



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ÖN İŞLEMLER UYGULANARAK ÜRETİLEN MANTAR
(*Agaricus bisporus*) TURŞULARININ BİYOAKTİF VE ÇEŞİTLİ
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

BÜŞRA ALTINTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. MUSTAFA BAYRAM

TOKAT-2023



**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ÖN İŞLEMLER UYGULANARAK ÜRETİLEN MANTAR
(*Agaricus bisporus*) TURŞULARININ BİYOAKTİF VE ÇEŞİTLİ
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

BÜŞRA ALTINTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. MUSTAFA BAYRAM

**TOKAT-2023
Her hakkı saklıdır**



**Bu tez çalışması;
Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2022/78 nolu proje ile
desteklenmiştir**

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Mustafa BAYRAM danışmanlığında hazırlamış olduğum “**Farklı Ön İşlemler Uygulanarak Üretilen Mantar (*Agaricus bisporus*) Turşularının Biyoaktif ve Çeşitli Özelliklerinin Belirlenmesi**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

25/01/2023
Büşra ALTINTAŞ



JÜRİ KABUL VE ONAY

Büşra ALTINTAŞ tarafından hazırlanan “Farklı Ön İşlemler Uygulanarak Üretilen Mantar(*Agaricus bisporus*) Turşularının Biyoaktif ve Çeşitli Özelliklerinin Belirlenmesi ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 25.01.2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

Üye (Başkan) : Prof. Dr. Cemal KAYA

Üye : Prof. Dr. Osman KOLA

Üye : Doç. Dr. Mustafa BAYRAM

İmzası

.....

.....

.....

ONAY

...../...../.....

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve katkılarıyla bana ışık tutan ve her konuda yardımını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Mustafa BAYRAM'a en içten dileklerimle teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Üretim ve analiz sürecinde yardımlarından ve her daim samimiyetinden dolayı Arş. Gör. Semra TOPUZ'a teşekkür ederim.

Tüm bu çalışmalar boyunca maddi manevi desteklerini eksik etmeyen her daim yanımda olan canım babam Ömer ALTINTAŞ'a; sevgili annem Tülin ALTINTAŞ'a ve beni motive etmekten asla vazgeçmeyen biricik kardeşim Sude ALTINTAŞ'a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

BÜŞRA ALTINTAŞ

25 Ocak 2023

ÖZET
FARKLI ÖN İŞLEMLER UYGULANARAK ÜRETİLEN MANTAR
(*Agaricus bisporus*) TURŞULARININ BİYOAKTİF VE ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

Altıntaş, Büşra
Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Bayram
Şubat 2023, xi + 87 Sayfa

Çalışmada farklı ön işlemlere tabi tutularak üretilen mantar turşularının çeşitli özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında turşu üretiminde laktik asit fermantasyonundan önce mantarlara haşlama, katkılı haşlama, ultrases ve mikrodalga tekniği uygulanmıştır. Kontrol grubunda örnekler 1, 3 ve 5 dakika saf suda 90-92 °C’de haşlanmıştır. Katkılı haşlamada örnekler % 0.05 KMS (Potasyum Metabisülfite) ve % 0.1 sitrik asitli sudan oluşan çözelti içinde 90-92 °C’de 1, 3, 5 dakika haşlanmıştır. Ultrases uygulamasında örnekler 40°C, 37 kHz’de 3, 5, 10 dakika ultrases işlemine tabi tutulmuştur. Mikrodalga tekniğinde ise örnekler 180W 30, 60, 90 saniye mikrodalga işlemi uygulanmıştır. Fermantasyon sonunda titrasyon asitliği değerinin K1, U2 ve M1 örneklerinde 19. günde KK2 ve KK3 örneklerinde 21.günde en yüksek seviyeye ulaştığı diğer örneklerde ise 22. günde en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Mantar turşularında ortalama pH değeri 3.68, ortalama toplam asitlik miktarı % 0.81, ortalama tuz miktarı % 5.54 olarak saptanmıştır. Mantar turşularında ultrases ve mikrodalga ön işlemlerinin fenolik madde içeriğini diğer yöntemlere nazaran koruduğu; haşlama ve katkılı haşlama ön işlemlerinin ise sertlik ve protein değerini korumada daha iyi olduğu belirlenmiştir. Turşuların fenolik madde miktarları ile antioksidan aktiviteleri arasında pozitif yönde ilişki olduğu saptanmıştır. Farklı ön işlemlerin mantar turşusu üretiminde farklı sonuçlar doğurabileceği gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Agaricus bisporus*, Fermantasyon, Mantar turşusu, Ön işlemler.

ABSTRACT
DETERMINATION OF BIOACTIVE AND VARIOUS PROPERTIES OF
MUSHROOM (*Agaricus bisporus*) PICKLES PRODUCED BY IMPLEMENTING
DIFFERENT PRE-PROCESSES

Altıntaş, Büşra
Master's Thesis, Department Of Food Engineering
Advisor: Assoc. Prof. Mustafa Bayram
February 2023, xi + 87 pages

In the study, it was aimed to determine the various properties of mushroom pickles produced by subjecting different pre-treatments. In the scope of the study, blanching, additive blanching, ultrasound and microwave techniques were applied to the mushrooms before lactic acid fermentation in pickle production. In the control group, the samples were boiled for 1, 3 and 5 minutes in distilled water at 90-92 °C. In additive blanching, the samples were boiled in a solution consisting of 0.05% KMS (Potassium Metabisulfite) and 0.1% citric acid water at 90-92 °C for 1, 3, 5 minutes. In the ultrasound application, the samples were subjected to ultrasound treatment at 40°C, 37 kHz for 3, 5, 10 minutes. In microwave technique, 180W microwave was applied to the samples for 30, 60, 90 seconds. At the end of the fermentation, it was determined that the titration acidity value reached the highest level on the 19th day in the K1, U2 and M1 samples, on the 21st day in the KK2 and KK3 samples, and reached the highest level on the 22nd day in the other samples. Average pH value in mushroom pickles was 3.68, average total acidity amount was 0.81%, average salt amount was 5.54%. In both mushroom and brine samples, ultrasound and microwave pretreatments preserved the phenolic content compared to other methods; It was determined that blanching and blanching with additives were better in preserving hardness and protein value. It was determined that there was a positive linear relationship between the amount of phenolic substances and antioxidant activities of pickles. It has been observed that different pretreatments may produce different results in the production of pickled mushrooms.

Keywords: *Agaricus bisporus*, Fermentation, Mushroom Pickle, Pre-Treatment.

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME.....	i
JÜRİ KABUL VE ONAY	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Mantarlar ve Genel Özellikleri	4
2.2. Mantar Üretimi ve Tüketimi	10
2.3. Kültür Mantarı (<i>Agaricus bisporus</i>)	13
2.4. Kültür Mantarlarının Bileşimi	15
2.5. Kültür Mantarı Turşusu	23
2.5.1. Mantar turşusu üretiminde uygulanan ön işlemler	26
3. KAYNAK ÖZETLERİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR	31
4. MATERYAL ve YÖNTEM	36
4.1. Araştırma Materyali	36
4.1.1. Kimyasal materyal	36
4.1.2. Kullanılan ekipmanlar.....	37
4.2. Araştırma Yöntemi	37
4.2.1. Turşu üretimi	37
4.2.2. pH	38
4.2.3. Titrasyon asitliği	38
4.2.4. Tuz analizi.....	39
4.2.5. Kül analizi.....	39
4.2.6 Mantar ekstraktlarının hazırlanması	39
4.2.7. Toplam fenolik madde miktarı	40
4.2.8. Toplam flavonoid madde miktarı	40
4.2.9. Antioksidan aktivite tayini.....	40
4.2.10. Protein tayini.....	42

4.2.11. Renk analizi	42
4.2.12. Sertlik analizi	43
4.2.13. İstatistiksel analiz.....	43
5. BULGULAR ve TARTIŞMA	44
5.1. Laktik Asit Fermantasyonunun İzlenmesi	44
5.2. pH Değeri, Toplam Asitlik ve Tuz Miktarı	47
5.3. Kül Analizi.....	49
5.4. Protein Analizi	50
5.5. Sertlik Analizi	51
5.7. Renk Değeri	53
5.7. Toplam Fenolik Bileşik Miktarı	58
5.7. Flavonoid Bileşik Miktarı.....	59
5.8. Antioksidan Aktivite.....	61
5.8.1. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS ^{•+}).....	61
5.8.2. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH [•])	62
5.8.3. Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP)	63
6. SONUÇ.....	65
7. KAYNAKLAR	69
8.EKLER	84
9. ÖZGEÇMİŞ	87

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Mantar tür çeşitliliği diyagramı	8
Şekil 2.2. Dünya ve ülkemizdeki mantar üretiminin mantar türlerine göre dağılımı	11
Şekil 2.3. <i>A. bisporus</i> 'un beslenme, tıbbi ve kozmetik değerinin bir özeti (Usman ve ark., 2021)	14
Şekil 4.1. Turşu üretiminde kullanılan kültür mantarları	36
Şekil 4. 2. Hazırlanan mantar turşuları	38
Şekil 5.1. Haşlama ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği	44
Şekil 5.2. Katkılı haşlama ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği	45
Şekil 5.3. Mikrodalga ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği	45
Şekil 5.4. Ultrases ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği	46

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. <i>A. bisporus</i> 'tan elde edilen çiğ mantar besin bileşimi (Ramos ve ark., 2019)	16
Çizelge 5.1. Mantar turşularının pH, toplam asitlik ve tuz değerleri.....	47
Çizelge 5.2. Salamura örneklerinin pH, toplam asitlik ve tuz değerleri.....	48
Çizelge 5.3. Mantar turşularının ve salamura örneklerinin kül miktarı.....	49
Çizelge 5.4. Mantar turşularının protein miktarı	50
Çizelge 5.5. Mantar turşularının sertlik değerleri	52
Çizelge 5.6. Mantar turşularının renk değerleri.....	53
Çizelge 5.7. Salamura örneklerinin renk değerleri	54
Çizelge 5.8. Mantar turşularının croma, hue açısı ve hue açısı değerleri	55
Çizelge 5.9. Salamura örneklerinin croma, hue açısı ve hue açısı derecesi değerleri	56
Çizelge 5.10. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarları	58
Çizelge 5.11. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin flavonoid bileşik miktarı.....	60
Çizelge 5.12. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin katyon radikali giderme aktivitesi	61
Çizelge 5.13. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin serbest radikali giderme aktivitesi	62
Çizelge 5.14. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
°C	Derece Santigrat
µl	Mikrolitre
>	Büyük
<	Küçük
±	Artı Eksi
L*	(0) Siyah , (50) Gri, (100) Beyaz
a*	(+) Kırmızı, (-) Yeşil
b*	(+) Sarı, (-) Mavi
ABTS	2,2'-azino-bis (3 etilbenzotiyazolin6-sülfonik asit)diamonyum tuzu
AgNO ₃	Gümüş nitrat
AlCl ₃	Alüminyum klorür
CFU	Koloni oluşturan birim
DMSO	Dimetilsülfoksit
DPPH	Bakır dekar 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil
H ₂ SO ₄	Hidrojen sülfat
H ₃ BO ₃	Hidrojen borat
K ₂ CrO ₄	Potaasyum kromonat
KMS	Potasyum Metabisülfid
NaOH	Sodyum hidroksit
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
NaNO ₂	Sodyum nitrat
PPO	2,5-Difeniloksazol sintilasyon derecesi
Troloks	(±)-6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit

Kısaltmalar

DNA

FAO

g

GAE

HIV

HDL

kHz

LDL

mg

mHz

mL

mM

TÜİK

TE

UV

Açıklama

Deoksiribonükleik Asit

Gıda ve Tarım Örgütü

Gram

Gallik Asit Eşdeğeri

İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü

Yüksek Dansiteli Lipoprotein

Kiloherz

Düşük Dansiteli Lipoprotein

Miligram

Miliherz

Mililitre

Milimolar

Türkiye İstatistik Kurumu

Troloks eşdeğeri

Ultraviyole

1. GİRİŞ

Mantarlar her geçen gün üretimi ve tüketimi artan gıda maddelerindendir (Yılmaz ve ark., 2017). Farklı tat ve aromaya sahip olmanın yanı sıra antioksidan, antimikrobiyal, anti-viral, anti-inflamatuvar, bağışıklık sistemini düzenleyici, karaciğer koruyucu gibi pek çok potansiyel tıbbi özellikleri nedeniyle de insanlar tarafından tüketilmektedir (Roman, ve ark., 2020). Mevcut tahminlere göre, dünyada en az 12.000 mantar türü mevcuttur ve bunun 2000 tanesinin yenilebilir olduğu belirlenmiştir. Ticari olarak yetiştirilen 35'e yakın mantar türü bulunmaktadır. Yaklaşık 200 yabancı türü de tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Kültürü yapılan mantarlar arasında *A. bisporus* ilk sırada yer almakta olup bunu *Lentinus edodes* ve *Pleurotus spp.* takip etmektedir (Rathore ve ark., 2017).

Ülkemizin farklı bölgelerinde yenebilen birçok yabancı mantar türü bulunmaktadır. Yenebilen yabancı mantar türü tüketiminin Karadeniz Bölgesi'nde oldukça yaygın olduğu bildirilmiştir (Bulam ve ark., 2018). Bu bölgedeki ormanlık alanların çokluğu ticari açıdan önemli mantarlara sahip olmasını beraberinde getirmekte ve bu mantarların halk tarafından toplanması küçük ve aktif bir Pazar varlığını ortaya çıkarmaktadır (Okan ve ark., 2013). Mantar yoğunluğunun ve tüketiminin fazla olduğu bu bölge illerinde mantar turşuları yapıldığı da bilinmektedir (Gürgen ve ark., 2019).

Mantarların besin bileşimi oldukça zengindir. Önemli bir protein, lif, mineral ve yağ kaynağı olmakla birlikte farklı türler arasında bu bileşenler çeşitlilik göstermektedir (Yadav ve Negi, 2021). İçeriğinde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı, doymuş yağ asitlerine kıyasla oldukça yüksektir (Kayode ve ark., 2015). Yağda çözünen vitaminler ve ergosterol içeriği bakımından zengin mantarların D vitamini için tek vejetaryen kaynak olduğu düşünülmektedir. Mantarlar zengin B vitamini kaynağıdır bununla birlikte fosfor, magnezyum, demir, çinko, bakır gibi çeşitli mineralleri önemli miktarda içermektedir. β -glukanlar, triterpenoidler, antioksidanlar vb. biyoaktif moleküllerin varlığı ile muazzam nutrasötik özellikleri olduğu da tespit edilmiştir (Rathore ve ark., 2017).

Sağlıklı gıdalar arasında yer alan ve yüzyıllardır dünyanın farklı lokasyonlarında sevilerek tüketilen fermente gıdalar dünya gıda tüketiminin üçte birini oluşturmaktadır. Fermantasyon prosesi hem gıdanın raf ömrünü uzatması hem de ürünün duyuşal niteliklerine olumlu etkilerinden dolayı tüketicileri cezbetmektedir. Özellikle çabuk bozulan meyve ve sebzelerin raf ömrünü artırmak amacıyla uygulanan işlemlerden biri de fermantasyon uygulamasıyla turşu üretimidir (Gül ve ark., 2021).

Laktik asit fermantasyonu ile muhafaza edilen gıdalar çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Dışarıdan başlatıcı kültür ilavesi yapılarak veya hammaddeden veya ortamdan gelen doğal flora içerisindeki laktik asit bakterilerinin fermente edilebilir şekerleri asitlere dönüştürmesi ile gerçekleşen laktik asit fermantasyonu hammaddeye göre yeni ve farklı karakteristik özelliklere sahip ürünler ortaya çıkarmaktadır. Laktik asit fermantasyonunda *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* cinsi bakteriler rol almaktadır. Bu bakterilerin ortak özellikleri fermantasyon sonucunda laktik asit üretmeleridir. Ayrıca laktik asit fermantasyonu sonucu ortaya çıkan bazı metabolitler ürünü bozulmalara ve toksin oluşturan mikroorganizmalara karşı korumakta, patojenlerin gelişimini engellemekte ve ürünün besinsel değerini de arttırmaktadır (Dalgıç ve Akbulut, 1988).

Yüksek nem içeriğine sahip olan mantarlar hasat sonrası uygun özen gösterilmezse hızla bozulmaya eğilimlidir. Genellikle kırılğan bir yapıları vardır. Raf ömürleri soğuk koşullarda 3-7 gün arasında değişmektedir. Yüksek nem içerikleri, raf ömürlerinin kısa olması, mevsimsel ve yöresel olmaları gibi özellikleri mantarın sürekli tüketilmesini engellemekte, kurutma, dondurma, fermantasyon gibi farklı muhafaza işlemlerini gerekli kılmaktadır (Gürgen ve ark., 2019). L-askorbik asit, sitrik asit, sodyum metabisülfid gibi esmerleşme önleyici solüsyonlarda bekletme ve haşlama gibi mantarlarda tazeliği koruyan teknikler, mantarların raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Sıcaklık uygulaması ve/veya diğer işleme tekniklerinin kullanılması mantarın besin bileşimini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu nedenle etkili mantar işleme tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Yadav ve Negi, 2021).

Haşlama, mantarlara dondurma, turşu yapma ve konserve etme işlemleri öncesinde sıcak su veya buhar kullanılarak uygulanan önemli bir ön işlemdir. Bazı gıdalar endüstriyel ölçüde kurutma, dondurma, konserve etme işlemlerinden önce haşlamaya tabi tutulurlar. Haşlama gıda maddesinin 60-100 °C’de sıcak su veya buhar ile temas ettirilmesi işlemidir. Bu işlem mikroorganizma yükünü azaltırken, gıdaların içerdiği enzimleri de inaktive eder. Haşlama gıdaların bazı besinsel ve duyuşal özelliklerinin değişmesine neden olabilir. Bu nedenle haşlama için seçilen sıcaklık ve zaman normu enzim inaktivasyonu için yeterli olması yanında gıdada tat-koku kaybına ve aşırı doku yumuşamasına neden olmayacak veya en az düzeyde olacak şekilde ayarlanmalıdır. Etkili mantar işleme uygulamaları, hasat sonrası kayıpları azaltacak ve besin ve nutrasötik değerlerinin daha iyi korunmasına katkıda bulunacaktır.

Bu araştırmada kültür mantarı turşusu üretiminde uygulanan ultrases, mikrodalga, geleneksel haşlama ve katkılı haşlama işlemlerinin üretilen mantar turşularının biyoaktif ve çeşitli özellikleri üzerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mantarlar ve Genel Özellikleri

İnsanlar tarih öncesi çağlardan beri doğadan mantarı toplayarak kullanmış olsalarda, yakın zamana kadar mantarların biyolojisi yeni yeni gün yüzüne çıkartılmaktadır. Aslında, 20. yüzyılın ortalarına kadar birçok bilim adamı mantarları bitki olarak sınıflandırmıştır (Deacon, 2005). Bitkiler gibi mantarlar da çoğunlukla sapsızdır ve bulunduğu yere kök salmaktadırlar. Bitkilere benzer şekilde gövde oluşumları bulunmakta ve topraktan ya da diğer canlılarda kök benzeri miselyum oluşumlarıyla besinlerini karşılamaktadırlar. Bunlara ek olarak, beslenme biçimleri yeterince anlaşılmamıştır (Tamer ve ark., 2006).

Mantar biyolojisi yani mikoloji alanındaki bilimsel çalışmalar mantarların, fosil kanıtlarına dayanarak yaklaşık 450 milyon yıl önce kambriyen öncesi dönemde ortaya çıktığını ortaya koymaktadır (Clark ve ark., 2018). Mantar genomunun moleküler analizi ise mantarların hayvanlarla, bitkilerden daha yakın akraba olduğunu göstermiştir (Ainsworth ve Sussman, 2013). Ökaryot canlı olan mantarların karmaşık bir hücresel organizasyonları bulunmaktadır (Clark ve ark., 2018). Ancak bu özelliklerinin yanı sıra birkaç mantar türünde, bakteriyel plazmitlerle (DNA halkaları) benzer şekilde ek genomik yapılar bulunmaktadır (Michelot ve Melendez-Howell, 2003). Bunun yanı sıra mantarlarda nadir de olsa bakterilerin birbirleri arasında genetik materyalin yatay aktarımına benzer bir genetik materyal aktarımı da söz konusu olabilmektedir (Deacon, 2005). Mantar hücreleri ayrıca mitokondri, endoplazmik retikulum ve golgi aygıtı dâhil olmak üzere karmaşık bir iç zar sistemi barındırmaktadır (Clark ve ark., 2018). Mantarlarda bitki hücrelerinin aksine, hücrelerinde kloroplast veya klorofil pigmenti bulunmamasına rağmen kırmızı, yeşil ve siyaha kadar değişen renklerde hücresel pigmentler bulundurmakta ve bu pigmentler nedeniyle parlak renkler göstermektedir (Raghukumar, 2017). Mantarlardaki hücresel pigmentler genellikle hücre duvarı ile ilişkili olup ultraviyole radyasyona karşı koruyucu bir rol oynamaktadır. Bazı mantar pigmentleri ise diğer canlılar ve insanlar için toksik etkilere sahiptir (Dayıoğlu ve ark.,

2019). Bazı mantar türlerinin zehirli olup olmadıkları renklerinden faydalanılarak fark edilmektedir (Dayıoğlu ve ark., 2019).

