.5 tuz konsantrasyonunda haşlanmış şalgamdan üretilenler en yüksek puanı alırken, genel olarak sertlik değerleri düşük puanlanmıştır. Genel kabul edilebilirlik değerleri ise hemen hepsinde düşük olmuştur. Duyusal özellikler dikkate alındığında; turşuların ister çiğ isterse haşlanmış hammaddeden üretilmiş olsun aromasını maskeleyecek, rengini geliştirecek veya yeni renk kazandıracak, yapısını iyileştirecek (CaCl₂ ilavesi gibi) uygulamalar yapılmalıdır.

Brassica sebzeleri biyoaktif özelliğe sahip glikozinolatlar içermektedir. Sağlık ağıısından önem taşıyan bu maddelerin bir kısmı hoşa gitmeyen tat ve kokuya yol açabilmektedir. Turşu üretimi sırasında ortamda istenen ve istenilmeyen mikroorganizmalar tarafından gıda bileşenlerinin parçalanmasıyla yeni aroma maddeleri oluşmaktadır ki bunların bir kısmı hoşa gitmemektedir. Bu durum *Brassica* sebzelerinden üretilen turşularda daha belirgin olabilmektedir. Olumsuz gibi görülen bu durum giderildiğinde, özellikle şalgamın bulunmadığı dönemde şalgam turşu ve fermente salamurası iyi bir antioksidan kaynağı olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abo-Youssef, A. M. and Mohammed, R. 2013. Effects of Brassica rapa on fructose-induced metabolic syndrome in rats: A comparative study. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 21(1), 1-5.
- Afsharypuor, S. and Tahmasian, M. 2010. Volatile constituents of the tuberous taproot, leaf and seed of Brassica rapa L. ssp. rapa cultivated in Isfahan (Iran). *Journal of Essential Oil Research*, 22(2), 173-175.
- Alenyorege, E. A., Adongo, T. A. and Alhassan, H.Y. 2015. Effects of brine preservation on the shelf life of lettuce (*Lactuca sativa* L.) stored under tropical ambient temperature. *International Journal of Innovative Science, Engineering and Technology*, 2(8), 2348 – 7968
- Ali, A. M., Barakat, N. T., Obaid, H. H., Hassan, A. A. and Abaas, Z. A. 2010. Cytotoxicity effect of aqueous extract of Brassica rapa roots on cancer cell lines in vitro. *Iraqi Journal of Science*, 51(4), 550-560.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemists (17th ed). AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Arias-Carmona, M. D., Romero, M. A., Muñoz, N. and Vázquez, M. L. 2012. Sensory analysis of protected geographical indication products: An example with turnip greens and tops. *Journal of Sensory Studies*, 27(6), 482-489.
- Avato, P. and Argentieri, M. P. 2015. Brassicaceae: A rich source of health improving phytochemicals. *Phytochemistry Reviews*, 14(6), 1019-1033.
- Bangash, J. A., Arif, M., Khan, M. A., Khan, F. and Hussain, I. 2011. Proximate composition, minerals and vitamins content of selected vegetables grown in Peshawar. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 33(1), 118-122.
- Behnam, K. and Sani, A. M. 2017. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils and extracts of two varieties of turnip (*Brassica rapa*) root and leaves in Fars-Iran. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, 6(1), 399-404.
- Bellostas, N., Sørensen, J. C. and Sørensen, H. 2004. Qualitative and quantitative evaluation of glucosinolates in cruciferous plants during their life cycles. *Agroindustria*, 3(3), 5-10.
- Belviranlı, B. 2008. Kontrollü şartlarda kapari (*Capparis ovata* desf. var. *canescens* (Coss.)) meyvelerinin salamura ürüne işlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Björkman, M., Kligen, I., Birch, A. N., Bones, A. M., Bruce, T. J., Johansen, T. J. and Stewart, D. 2011. Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health influences of climate, environment and agronomic practice. *Phytochemistry*, 72(7), 538-556.