Mantar hücreleri kalın bir hücre duvarına sahiptir ancak bu hücre duvarının içeriği bitki hücrelerine göre farklı yapıda oluşmuştur. Mantar hücre duvarlarının sert katmanları, kitin ve glukanlar adı verilen karmaşık polisakkaritlerden oluşmuştur. Böcekler gibi eklembacaklıların dış iskeletinde de bulunan kitin (N-asetil-D-glukozamin), mantarların hücre duvarlarına yapısal dayanak sağlamaktadır (Clark ve ark., 2018). Mantarların plazma zarları, diğer ökaryotlarda olduğu şekildedir, ancak hayvan hücre zarlarında bulunan kolesterolün yerini alan bir steroid molekülü olan ergosterol tarafından hücre duvarının dayanıklılığı sağlanmaktadır (Ivshin ve ark., 2007). Mantarlar çoğu üyesinin genellikle hareketsiz olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte flagella oluşumları ilkel *Chytridiomycota*'daki sporlar ve gametlerde gözlemlenmiştir (Powell ve Letcher, 2014).

Bir mantarın vejetatif gövdesi, tek hücreli veya çok hücreli bir thallus olarak nitelendirilmektedir. Çok hücreli mantarlar iplikli hifler (tekil hifler) üretmektedirler (Clark ve ark., 2018). Mantarların çoğu çok hücreli organizmalar olup vejetatif ve üreme olmak üzere morfolojik olarak iki farklı aşama göstermektedirler. Vejetatif aşama, hiflerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Vejetatif aşamada, hifler karmaşık bir kütle oluştururken üreme aşamasında ise daha belirgin hale gelmektedir (Charlie ve ark., 2001). Mantarlarda hif kütlesi miselyum yapısını oluşturmaktadır (Deacon, 2005). Mantarlar herhangi bir yüzeyde, toprakta veya çürüyen bir materyalde, bir sıvıda ve hatta canlı dokuda büyüebilmektedir (Carvalho ve ark., 2020). Çoğu mantar hifi, septa (tekil, septum) adı verilen uç duvarlar tarafından ayrı hücrelere ayrılmaktadır (Charlie ve ark., 2001).

Mantarlar nemli ve hafif asidik ortamlarda gelişmekte, ışıklı veya ışısız ortamda büyüebilmektedirler (Stajich ve ark., 2009). Mantarların birçoğu hayatta kalmak için oksijene ihtiyaç duyan zorunlu aerobik canlılardır. İhtiyaç duyduğu oksijen miktarı ise tür gereksinimlerine göre değişmektedir (Hogg, 2013). Sığırların rumeninde yaşayan *Chytridiomycota* üyeleri gibi diğer türler, oksijen metabolizmalarını bozacağı veya onları öldüreceği için yalnızca anaerobik solunum kullandıklarından zorunlu anaerob canlılardır

(Deacon, 2005). Mayalar oksijen gereksinimleri orta düzeyde olan fakültatif anaeroblar olarak nitelendirilmektedir (Aktan ve ark., 1998). Bu, aerobik solunum kullanarak oksijen varlığında en iyi şekilde büyüdükleri, ancak oksijen bulunmadığında anaerobik solunum kullanarak hayatta kalabilecekleri bir adaptasyon yeteneğini göstermektedir (Mousa, 1997).

Mantarlar, heterotrof canlılar olup bazı bakteriler ya da çoğu bitki gibi atmosferdeki karbondioksiti kullanarak organik bileşiklere dönüştürmek yerine, karbon kaynağı olarak karmaşık organik bileşikler kullanmaktadırlar. Genellikle besinlerini önce hücre dışında sindirmekte ve sonra hücrelerine miselyumlar tarafından sindirilen besin bileşiklerini almaktadırlar. Yani ilk olarak, ekzoenzimler ortamdaki besinleri işlemekte ve hifler yardımıyla taşıma gerçekleştirmektedirler. Bu harici sindirim tarafından üretilen daha küçük moleküller, miselyumun geniş yüzey alanı boyunca devam etmektedir (Charlie ve ark., 2001).

Mantarların depo polisakkariti glikojenin kimyasal yapısı bitkilerde bulunan nişastanın yapısında bulunan amilozun yapısına benzer şekildedir (Kavanagh, 2017). Mantarlar çoğunlukla besinlerini çürüten organik maddelerden türeten organizmalar olduğundan saprofit canlılar olarak sınıflandırılmaktadır (Clark ve ark., 2018). Mantarların ekzoenzimleri ölmüş odunsu bitkisel dokuların selüloz ve lignin gibi çözünmeyen bileşiklerinin sindirimini gerçekleştirerek glikoz moleküllerine parçalamaktadır (Kendrick, 2011). Bu aktiviteleri sırasında karbon, nitrojen ve diğer elementler serbest halde çevreye salınmaktadır (Krauss ve ark., 2020). Bu faaliyeti nedeniyle mantarların madde döngüsüne katkı sağladığı ve önemli bir ekolojik rol oynadığı bildirilmiştir (Thatoi ve ark., 2013). Bu özellikleri ile kimyasal olarak zarar görmüş ekosistemlerin biyoremediasyonunda potansiyel araçlar olarak da kullanılmaktadır (Deshmukh ve ark., 2016). Hatta bazı mantar türleri çevreye olumsuz etkisi olacak artık dizel yağları ve polisiklik aromatik hidrokarbonları (PAH) parçalamak için kullanılmaktadır. Ayrıca kadmiyum ve kurşun gibi ağır metalleri biriktirme özelliği nedeniyle de ağır metalleri çevresel ortamdan uzaklaştırmak amacıyla da kullanımı mevcuttur (Gadd ve Gadd, 2001). Bazı mantarlar parazit özellikler barındırmaktadır. Parazit mantarlar bitkilere veya hayvanlara bulaşarak hastalıklara sebep olmaktadır (Ilicic ve Grossart, 2022). Mantar

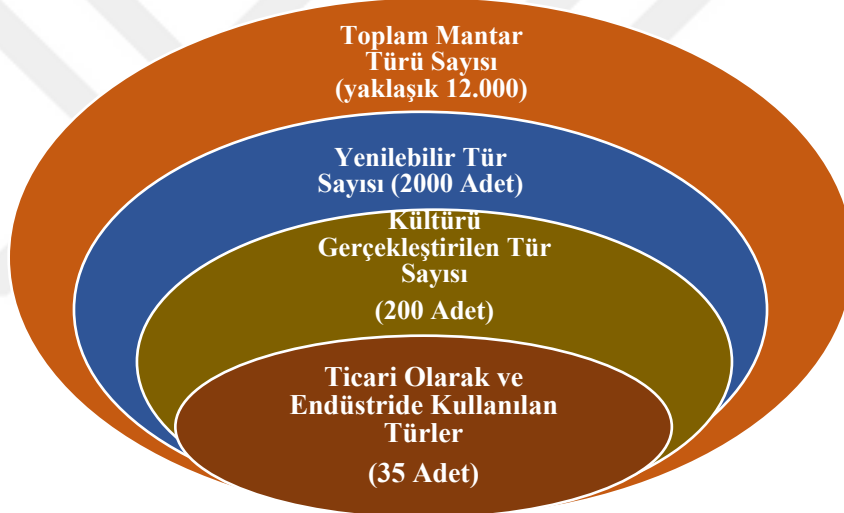
hastalıkları bitkilerde gövde, yaprak ve köklerine zarar vermekte külleme, küflenme ve siyah lekeler gibi oluşumlara yol açmaktadır (Money, 2016). Hayvanlarda kedi ve köpeklerde mantara bağlı saçkıran rahatsızlıkları görülmekte, atlet ayağı ve kandidiyazis (pamukçuk) gibi rahatsızlıklar insanlarda tıbbi açıdan önemli mantar enfeksiyonları olarak nitelendirilmektedir (Homei ve Worboys, 2013).

Mantarlar birçoğu hem eşeyli hem de eşeysiz olarak ürerken, bazı mantarlar sadece eşeysiz (mitoz yoluyla) çoğalmaktadırlar. Hem eşeyli hem de eşeysiz üremede mantarlar, ana organizmadan her iki yolla dağılan sporlar üretmektedirler (Çerikçioğlu, 2009). Bu sporlar rüzgârda süzülerek ya da hayvanların taşımasıyla yayılım gösterirler. Mantar sporları bitki tohumlarından daha küçük ve hafif yapıdadırlar (Stajich ve ark. 2009). Mantar patlayarak açılmakta ve devasa bir bulutta trilyonlarca sporu serbest bırakılmakta ve serbest bırakılan çok sayıda spor büyümeyi destekleyecek bir ortama inme ve tutunma olasılığını artırmaktadır (Ulaş, 2006). Mantarlar parçalanarak, tomurcuklanarak veya spor üreterek eşeysiz olarak çoğalmaktadırlar (Avcı, 2018). Hif parçaları yeni koloniler üretebilmektedir (Clark ve ark., 2018). Mayadaki somatik hücreler tomurcukları oluşturmakta, tomurcuklanma sırasında hücrenin yanında bir çıkıntı oluşmakta ve çekirdek mitotik olarak bölünerek tomurcuk sonunda kendini ana hücreden ayırmaktadır (Kendrick, 2011). Ancak eşeysiz üremenin en yaygın yolu, tek bir birey thallus tarafından (mitoz yoluyla) üretilen ve genetik olarak ebeveyn thallus ile aynı olan aseksüel sporların oluşumu yoluyla gerçekleşmesidir (Watkinson ve ark., 2015).

Mantarlarda eşeyli üreme mantar popülasyonunda genetik çeşitlilik sağlamaktadır (Heitman ve ark., 2014). Mantarlarda eşeyli üreme sıklıkla olumsuz çevresel koşullara tepki olarak ortaya çıkmaktadır. Eşeyli üreme sırasında iki çiftleşme tipi bulunmaktadır. Aynı miselyumda her iki çiftleşme türü de bulunduğu, buna homotallik veya kendi kendine verimli çiftleşme denmektedir. Heterotallik misel, cinsel olarak üremek için iki farklı, ancak uyumlu misel oluşumu gerektirmektedir (Heitman ve ark., 2013).

Binlerce yıldır mantarlar, insanlık için yenilebilir ve tıbbi ürünler olarak değerlendirilmiştir. İnsanlar, daha sonra keşfedilen diğer mikroorganizmaların kullanımını anlamadan önce bile mantarları yiyecek olarak kullanmışlardır (Yıldız Turp

ve Boylu, 2018). Yenilebilir mantarlar, dünyanın birçok ülkesinde insan beslenmesinin bir unsurunu oluşturmaktadır (Eren ve Pekşen, 2019). En az 12000 mantar türü bu mantar alemine dahil edilmekte ve en az 2000 tür yenilebilir olarak tanımlanmaktadır (O'Neil ve ark., 2003). Akwaowo ve ark. (2000)'e göre, dünyanın farklı bölgelerinde bulunan 2000 yenilebilir mantar türünden sadece 35'i ticari ölçekte, 20'si ise endüstriyel ölçekte yetiştirilmektedir (Şekil 2.1). Mantarlar, özellikle terpenler, steroidler, antrakinonlar, benzoik asit türevleri ve kinolonlar gibi ikincil metabolitlerin alternatif bir kaynağı olarak belirtilmektedir. Bunun yanı sıra ayrıca oksalik asit, peptitler ve proteinler gibi bazı birincil metabolitler için de alternatif bir kaynak olarak bildirilmiştir (Abebaw, 2020).



Şekil 2.1. Mantar tür çeşitliliği diyagramı

Mantarların besin ve tıbbi kullanımlarının yanı sıra iyi bir β -glukan kaynağı olması mantarlara olan ilginin daha fazla artmasına neden olmuştur. Makrofungal β -glukanlar (esas olarak β -1,3 ve β -1,6 glikozidik bağlar içermesi) immünomodülatör ve antitümör etkileri nedeniyle kanser vakalarının tedavilerinde kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2017). Beslenmede mantarların tercih edilme sebebi genellikle lezzet ve tatları olsa da aynı zamanda önemli besin değerlerine sahip olması nedeniyle tüketilmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir (Yıldız Turp ve Boylu, 2018). Mantarların besin içerikleri mantar türüne göre değişmekle birlikte mantarların büyüme gereksinimlerine ve bulundukları ortama bağlı olarak da şekillenmektedir (Öztürk ve Atilla, 2021).

Mantarlar % 93-95 arasında yüksek bir su oranına sahiptir. Bunun yanı sıra kuru ağırlık bazında % 56 karbonhidrat, % 30 protein, % 2 yağ ve % 10 kül içermektedir (Abebaw, 2020). B vitamini ve D vitamini açısından da zengin bir besin kaynağı olmakla birlikte mantarlar yüksek protein ve düşük kalorili bir diyet sağladıklarından kalp hastalarına diyetlerinde tavsiye edilmektedir (Işık ve ark., 2021). Bir yetişkinin ihtiyaç duyduğu tüm temel amino asitleri de içermektedirler (Hung ve Nhi, 2012). Bunun yanı sıra mantarlar mükemmel bir riboflavin ve nikotinik asit kaynağı olup iyi bir pantotenik asit ve askorbik asit kaynağı olarak da bildirilmiştir (Değirmenci, 2017). Mantarlarda nişasta bulunmaması onu şeker hastaları ve fazla yağ yakmak isteyenler için ideal bir besin yapmaktadır (Işık ve ark., 2021). İçeriklerinde mantarlar antioksidan bileşiklerde barındırmaktadır (Abulude ve ark., 2004).

Mantarlarda bulunan polisakkaropeptidlerin serbest radikalleri ortadan kaldıran ve oksidatif hasarı azaltan enzimleri indükleyerek genel sağlığa da faydalı olduğu bildirilmiştir (Nimse ve Pal, 2015). Sentetik fenolik bileşikler gibi birçok sentetik kimyasal, güçlü radikal gidericiler olarak kullanılmakta, ancak genellikle yan etkileri bulunmaktadır (Orhan, 2017). Mantarların doğal antioksidan olmaları nedeniyle sentetik fenolik bileşiklere gerek duyulmadan serbest radikallerin giderici etki göstermesinden ötürü diyet uygulamalarında tercih edilmesini sağlamıştır (Koyyalamudi ve ark., 2009).

Liu ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada yenilebilir mantar türü olan *A. bisporus*'tan elde edilen etanolik ekstraktın güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilerek doğal bir antioksidan olarak tüketilmesi tavsiye edilmiştir. Aremu ve ark. (2009) tarafından bazı mantar türlerinin organizmada önemli işlevler oynayabilecek enzimleri de sentezlendiğini belirtmiştir. *Pleurotus eryngii* ve *Ganoderma lucidum* mantarlarında lakkaz üretildiği, insan vücudunda bu proteinin ters transkriptazı inhibe ederek HIV'e karşı aktivite sağlayabileceği bildirilmiştir (Aremu ve ark, 2009). *Pleurotus ostreatus* ve *Ganoderma carpense* türlerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise mantarlar tarafından üretilen lektinlerin, tümör hücreleri üzerinde anti-proliferatif aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Kittiphoom ve Sutasinee, 2013).

Mantarlardan elde edilen polisakkaritlerin, diğer biyolojik aktif moleküllere kıyasla yapısal değişkenlik için en büyük potansiyeli olduğu belirtilmiştir. Mantar polisakkaritlerinin immünomodülasyon özellikleri, antitümör, antioksidan, antimikrobiyal ve prebiyotik aktiviteleri diyetler ve tıbbi kullanımlar açısından önemli roller oynamaktadır (FAO, 2010). Mantarların yetiştirilmesi; üretim faaliyetinin dış ortamlardan etkilenmeden yapılarak kapalı ortamlarda gerçekleştiğinden ciddi bir ekonomik getiri de sağladığı bildirilmiştir (Grimm ve Wösten, 2018). Mantar yetiştiriciliği; pirinç samanı, mısır koçanı ve talaş gibi bir dizi ucuz tarım veya orman atığı üzerinde kolayca yapılabilir (Avcı, 2015). Bunun yanı sıra laboratuvar çalışmalarında mantar aşılama çalışmaları mantarların üremesi sağlamak için kullanılan mevcut basit tekniklerle bile toplu halde kısa zamanda ve hızlıca üretebilmeyi olanaklı hale getirmiştir (Eren ve Pekşen, 2019).

Mantarlar çevresel iyileştirme için ekonomik ve ekolojik olarak katkı sağlamaktadır (Deshmukh ve ark., 2016). Besleyici ve iyileştirici yönü her ne kadar kuvvetli olsa da mantarlar çok çabuk bozulmaya uğrayabilecek bir gıda maddesidir (Salehi ve ark. 2017). Bu nedenle mantarların üretimi ve endüstriyel olarak daha uzun süre saklanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve mantar ürünlerinin günümüzde çeşitli yöntemlerle tüm yıl içerisinde yayılması sağlanmıştır.

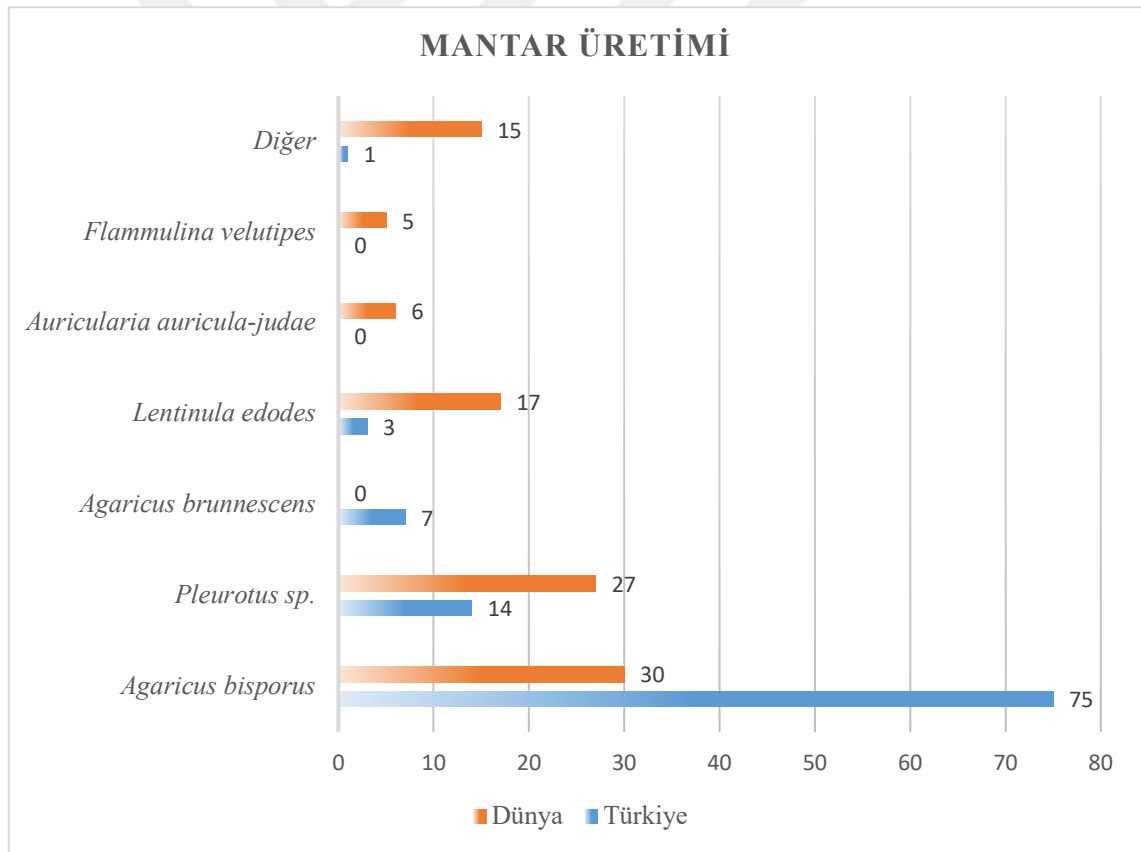
2.2. Mantar Üretimi ve Tüketimi

İnsanın avcı toplayıcı olarak yaşadığı zamandan bu yana doğadan mantarları toplayarak besin elde ettikleri bilinmekle birlikte mantarlar ilk olarak 16 yy.'da Fransa'da kültür haline getirilerek yetiştirilmeye başlanmıştır (Şen ve Yalçın, 2010). 17. yy.'dan itibaren İngiltere, Almanya, Hollanda, Danimarka, Polonya, Macaristan vb. diğer Avrupa ülkelerinde yetiştirilmeye ve tüketilmeye başlanmıştır (Bertelsen, 2013). 19. yy.'da ise, mantar her yönü ile tanınan ve üretilen bir sebze türü haline gelmiş ve hali hazırda Asya ve Çin'de de mantarın besin ve ilaç olarak kullanımının mevcut olduğu belirtilmiştir (Singh ve Mishra, 2008).

20. yy. tarımdaki yenilikler ve üretimdeki teknolojilerin gelişimiyle birlikte İkinci Dünya Savaşı sonrası bir tarımsal üretimden çok endüstri üretim prosesi görünümü kazanmıştır

(Mahari, 2022). Bunun yanı sıra nüfus artışı ve sanayileşmenin artması nedeniyle verimli tarım arazilerinin azalması besin arayışında verimli arazi olmaksızın üretim yapılmasından kaynaklı mantarlara olan ilgiyi daha fazla arttırmıştır (Şen ve Yalçın, 2010). Hatta günümüzde çevresel kirlilik baskısı ve çevre kirliliklerin önlenmesinde mantarların oynadığı rol bu ilgiyi pekiştirmektedir (Mata ve ark., 2010).

Gelişen beslenme bilincine paralel olarak ülkemizde ve dünyada yüksek protein, mineral ve vitamin kaynağı olması nedeniyle tüketiminin arttığı bildirilmiştir (FAO, 2019). Türkiye’de mantar yetiştiriciliği ilk olarak 1960’lı yıllarda başlamış olup son yıllarda önemli seviyelere geldiği belirtilmektedir. Dünya ve ülkemizdeki mantar üretiminin mantar türlerine göre dağılımı Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Dünya ve ülkemizdeki mantar üretiminin mantar türlerine göre dağılımı

Dünya ve ülkemizde mantar üretiminin mantar türlerine göre dağılımı değerlendirildiğinde en fazla *A. bisporus* türü mantarların üretiminin gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Ancak dünyadaki üretim oranı % 30 iken ülkemizdeki üretim oranının % 75 olduğu bildirilmiştir

(Royse ve ark., 2017). Ülkemizdeki mantar üretimi bölgesel anlamda değerlendirildiğinde ise mantar yetiştiriciliği sırasıyla Akdeniz, Marmara ve Ege Bölgelerinde yıl boyunca gerçekleştirilmekte olduğu ve kapalı alan ihtiyacı nedeniyle karasal iklim özelliği gösteren diğer bölgelerde de hızla arttığı bildirilmiştir (Eren ve Pekşen, 2019).

FAO (2019)'a göre dünya genelinde 104,342 bin hektarlık alanda mantar üretimin gerçekleştiği ve 11 milyon 898 bin 399 ton üretim kapasitesine ulaşıldığı belirtilmektedir. Mantar üretimi en fazla Çin'de gerçekleştirilmekte, Çin'de üretilen mantarlar Rusya, Japonya, Vietnam, Kore ve Tayland, Avustralya, Avrupa ve Afrika ülkeleri de dahil olmak üzere geniş bir coğrafi dağılıma ihraç edilmektedir (Janakiram ve ark. 2019). FAO (2019)'a göre en fazla mantar ihraç eden ülkeler sırasıyla Polonya (238 bin ton), Çin (126 bin ton, Hollanda (78 bin ton) olduğunu bildirilmiştir. Ülkemizin dünyaya ihraç ettiği miktar ise 562 ton olduğu ve kültür mantar üretiminin ise yaklaşık 49 bin ton olarak gerçekleştiği kayıt edilmiştir (TÜİK, 2019). 2020 yılında kültür mantarı Türkiye'de yaklaşık 56 bin ton olarak gerçekleştiği belirlenmiştir (TÜİK, 2020). Türkiye ise üretim açısından dünya sıralamasında 14. Sırada yer almakta olup üretimi dünya taze mantar ihracatının % 0.8'ini karşılamaktadır (FAO, 2019).

Mantarların besin özelliği ve lezzeti gibi tıbbi kullanımları ilgiyi artırmış olması ile birlikte küresel ölçekte tüketim durumu değerlendirildiğinde; 1997 yılında kişi başına 1.0 kg olan mantar tüketiminin 2013'te 4.7 kg'a yükseldiği ve mantar üretiminde lider olan Çin'de kişi başına düşen yıllık tüketimin 10 kg civarında olduğu bildirilmiştir (Royse ve ark., 2017). Türkiye'de kültür mantarı üretiminin artmasına paralel olarak tüketim miktarının da arttığı, 2018 yılı verilerine göre kişi başına mantar tüketim miktarı yaklaşık 0.8 kg civarında olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2020). Dünya mantar tüketim ortalaması ile karşılaştırıldığında, Türkiye'de mantar tüketim değerlerinin çok düşük olduğu söylenebilmektedir. Bunun en önemli nedeni kültür mantarı üretiminin Türkiye'de geç başlamış olması ve Türkiye'de doğa mantarları bakımından çok zengin olduğundan halkın büyük kısmının ciddi miktarda doğadan toplanmış mantar tüketmesinden kaynaklanmaktadır (Yılmaz ve Zencirci, 2016). AB'de mantar tüketim oranı kişi başına

yaklaşık 3 kg, dünya genelinde ise bu oran 1.5 kg civarında olduğu belirtilmiştir (Royse ve ark., 2017).

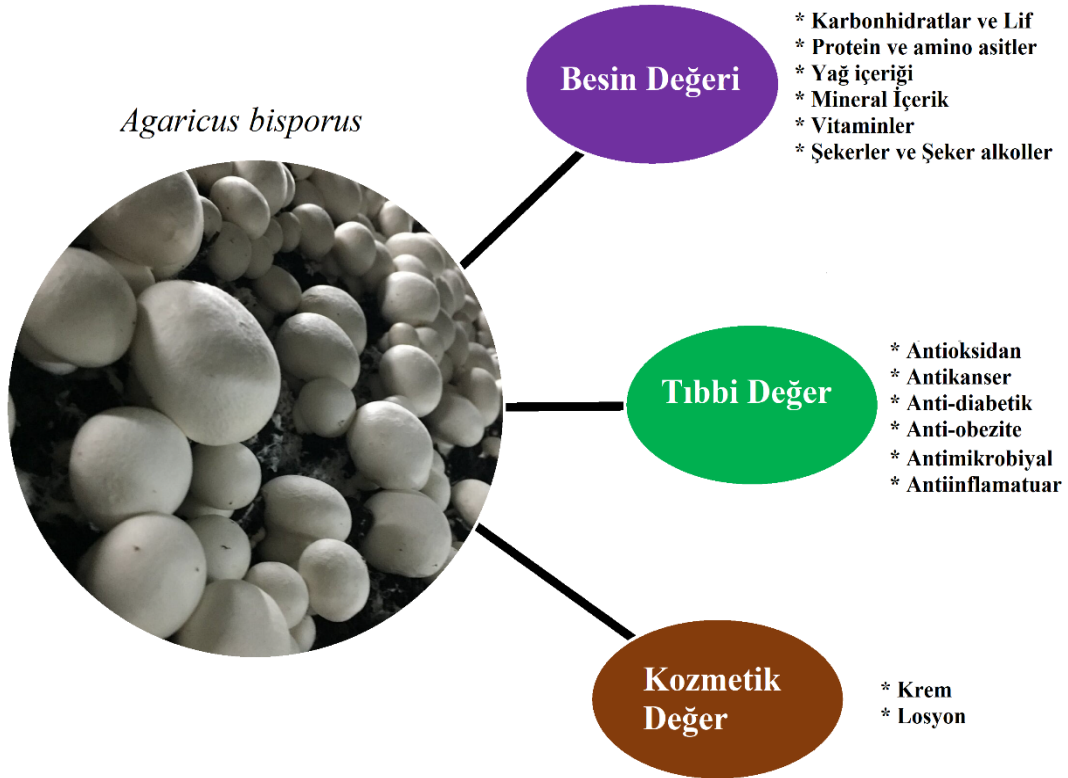
Mantar yetiştiriciliği, Amerika ve bazı gelişmiş Avrupa ülkelerinde çok yüksek seviyelerde mekanizasyon ve otomasyon ile yüksek teknoloji ile yapılan endüstri durumuna ulaşmıştır (Royse ve ark., 2017). Avrupa’da en fazla mantar tüketen ülke kişi başına 2 kg ile Almanya’dır. Tüketim, Belçika’da 1-1.5 kg, İngiltere’de 1-2 kg, Fransa’da 1.2 kg, Danimarka ve Hollanda’da 0.5-1 kg arasındadır. Yenilebilir mantarlara olan küresel talebin 2021 yılına kadar 59.48 milyar doları aşması beklenmektedir (Higgins ve ark., 2017). Günümüzde kültür mantarı üretiminin artmasıyla çeşitli endüstriyel prosesler kullanılarak değişik formlarda mantarlar tüketicilerin kullanımına sokulmaktadır.

2.3. Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*)

Mantarların insan sağlığı üzerinde hem besin hem de tıbbi amaçlı kullanımı nedeniyle bilimsel olarak onaylanmış faydalı etkileri bulunmaktadır (Barros ve ark., 2007). Yenilebilir mantarlarda meyve gövdelerinin kimyasal bileşimine dayanarak, insan organizmasının gelişim ve büyümesini teşvik etmek, yaşam fonksiyonlarını sürdürmek için gerekli olan değerli diyet bileşenleri kaynağı oldukları çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Sulowska-Ziaja ve ark., 2005; Dembitsky ve ark., 2010). Yenilebilir mantar türleri içinde de tat, lezzet ve içerik açısından en önemli mantar türlerinden biri *A. bisporus* (kültür mantarı) bildirilmektedir (Sulowska-Ziaja ve ark., 2005).

A. bisporus, yerel ismiyle beyaz veya düğme mantarı, esas olarak ticari olarak kültürlenmiş, talebi yoğun, tadı ve aroması ile bilinen bir mantar türüdür. *A. bisporus* zengin metabolit ve biyolojik olarak aktif element bileşiminden elde edilen diyetetik ve tıbbi özellikleri ile öne çıkan bir mantardır (Elmastas ve ark., 2007). *A. bisporus* türü mantarların zengin diyet lifi (kitin), esansiyel ve yarı esansiyel amino asitler ve antioksidan maddelerin (steroller, fenolik ve indol bileşikleri, ergotionin, vitaminler, selenyum) kaynağı olduğu belirtilmiştir (Koyalamudi ve ark., 2008; Foulongne-Orio ve ark., 2013). Bunların yanı sıra, *A. bisporus* içeriğinde yüksek miktarda insanda cinsiyet hormonu metabolizmasını katalize eden enzim olan aromatazı ve esansiyel doymamış

yağ asidi olan linoleik asit barındırmaktadır ve bu iki bileşik *A. bisporus*'un karakteristik özelliği olduğu belirtilmiştir (Grube, 2001). *A. bisporus*'un beslenme, tıbbi ve kozmetik değerinin özeti Şekil 2.3'te sunulmuştur.



Şekil 2.3. *A. bisporus*'un beslenme, tıbbi ve kozmetik değerinin bir özeti (Usman ve ark., 2021)

A. bisporus genellikle doğada inek gübresi ile gübrelenen yerlerde, kompost yığınlarında, güneş görmeyen ve rutubetli park ve orman alanlarında gelişim göstermektedir (Munshi ve ark., 2010). Açık alanlarda ise büyümesi nadir olarak gerçekleşmekte olup kültüre alınması özel kültür substratları üzerinde yetiştirilmektedir (Leiva ve ark., 2015). *A. bisporus* ekolojik olarak park ve ormanlık alanlarda yaprakların ayrışmasında önemli rol oynamaktadır (Foulongne-Orio ve ark., 2013). *A. bisporus*'un yetiştirilmesi pratik yönlerden seri üretim şekillerinden ve tüketicilerin alışkanlıklarından (tat ve koku özelliklerinden dolayı) yani tercihlerinden etkilenmektedir (Leiva ve ark., 2015).

Laboratuvar koşullarında *A. bisporus* ile yapılan çalışmalarda içerikteki makro ve mikro elementlerin yanı sıra metabolitlerdeki birikim ya da salınımların kontrolünün daha kolay olduğu belirtilmektedir (Trotel-Aziz ve ark., 2006). Bu nedenle in vitro kültür çalışmalarında *A. bisporus*'un biyokütle büyümesini iyileştirmek için çalışmalar yürütülmektedir. Bu alışmalar tüketiciler ve hastaların doğal mikro element takviyesinde *A. bisporus*'u önemli bir diyet bileşeni haline getirmiştir. Nitekim *A. bisporus* kültürlerinin yetiştirilmesinde absorpsiyon süreçlerinin optimizasyonu yenilikçi yaklaşımlar sunmuştur (Glamolija ve ark., 2015). Bu yenilikçi yaklaşımla yapılan çalışmalarda doğal kaynaklardan elementlerin yüksek emilim oranlarının lifin (kitin ve kitosan) varlığından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Trotel-Aziz ve ark., 2006). Bunun yanı sıra yapılan *A. bisporus*'un meyve veren gövdeleri, üretim sırasında D vitamini düzeylerini artırmak için UV ışığı ile ışınlanarak üretim gerçekleştirilmektedir (Koyalamudi ve ark. 2008). Bu alışmalar ile *A. bisporus*'ta özellikleri bazında verim artışları gerçekleştirilmektedir.

2.4. Kültür Mantarlarının Bileşimi

A. bisporus fonksiyonel gıda ve bazı ilaçların en önemli kaynaklarından biri olmakla birlikte diyet olarak hayvansal proteinlere ve diğer hayvansal ürünlere daha iyi alternatif oluşturmaktadır (Abugri ve ark., 2016). Bu nedenle *A. bisporus*, tıbbi ve yüksek besin değerlerine sahip birkaç yenilebilir tür ile en büyük makrofungus türlerinden biri olarak nitelendirilmektedir (Atila ve ark., 2017).

A. bisporus'un değerli bir besin kaynağı ve birkaç önemli biyoaktif bileşik bulunduğu hatta son birkaç yılda *A. bisporus*'tan birkaç önemli biyoaktif bileşiğin de izole edildiği bildirilmiştir (Ramos ve ark., 2019). Bu gelişmeler *A. bisporus*'un besin içeriklerine yönelik çalışmaların ilgi uyandırmasına sebep olmuştur. Genel olarak *A. bisporus*'un besin bileşimi izelge 2.1'de verilmiştir (Reis ve ark., 2012).

Çizelge 2.1. *A. bisporus*'tan elde edilen çiğ mantar besin bileşimi (Ramos ve ark., 2019)

	Besin Bileşimi Değeri Tipi	Besin değeri (100 g başına)	
Enerji	Enerji	93 kJ	
	Kalori	22 kcal	
Karbonhidratlar	Total Karbonhidrat	3.26 g	
	Şekerler	1.98 g	
	Diyet lifi	1 g	%3.3
Yağ	Toplam Yağ	0.34 g	
Protein	Toplam Protein	3.09 g	
Vitaminler	Tiyamin (B1)	0.081 mg	% 7
	Riboflavin (B2)	0.402 mg	% 34
	Niyasin (B3)	3.607 mg	% 24
	Pantotenik Asit (B5)	1.497 mg	% 30
	Pridoksin (B6)	0.104 mg	% 8
	Folat (B9)	17 µg	% 4
	Kobalamin (B12)	0.04 µg	% 2
	Askorbik Asit (C)	2.1 mg	% 3
	Kolekalsiferol (D)	0.2 µg	% 1
İz elementler	Demir	0.5 mg	% 4
	Magnezyum	9 mg	% 3
	Fosfat	86 mg	% 12
	Potasyum	318 mg	% 7
	Sodyum	3 mg	% 0
	Çinko	0.52 mg	% 0.5
Diğer	Su	92.45 g	

*% değerleri önerilen günlük alım seviyelerinin yüzdesini göstermektedir.

A. bisporus esansiyel, yarı esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler için zengin bir kaynaktır. *A. bisporus*'ta en yüksek miktarda bulunan amino asitler alanin, aspartik asit, glutamik asit, arginin, lösin, lizin, fenilalanin, serin, prolin, tirozin ve treonin olduğu belirtilmiştir (Bernas ve ark., 2006; Muszyńska ve ark., 2013). Bunun yanı sıra sistein, metiyonin ve valin en az bulunan aminoasit çeşitleridir (Bernaś ve ark., 2006). Liu ve ark. (2013) serbest amino asitlerin toplam içeriğini kuru ağırlıkta 70.55 mg/g olarak belirtmişlerdir. *A. bisporus*'ta bulunan arginin, kanserli hastalar için diyet takviyelerinde kullanılan bir bileşen olduğu için en önemli amino asitlerden biri sayılmaktadır. Arginin, tümör büyümesini ve metastazı geciktirmektedir. Ayrıca bu amino asidin bağışıklık sistemi, vücut kitle büyümesi ve onkolojik hastaların yaşam kalitesi üzerinde yararlı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Novaes ve ark., 2011). Yapılan başka çalışmalarda, *A. bisporus*'un üretim ve depolama işlemlerinin (en popüler olanları kurutma, hava geçirmez kaplarda muhafaza etme, tuzlama ve dondurma) toplam amino asit içeriğini azalttığı, altı aylık depolamanın ardından işleme yöntemine bağlı olarak amino asit konsantrasyonlarındaki azalmanın % 40 ile % 90 oranları arasında değiştiği belirtilmiştir.

(Bernaś ve ark., 2006). Pei ve ark. (2014) *A. bisporus*'un gövdesinde serbest amino asitler belirlediğini ve içeriklerinin 0.8 ila 14.1 mg/g kuru ağırlık arasında değiştiğini bildirmiştir. Serbest amino asitlerin toplam içeriğinin 44.2 mg/g kuru ağırlığa kadar çıktığı da saptanmıştır (Pei ve ark., 2014).

Mantarlar genel olarak yüksek oranda monosakkaritler, disakkaritler ve polisakkaritler içermektedir. Cheung (2013) tarafından yapılan araştırmada *A. bisporus*'ta toplam karbonhidrat içeriğinin % 4.5 - 4.6 taze ağırlık, kuru ağırlığın ise % 51.3 - 62.5 oranları arasında değiştiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra *A. bisporus* sindirim sistemini olumlu yönde etkileyen zengin bir lif kaynağı olarak belirtilmekte, hatta bitkilerin hücre duvarları genellikle diyet lifinin ana kaynağı olarak gösterilse de mantarlar da bu işlevi üstlenebilmektedir. Mantar hücre duvarları, kitin (N-asetilglukozaminin çapraz bağlı bir polimeri), β -D-glukanlar ve mannanlar gibi diğer polisakkaritler açısından zengin lif ve matris bileşenlerinin bir karışımını da içermektedir (Liu ve ark., 2013).

Metabolizmadaki rolünün yanı sıra, mantarların bileşiminde bulunan diyet lifi, lipid seviyelerinin düzenlenmesinde ve yüksek yoğunluklu lipoprotein konsantrasyonlarına (HDL) müdahale etmeden düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) ve toplam kolesterol seviyelerinin düşürülmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Cheung, 2013; Muszyńska ve ark., 2013). Bu rolün etki mekanizması tam olarak açık olmamakla birlikte mantarlardan elde edilen lifin diğer gıda maddelerinden elde edilen liflere bir alternatif olabileceği belirtilmektedir. Hipokolesterolemik bir etki, diyet lifi mevcudiyetine bağlı olarak sindirim sisteminde bozulmuş emilimden veya bağırsak veya pankreatik sekresyonun etkisinden kaynaklanabilmektedir. Diğer olası mekanizmalar, lipoproteinler veya safra asidi metabolizması üzerindeki dolaylı bir etkiyi içermektedir. Yüksek diyet lifi içeriği ve düşük yağ içeriği göz önüne alındığında, *A. bisporus* ateroskleroza önleyen bir diyet bileşeni haline geldiği bildirilmiştir (Fukushima ve ark., 2000).

Kitin ve kitosan ilaç endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bileşiklerdir. Bu maddeler pek çok ilaçta adjuvan olmalarının yanı sıra zayıflama ilaçlarının bileşimine girebilmektedir (Wang ve ark., 2020). Zayıflama etkisi, lipidlerin gıdalardan emiliminin azalması nedeniyle oluşmaktadır. Rajewska ve Balasinska (2004) tarafından kitosanın

etkinliği, düşük yağlı diyet uygulayan iki gönüllü grupta araştırılmıştır. Düzenli olarak kitosan alan hastaların ağırlıkları önemli ölçüde daha hızlı azalmıştır. Kitosan grubu ortalama 7 kg kaybetmiş ve kontrol grubundaki hastalar sadece 3 kg kaybetmiştir.

Czapski (2005) tarafından yapılan araştırmada *A. bisporus* tüketimi, tip II diyabetik sıçanlarda glikoz seviyelerinde % 24.7'lik bir düşüşe neden olmuştur. Benzer bir pozitif etki, HDL kolesterol fraksiyonunda bir artışın yanı sıra LDL ve toplam kolesterolde bir düşüşün kaydedildiği hiperkolesterolemili sıçanlarda elde edilmiştir (Jeong ve ark., 2010).

Kitin ve kitosan, antimikrobiyal aktivitelerinin yanı sıra yara pansumanlarında da kullanılmaktadır. Ağrı reseptörlerine etki ederek ağrıyı gidermede etkili olmakta ve yaraların iyileşmesini hızlandırmaktadır (Rajewska ve Bałasinska, 2004). Kitosanın diğer önemli bir özelliği kanın pıhtılaşmasını sağlamasıdır, ancak kitosan normal bir kan pıhtılaşma süreci yerine daha düşük etkili bir pıhtılaşma süreci sağladığı için sorgulanmıştır. De Castro ve ark. (2012) tarafından yapılan hayvan deneylerinde daha yüksek biyoadhezyon yeteneklerine sahip modifiye kitosanın yara tedavisinde önemli ölçüde daha etkili olacağını belirtilmiştir.