- Bradshaw, J. E., Heaney, R. K., Macfarlane, W. H., Gowers, S., Gemmell, D. J. and Fenwick, G. R. 1984. The glucosinolate content of some fodder Brassicas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35(9), 977-981.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie/Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Butt, M. S. and Sultan, M. T. 2011. Nutritional profile of vegetables and its significance to human health. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 107-123.
- Carlson, D. G., Daxenbichler, M. E., Tookey, H. L., Kwolek, W. F., Hill, C. B. and Williams, P. H. 1987. Glucosinolates in turnip tops and roots: Cultivars grown for greens and/or roots. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112(1), 179-183.
- Cartea, M. E. and Velasco, P. 2007. Glucosinolates in Brassica foods: Bioavailability in food and significance for human health. *Phytochemistry Reviews*, 7(2), 213-229.
- Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P. and Velasco, P. 2011. Phenolic compounds in brassica vegetables. *Molecules*, 16(1), 251-280.
- Cemeroğlu, B. 1992. Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metotları. Biltav Yayınları, 381 s, Ankara.
- da Silva, M. B., Rodrigues, L. F. O. S., Rossi, T. C., De Souza Vieira, M. C., Minatel, I. O. and Lima, G. P. P. 2016. Effects of boiling and oil or vinegar on pickled jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) fruit. *African Journal of Biotechnology*, 15(6), 125-133.
- Fadhıl, Z. H. F. 2015. Çeşitli sebze sularının farklı probiyotik bakteriler için prebiyotik etkilerinin ve antioksidatif aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- FAO 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 26.06.2019).
- Fernandes, F., Valentão, P., Sousa, C., Pereira, J. A., Seabra, R. M. and Andrade, P. B. 2007. Chemical and antioxidative assessment of dietary turnip (*Brassica rapa* var. *rapa* L.). *Food Chemistry*, 105(3), 1003-1010.
- Fimognari, C., Turrini, E., Ferruzzi, L., Lenzi, M. and Hrelia, P. 2012. Natural isothiocyanates: Genotoxic potential versus chemoprevention. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 750(2), 107-131.
- Francisco, M., Moreno, D. A., Cartea, M. E., Ferreres, F., García-Viguera, C. and Velasco, P. 2009. Simultaneous identification of glucosinolates and phenolic compounds in a representative collection of vegetable *Brassica rapa*. *Journal of Chromatography A*, 1216(38), 6611-6619.

- Francisco, M., Velasco, P., Moreno, D. A., García-Viguera, C. and Cartea, M. E. 2010. Cooking methods of Brassica rapa affect the preservation of glucosinolates, phenolics and vitamin C. *Food Research International*, 43(5), 1455-1463.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V. and Ugglä, M. 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 80(14), 2021-2027.
- Gharehbeglou, P., Askari, B., Rad, A. H., Hoseini, S. S., Pour, H. T. and Rad, A. H. E. 2014. Investigating of drying kinetics and mathematical modeling of turnip. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 16(3), 194-204.
- Gorzelany, J., Migut, D., Matłok, N. and Kuźnar, P. 2016. Assessment of mechanical properties of fresh fruit and brine pickles obtained from selected varieties of field cucumber, depending on the chemical composition of brine, duration of pickling and additional starting cultures. *Teka Komisji Motoryzacji Energetyki Rolnictwa*, 16(4), 7-12.
- Gross, K. C. and Acosta, P. B. 1991. Fruits and vegetables are a source of galactose: Implications in planning the diets of patients with galactosaemia. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, 14(2), 253-258.
- Gupta, R. K., Sharma, A. and Sharma, R. 2007. Instrumental texture profile analysis (tpa) of shelled sunflower seed caramel snack using response surface methodology. *Food Science and Technology International*, 13(6), 455-460.
- Haliloğlu, H. İ., Arslan, M., Lee, B. J. ve Dabrowski, K. 2012. The effects of dietary turnip (Brassica rapa) and biofuel algae on growth and chemical composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. *Turkish Journal of Fisheries And Aquatic Sciences*, 12(2), 323-329.
- Hassanzadeh-Taheri, M., Hosseini, M., Hassanpour-Fard, M., Ghiravani, Z., Vazifeshenas-Darmiyan, K., Yousefi, S. and Ezi, S. 2016. Effect of turnip leaf and root extracts on renal function in diabetic rats. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 16(4), 279-286.
- Helland, H. S., Leufvén, A., Bengtsson, G. B., Pettersen, M. K., Lea, P. and Wold, A. B. 2016. Storage of fresh-cut swede and turnip: effect of temperature, including sub-zero temperature, and packaging material on sensory attributes, sugars and glucosinolates. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 370-379.
- Hong, E. and Kim, G. H. 2008. Anticancer and antimicrobial activities of β -phenylethyl isothiocyanate in Brassica rapa L. *Food Science and Technology Research*, 14(4), 377-377.
- Hosseini, S. E., Zahiri, S. and Aqababa, H. 2013. Effect of alcoholic extract of Brassica rapa root on formalin test pain in adult male rats. *The Horizon of Medical Sciences*, 19(3), 161-166.