A. bisporus kuru ağırlığında % 1 ila % 3 oranları arasında değişen miktarda bulunan ve bir disakkarit olan trehaloz, insan organizmasında glikoza metabolize edilerek kullanılmaktadır. Trehaloz, kimyasal ya da termal denatürasyon sırasında protein yapılarının stabilizasyonundan sorumlu enzimleri uyarıcıdır (Gheibi ve ark., 2006). Mantarlarda trehaloz, bir karbonhidrat rezervuarı görevi görmekte ve mantarı sıcaklık, ozmotik stres veya radyasyon gibi aşırı çevresel koşullardan korumaktadır (Malmquist ve ark., 2008).

Mantarların aynı zamanda mannitol (kuru ağırlığın % 5-30 oranı arasında) gibi şeker alkollerini açısından da zengin olduğu bildirilmiştir (Malmquist ve ark., 2008). Pei ve ark. (2014), taze mantar gövdelerinde mannitol içeriğini 121 mg/g ve trehaloz içeriğini ise 12.1 mg/g olarak tespit etmiştir.

A. bisporus meyve gövdelerinde ve in vitro kültürlerden miselyumda bulunan terapötik olarak aktif bileşiklerinden biri de lektinlerdir. Lektinler, mantarlar ve bitkiler tarafından üretilen proteinlerin (esas olarak depolama proteinleri) ve sakkaritlerin konjugatları olarak nitelendirilmektedir (Hassanet ve ark., 2015). Bu maddeler, moleküler ve hücre düzeyinde çok sayıda metabolik fonksiyonda yer almaktadır. Lektinlerin bazıları mikoriza veya diğer organizmalarla parazitik bağımlılıklar gibi mantar metabolizmasının önemli işlevlerinde yer almaktadır. Lektinler, mantarları pestisitler veya bakteriler gibi çevreden gelen toksik etkilere karşı korumaktadır (Ng, 2004). Özellikle yenilebilir mantarlardan elde edilen lektinler, immünomodülatör, immünolojik hücre olgunlaşmasını hızlandırıcı ve potansiyel bir antikanser aktivitesi yarattığından ilgi çekici bulunmuştur. Antikanser etkinin, *A. bisporus* lektinlerinin sitotoksik etkiyi indüklemeyen endotelial karsinoma hücreleri üzerindeki anti-proliferatif etkisi nedeniyle gerçekleştiği bildirilmiştir (Carrizo ve ark, 2005; Singh ve ark., 2015).

A. bisporus'tan gelen lektinler, konakçı hücrelerde virüs replikasyonunu durduran HIV1'in ters transkriptazını da inhibe ettiğini tespit etmiştir (Wang ve Ng, 2001). *A. bisporus*'taki lektinlerin, çok sayıda hücre tipine karşı anti-proliferatif etki gösterdiği ve yara iyileşmesinde artış gösterildiği bildirilmiştir (Batterbury ve ark., 2002). *A. bisporus*'taki lektinler ayrıca hem profilaksi hem de tedavide etkili potansiyel anti-diyabetik maddeler olarak incelenmiştir. Bu etkinin lektinlerin pankreatik adacıklardaki β hücrelerinin bölünmesini geliştirme yeteneğinden geldiği belirtilmiştir. Araştırmada, mantar lektinlerinin uygulanmasından sonra glukoz ölçümleri ve insülin sekresyon seviyelerine dayalı olarak yapılmış ve *A. bisporus* kaynaklı lektinlerin kan şekerini düşürdüğü belirtilmiştir (Jung ve ark., 2015).

Muszyńska ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada *A. bisporus*'un halüsinojenik olmayan indol bileşiklerini içerdiğini belirlemiştir. İndol bileşiklerinin insan organizması üzerinde faydalı bir etkisi olduğu ve nörotransmitterler veya bunların öncülleri olarak çok sayıda metabolik yolda önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir. İndoller, antikanser ve yaşlanma karşıtı aktivitelerinden dolayı önemli bileşikler olup bu bileşikler hücre döngülerini ve kanın pıhtılaşmasını düzenlemektedirler (Muszyńska ve ark., 2015). Bu bileşiklerin ayrıca antioksidan aktiviteye sahip olduğuda belirlenmiştir. *A. bisporus*'un

sebze gövdelerinin L triptofan, 5-hidroksi-L-triptofan, melatonin, serotonin, triptamin ve 5-metil-triptamin içerdiği bildirilmiştir (Muszyńska ve ark., 2013). Sebze gövdelerindeki indol bileşiklerinin 0.06 ila 6.21 mg/kg kuru ağırlık arasında değiştiği bildirilmiştir. (Muszyńska ve ark., 2011).

A. bisporus'un mantar gövdelerinde fenolik bileşiklerin başlıca temsilcisi olan fenolik asitler bulunmaktadır (Czapski, 2005). Fenolik bileşikler güçlü antioksidan aktiviteye sahip olup hücre zarları gibi hayati hücresel yapıları ve ayrıca yapısal proteinleri, enzimleri, zar lipidlerini veya nükleik asitleri koruma yeteneklerine atfedilen geniş bir biyolojik aktivite dağılımı göstermektedir (Labus ve ark., 2011). *A. bisporus*'un meyve veren gövdelerinde gallik, kafeik, ferulik, *p*-kumarik ve protokatekuik asitler bulunmaktadır. Bunlar, in vitro ve in vivo çalışmalarla antioksidan, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antienflamatuvar ve mide salgısını uyarıcı etkilerle karakterize edilmişlerdir (Labus ve ark., 2011; Liu ve ark., 2013). Bunun yanı sıra, protokatekuik asidin immünomodülatör, spazmolitik, kardiyoprotektan, antikoagülan ve kemopreventif özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Wee, 2010). *A. bisporus*'un meyve gövdelerindeki fenolik bileşiklerin içeriği *p*-kumarik asit için kuru ağırlıkta 2.31 mg/kg, mirisetin için ise 2729 mg/kg olduğu belirtilmiştir (Labus ve ark., 2011; Liu ve ark., 2013). Ndungutse ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada *A. bisporus*'un meyve veren gövdelerinden alınan etanol ekstraktlarındaki mikrobiyal inhibisyonlar ile toplam fenolik bileşik içeriği arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

A. bisporus'un farmakolojik özellikleri ve uygulaması, insan organizmasındaki melanogenez sürecinin tirosinaz enzimi ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir. Tirosinaz, atmosferik oksijen varlığında monofenolün hidroksilasyonunda ve difenolün oksidasyonunda katalizör görevi görmektedir (Kampmann ve ark., 2015). *A. bisporus*'tan izole edilen tirosinazın bu türü yararlı bir biyoremediasyon ajanı haline getirebilecek bisfenol reaksiyonlarını katalize edebileceği de gösterilmiştir (Kampmann ve ark., 2015). Tirosinaz, epidermiste bulunan melanositlerde ve nöral krestten gelen hücrelerde melanin sentezinde önemli bir rol oynamaktadır. Zaidi ve ark. (2014) tarafından yapılan araştırmada melanom gelişimi ile bağlantısı ve cilt pigmentasyon problemleriyle (vitiligo veya albinizm gibi) bağlantısı bildirilmiştir. Tirozinaz, mantar ve meyve gibi çeşitli

kaynaklardan ekstrakte edilebilmekte mantarlarda melanin, mantarları UV veya gama radyasyonu, serbest radikaller, dehidrasyon veya aşırı sıcaklıklar gibi çeşitli stres faktörlerinden koruyan çok sayıda savunma mekanizmasında yer almaktadır. Mantar sporlarının stabilitesinin ayrıca melaninin koruyucu etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Labus ve ark., 2011). *A. bisporus*'tan izole edilen tirozinaz üzerine yapılan araştırmalar, insan tirozinazına yüksek benzerlik göstermiş ve bu türün tıbbi ve kozmetik amaçlar için zengin bir tirozinaz kaynağı olabileceğini düşündürdüğü belirtilmiştir (Zaidi ve ark., 2014). Tirozinaz ısıya duyarlı bir protein olup oksidatif DNA hasarını önleyerek insan lenfoma hücre dizisine karşı koruyucu etki göstermektedir. *A. bisporus* türü mantar ekstraktlarının intraperitoneal olarak enjekte edildiği sıçanlardan alınan lenfositlerden izole edilen DNA'ya koruyucu etki göstermekte olup oksidatif hasarı koruyucu potansiyeli, tirozin reaksiyon yolundaki ilk halka olan tirosinaza bağlı olduğu belirtilmektedir (Shi ve ark., 2002).

A. bisporus'un antioksidan etkisinin bir histidin türevi olan ergotionin ile bağlantılı olduğu belirtilmektedir (Chen ve ark., 2012). Ergotionin, bazı Mycobacteriaceae türlerinde ve küflerde bulunan suda çözünür bir bileşiktir. Hayvanlar tarafından sentezlenememekte ve antioksidan etkisinin yanı sıra antitumöjenik, kimyasal koruyucu aktivite de göstermektedir. Bu da onu önemli bir tıbbi bileşen yapmaktadır (Chen ve ark., 2012). Dubost ve ark. (2007) tarafından *A. bisporus*'un meyve veren gövdelerinde bulunan ergotionin içeriği kuru ağırlıkta 0.21 mg/g olarak tespit edilmiştir. Chen ve ark. (2012) tarafından yapılan araştırmada ise bu bileşiğin içeriğinin daha yüksek olduğunu ve kuru ağırlıkta 0.93 mg/g'a ulaştığı belirtilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde *A. bisporus*'un bu bileşiğin en iyi kaynaklarından biri olduğu ifade edilmiştir (Chen ve ark., 2012).

A. bisporus agaritin kaynağıdır. Agaritinin özellikle B grubu vitaminleri (B1, B2, B3, niasin, folatlar, B12), D2 vitamini provitamin ergosterol ve ergokalsiferol olmak üzere pekçok vitaminin kaynağı olduğu belirtilmiştir (Kalbarczyk ve Radzki, 2009). Aynı zamanda iyi bir C vitamini kaynağı olan *A. bisporus*'un kuru ağırlıkta 17 mg/100 g C vitamini içerdiği belirtilmiştir (Bernaś ve ark., 2006). Mantarın vitamin içeriğinin yetiştirme koşullarına (çevresel faktörler dâhil) bağlı olarak değiştiği ve *A. bisporus*'un

insan organizmasında uygun kalsiyum-fosfat dengesini sürdürmek için gerekli olan D2 vitamininin (ergokalsiferol) bir öncüsü olan ergosterol içerdiği belirtilmektedir. *A. bisporus*'un meyve veren gövdelerindeki ergosterol içeriğinin genellikle kuru ağırlıkta 61.5 mg/100 g -186.1 mg/100 arasında olduğu bildirilmiştir (Muszyńska ve ark., 2013; Heleno ve ark., 2016). Yüksek ergosterol içeriği *A. bisporus*'u vejetaryenler ve veganlar için zengin bir D vitamini kaynağı olarak öne çıkarmaktadır (Muszyńska ve ark., 2013).

A. bisporus'un makro ve mikro elementleri biriktirebilen meyve gövdeleri mantarları araştırmacılar için ilgi duyulan bir besin kaynağı haline getirmiştir. Bazı mantar türleri tarafından absorbe edilen biyoelementler, enzim aktivatörü görevi görmekte veya mantarların yapısal parçalarını oluşturmaktadır. Mantarlarda elementlerin birikmesinin en önemli mekanizması, özellikle metallere afinitesi olan düşük moleküler ağırlıklı bir protein olan metalloprotein dayanmaktadır. Çok sayıda araştırmacı mantarlarda bakır, magnezyum, demir, sodyum, potasyum, kalsiyum, fosfor, çinko, lityum, titanyum, baryum, stronsiyum, selenyum, kadmiyum, kurşun, krom ve nikelin varlığını doğrulamıştır (Falandysz ve Borovička, 2013).

A. bisporus 'un zengin bir selenyum ve çinko kaynağı olduğu belirtilmiştir. Bu elementler, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önleyebilmesinden dolayı antioksidan yetenekler göstermekte ve selenyum seviyeleri kuru ağırlıkta 0.5 mg/100 g'a kadar yüksek seviyelerde bulunabilmektedir (Yılmaz ve ark., 2006; Falandysz ve Borovička, 2013). Çinko, sindirim enzimlerinin önemli bir bileşeni olan protein sentezi için hayati önem taşımakta, insülin depolanmasında ve 300' den fazla enzimin aktivasyonunda yer almaktadır. *A. bisporus* 'un meyve gövdelerindeki çinko içeriğinin kuru ağırlıkta 7.5 ile 15 mg/100 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Kalac, 2010). Sağlıklı bir yetişkin insanda bu element için günlük gereksinim yaşa bağlıdır ve yaklaşık 15 mg olarak belirtilmiştir (Johnson, 2003).

Krishnamoorthi ve ark. (2022) tarafından yapılan araştırmada *A. bisporus*'un besin içeriğinin ve biyolojik aktivitesinin tıbbi değerini ortaya koymayı amaçlamıştır. *A. bisporus*'un, yüksek miktarda karbonhidrat (% 41.6), protein (% 39.84), ham lif (% 8.6), kül (% 8.23), nitrojen (protein) (% 9.1) içerdiği ve daha az miktarda yağ (% 1.73)

sahip olduğunu bildirmiştir. *A. bisporus*'taki mikokimyasalların kantitatif tayininde ise flavonoidlerin (0.783 g/100 g), toplam fenolik içeriği (0.441 g/100 g), serbest amino asitlerin (0.128 g/100 g), saponinlerin 0.121 g/100 g), alkaloidler (0.034 g/100 g), tanenler (0.027 g/100 g) ve C vitamini (12.8 mg/g) varlığını tespit etmiştir. Bunun yanı sıra elemental analiz sonucu potasyum (2925.14 mg/100 g), fosfor (1230 mg/100 g), magnezyum (115.05 mg/100 g), ve kalsiyum (107.21 mg/100 g) gibi minerallerde saptanmıştır. Bengü ve ark. (2019) tarafından farklı habitatlardan toplanan yenilebilir *A. bisporus* mantar türünde yapılan çalışmalarda sırasıyla % 34.80 oranında total protein, 167.78 µg/g Vitamin A, 1531.40 µg/g Vitamin E ve 384.56 µg/g Vitamin C içeriklerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

2.5. Kültür Mantarı Turşusu

Günümüzde artan bilinç düzeyi sağlıklı beslenmenin insan sağlığını etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğunu ortaya koymuştur. Bundan dolayı diyetlerde insan sağlığına faydalı etkileri olan fonksiyonel özelliklere sahip gıdalar tüketilmesi önem arz etmektedir (Sağdıç ve ark., 2020). En eski koruma yöntemleriyle temel tüketim maddesi olarak kullanılan fermente gıdalar sağlıklı gıdalar arasında yer almakta ve dünyanın farklı bölgelerinde hala tüketilmekte ve dünyada tüketilen gıdanın üçte birini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra fermentasyonla meydana gelen lezzet, tat aroma sayesinde tüketimi insanı cezbetmekte, uzun raf ömrü sayesinde her durumda yıl boyunca besine erişimi garanti etmektedir. Özellikle çabuk bozulan meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak üzere yapılan turşu üretimi ortama eklenen tuz ve ortam şartları sayesinde laktik asit bakterilerinin mayalara oranla daha fazla baskın mikroorganizma grubu olduğu bir süreçtir (Zheng ve ark., 2020). Turşuda sebze, meyve ve mantarların salamura içinde veya sirkeli salamurada veya sulandırılmış asetik asitli salamura içinde laktik asit fermentasyonunun sağlanması amaçlanmaktadır (Aktan ve ark., 1998). Sebze, meyve ve mantarların üzerlerine salamura ilave edildikten birkaç gün sonra fermentasyon başlamaktadır. Fermentasyon ortamındaki mikrobiyal florayı tuzlu sudaki asit ve tuz bileşimi, fermentasyon sıcaklığı ve ortamdan oksijenin çıkarılması gibi faktörler etkilemekte ve bu durum son üründe lezzet, tat ve aromanın nasıl olacağının belirlenmesini sağlamaktadır (Bourdichon ve ark., 2012). İyi bir fermentasyon için tuz konsantrasyonunun %10-15 arasında olması gerekliliği temel olarak belirtilmiş ve daha

yüksek tuz konsantrasyonlarında laktik asit bakterilerinin gelişimlerinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Kabak ve Dobson, 2009). Sebze, meyve ve mantarların bu geleneksel fermantasyonu, çoğunlukla birçok farklı laktik asit bakterisi türünü içermekte, fermantasyon sürecinin farklı aşamalarında farklı laktik asit türleri aktif olmaktadır. (Kabak and Dobson, 2011). Laktik asit fermantasyonu, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Weisiella*, vb. türlerden oluşan laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Laktik asit bakterileri (LAB), ana fermantasyon ürünleri olarak kültür ortamına laktik asit sentezleyen bir Gram-pozitif fakültatif anaerobik bakteri grubudur ve çok çeşitli gıdaların korunmasına ve üretilmesine yardımcı olmaktadır. Gıdalar için fermantasyon ajanları olarak birçok LAB'nin geleneksel kullanımının genel popülasyon için güvenli olduğu düşünülmektedir. Laktik asit bakterileri, başta laktik asit olmak üzere asit üretimi nedeniyle gıdanın bulunduğu ortamda asitlik artışına neden olmaktadır. LAB ile ilişkili diğer metabolitler arasında asetik asit, etanol, aromatik bileşikler, bakteriyosinler, ekzopolisakkaritler ve çeşitli enzimler bulunmaktadır. Bu bileşikler, fermente edilmiş ürünlerin doku ve duyuşal profilinin iyileştirilmesinin yanı sıra raf ömrünün ve mikrobiyal güvenliğin artırılmasına neden olmaktadır (De Vuyst ve Leroy, F. 2007).

Mantarlar, yapısında bulunan yüksek orandaki su, toprak kökenli yoğun doğal mikrobiyota ve enzim aktivitesi sebebi ile çabuk bozulan gıdalar arasındadır. Yüksek enzim aktivitesiyle ilişkili olarak kararma hızının yüksek oluşu, özellikle taze mantarların pazar değeri için en büyük problemlerden biri olarak belirtilmektedir (Hearst ve ark., 2009). Oda koşullarında muhafaza edildiklerinde çok kısa sürede tazeliklerini kaybetmekte ve bu sebeple raf ömrünü uzatmak için özellikle çeşitli muhafaza yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Mantarların raf ömrünü uzatmak amacıyla dondurma, sterilize etme, kurutma, konserve, marinasyon, modifiye atmosferde paketlenme, salamurada muhafaza gibi birçok yöntemle başvurulabilmekte ve farklı formlarda (toz, ezme, konsantre ve ekstrakt gibi) tüketicilere ulaştırılmaktadır (Jablonska-Rys ve ark., 2016).

Kültür mantarının kuru maddesinin en büyük kısmını (%35 ila %70) oluşturan karbonhidratlar laktik asit fermantasyonunda mikroorganizmaların substrat olarak

kullandığı en önemli bileşendir (Guillamon ve ark., 2010). Mantarda karbonhidratlardan mono ve disakkaritler, şeker alkoller, polisakkaritler (glukanlar dâhil), glikojen ve kitin bulunmaktadır (Kalbarczyk ve Radzki, 2009).

Deb ve ark. (2018) tarafından yapılan araştırmada mantar turşusunun, kalsiyum ve potasyum ile birlikte selenyum gibi zengin bir antioksidan mineral kaynağı olduğu; polifenol içeriğinin zengin olduğu, trans yağ asidi içermediği ve en az 12 aylık bir raf ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir. Tabiolo ve MaribethSy (2018) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda şeker/sirke ilave edilerek hazırlanan formülasyonlar (tatlı-ekşi-tatlı/ekşi) ile üretilen istiridye mantar turşularının kalite ve fizikokimyasal özellikleri incelemiştir. Araştırmaya göre tatlı olarak hazırlanan mantar turşusunda % 2.30 ile en yüksek ham protein değerini içerdiği; ekşi olarak hazırlanan mantar turşusunun en düşük ham protein değerini % 1.81 ile en yüksek nem değerini (% 88.8) sahip olduğu; tatlı ve ekşi olarak hazırlanan mantar turşusunda ise % 8.35 ile toplam şeker (sakaroz olarak) için yüksek içerik tespit edildiği ve % 77.1 nem ile en düşük değer gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra ortam sıcaklığında (26 °C) 90 gün süreyle başarılı bir şekilde saklandığı ve herhangi bir bakteri oluşumunun olmadığı tespit edilmiştir. Turşu üretiminde mantarlar belirli aşamalardan geçmektedir. Mantar turşusunun yapımında tuz, şeker, sirke ve su gibi ana bileşenler bulunmaktadır (Khaskheli ve ark., 2017).

Turşuda bulunan probiyotikler, insanlarda ve hayvanlarda bağırsak mikrobiyotasının sindirim süreci ve bağışıklığı üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olmakla birlikte kompozisyonunu ve kolonizasyonunu optimize eden mikroorganizmaları veya canlı hücreleri içeren biopreparatlar olarak tanımlanmıştır (Markowiak ve Slizewska, 2017). Fermantasyon yoluyla mantar, meyve ve sebzelerden izole edilen LAB'lar profilaktik ve terapötik özelliklerinden dolayı potansiyel probiyotikler olarak önerilmektedir. LAB insan vücudunda bağışıklık sistemini güçlendirmekte, bazı besin maddelerinin emilimini arttırmaya yardımcı olmakta ve sindirim fonksiyonlarını iyileştirmektedir (Zieliński ve ark., 2021).

Yağların, karbonhidratların ve aminoasitlerin insan vücudunun metabolizması yoluyla doğal olarak üretilen serbest radikallerin, vücutta sigara ve alkol tüketimi, kronik

hastalıklar, çevresel kontaminantlar gibi farklı faktörlerden etkilenerek arttığı bilinmektedir. Bu serbest radikallerin aşırı üretimi hücre yapısına zarar veren oksidatif strese neden olabilmektedir. Antioksidanlar ise serbest radikallerin etkilerini yok edici özellikler taşımaktadır (Nurul ve Asmah, 2012). Mantarlar, mineraller, vitaminler, diyet lifleri, fenolik maddeler ve antioksidan fitokimyasallar gibi fonksiyonel gıda bileşenleri açısından oldukça zengin ve sağlıklı gıdalar olarak bilinmektedir. Mantarların, turşu şeklinde işlenmeleri sırasında bu özelliklerinin turşuya yansması, turşunun besinsel içeriğinin tanımlanması bakımından önemlidir (Tokatlı ve ark., 2012).

2.5.1. Mantar turşusu üretiminde uygulanan ön işlemler

Yenilebilir mantarlar kolay bozuldukları ve uzun süre depolanamayacakları için gıda işleme endüstrileri için sert hammaddeler olarak kabul edilmektedirler. Mantar işlemede en yaygın olarak kullanılan işlemler olan fermentasyon, pastörizasyon, ıslatma, ağartma, ıslatma, dondurma, vakumlu nemlendirme, kurutma, ısıtma, tuzlama gibi işleme tekniklerinin mantar kalitesini büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir. (Skapska ve ark., 2008; Jablonska-Rys ve Slawinska, 2012; Reis ve ark., 2012; Jablonska-Rys ark, 2016; Radzki ve ark., 2016; Jablonska-Rys ark., 2019).

Ön işlemlerden ilki olan yıkama aşamasında sadece içme suyu kalitesindeki su ile mantarlar yıkanmakta olup hidrojen peroksit, sodyum metabisülfid gibi bileşikler kullanılarak dezenfeksiyon etkinliği artırılabilir. Yıkama işlemiyle mantarlar gözle görülen kirliliklerden arındırılmakta az da olsa mikrobiyal oluşumların/gelişimlerin engellenmesi sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra endüstriyel prosesler ya da tercihe göre mantarların kalibrasyonları gerçekleştirilebilmektedir (Jablonska-Rys ve Slawinska, 2012).

Yıkama gerçekleştirildikten sonra ön işlemlerin ikinci aşamasında haşlama, katkılı haşlama, mikrodalga ve ultrases gibi tekniklerin uygulanmasına geçilmektedir. Temelde bu tekniklerin uygulanma sebebi mantarların, saklama koşulları sırasında en çok sorun yaratan su miktarının (% 95'lere ulaşan) azaltılması ya da stabilizasyonu, mikrobiyal aktivite oluşumlarının engellenmesi ve esmerleşmesinden sorumlu mantar sindirim enzimleri inaktivasyonunun sağlanmasıdır (Jablonska-Rys ve ark., 2019).

Yüksek nem içeriği (% 95'e varan) mantarların kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonda mükemmel bir substrat haline gelmesini sağlamaktadır. Bu durum maya, küf ve bakteri gibi birçok patojenik mikroorganizmanın gelişimi için uygun bir ortam yaratarak elde edilecek gıda ürününün bozulmasına sebep vermektedir (Maltini ve ark., 2003). Mantarlar yetiştirilmesinde çeşitli şekilde çevredeki maya, küf ve bakterilere maruz kalabilmektedir. Uygulanan ön işlem yöntemleriyle işleme sırasında meydana gelebilecek mikrobiyal etkilerin olumsuz sonuçları engellenebilmektedir (Terefe ve ark., 2016). Bunun yanı sıra mantar ürünlerinin esmerleşmesinden sorumlu birincil enzim olarak kabul edilen polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu da saklama koşullarını etkileyen önemli bir faktör olarak görülmektedir (Szadzinska ve ark., 2022).

Haşlama uygulaması Mantarlar 90 ila 100 °C sıcaklıktaki suda ortalama 2 ila 5 dk. arasında haşlanarak uygulanmaktadır. Haşlama tekniğinde temel enzimatik reaksiyonlar oluşturacak sindirim enzimlerinin inaktivasyonun sağlanması, mikrobiyal etkilerin engellenmesi ve taze mantarların iç yapısında bulunan havanın dışarı çıkması sağlanarak hacimde azalma meydana getirme ve son üründe kalitenin artırılması amaçlanmaktadır (Bernas ve ark., 2006; Jablonska-Rys ve ark., 2019). Genellikle haşlama yapıldıktan sonra hızlıca soğutulmakta ve turşu üretimine alınmaktadır.

Jaworska (2011) tarafından yapılan çalışmada *P. ostreatus* mantarlarının amino asit içeriği üzerine 12 aylık depolamayı takip eden süreçte dondurma ve konserve işlemlerinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda mantarların bir kısmı dondurulmuş ve diğer kısmı konserve şeklinde saklanmıştır. Dondurma ve konserve işlemi öncesinde ön işlem olarak suda veya sodyum metabisülfite, sitrik asit, L-askorbik asit ve/veya düşük metillenmiş pektin içeren solüsyonlarda mantarlar haşlanmıştır. Dondurulmuş mantarlarda alanin, glutamin, sistein ve tirozin (%6-39), konserve mantarlarda ise arginin, glisin, serin, histidin, metionin ve treonin (%1-31) seviyelerinde önemli düşüşler görülmüştür.

Jablonska-Rys ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada 3 dk. geleneksel haşlama yönteminin mantarlarda esmerleşmeden sorumlu birincil enzim olarak kabul edilen polifenoloksidaz enzimini inaktive ettiği bildirilmiştir.

Gül (2021) tarafından yapılan araştırmada uygulanan haşlama tekniğinin sıcaklığa bağlı olarak mantarların yapısında bulunan fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivitesinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Katkılı haşlama uygulaması Haşlama suyuna çeşitli katkı maddeleri (solüsyonlar, baharatlar vb.) eklenerek fermentasyon öncesi belirli süre kaynama ve soğutma yapılarak uygulanmaktadır.

Radzki ve ark. (2016) yaptıkları araştırmada *A. bisporus*, *P. ostreatus* ve *Lentinula edodes* mantarlarının antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik içerikleri açısından analiz etmek amacıyla sitrik asit solüsyonunda 5 dk. ağarmaya ve 15 dk. suda haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Analiz edilen üç tür arasında *A. bisporus* en yüksek antioksidan kapasiteye ve toplam fenolik içeriğe sahipken *L. edodes*'in en düşük antioksidan kapasiteye ve toplam fenolik içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen katkılı haşlama işleminin, antioksidan aktivitede azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Deb ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada katkılı haşlama tekniği kullanılmıştır. Araştırmada istiridye mantarı turşusu üzerine yaptıkları bir çalışmada fermentasyon öncesi farklı boyutlarda kesilen mantarlar 2 dk. haşlandıktan sonra soğutulmuş sonrasında mantarlar kırmızıbiber, zerdeçal, çemen otu, kimyon gibi çeşitli baharatlar ilave edilen tuzlu su içerisinde belirli bir süre kaynatılıp soğutularak sirke ilavesiyle fermente edilmiştir. Araştırma sonucunda mantar turşusunun formülasyonunun, oda sıcaklığında en az 12 aylık bir raf ömrüne sahip olduğu ve genel kabul edilebilirlik skorunun çok iyi olduğu belirtilmiştir.

Mikrodalga uygulaması Mikrodalga ısıtma, 300 MHz-300 GHz aralığındaki elektromanyetik dalgaları kullanan hızlı ısıtma sistemlerinden biridir. Hızlı ısınma özelliğinden dolayı gıda işleme alanında gıda maddelerinin pişirilmesi, kurutulması,

enerji tüketimini azaltabileceği gösterilmiştir (Çakmak ve ark., 2016, Szadzińska ve ark., 2016).

Çakmak ve ark. (2016) tarafından yapılan elektro plazmoliz (EP) (100V/40s) ve ultrases (35kHz/30dk) ile ön işleme tabi tutulmuş mantarların kuruma hızının % 37 oranında arttığı ve ultrases tekniğinin elektro plazmolize nazaran fenolik içeriği ve rengi daha iyi koruduğu bildirilmiştir. Buna karşılık, yüksek yoğunluklu akustik dalgaların, mikroskobik ölçekte karışmaya ve mikro akışların oluşumuna neden olduğu, bunun da ısı ve kütle transfer katsayılarında artışa neden olduğu belirtilmiştir (Li ve ark., 2021).

Langnika ve ark. (2016) tarafından yapılan araştırmada kültür mantarı paketlenme öncesi ön işlemlerinde uygulanan ultrases tekniğinin mantarların fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini 4 °C’de 12 günlük depolama süresi sonunda incelenmiştir. 4 °C’de saklanan farklı şekilde işlenmiş mantarların fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin, işlenmemiş olanlardan önemli ölçüde farklı olduğunu, yıkanmış numunelerin diğer tüm numunelere kıyasla en düşük solunum oranı sergilediğini tespit etmiştir.

Ganjdoost ve ark. (2021) tarafından yapılan araştırmada ultrases tekniği ve bu tekniğin H₂O₂, O₃ gibi uygulamalarla kombinasyonunun, yenilebilir düğme mantarlarının enzimatik esmerleşmesini kontrol ederek depolama kalitesini artırma üzerindeki etkisini araştırmıştır. Deneyler sırasında frekansı 20 ile 35 kHz arasında olan 100 W ultrases su banyosu kullanılmıştır. 12 günlük depolama süresinin sonunda en düşük mikrobiyal içeriğin distile suda 6 dk. ultrases işleme ait olması, bu işlemin depolama süresince mantar numuneleri üzerindeki mikrobiyal yükü önemli ölçüde kontrol edebildiğini gösterdiği bildirilmiştir. Mikroorganizmaların inaktivasyonunun, mikroorganizmaların hücrelerinin içindeki ultrasonik dalgaların kimyasal ve mekanik enerjisi tarafından üretilen kabarcıkların oluşumu, büyümesi ve çökmesinin bir sonucu olduğu belirtilmiştir (Ganjdoost ve ark., 2021).

3. KAYNAK ÖZETLERİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Liu ve ark. (2014) yapmış olduğu çalışmada koruma yöntemlerinin (dondurma, konserve ve tuzlama) *A. bisporus* mantarlarında amino asit ve 5'-nükleotid üzerine etkilerini incelemiştir. Dondurma, konserve ve tuzlama işleminden sonra yapılan 6 aylık depolamanın örneklerin, serbest amino asit miktarında (özellikle tirozin, alanin, glutamin ve sistein) önemli bir azalmaya yol açtığı belirtilmiştir. Dondurulmuş *A. bisporus*'taki 5'-nükleotid aromasının, konserve ve tuzlanmış *A. bisporus*'tan daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Buna dayanarak dondurmanın *A. bisporus*'un korunması için daha iyi bir uygulama olduğu ileri sürülmüştür.

Jablonska-Rys ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada 3 dk. geleneksel haşlama yönteminin mantarlarda esmerleşmeden sorumlu birincil enzim olarak kabul edilen polifenoloksidaz enzimini inaktive ettiği, 85 °C'de 3 dk. mikrodalgada haşlamanın, toplam antioksidan aktivitede önemli bir kayıp meydana getirdiği belirtilmiştir. Sıcaklık dağılımı, polifenoloksidaz inaktivasyonu, ağırlık kaybı, büzülme, antioksidan aktivite ve numunelerin esmerleşmesi açısından daha iyi sonuçların, karışık bir yöntem kullanılarak (1 dk. 85 °C'de mikrodalga ve 20 saniye 92 °C su banyosu) elde edildiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada kültür mantarlarının çeşitli kalite özellikleri üzerine hibrit kurutmanın (mikrodalga-konvektif) etkisi araştırılmış, sonuçlar mikrodalga destekli konvektif kurutmanın geleneksel kurutmaya kıyasla daha fazla enerji verimli olduğunu göstermiş ve en yüksek polifenol içeriğinin 200 W mikrodalga gücü ile 30 °C'de kurutulan mantarlarda gözlemlendiği belirtilmiştir. Kültür mantarları bileşiminin hibrit kurutma ile iyi bir şekilde korunabileceği ortaya konulmuştur (Szadzinska ve Mierzwa, 2021)

Yapılan bir başka çalışmada farklı ön işlemler uygulanarak dondurulan *A. bisporus*'un optimal saklama süreleri araştırılmıştır. Haşlama ön işlemi uygulanmayan mantarlardan elde edilen dondurulmuş ürünler duyuusal bakımdan 4 aya kadar kabul edilebilir olarak belirlenmiştir. Haşlama veya hem ıslatma hem de haşlama ön işlemleri uygulanan mantarların ise 8 ay boyunca saklanabildiği bildirilmiştir. Haşlanmış mantarlardan elde edilen dondurulmuş ürünlerin ıslatılmış ve haşlanmış mantarlara göre daha fazla kuru

madde, kül, B1 ve B2 vitamin içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir (Jaworska ve ark., 2008).

Jabłońska-Ryś ve ark., (2016) yapmış oldukları çalışmalarında *P. ostreatus* (istiridye) ve *Cantharellus cibarius* (chanterelle) mantarlarının taze ve 4 dk. ısıya maruz bırakılmış iki farklı formunu laktik asit fermantasyonuna tabi tutmuşlardır. Fermantasyon sonunda elde edilen ürünün polifenol içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve fenolik asit içerikleri araştırılmıştır. Haşlama işleminin her iki mantar türünün polifenol içeriğinde ve antioksidan aktivitesinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir.

Chen ve ark., (2021) yapmış oldukları çalışmada farklı mikrobiyal türlerle fermantasyonun Shiitake mantarının (*L. edodes*) umami tadı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Shiitake mantarları ve sapını fermente etmek için *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* ve *Lactobacillus plantarum* kullanılmış ve fermantasyon sonunda salamuradaki umami bileşenler analiz edilmiştir. Sonuçlar, fermantasyon sıvısındaki serbest amino asit ve aroma nükleotitleri içeriğinin fermantasyon süreci boyunca arttığını göstermiştir. *Lactobacillus plantarum* ile fermente edilen örneğin en güçlü umami aroması içerdiği belirtilmiştir.

Gül ve ark., (2021) yapmış oldukları çalışmalarında fermantasyonun mantar turşusunun biyoaktif özelliklerine etkisini incelemiştir. Turşu üretiminde Kanlıca mantarları (*Lactarius deliciosus*) 3 dk. süre ile suda haşlama işlemine tabi tutulmuş hemen ardından buzlu su içerisinde hızlı bir şekilde soğutulmuş ve salamura eklenerek 40 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Turşu üretimi öncesinde yapılan haşlama işleminde uygulanan sıcaklığa bağlı olarak mantarların fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivitesinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) azalış olsa da, fermantasyon süresince biyoaktif bileşen miktarların da artış saptanmıştır.

Yapılan bir çalışmada *Armillaria mellea* (Bal Mantarı) *Calocybe gambosa* (Cincile Mantarı) *Clitocybe odora*, *Coprinus comatus* (Pösteki Mantarı) olmak üzere dört yabani yenilebilir mantarın kimyasal bileşenleri (fenolik bileşikler, makro besinler, yağ asitleri, tokoferoller ve askorbik asit) belirlenmiştir. Ayrıca mantarların suda çözünür polisakkarit

ve etanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Analiz edilen tüm mantarlar arasında *C. comatus* 'ta şeker, çoklu doymamış yağ asitleri, fenolik bileşikler ve tokoferol miktarları en yüksek olarak belirlenmiştir. *C. odora* en yüksek askorbik asit ve suda çözünür polisakkarit miktarına sahiptir. İncelenen tüm mantar çeşitlerinin, yüksek protein ve karbonhidrat ve düşük yağ içeriği nedeniyle dengeli beslenmeye dâhil edilmeye uygun besinler olarak kabul edilebileceği buna ilaveten dengeli bir diyetle biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak kullanılabileceği de ifade edilmiştir (Vaz ve ark., 2011).

Antimikrobiyal ilaç direnci dünyada ciddi bir sorundur. Bu sorun araştırmacıları çoklu ilaca dirençli patojenlere karşı savaşmak için alternatif yollar bulmaya ve çeşitli kaynaklardan yeni antimikrobiyal maddeler geliştirmeye yönlendirmiştir. Buna dair yapılan bir çalışmada yenilebilir yabani mantar türlerinden antimikrobiyal ve antioksidan bileşik üretimi araştırılmıştır. Mantarların çok azının antitümör, antimikrobiyal, antioksidan, anti-hipertansif ve hipokolesterolemik etkilere sahip pirogallol, polisakkaritler, flavanoller, askorbik asit ve karotenoid bileşikler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler ürettiği saptanmıştır. *Agaricus silvaticus* Schaeff, *Hydnum rufescens* Pers., *Meripilus giganteus* (Pers.) Karst., *Termitomyces* sp. *Tricholoma crissum*, *Volvariella volvacea*, *Astraeus hygrometricus*, *Alpova trappei*, *Auricularia auricula*, *Cantharellus cibarius*, *Cra Craterellus aureus*, *Lentinus* sp., türleri önemli antioksidan aktivite göstermiştir (Román ve ark., 2020).

Blumfield ve ark., (2020) *A. bisporus* 'un insan sağlığı üzerindeki etkisini incelemiştir. *A. bisporus* 'un sağlık üzerine olumlu etkileri bulunan β -glukanlar, ergosterol, ergotionin, D vitamini ve flavonoidler gibi antioksidan bileşiklerin kaynağı olduğu belirlenmiştir. Bu bileşikler mantarda mantar türüne, pişirme yöntemine, pişirme süresine ve ultraviyole B (UVB) maruziyetine bağlı olarak değişen konsantrasyonlarda bulunabilmektedir. Çalışmada *A. bisporus* 'un metabolik sendrom, bağışıklık fonksiyonu, mide-bağırsak sağlığı ve kanser üzerindeki faydalı etkileri ile ilgili güçlü kanıtlar bulunmuştur. UVB'ye maruz kalan mantarların, (OH)-D seviyelerini D vitamini takviyeleri ile benzer derecede artırabileceği ve koruyabileceği bildirilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada taze hasat edilmiş istiridye mantarından (*Pleurotus spp.*) Hint damak tadına uygun hazırlanan mantar turşusunun besleyici parametreleri, antioksidan aktivitesi ve raf ömrü saptanmıştır. Turşu hazırlanırken mantarlar 2 dk. haşlama ön işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin raf ömrünü belirlemek için duyusal değerlendirmeleri 0., 6.ve 12. ayda yapılmıştır. Mantar turşusunun oda sıcaklığında en az 12 aylık raf ömrüne sahip olduğu ve genel kabul edilebilirlik puanının “çok iyi” olduğu belirtilmiştir (Deb ve ark., 2018).

Gul Khaskheli ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada taze ve salamura edilmiş *Auricularia auricula-judae*’den izole edilen ve saflaştırılan polisakkarit bileşenlerinin karakterizasyonları ve antioksidan aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Fermente ürün hazırlanırken mantarlar 4-5 dk.haşlama ön işleminden geçirilmiştir. Taze formundan saflaştırılan polisakkarit bileşeninin, 16.74:1.0:1.18:1.0:1.0 molar orana sahip sırasıyla glukoz, ramnoz, arabinoz, mannoz ve galaktoz dahil beş monosakkaritten oluştuğu; salamura formundan saflaştırılan polisakkaritin ise 15.59:1.52:4.76:1.0 mol oranı ile sırasıyla arabinoz, mannoz, galaktoz ve ksiloz olmak üzere dört monosakaritten oluştuğu gösterilmiştir. Taze ve fermente edilmiş *A. auricula-judae*’nin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmekle birlikte *A. auricula*’nın antioksidan yeteneğinin fermantasyondan olumlu etkilendiği ifade edilmiştir.

Jaworska ve ark., (2011) tarafından yapılan çalışmada dondurma veya konserve etme işlemlerinin ardından yapılan 12 aylık depolamanın *P. ostreatus* mantarlarının amino asit içeriği üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mantarlara haşlama ve katkılı haşlama (sodyum metabisüfit, sitrik asit, L-askorbik asit) ön işlemleri uygulanmıştır. Mantarlarda dondurma işleminin ardından yapılan 12 aylık depolama, alanin, glutamin, sistein ve tirozin miktarında % 6-39 oranında, konserve işlemi ardından yapılan 12 aylık depolama ise mantarlarda arginin, glisin, serin, histidin, metiyonin ve treonin miktarında % 1-31 oranında düşüslere neden olmuştur. Haşlanmış mantarlardan elde edilen donmuş ürünlerde incelenen 17 amino asitten 12’si (% 4-28) önemli ölçüde daha yüksek seviyelere sahipken, katkılı haşlanmış konserve mantarlarda, sadece 5 amino asidin (% 3-20) daha yüksek oranlarda olduğu belirlenmiştir. Suda haşlanmış örnekler dışında,

dondurulmuş mantarlarda incelenen tüm amino asitlerin, tüm konserve mantarlardan daha yüksek seviyelere sahip olduğu belirtilmiştir.