- Iqbal, S., Younas, U., Chan, K. W., Saeed, Z., Shaheen, M. A., Akhtar, N. and Majeed, A. 2013. Growth and antioxidant response of Brassica rapa var. rapa L. (turnip) irrigated with different compositions of paper and board mill (pbm) effluent. *Chemosphere*, 91(8), 1196-1202.
- Jahangir, M., Kim, H. K., Choi, Y. H. and Verpoorte, R. 2009. Health affecting compounds in Brassicaceae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(2), 31-43.
- Jung, U. J., Baek, N. I., Chung, H. G., Bang, M. H., Jeong, T. S., Lee, K. T. and Choi, M. S. 2008. Effects of the ethanol extract of the roots of brassica rapa on glucose and lipid metabolism in C57BL/Ksj-Db/Db mice. *Clinical Nutrition*, 27(1), 158-167.
- Kahlon, T. S., Chapman, M. H. and Smith, G. E. 2007. In vitro binding of bile acids by okra, beets, asparagus, eggplant, turnips, green beans, carrots, and cauliflower. *Food Chemistry*, 103(2), 676-680.
- Kahlon, T. S., Avena-Bustillos, R. J. and Chiu, M. C. M. 2018. Whole grain gluten free high protein vegetable snacks of buckwheat peanut meal and kale. *Food and Nutrition Sciences*, 9(04), 335.
- Karthiga, S. and Jaganathan, D. 2013. Total antioxidant capacity and total phenol content of pulses and root vegetables commonly used in India. *Int. J. Food Nut. Sci*, 2, 24.
- Kaveh, M. and Amiri Chayjan, R. 2016. Modeling thin-layer drying of turnip slices under semi industrial continuous band dryer. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12778.
- Kayserili, A. 2011. Erzurum şehrinin kültürel coğrafyası (maddi kültür öğelerine göre). Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, 256, Erzurum.
- Klopsch, R., Witzel, K., Börner, A., Schreiner, M. and Hanschen, F. S. 2017. Metabolic profiling of glucosinolates and their hydrolysis products in a germplasm collection of Brassica rapa turnips. *Food Research International*, 100(3), 392-403.
- Kumar, S. And Andy, A. 2012. Health promoting bioactive phytochemicals from Brassica. *International Food Research Journal*, 19(1), 141-152.
- Lagarrigue, D. 2015. Evaluation of changes in glucosinolates profile and biosynthetic genes expression in turnip (Brassica rapa L.). MSc Thesis Plant Breeding - Plant Sciences - Plant Breeding - Wageningen University.
- Li, X., Li, B. and Yang, Y. 2018. Effects of foliar selenite on the nutrient components of turnip (Brassica rapa var. rapa linn.). *Frontiers in Chemistry*, 6: 42. doi: 10.3389/fchem.