Kumar ve Barmanray, (2008) iki farklı çeşit yağ kullanarak (susam ve hardal) kültür mantarı (*A. bisporus*) turşusu üretiminde üç farklı formülasyon kullanmıştır. Hazırlanan ürünler iki ay arayla bir yıl boyunca fiziko-kimyasal ve duyusal olarak değerlendirilmiştir. Her iki turşu çeşidinde nem ve titre edilebilir asitlik değerleri depolama sırasında kademeli olarak azalmış, pH değerleri yükselmiştir. Yağ, protein ve kül içeriğinde önemli bir değişiklik saptanmamıştır. Askorbik asit miktarı bir yıl boyunca depolama esnasında azalmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarında önemli bir değişiklik saptanmamış, ürünlerin bir yıl sonra bile kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.

Singh ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada kültür mantarı (*A. bisporus*), hardal yağı ve iki farklı sirke (ticari, doğal) ilave ederek formüle ettikleri örnekleri fermente etmiş ve elde edilen turşuların ortam koşullarında muhafaza kalitesini değerlendirmiştir. Hardal yağı eklenerek formüle edilen mantar turşusunun raf ömrünün oda sıcaklığında altı ay olduğu belirlenmiştir. Ticari sirke ilave edilerek fermente edilen turşunun daha iyi pH, nem, kuru madde, kül ve renk değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Doğal sirke ile hazırlanan turşunun daha yüksek protein ve yağ içeriğine sahip olduğu karbonhidrat seviyelerinin ise her iki turşu çeşidi için aynı kaldığı saptanmıştır.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Araştırma Materyali

Araştırmada turşu üretimi için kullanılan taze mantarlar (Şekil 4.1), Tokat ili, Merkez ilçesindeki yerel bir pazardan; turşu hazırlanmasında kullanılan tuz yerel bir marketten temin edilmiştir. Mantar turşularının üretimi, depolanması ve analizleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Turşu üretiminde kullanılan kültür mantarları

4.1.1. Kimyasal materyal

Etanol, metanol, fenolfitalein, sodyum hidroksit (NaOH), potasyum kromat (K_2CrO_4), gümüş nitrat (AgNO_3), Folin–Ciocalteu reaktifi, hidroklorik asit (HCl), sodyum karbonat (Na_2CO_3), demir(III) klorit heksahidrat, 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-1,3,5-triazine(TPTZ), 2-(3,4- Dihidroksifenil)-3,5,7-trihidroksi-4H-1-benzopiran-4-bir dihidrat (kuercetin), 6-Hidroksi- 2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Troloks), 2,2'-azino-bis (3- etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS), 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) gallik asit Sigma-Aldrich (Almanya), Kjeldahl Tablet Gerhardt (Almanya), alüminyum klorür (AlCl_3), sodyum nitrit (NaNO_2), borik asit (H_3BO_3), sülfürik asit (H_2SO_4), sodyum asetat trihidrat Merck (Almanya) kimyasalları kullanılmıştır.

4.1.2. Kullanılan ekipmanlar

Yapmış olduğumuz araştırmanın farklı aşamalarında hassas terazi (Radwag, AS 220 R2, Polonya), pH metre (WTW marka (330/Set-1), renk ölçer (Minolta CR300, Japonya), sertlik cihazı (Zwick Z0.5, Almanya), vorteks (Velp Scientifica, İtalya), saf su cihazı (Merck, Millipore, Almanya), ısıtıcılı manyetik karıştırıcı (Biosan, MSH 300, Letonya), öğütücü (Sinbo SCM-2934, Türkiye) UV-VIS Spektrofotometre (PG Instrument, T80+, İngiltere), Kjeldahl yakma ve destilasyon ünitesi (Behrotest, Almanya), kül fırını (Protherm PLF115M, Türkiye), homojenizatör (Ultra-Turrax IKA T-18 Basic, ABD) kullanılmıştır.

4.2. Araştırma Yöntemi

Çalışmada kullanılan mantar hasat edildikten sonra bekletilmeden laboratuvara getirilmiş boylarına göre sınıflandırılma yapılarak sapları kesilmiş ve bol su altında toprağından arındırılana kadar yıkanmıştır. Daha sonra 250-300 g örnekler halinde tartılarak uygulanacak ön işlem uygulamalarına hazır hale getirilmiştir.

4.2.1. Turşu üretimi

Mantar turşuları, geleneksel haşlama, katkılı haşlama, mikrodalga ve ultrases ön işlemleri uygulanarak üretilmiştir.

- (1) Kontrol: 1, 3 ve 5 dakika saf suda 90-92 °C’de haşlama,
- (2) Katkılı haşlama uygulaması: % 0.05 KMS (Potasyum Metabisülfite) + % 0.1 sitrik asitli sudan oluşan çözelti içinde 90-92 °C’de 1, 3 ve 5 dakika haşlama,
- (3) Ultrases uygulaması: 40 °C, 37 kHz’de 3-5-10 dakika ultrases uygulaması,
- (4) Mikrodalga uygulaması: 180W 30-60-90 saniye mikrodalga uygulaması.

Turşu üretiminde kullanılacak salamura 1 L içme suyuna, tuz (% 8) sitrik asit (% 0.7) ilave edilmesiyle hazırlanmıştır. Yukarıda belirtilen şekilde ön işlemten geçirilen mantarlar kavanozlara konulduktan sonra üzerine salamura ilave edilmiş ve havasının

ıkması sağlanıp kavanoz kapağı sıkıca kapatılarak oda sıcaklığında fermentasyona bırakılmıştır (şekil 4.2).

Uygulanan n işlem sürelerine göre sırasıyla kontrol grubu K1, K2, K3; katkılı haşlama işlemi uygulanan grup KK1, KK2, KK3; ultrases ön işlemi uygulanan grup U1, U2, U3; mikrodalga ön işlemi uygulanan grup ise M1, M2, M3 olarak adlandırılmıştır. retimler 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon, belirli aralıklarla (5,7,11,13,15,19. gün) alınan örneklerin fizikokimyasal özellikleri (pH ve titrasyon asitliği) belirlenerek takip edilmiş ve fermentasyonun 21. gününde örnekler buzdolabına kaldırılarak analizleri yapılıncaya kadar muhafaza edilmiştir.



şekil 4. 2. Hazırlanan mantar turşuları

4.2.2. pH

Mantarlarda pH tayini için homojenize edilmiş 10 g mantar rneği alınarak üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 4 saat bekletildikten sonra pH metre ile ölçüm gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

4.2.3. Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği tayini için 10 g mantar rneği homojenize edilerek tp içerisine alınıp saf su ile 50 mL'ye tamamlanmış ve 4 saat bekletilmiştir. Sulandırılmış rnek filtre kağıdı

ile süzölmüş bu süzöntüden 5 mL alınarak üzerine 10 mL saf su ve 3-4 damla fenolftalein eklenerek 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Pembe renk meydana geldiğinde ise harcanan NaOH miktarı belirlenerek toplam asitlik laktik asit cinsinden g/100 mL olarak hesaplanmıştır (Aktan ve Yıldırım, 2011).

4.2.4. Tuz analizi

Mantarda tuz miktarını belirlemek için Mohr yöntemi kullanılmıştır. Öğütücüde parçalanmış mantar örneklerinden 10 g tartılarak bir tüp içerisine alınmış saf su ile 50 mL'ye tamamlanıp 4 saat bekletilmiştir. Süre sonunda çözelti filtre kağıdı ile süzölmüş ve elde edilen filtrattan 5 mL alınarak 10 mL saf su ve 1 mL % 5'lik potasyum kromat çözeltisi eklenerek 0.1 N gümüş nitrat ile kiremit kırmızısı renge kadar titre edilmiş ve sarf edilen gümüş nitrat miktarı üzerinden çözeltideki tuz miktarı (%) belirlenmiştir (Uylaşer ve Başoğlu, 2016).

4.2.5. Kül analizi

Kül fırınında kurutulup desikatörde oda sıcaklığına soğutulan porselen krozelere 3 g mantar örnekleri alınıp 600 °C'de kül fırınında yakılmıştır. Yakma işlemine örnekler tamamen yanana kadar (beyaz renk alana kadar) devam edilmiş ve bu işlem yaklaşık 6 saat sürmüştür. Aynı analiz salamura sıvısı için 5 mL örnek alınarak ve elektrikli ısıtıcıda ön yakma işlemi uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Aktan ve Yıldırım, 2011).

4.2.6 Mantar ekstraktlarının hazırlanması

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmak üzere mantar turşusu örnekleri ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Tüpler içerisine 10 g tartılan öğütölmüş mantar örneklerinin üzerine toplam hacim 25 mL olacak şekilde ön denemeler sonucu derişimine karar verilen % 50'lik etanol ilave edilmiştir. Elde edilen mantar:çözücü karışımı bir homojenizatör yardımıyla homojen hale getirilmiştir. Oda sıcaklığında 24 saat ekstraksiyona tabi tutulan örnekler kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Elde edilen ekstraktlar analize alınmıştır.

4.2.7. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik bileşik miktarı Folin Ciocalteu (FC) reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. (Singleton ve ark., 1999). Hazırlanan ekstraktlardan tüp içerisine 100 µL alınarak üzerine 200 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 2 mL saf su ilave edilerek oda sıcaklığında 3 dk. bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi (% 20'lik) ilave edilerek vorteks ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 1 saat inkübe edildikten sonra spektrofotometre ile 765 nm'de absorbansları okunmuştur. Standart olarak kullanılan gallik asidin farklı derişimleri (0, 50, 100, 150, 250, 350, 500 mg/L) kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Fenolik madde miktarı oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve toplam fenolik madde miktarı mantar örneklerinde µg GAE/g, salamura örneklerinde ise µg GAE/mL olarak verilmiştir.

4.2.8. Toplam flavonoid madde miktarı

Gaafar ve Salama (2013)'ün, uyguladığı metodun modifiye edilmesiyle ekstraktların toplam flavonoid bileşik miktarı belirlenmiştir. 500 µL ekstrakt üzerine 2 mL destile su ve 150 µL % 5'lik NaNO_2 eklenmiştir. Oda sıcaklığında 5 dk. bekletildikten sonra karışım üzerine 150 µL % 10'luk AlCl_3 çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım 5 dk. bekletilmiş ve üzerine 1 mL, 1 M NaOH çözeltisi ilave edilerek vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışıma 1.2 mL destile su eklenerek spektrofotometrede 510 nm'de absorbans ölçülmüştür. Örneklerin toplam flavonoid miktarları standart olarak kullanılan kuersetinin farklı derişimleri (0, 40, 80, 120, 200, 280, 320, 400 mg/L) oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar mantar örneklerinde µg KE/g, salamura örneklerinde µg KE/mL olarak ifade edilmiştir.

4.2.9. Antioksidan aktivite tayini

Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH, FRAP ve ABTS olmak üzere üç yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

Katyon Radikali Giderme Aktivitesi (ABTS^{•+}) Örneklerin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde Re ve ark. (1999) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. 7 mM ABTS ve 2.45 mM K₂S₂O₈ çözeltisi hazırlanmıştır. ABTS radikal stok çözeltisini hazırlamak için ABTS çözeltisi ve K₂S₂O₈ çözeltisi (1:1 oranında) karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında, 16 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. ABTS radikali çalışma çözeltisi; 1 mL stok çözeltinin 54 mL etil alkol ile 734 nm’de 0.700 (±0.02) absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Ekstraktlardan 40 µL alınıp üzerine 4 mL ABTS radikali ilave edilip karıştırılmıştır. Daha sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dk. bekletilip 734 nm’deki absorbansları spektrofotometre ile ölçülmüştür. Standart olarak kullanılan troloksun değişik derişimleri (0, 30, 60, 120, 240, 360, 480, 500 mg/L) ile kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Örneklerin katyon radikali giderme aktivitesi standarda ait kalibrasyon grafiğı kullanılarak mantar örneklerinde µg TE/g, salamura örneklerinde µg TE/mL olarak hesaplanmıştır.

Serbest Radikal Giderme Aktivitesi (DPPH●) Örneklerin DPPH serbest radikalini giderme aktiviteleri Blasi ve ark. (2016) tarafından uygulanan yöntemle göre saptanmıştır. Bunun için, ilk aşamada 0.06 mM DPPH çözeltisi hazırlanarak 4 °C’de karanlık ortamda 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra ise ekstraktlardan 100 µL alınıp üzerine 3.9 mL DPPH çözeltisi eklenmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dk. bekletildikten sonra spektrofotometrede 517 nm’de absorbansları ölçülmüştür. Örneklerin serbest radikali giderme aktivitesi troloks standardı kullanılarak çizilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar mantar örnekleri için µg TE/g, salamura örnekleri için µg TE/mL olarak ifade edilmiştir.

İndirgeme Gücü Aktivitesi (FRAP) Örneklerin FRAP yöntemiyle antioksidan aktiviteleri Benzie ve Strain (1996) tarafından uygulanan yöntemle göre saptanmıştır. İlk aşamada sodyum asetat tampon çözeltisi (30mM, pH:3.6), demir (III) klorür çözeltisi (20 mM) ve tripiridiltriazin (TPTZ) çözeltisi (10 mM) 10:1:1 oranında karıştırılarak çalışma çözeltisi elde edilmiştir. Daha sonra 100 µL örnek alınarak üzerine 2.9 mL FRAP çalışma çözeltisi ilave edilmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım oda şartlarında 30 dk inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonrasında karışımın 593 nm’deki

absorbansları spektrofotometre ile ölçülmüştür. Örneklerin FRAP değerleri troloks standardı kullanılarak çizilen kalibrasyon grafiği kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar mantar örnekleri için troloks eşdeğeri µg TE/g, salamura örnekleri için µg TE/mL olarak ifade edilmiştir.

4.2.10. Protein tayini

Azot içeriklerinin belirlenmesinde mikro kjeldahl yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Kjeldahl tüplerine 2 g homojenize mantar örneği tartılmış ve üzerine 15 mL konsantre H₂SO₄ ve bir adet Kjeldahl Tablet ilave edildikten sonra kademeli olarak yakma işlemi uygulanmıştır. Örnekler Kjeldahl yakma ünitesinde yaklaşık 45-60 dk. süreyle 400 °C’de berraklaşınca kadar yakılmıştır. Yakılan örnekler soğutulduktan sonra üzerine 30 ml saf su ilave edilip distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Distilasyon ünitesinde üzerine 35-40 mL % 32’lık (w/w) NaOH ilave edilen örnek distile edilerek distilatın 30 mL % 4’lük borik asit çözeltisi içerisinde toplanması sağlanmıştır. Distilat 0.02 N HCl ile titre edilerek aşağıda verilen eşitlik yardımıyla % azot değerleri belirlenmiştir. Azot oranlarının 6.25 faktörü ile çarpılması sonucu örneklerin protein değerleri hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Azot} = \frac{(V1 - V0) * 0.014 * N}{\ddot{O}} \times 100$$

V1	= Titrasyonda örnek için harcanan HCl miktarı (mL)
V0	= Şahit için harcanan HCl miktarı (mL)
N	= Titrasyonda kullanılan HCl’nin normalitesi
Ö	= Örnek miktarı (g)

4.2.11. Renk analizi

Örneklerin renk tayini objektif ölçüm yöntemi kullanılarak Minolta CR300 renk ölçer cihazı ile üç farklı noktadan L*, a*, b* değerlerinin Hunter prensibiyle ölçülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Cihazda okunan L* değeri: (0) siyahlığı, (50) griliği, (100) beyazlığı; a* değeri: (+) kırmızılığı, (-) yeşilliği; b* değeri: (+) sarılığı, (-) maviliği ifade etmektedir.

(Singh ve ark., 2005). Bu ölçümlere ek olarak croma değeri ($\sqrt{a^2 + b^2}$) ve hue açısı ($\arctan b/a$) değerleri hesaplanmıştır (Pathare ve ark., 2013).

4.2.12. Sertlik analizi

Turşu örneklerinin sertlik değerleri paslanmaz çelik başlığa sahip sertlik analiz cihazı (Zwick Z0.5, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Turşu örneklerini 10 mm delmek için gereken maksimum güç Newton olarak ifade edilmiştir (Aydın ve Öğüt, 1991). Tekstür analizi cihazının çalışma koşulları; Vtest:35mm/dk, Vreturn:500 mm/dk, Vpos1: 500 mm/dk, Vpos2:10 mm/dk, Lmax:10 mm, Fv:0.020 olarak belirlenmiştir.

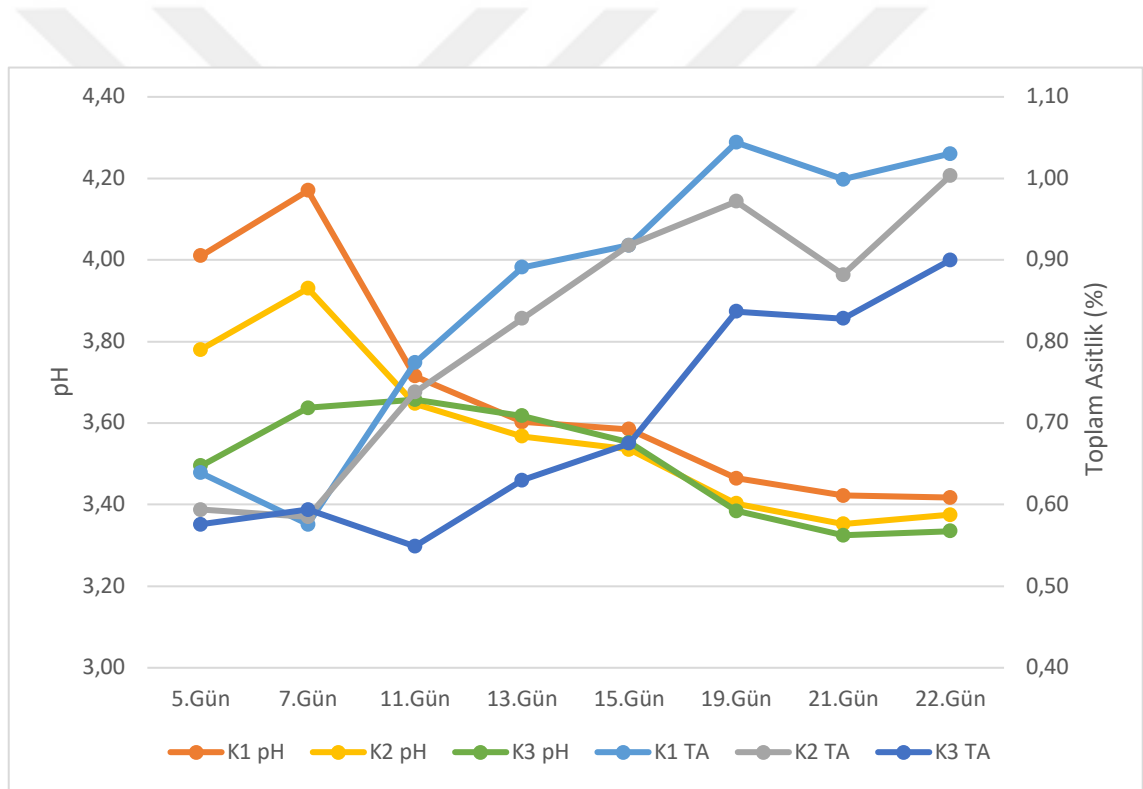
4.2.13. İstatistiksel analiz

Araştırma sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS (versiyon 20.0) istatistik paket programı yardımıyla Duncan testi kullanılarak yapılmıştır.