- Langari, F. S. and Movagharnejad, K. 2015. Experimental study and mathematical modeling of the osmotic drying process. *Iranian Journal of Chemical Engineering*, 12(3), 15-31.
- Martínez, A., Valado, Á. A., Carballo, J. and Falqué, E. 2018. Changes in nutritional and sensory characteristics of canned turnips: Effect of salt. *Journal of Food and Nutrition Research*, 57(4), 408-418.
- Martínez, S., Olmos, I., Carballo, J. and Franco, I. 2010. Quality parameters of Brassica spp. grown in northwest Spain. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(4), 776-783.
- Mirzaie, H., Johari, H., Najafian, M. and Kargar, H. 2012. Effect of ethanol extract of root turnip (*Brassica rapa*) on changes in blood factors HDL, LDL, triglycerides and total cholesterol in hypercholesterolemic rabbits. *Advances in Environmental Biology*, 6(10), 2796-2801.
- Mnkeni, A. P., Gierschner, K. and Maeda, E. E. 1999. Effect of blanching time and salt concentration on pectolytic enzymes, texture and acceptability of fermented green beans. *Plant Foods for Human Nutrition*, 53(4), 285-296.
- Mohajeri, D., Gharamaleki, M. N., Hejazi, M. N., Sajjad, S. And Nazeri, M. 2011. Protective effect of turnip root (*Brassica rapa* L.) Ethanolic extract on early hepatic injury in alloxanized diabetic rats. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(7), 748-756.
- Mullin, W. J., Collins, M. and Proudfoot, K. G. 1980. Glucosinolate content and clubroot of rutabaga and turnip. *Canadian Journal of Plant Science*, 60(2), 605-612.
- Nugrahedhi, P.Y. 2015. Glucosinolates during preparation of Brassica vegetables in Indonesia. Doktora Tezi, Wageningen University, 12, Wageningen.
- Nugrahedhi, P. Y., Verkerk, R., Widianarko, B. and Dekker, M. 2015. A mechanistic perspective on process-induced changes in glucosinolate content in Brassica vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(6), 823-838. doi.org/10.1080/10408398.2012.688076
- Özkan, K. 2016. Fermentasyonun bazı sebzelerin biyoaktif özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 45-65, İstanbul.
- Paul, S., Geng, C. A., Yang, T. H., Yang, Y. P. and Chen, J. J. 2019. Phytochemical and health beneficial progress of turnip (*Brassica rapa*). *Journal of Food Science*, 84(1), 19-30.
- Perasiriyan, V., Karthikadevi, B. and Sivakumar, T. 2013. Optimization of drying process for vegetables and fish by solar tunnel dryer. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 3(2), 51-57.
- Pereira, D., Valentão, P., Pereira, J. and Andrade, P. 2009. Phenolics: From chemistry to biology. *Molecules*, 14(6), 2202-2211.

- Prá, V. D., Jardim, N. S., Dolwitsch, C. B., Mazutti, M. A., Viana, C., Bohrer, D., Nascimento, P. C., Carvalho, L. M., Silva, M. B., Carvalho, C. A. and Rosa, M. D. 2013. A review of influence of environment and process parameters on glucosinolate-myrosinase system from Brassica. *J. Appl Pharm Sci*, 3(8), 121-128. doi: 10.7324/japs.2013.3922
- Raiola, A., Errico, A., Petruk, G., Monti, D., Barone, A. and Rigano, M. 2017. Bioactive compounds in Brassicaceae vegetables with a role in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 23(1), 15.
- Ryu, J. P., Kim, D. C., In, M. J., Chae, H. J. and Lee, S. D. 2012. Antioxidant potential of ethanol extract of Brassica rapa L. root. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(9), 1581-1584.
- Saeed, M. K., Anjum, S., Ahmad, I., Nisa, A., Ali, S., Zia, A. and Ali, S. 2012. Nutritional facts and free radical scavenging activity of turnip (Brassica rapa) from Pakistan. *World Applied Sciences Journal*, 19(3), 370-375.
- Sanlier, N. and Guler, S. M. 2018. The benefits of brassica vegetables on human health. *Journal of Human Health Research*, 1(1), 104.
- Sayın, F. K. and Alkan, S. B. 2015. The effect of pickling on total phenolic contents and antioxidant activity of 10 vegetables. *Food and Health*, 1(3), 135-141.
- Shattuck, V. I., Kakuda, Y., Shelp, B. J. and Kakuda, N. 1991. Chemical composition of turnip roots stored or intermittently grown at low temperature. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(5), 818-822.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Suresh, E. R. 2008. Development of shelf-stable brined vegetables by lactic acid fermentation. *Journal of Horticultural Sciences*, 3(2), 150-155.
- Ślaska-Grzywna, B. 2008. Wpływ parametrów obróbki cieplnej selera na siłę cięcia. *Inżynieria Rolnicza*, 6(104), 175-180.
- Ślaska-Grzywna, B. and Starek, A. 2011. Wpływ obróbki cieplnej na jakość cukinii. *Inżynieria Rolnicza*, 6(131), 223-229.
- Thompson, H.C. Tiveron, A. P., Melo, P. S., Bergamaschi, K. B., Vieira, T. M., Regitano-d'Arce, M. A. and Alencar, S. M. 2012. Antioxidant activity of brazilian vegetables and its relation with phenolic composition. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8943-8957.
- Tindall, H.D. 1983. *Vegetables in the Tropics*. Macmillan Press, London.