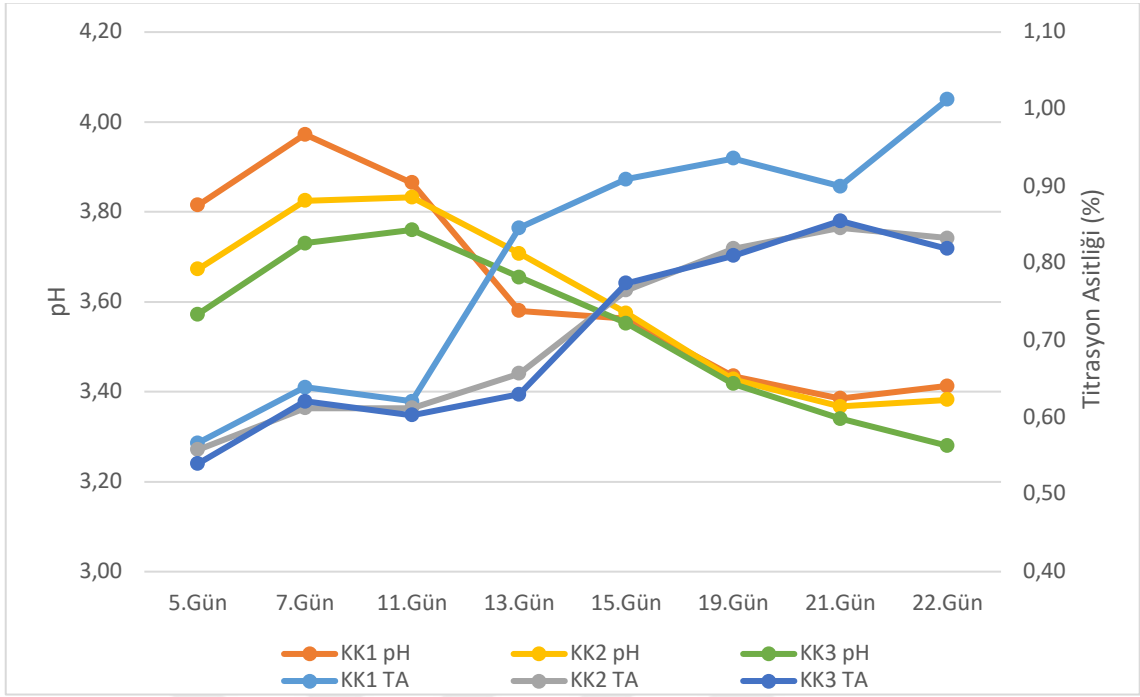
5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Laktik Asit Fermantasyonunun İzlenmesi

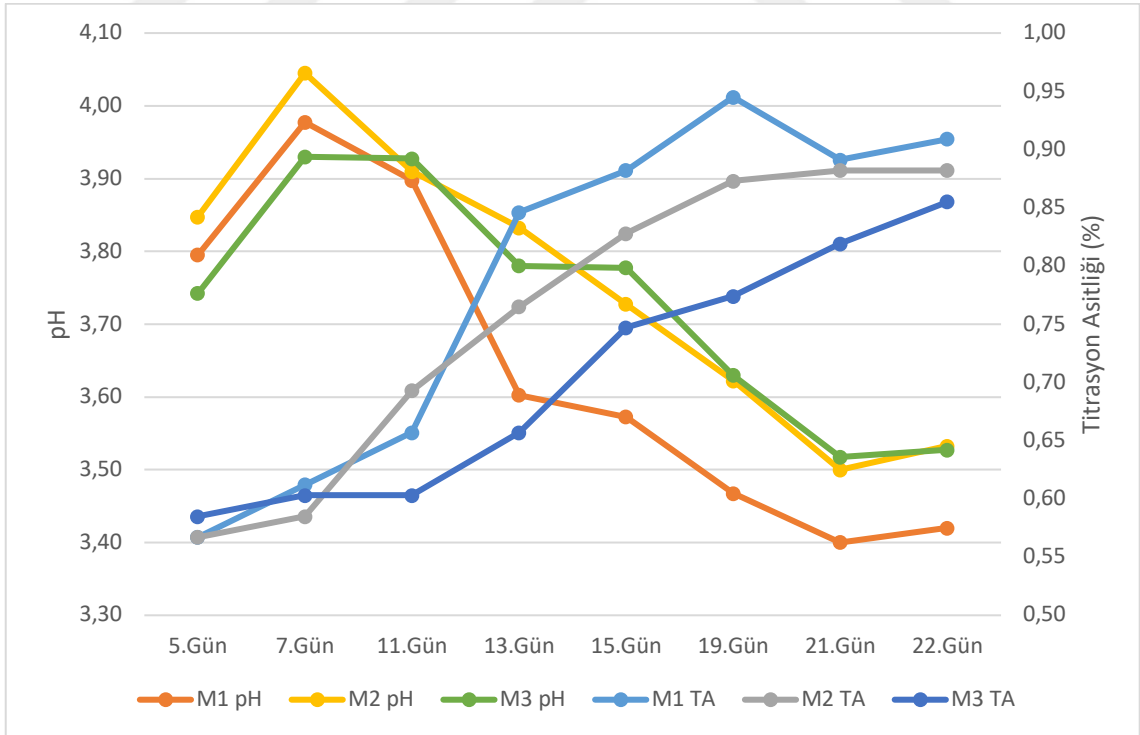
Laktik asit fermantasyonu pH ve titrasyon asitliği ölçümleri yapılarak izlenmiştir. Fermantasyon sürecinde (5., 7., 11., 13., 15., 19., 21. ve 22. gün) toplam asit miktarları ve pH değeri grafikleri haşlama ön işlemi uygulanan örnekler için Şekil 5.1, katkı haşlama ön işlemi uygulanan örnekler için Şekil 5.2, ultrases ön işlemi uygulanan örnekler için Şekil 5.3 ve mikrodalga ön işlemi uygulanan örnekler için Şekil 5.4'te verilmiştir.



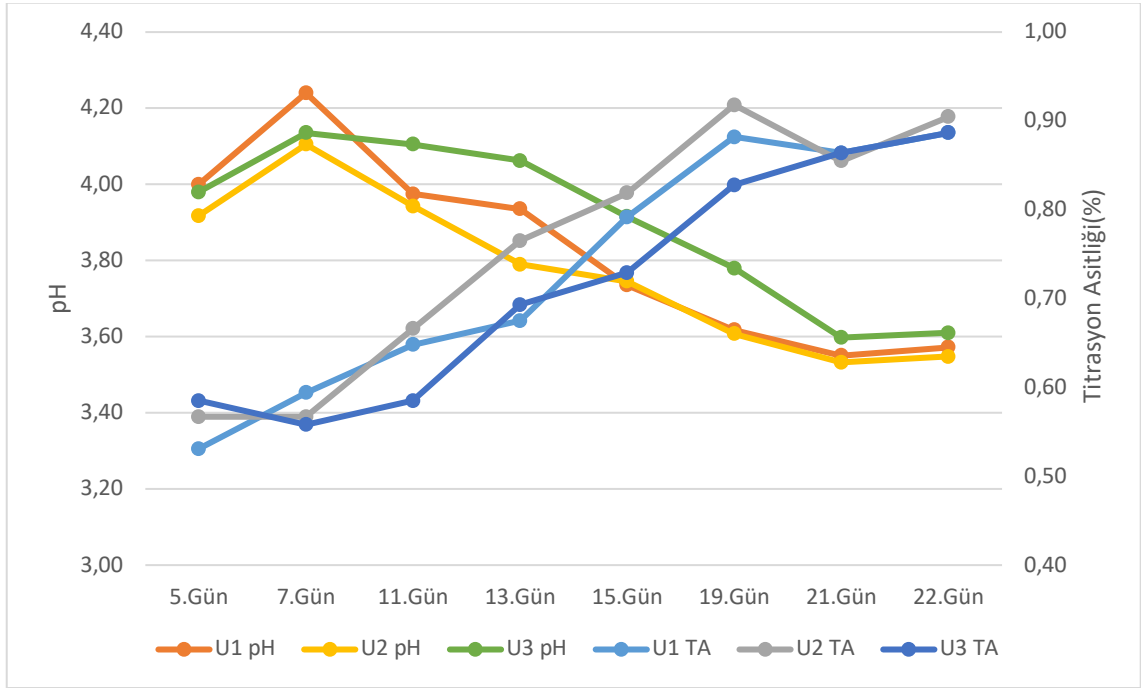
Şekil 5.1. Haşlama ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği



Şekil 5.2. Katkılı haşlama ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği



Şekil 5.3. Mikrodalga ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermantasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği



Şekil 5.4. Ultrases ön işlemi uygulanan mantar turşularının laktik asit fermentasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH grafiği

Titrasyon asitliği K1, U2 ve M1 örneklerinde 19. gün, KK2 ve KK3 örneklerinde 21.gün, K2, K3, KK1, U1, U3, M2 ve M3 örneklerinde 22. günde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 22 gün süren fermentasyon sonunda K, KK, U ve M örneklerinin pH değerleri sırasıyla 3.34-4.17, 3.28-3.97, 3.55-4.24 ve 3.42-4.05 aralıklarında, titrasyon asitlik değerleri ise laktik asit cinsinden % 0.58-1.04, % 0.54-1.01, % 0.53-0.92, % 0.57-0.95 aralıklarında olduğu tespit edilmiştir.

Skapska ve ark. (2008) haşlama sonrası mantar turşusu yapımında verilen LAB sayısı 7.3 log KOB/g olup 4. gün sonrasında, bakteri sayısının 9 log KOB/g'nin üzerine çıktığını ve ardından saklama koşulları sırasında yaklaşık 8 log KOB/g'ye düştüğünü bildirmiştir. Fermentasyonun ilk 2 gününde mantarların pH değeri 4.1'nin altında stabilize edici bir değere ulaşmış ve depolama süresinin sonuna kadar 3.5-4.1 düzeyinde kaldığını bildirmiştir.

Liu ve ark. (2017) 20 °C'de 18 günlük fermentasyon sürecinde mantar turşusunun 7.5 log KOB/mL bakteri sayısına ulaştığını ve pH'nın 3.8'in altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Bello ve Akinyele (2007) mantar turşularında 30 ± 2 °C’de 6 gün sonunda pH’ın 4.03-4.6 arasında olduğunu tespit etmiştir.

5.2. pH Değeri, Toplam Asitlik ve Tuz Miktarı

Çalışmada farklı ön işlemler uygulanan kültür mantarlarından turşu üretimi gerçekleştirilirken laktik asit fermentasyonu için salamura içeriği % 8 tuz ve % 0.7 sitrik asit olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırmada üretilen turşu örneklerinde mantar örneklerinin pH, toplam asitlik ve tuz değerleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Mantar turşularının pH, toplam asitlik ve tuz değerleri

Örnek Adı	pH	Toplam Asitlik (%)*	Tuz (%)
K1	3.43 ± 0.03^{de}	0.95 ± 0.09^a	5.48 ± 0.37^{cd}
K2	3.33 ± 0.06^{fg}	0.90 ± 0.00^{abc}	5.41 ± 0.29^d
K3	3.31 ± 0.00^{fg}	0.86 ± 0.05^{abc}	5.41 ± 0.38^d
KK1	3.42 ± 0.02^{de}	0.81 ± 0.07^c	5.78 ± 0.15^{bcd}
KK2	3.37 ± 0.04^{ef}	0.83 ± 0.04^{bc}	5.56 ± 0.24^{cd}
KK3	3.27 ± 0.10^g	0.68 ± 0.05^d	5.92 ± 0.15^b
U1	3.55 ± 0.01^b	0.86 ± 0.05^{abc}	5.34 ± 0.15^{cd}
U2	3.53 ± 0.03^{bc}	0.92 ± 0.05^{ab}	5.78 ± 0.37^{bcd}
U3	3.55 ± 0.04^b	0.81 ± 0.07^c	5.78 ± 0.37^{bcd}
M1	3.41 ± 0.01^e	0.86 ± 0.05^{abc}	6.07 ± 0.28^{ab}
M2	3.51 ± 0.01^{bc}	0.86 ± 0.05^{abc}	6.22 ± 0.44^{ab}
M3	3.48 ± 0.01^{cd}	0.81 ± 0.13^c	6.44 ± 0.24^a
Hammadde	6.70 ± 0.02^a	0.08 ± 0.01^e	0.29 ± 0.00^e
Ortalama	3.68	0.81	5.54

Sonuçlar, ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki farklı harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen mantar turşularının pH değerleri 3.27-3.55 aralığında belirlenmiş olup ortalama pH değeri 3.68’dir. Ultrases ön işlemi uygulanarak üretilmiş mantar turşularının (U1, U2 ve U3) pH değerlerinin diğer ön işlem gruplarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Mantarların, toplam asitlik değerleri (laktik asit cinsinden) % 0.68-0.95 aralığında olup ortalama toplam asitlik değeri % 0.81 olarak belirlenmiştir. Haşlama ön işlemi uygulanarak (1 dk.) üretilen turşu örneğinde (K1) toplam asitlik değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen analiz

sonuçlarına göre tuz miktarı mantar örneklerinde % 5.34-% 6.44 saptanmış olup ortalama tuz miktarı % 5.54 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada üretilen turşu örneklerinde salamura sıvılarının pH, toplam asitlik ve tuz değerleri Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Salamura örneklerinin pH, toplam asitlik ve tuz değerleri

Örnek Adı	pH	Toplam Asitlik(%)*	Tuz (%)
K1	3.42±0.04 ^c	1.03±0.06 ^a	6.30±0.55 ^b
K2	3.38±0.02 ^{cd}	1.00±0.06 ^a	7.39±2.03 ^a
K3	3.34±0.02 ^{de}	0.90±0.07 ^{bc}	5.51±0.39 ^b
KK1	3.41±0.03 ^c	1.01±0.04 ^a	5.28±0.15 ^b
KK2	3.38±0.05 ^{cd}	0.83±0.04 ^{bc}	5.48±0.11 ^b
KK3	3.28±0.12 ^e	0.82±0.05 ^c	5.98±1.23 ^b
U1	3.57±0.01 ^{ab}	0.89±0.06 ^{bc}	5.27±0.08 ^b
U2	3.55±0.04 ^{ab}	0.90±0.04 ^b	5.28±0.36 ^b
U3	3.61±0.06 ^a	0.89±0.04 ^{bc}	5.72±0.49 ^b
M1	3.42±0.01 ^c	0.91±0.06 ^b	5.84±0.25 ^b
M2	3.53±0.02 ^b	0.88±0.03 ^{bc}	5.82±0.22 ^b
M3	3.53±0.00 ^b	0.86±0.04 ^{bc}	5.72±0.18 ^b
Ortalama	3.45	0.91	5.8

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki farklı harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

Çalışmada salamura örneklerinin pH değerleri 3.28-3.61 aralığında belirlenmiş olup ortalama pH değeri 3.45 olarak saptanmıştır. Ultrases ön işlemi uygulanarak üretilmiş mantar turşularının (U1, U2 ve U3) salamuralarında pH değerleri diğer ön işlem gruplarına göre daha yüksek belirlenmiştir. Salamura sıvılarının toplam asitlik değeri ise % 0.89-1.03 aralığında olup ortalama toplam asitlik değeri % 0.91 olarak saptanmıştır. Haşlama ön işlemi uygulanarak (1 dk.) üretilen turşu örneğinde (K1) toplam asitlik değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre tuz miktarı salamura örneklerinde % 5.27-% 7.39 aralığında saptanmış olup ortalama tuz miktarı % 5.8 olarak belirlenmiştir.

Skapska ve ark. (2008) yıkama ve haşlama ön işlemlerinden sonra 18 ila 20 °C arasında 7 gün fermentasyona bıraktığı mantar turşusunda pH değerini 4.1’in altında, depolama koşullarında ise pH değerini 3.5-4.1 aralığında belirlemiştir. Jabłońska-Ryś ve Slawinska

(2012) yıkama ve haşlama ön işlemlerinden sonra 21 ila 22 °C arasında 7 gün fermentasyon sırasında ve depolama koşullarında mantar turşusunun pH'sının 4.0'in altında, toplam asitliğin ise laktik asit cinsinden % 0.6 ila 0.9 arasında olduğunu tespit etmiştir. Jablonska-Rys ark. (2016) ise yıkama ve haşlama ön işleminden sonra 20-21 °C'de 8 gün fermentasyonda beklettiği mantar turşusunda pH değerini 3.6-3.75 aralığında saptamıştır.

5.3. Kül Analizi

Çalışmada mantar ve salamura örneklerine ait kül analizi bulguları Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Mantar turşularının ve salamura örneklerinin kül miktarı

Örnek Adı	Mantar (%)	Salamura (%)
K1	5.14±0.09 ^e	5.38±0.14 ^{bcd}
K2	5.12±0.14 ^e	5.08±0.18 ^{ef}
K3	5.23±0.06 ^e	5.47±0.09 ^{abc}
KK1	5.16±0.05 ^e	5.24±0.14 ^{cde}
KK2	5.32±0.26 ^{de}	5.26±0.22 ^{cde}
KK3	5.60±0.27 ^{bc}	5.57±0.26 ^{ab}
U1	5.54±0.09 ^{cd}	4.89±0.07 ^f
U2	5.85±0.08 ^b	5.08±0.25 ^{ef}
U3	5.62±0.13 ^{bc}	5.12±0.10 ^{def}
M1	5.86±0.27 ^b	5.66±0.11 ^{ab}
M2	6.19±0.15 ^a	5.74±0.13 ^a
M3	6.20±0.15 ^a	5.39±0.19 ^{bcd}
Hammadde	0.85±0.003 ^f	-

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki farklı harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

Mantar turşu örneklerinin % kül değerleri 5.12-6.20 arasında değişmekte olup en yüksek kül değeri 1.5 dk. mikrodalga ön işlemi uygulanan örneklerde belirlenmiştir. M3 ve M2 örneklerinin kül değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamakla (p>0.05) birlikte diğer örneklerden önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Taze mantar örneklerinin kül değeri %0.85 olarak belirlenmiştir. En düşük % kül değeri 3 dk. haşlama ön işlemi uygulanan örneklerde (K2) belirlenmiş; diğer haşlama ön işlemi ile üretilen örnekler arasında istatistiksel bir fark tespit edilememiştir (p>0.05). Salamura örneklerinin % kül değerleri 4.89-5.74 aralığında değişmekte olup en yüksek değer 1 dk.

mikrodalga ön işlemleri uygulanan örneklerde belirlenmiştir. Salamura örneklerinde en düşük kül değeri ise 3 dk. ultrases ön işlemleri uygulanarak üretilen örneklerde (U1) tespit edilmiştir.

Sapers ve ark. (1999), Manzi ve ark. (2001), Tsai ve ark., (2007) mantarlar üzerine yaptıkları çalışmalarda taze mantarda yenilebilir kısımların kül değerinin yaklaşık 0.9-1 g /100g olduğunu tespit etmişlerdir. Reis ve ark. (2012) taze Shiitake mantarlarında en yüksek kül değerini 1.36 g/100 g olduğunu tespit etmiştir. Mattila ve ark. (2001) küldeki ana bileşenlerin, kalsiyum, bakır, demir ve çinkoya ek olarak potasyum ve mantara bağlı olarak fosfor olduğunu belirtmiştir. Manzi ve ark. (1999) magnezyumun bu gruba dahil edilmesi gerektiğini bildirmiş ve taze mantarın kül değerini kuru ağırlıkta 5-13 g/100 g aralığında olabileceğini belirtmiştir taze mantarlarda yenilebilir kısımların kül değerinin 0.9 g/100 g olduğunu belirtmiştir.

5.4. Protein Analizi

Çalışmada mantar turşusu örneklerine ait protein analizi bulguları Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Mantar turşularının protein miktarı

Örnek Adı	Mantar (%)
K1	2.11±0.11 ^{ef}
K2	2.80±0.09 ^b
K3	2.61±0.11 ^c
KK1	2.01±0.09 ^f
KK2	2.26±0.11 ^e
KK3	2.42±0.06 ^d
U1	1.60±0.10 ^{gh}
U2	1.44±0.12 ^{hi}
U3	1.49±0.15 ^{hi}
M1	1.68±0.07 ^g
M2	1.47±0.14 ^{hi}
M3	1.38±0.04 ⁱ
Hammadde	4.62±0.03 ^{ai}

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

Taze mantar örneklerinin % protein değeri 4.62 olarak belirlenmiş olup üretilen turşu örneklerinin % protein değeri 1.38-2.80 aralığında değişmektedir. En yüksek % protein değeri 3 dk. haşlama ön işlemi uygulanan örneklerde (K2) belirlenirken en düşük protein değeri ise 1.5 dk. mikrodalga ön işlemi ile üretilen turşu örneklerinde tespit edilmiştir. K2 ve K3 örnekleri arasında istatistiksel bir fark olmakla birlikte ($p<0.05$) protein değerleri diğer örneklerden de önemli ölçüde yüksektir ($p<0.05$).

Mantarların bileşiminde kuru madde bazında protein miktarı genellikle % 20 ila % 40 arasında değişmektedir (Jabłońska-Rys ve ark., 2016). Soya veya yer fıstığı gibi bazı bitkilerden elde edilen proteinden daha kolay sindirilmektedir (Chang ve Buswell, 1996; Chang ve Mshigeni, 2001; Siwulski ve ark., 2011). Reis ve ark. (2012) *A. bisporus* mantarının protein içeriğini 3.09 g/100 g olarak tespit etmiştir. Bengü ve ark. (2019) *A. bisporus* mantar türünde % 34.80 oranında protein içeriğine sahip olduğu belirtilmektedir. Erjavec ve ark. (2012), Nie ve ark. (2020), mantarlardaki proteinin ısı işlemler boyunca kararlı olduğunu ve proteinin yaklaşık % 90'ının suda çözünmez olduğunu, yani proteinin çoğunun ısıl işleminden sonra mantarda kaldığını, dolayısıyla protein kaybının % 10-14 arasında olacağını bildirmiştir.