- Tiveron, A.P., Melo, P.S., Bergamaschi, K.B., Vieira, T.M. F. S. Regitano-d'Arce M.A.B. and Alencar, S.M. 2012. Antioxidant activity of Brazilian vegetables and its relation with phenolic composition. *Int J Mol Sci.* 13, 8943-8957. doi:10.3390/ijms13078943.
- TUİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistikler. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 26.06.2019).
- Uthpala T., Marapana R., Rathnayake A. and Maduwanthi S. 2019. Cucumber vegetable as a brine fermented pickle. *Trends and Prospects in Processing of Horticultural Crops*. Today & Tomorrow's Printers and Publishers, 447-462, India.
- Uthpala, T. G. G., Marapana, R. A. U. J. and Jayawardana, S. A. S. 2018. Sensory quality and physicochemical evaluation of two brine pickled cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(3).
- Vatansever, S., Vegi, A., Robinson, J. G. and Hall, C. A. 2017. The effect of fermentation on the physicochemical characteristics of dry-salted vegetables. *Journal of Food Research*, 6(5), 32-40.
- Vogl-Lukasser, B., Vogl, C. R. and Reiner, H. 2007. The turnip (*Brassica rapa* L. subsp. *rapa*) in eastern tyrol (Lienz District; Austria). *Ethnobotany Research and Applications*, 5, 305-317.
- Wu, Q. J., Xie, L., Zheng, W., Vogtmann, E., Li, H. L., Yang, G. and Xiang, Y. B. 2013. Cruciferous vegetables consumption and the risk of female lung cancer: A prospective study and a meta-analysis. *Annals of Oncology*, 24(7), 1918-1924.
- Xue, Y. L., Chen, J. N., Han, H. T., Liu, C. J., Gao, Q., Li, J. H. and Liu, C. Q. 2019. Multivariate analyses of the physicochemical properties of turnip (*Brassica rapa* L.) chips dried using different methods. *Drying Technology*, 1-9. doi.org/10.1080/07373937.2019.1578971.
- Yadav, N., Mishra, N. and Yadav, A. 2016. Analysis of physiochemical properties and antioxidant profile of selected vegetables. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 3(2), 151-154.
- Yamani, M. I. 1993. Fermentation of brined turnip roots using *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 9(2), 176-179.
- Yamani, M. I., Hammouh, F. G. A., Humeid, M. A. and Robinson, R. K. 1999. Production of fermented cucumbers and turnips with reduced levels of sodium chloride. *Tropical Science*, 39(4), 233-237.
- Zahoor, I. and Khan, M. A. 2017. Effect of various pretreatments on quality attributes of dried turnip slices after convective drying and during storage in various packaging materials. *International Journal of Technical Research and Science*, 2(11), 2454- 2024 .

Zhang, N., Zhao, J., Lens, F., De Visser, J., Menamo, T., Fang, W., Xiao, D., Bucher, J., Basnet, B. K., Lin, K., Ching, F., Wang, X., Lagarrigue, G. and Cheng, F. 2014. Morphology, carbohydrate composition and vernalization response in a genetically diverse collection of Asian and European turnips (*Brassica rapa* subsp. *rapa*). *Plos One*, 9(12), e114241.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nour SAFİ

Doğum Yeri: Halep / SURIYE

Yabancı Dili: Arapça, İngilizce, Türkçe

Eğitim Durumu:

Lisans: HALEP Üniversitesi (2014)

Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Teknolojisi Anabilim

Dalı (2015-Devam ediyor)