5.5. Sertlik Analizi

Çalışmada mantar turşusu örneklerine ait sertlik analizi bulguları Çizelge 5.5'te verilmiştir. Taze mantar örneğinde 3.87 N olan sertlik değeri turşu örneklerinde 0.17-0.43 N aralığında belirlenmiştir. K1, K2, K3 ve KK3; KK1, KK2, U1 ve M2; U1 ve U3; U2, M1 ve M3 örnekleri arasında farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Turşu örnekleri arasında en yüksek sertlik değeri 5 dk. haşlama işlemi uygulanan örneklerde (K3) belirlenirken en düşük değer 1.5 dk. mikrodalga uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. Farklı süre ve ön işlemler ile üretilen mantar turşu örneklerinin tekstür cihazı ile sertlik durumlarındaki azalış tespit edilmiş ve sonuçlar Şekil 5.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Mantar turşularının sertlik değerleri

Örnek Adı	Değer (N)
K1	0.42±0.08 ^b
K2	0.41±0.05 ^b
K3	0.43±0.06 ^b
KK1	0.28±0.05 ^{cd}
KK2	0.33±0.06 ^c
KK3	0.41±0.07 ^b
U1	0.30±0.06 ^{cd}
U2	0.18±0.05 ^e
U3	0.22±0.05 ^{de}
M1	0.18±0.06 ^e
M2	0.29±0.05 ^{cd}
M3	0.17±0.06 ^e
Hammadde	3.87±0.01 ^a

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

McArdle ve ark. (1974), Jasinski ve ark (1984), Konanayakam ve Sastry (1988) haşlama sırasındaki yüksek sıcaklıkların muhtemelen protein denatürasyonuna, zar bozulmasına ve mantar dokusunda ağırlık ve hacim kaybına neden olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra suyun kaynama noktasına yakın sıcaklıklarda hidrojen yapısının bozulmasına ve hücre duvarı polimerleri arasındaki kovalent olmayan bağların hücre duvarı dayanıklılığının azalmasına neden olduğu belirtilmiştir. Düşük sıcaklıkta (55-75 °C) haşlamanın, pektin metilesterazı (PME) aktive ettiği ve PME'nin hücre duvarındaki etkisinin bir sonucu olarak dokusal özellikleri iyileştirdiği tespit edilmiştir. Bunun sebebinin de serbest karboksil gruplarının oluşumu, pektin polimerleri arasındaki kalsiyum ve magnezyum bağlarının kuvvetinin ve dolayısıyla sıkılığının artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Sanjuán ve ark., 2005).

Zivanovic ve Buescher (2004) mantar işleme ön işlem yöntemlerinde haşlama ön işlem uygulamasının genellikle düşük sıcaklıklarda uzun işlem süresi gerektiğini ve yüksek sıcaklıkların ise işlem süresini kısalttığını belirtmiştir. Bu işlem sonucu mantar hücre duvarının bütünlüğündeki kayıplar nedeniyle mantar ürününün sertliğinde değişimler meydana geldiği bildirilmiştir.

Lespinard (2015), ultrases yöntemi ile haşlama yöntemini karşılaştıran mantar kalite parametrelerini kıyasladığı çalışmada ultrases işleminin, düşük işleme sıcaklıklarında

daha yoğun olması nedeniyle, büzülme ve ısı transfer oranlarında bir artışa yol açtığını bu nedenle işlem süresinde % 30.7-% 46.0'lık bir kısalma, sertlik ve ağırlık kaybında sırasıyla % 25.2-40.8'lik ve % 13.8-16.8 azalma elde edildiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra sertlik muhafazasının 60 °C'de ultrases işlemi uygulamasında en iyi şekilde gerçekleştiği belirlenmiştir. Her iki kalite parametresini aynı anda geliştirmek için, 90 °C'de 0.5 dk. bir haşlama ve ardından 60 °C'de 19.9 dakikalık bir ultrases uygulamasından oluşan bir kombine işlem tasarlanmıştır. Kombine işlemde 60 °C'de konvansiyonel işleme göre işlem süresinde % 39.1, sertlikte % 27.2 ve ağırlık kayıplarında % 65.5 azalma elde edilmiştir.

5.7. Renk Değeri

Çalışmada mantar turşu örnek sıvılarının renk tayini sonuçları sırasıyla Çizelge 5.6'da verilmiştir

Çizelge 5.6. Mantar turşularının renk değerleri

Örnek Adı	L*	a*	b*
K1	64.04±3.73 ^{bc}	1.28±0.35 ^g	30.57±1.86 ^{bcd}
K2	62.95±3.14 ^c	1.63±0.81 ^{fg}	29.46±2.14 ^{cd}
K3	67.45±3.71 ^b	2.19±0.95 ^{fg}	24.84±1.25 ^f
KK1	51.53±3.10 ^{de}	3.51±1.00 ^e	29.27±0.67 ^d
KK2	61.10±2.81 ^c	2.43±0.50 ^f	29.04±1.69 ^d
KK3	63.52±1.44 ^c	1.94±0.64 ^{fg}	29.11±2.06 ^d
U1	44.94±3.61 ^g	6.14±0.21 ^a	29.51±3.10 ^{cd}
U2	50.49±2.51 ^{ef}	5.51±0.21 ^{ab}	32.83±1.09 ^{ab}
U3	52.02±1.91 ^{de}	4.56±0.71 ^{bcd}	34.84±2.86 ^a
M1	55.04±2.06 ^d	4.34±0.35 ^{cde}	33.00±1.23 ^{ab}
M2	47.32±5.30 ^{fg}	4.97±1.01 ^{bc}	32.15±2.81 ^b
M3	54.21±2.77 ^{de}	3.89±1.37 ^{de}	31.91±1.04 ^{bc}
Hammadde	89.55±0.56 ^a	-0.29±0.07 ^h	12.16±0.39 ^g

L* değeri parlaklığı, a*/a kırmızılık, a*/-a yeşillik, b*/b sarılık, b*/-b mavilik ifade etmektedir (Anonim, 2014).

Çalışmada 1-3-5 dk. haşlanmış (K) ve katkılı haşlanmış (KK), 3-5-10 dk. ultrases (U) ve 30-60-90 saniye mikrodalga (M) ön işlemi ile üretilen mantar turşularının L* değerleri sırasıyla 62.95-67.45, 51.53-63.52, 44.94-52.02 ve 47.32-54.21 arasında değiştiği belirlenmiştir. Hammaddenin L değeri 89.55 olarak tespit edilmiştir. Taze kültür

mantarının L* değerine en yakın değer 5 dk. haşlama ön işlemi uygulanan turşu örneklerinde (67.45) belirlenmiştir.

a* değerinin taze kültür mantar örneğinde -0.29 iken, K örneklerinde 1.28-2.19; KK örneklerinde 1.94-3.51; U örneklerinde 4.56-6.14; M örneklerinde ise 3.89-4.34 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Haşlama ön işlemi ile üretilen örneklerin a* değerlerinde istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p>0.05$).

b* değeri K, KK, U, M örneklerinde sırasıyla 24.84-30.57; 29.04-29.27; 29.51-34.84; 31.91-33.00 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Katkılı haşlama ön işlemi ile üretilen mantar örneklerinin b* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak fark önemsiz ($p>0.05$) olarak saptanmıştır. 5 dk. haşlama işlemi uygulanan mantar örnekleri en düşük b* değerine (24.84) sahip olmakla birlikte diğer mantar örneklerinden farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışmada farklı uygulamalardaki salamuraların renk tayini sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Salamura örneklerinin renk değerleri

Örnek Adı	L*	a*	b*
K1	17.75±0.34 ^{bc}	0.87±0.13 ^{abcd}	8.48±0.15 ^a
K2	17.84±0.59 ^{abc}	0.70±0.25 ^{de}	7.57±0.46 ^b
K3	17.90±0.50 ^{abc}	0.69±0.31 ^e	6.26±0.17 ^c
KK1	18.37±0.17 ^{ab}	0.95±0.11 ^a	8.13±0.39 ^{ab}
KK2	17.64±0.42 ^c	0.74±0.12 ^{cde}	7.99±0.42 ^{ab}
KK3	18.06±0.34 ^{abc}	0.54±0.21 ^f	6.81±0.30 ^c
U1	18.36±0.30 ^{ab}	0.81±0.20 ^{bcde}	8.46±0.67 ^a
U2	18.42±0.33 ^a	0.98±0.18 ^{ab}	8.34±0.57 ^a
U3	17.68±0.86 ^c	0.91±0.27 ^{ab}	8.73±1.04 ^a
M1	17.92±0.55 ^{abc}	0.89±0.14 ^{abc}	8.47±0.66 ^a
M2	18.20±0.45 ^{abc}	0.89±0.20 ^{abc}	8.68±0.86 ^a
M3	17.99±0.58 ^{abc}	1.03±0.10 ^a	8.50±0.89 ^a

L* değeri parlaklığı, a*/a kırmızılık, a*/-a yeşillik, b*/b sarılık, b*/-b mavilik ifade etmektedir (Anonim, 2014).

Salamura örneklerinin sonuçları incelendiğinde L* değeri 17.68-18.37 arasında değişmekte olup en düşük L* değeri 3 dk. katkılı haşlama uygulanan örneklerde (KK2) tespit edilmiştir. K2, K3, KK3, M1, M2 ve M3 salamura sıvı örnekleri arasındaki istatistiksel fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Örneklerin a* değeri 0.54-1.03 arasında değişmekte olup en düşük a* değeri 5 dk. katkılı haşlama ön işlemi uygulanan örneklerde (KK3) belirlenmiştir. Ayrıca KK3 örneğinin diğer örneklerden farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

En yüksek b* değeri (8.68) 60 saniye mikrodalga ön işlemi uygulanan (M2) örneklerde görülürken en düşük b* değeri (6.81) ise 5 dk. katkılı haşlama ön işlemi uygulanmış örneklerde (KK3) gözlemlenmiştir. Ayrıca KK3 örneğinin farkı diğer örneklerden istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Çalışmada mantar turşularının Croma (C), Hue açısı (α°) ve Hue açısı derecesi (ΔE) hesaplanarak Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Mantar turşularının croma, hue açısı ve hue açısı değerleri

Örnek Adı	Croma Değeri	Hue Açısı	Hue Açısı Derecesi
K1	30.60±1.85 ^{cd}	1.53±0.01 ^a	87.59±0.74 ^a
K2	29.51±0.70 ^d	1.51±0.03 ^{ab}	86.77±1.71 ^{ab}
K3	24.95±1.23 ^e	1.48±0.04 ^{bc}	84.94±2.23 ^{bc}
KK1	29.50±0.70 ^d	1.45±0.03 ^{cd}	83.18±1.91 ^{cd}
KK2	29.15±1.70 ^d	1.49±0.02 ^b	85.23±0.89 ^b
KK3	29.18±2.23 ^d	1.50±0.02 ^{ab}	86.13±1.38 ^{ab}
U1	30.17±2.97 ^{cd}	1.36±0.03 ^f	78.12±2.00 ^f
U2	33.29±1.04 ^{ab}	1.40±0.01 ^e	80.46±0.63 ^e
U3	35.15±2.88 ^a	1.44±0.02 ^d	82.55±1.08 ^d
M1	33.29±1.22 ^{ab}	1.44±0.01 ^d	82.51±0.64 ^d
M2	32.55±2.73 ^{bc}	1.42±0.04 ^{de}	81.12±2.13 ^{de}
M3	32.17±1.09 ^{bc}	1.46±0.04 ^{cd}	83.07±2.39 ^{cd}
Hammadde	12.17±0.39 ^f	-1.55±0.01 ^g	-88.65±0.34 ^g

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

C değeri en yüksek (35.15) 10 dk. ultrases uygulanan örneklerde (U3), en düşük taze örneklerde görülmüştür. Katkılı haşlama uygulanan mantar örneklerinde (K1-K2-K3) istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Hue açısı (α°) en düşük taze örneklerde gözlemlenmekle birlikte diğer örneklerden farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Renk değişimi (ΔE) en yüksek değişikliği 1 dk. haşlama ön işlemi uygulanmış mantar örneklerinde (K1) göstermiştir.

Çalışmada da salamura örneklerinin Croma (C), Hue açısı (α°) ve Hue açısı derecesi (ΔE) hesaplanarak Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Salamura örneklerinin croma, hue açısı ve hue açısı derecesi değerleri

Örnek Adı	Croma Değeri	Hue Açısı	Hue Açısı Derecesi
K1	8.51±0.15 ^a	1.47±0.01	84.14±0.62 ^{bcd}
K2	7.60±0.44 ^b	1.48±0.02	84.54±1.40 ^{abc}
K3	6.30±0.17 ^c	1.46±0.02	83.74±1.07 ^{bcd}
KK1	8.18±0.39 ^{ab}	1.45±0.01	83.33±0.41 ^{cd}
KK2	8.02±0.41 ^{ab}	1.48±0.02	84.71±1.06 ^{ab}
KK3	6.83±0.30 ^c	1.49±0.01	85.49±0.75 ^a
U1	8.50±0.67 ^a	1.48±0.02	84.52±0.96 ^{abc}
U2	8.39±0.57 ^a	1.45±0.01	83.26±0.69 ^{cd}
U3	8.78±0.69 ^a	1.47±0.01	83.96±0.75 ^{bcd}
M1	8.52±0.66 ^a	1.47±0.02	84.03±0.90 ^{bcd}
M2	8.73±0.87 ^a	1.47±0.01	84.17±1.08 ^{bcd}
M3	8.56±0.87 ^a	1.45±0.02	82.98±1.32 ^d

Sonuçlar, ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

Salamura incelendiğinde C değerlerinin 6.30-8.78 arasında değiştiği görülmektedir. C için en yüksek değer 10 dk. ultrases ön işlemi ile üretilen örneklerde (U3) belirlenmiştir. Ultrases ve mikrodalga ön işlemi ile üretilen örnekler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). ΔE en yüksek değişikliği 5 dk. katkılı haşlanma ön işlemi ile üretilen örneklerde (KK3) göstermiştir.

Mantarlarda renk değişikliği, özellikle de parlaklık, tüketici tarafından genellikle kalitenin bozulması olarak algılanmaktadır (Erbay ve ark, 2011). Jabłońska-Ryś ve ark., (2016) taze mantar örneklerinde L^* değerini 93.23 ± 1.05 , a^* değerini 0.57 ± 0.48 , b değerini 12.75 ± 1.41 olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada *L. plantarum* Ib kullanılarak fermentasyonu gerçekleştirilen mantarlarda L^* değeri 76.89 ± 2.37 ; a^* değeri 2.03 ± 0.94 , b^* değerinin 23.75 ± 2.8 olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Xiangyou ve ark. (2014) taze mantarda L* değerini 90, Gałazka-Czarnecka ve Krala (2009) 81.7 ve Bernaś ve ark. (2006) 83–87 aralığında belirlemişlerdir. Damięcka ve Szudyga (2006) oda sıcaklığında, fenollerin koyu melaninlere yoğunlaşan kinonlara enzimatik bozunmasının bir sonucu olarak, meyve gövdelerinin esmerleşmesinin birkaç saat içinde gerçekleşebileceğini belirtmiştir. Gałazka-Czarnecka ve Krala (2009) 90 olarak tespit edilen L* değerinin yıkama ön işleminden sonra 88.74 değerine düştüğünü saptamış ve haşlama işleminin L* değerinde 76.06 seviyesine kadar düşüşe neden olduğunu belirtmiştir. Jaworska ve ark., (2008) mantarlarda yıkama ve haşlamadan kaynaklanan renk parlaklığındaki bozulmanın % 9 ile % 26 arasında değerlere ulaşabileceğini bildirmiştir (Jaworska ve ark., 2008; Gałazka-Czarnecka ve Krala, 2009). Li ve ark. (2017) hasat sonrası paketlenmede ultrases yöntemi ile 10 dakikalık ultrases işleminin % 95 bağıl nemde depolamada saman mantarının hasat sonrası kalitesini 24 saatten 72 saate kadar uzattığını göstermiştir. Lagnika ve ark. (2012) ultrases yöntemiyle ön işleme tabi tutulan taze mantarların paketlenme işlemi sonrası L* değerinin 88.4 ile 92.8 arasında olduğunu renk değişim değerinin % 3.1 ile 1.3 arasında değiştiğini; 12 hafta sonunda L* değerinin 80 ile 83.9 arasında olduğunu, renk değişim değerinin % 8.6 ile 12.1 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Jablonska- Rys ve ark., (2016) taze mantarlarda en düşük a* değerini 0.57, yıkanmış mantarlarda 3.12, ve haşlanmış mantarlarda 2.22 olduğu tespit etmişlerdir. Fermantasyon işleminin kırmızılık oranında 1.74-2.03 seviyelerine kadar önemli bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada taze mantarlarda b* parametresinin en düşük değeri 12.75 olarak saptanmıştır. Bu değer yıkama işleminden sonra 16.16'ya, haşlamadan sonra 18.46'ya yükselmiştir. Fermantasyon işleminin bu parametrenin değerinde % 23.24-25.5 düzeyine kadar önemli bir artışa neden olduğu belirtilmiştir.

Mami ve ark., (2013), gama radyasyonunun depolama sırasında *A. bisporus* 'un rengi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada chroma değeri, hue açısı ve esmerleşme indeksi sırasıyla 18.53-19.70, 77.92-79.85 ve 35.3-41.2 aralığında tespit edilmiştir. Beş günlük depolamadan sonra parlaklıkta L* değerlerinde 59.86-61.18 arasında değişen ancak önemli bir fark göstermeyen genel bir düşüş tespit etmiştir.

5.7. Toplam Fenolik Bileşik Miktarı

Çalışmada mantar ve salamura örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarları

Örnek Adı	Mantar ($\mu\text{g GAE/g}$)	Salamura ($\mu\text{g GAE/mL}$).
K1	449.86 $\pm$ 11.80 ^c	382.17 $\pm$ 14.29 ^{bc}
K2	354.10 $\pm$ 7.08 ^g	283.96 $\pm$ 9.96 ^f
K3	296.07 $\pm$ 15.84 ^h	245.66 $\pm$ 5.34 ^g
KK1	432.67 $\pm$ 14.66 ^{cd}	367 $\pm$ 5.31 ^{bcd}
KK2	345.84 $\pm$ 8.03 ^g	279.32 $\pm$ 11.23 ^f
KK3	267.94 $\pm$ 12.41 ⁱ	224.14 $\pm$ 2.30 ^h
U1	483.12 $\pm$ 9.96 ^b	407.53 $\pm$ 14.90 ^a
U2	413.25 $\pm$ 7.00 ^e	359.32 $\pm$ 15.70 ^d
U3	408.57 $\pm$ 8.64 ^{ef}	348.25 $\pm$ 19.86 ^d
M1	421.74 $\pm$ 14.02 ^{de}	362.89 $\pm$ 20.89 ^{cd}
M2	443.39 $\pm$ 7.52 ^c	385.48 $\pm$ 22.48 ^b
M3	394.73 $\pm$ 9.53 ^f	321.10 $\pm$ 11.01 ^e
Hammadde	949.19 $\pm$ 20.85 ^a	-

Sonuçlar, ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

Toplam fenolik madde içeriği taze mantar örneğinde 949.19 $\mu\text{g GAE/g}$, turşularda ise 267.94- 483.12 $\mu\text{g GAE/g}$ aralığında belirlenmiş olup en yüksek değer taze mantara aittir. Mantar turşularında en düşük toplam fenolik madde miktarı (267.94 $\mu\text{g GAE/g}$) 5 dk. katkılı haşlama ön işlemi uygulanan örneklerde (KK3) belirlenirken, en yüksek (483.12 $\mu\text{g GAE/g}$) 3 dk. ultrases ön işlemi ile üretilen örneklerde (U1) belirlenmiştir. K1, KK1, M2; K2 ve KK2; KK1 ve M1; U2, U3 ve M1 örneklerinin fenolik madde miktarları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Haşlama, katkılı haşlama ve ultrases ön işlemi uygulanan örneklerde uygulama süresi arttıkça fenolik madde miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Mikrodalga ön işlemi uygulanan turşularda en yüksek fenolik madde miktarı M2 örneğinde belirlenmiştir.

Salamura örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 224.14-407.53 $\mu\text{g GAE/mL}$ arasında değişmektedir. Salamurada, mantar örneklerine paralel olarak en yüksek fenolik madde

miktarını (407.53 μg GAE/mL) 3 dk. ultrases ön işlemleri uygulanan örnekler (U1) gösterirken en düşük (224.14 μg GAE/mL) 5 dk. katkılı haşlama uygulanan örnekler göstermiştir. Hem mantar hem de salamura örnekleri incelendiğinde ultrases ve mikrodalga ön işlemlerinin fenolik madde içeriğini korumada diğer ön işlemlere göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Jablonska-Rys ve ark. (2016) taze mantarlarda kuru ağırlıkta fenolik madde miktarını 4.87 mg/g olarak tespit etmiş, uygulanan haşlama işlemi meyve gövdelerindeki fenolik içeriklerde önemli bir düşüşe (3.47 mg/g) neden olmuştur. Laktik asit fermentasyonu, kullanılan başlatıcı kültüre bağlı olarak bu bileşiklerin içeriği üzerinde çeşitli etkiler göstermiş ve *L. plantarum* Ib suşu ile fermente edilen örneklerin fenolik bileşik içeriğinde önemli bir azalma gözlenmiştir. Buna karşılık, probiyotik suşla fermente edilen numune, haşlanmış mantarlara (3.55 mg/g kuru ağırlık) kıyasla küçük bir artış göstermiştir. Skapska ve ark. (2008) haşlama işleminin kültür mantarlarının toplam polifenol içeriğinde % 60'lık bir azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Radzki ve ark. (2016) haşlama sonucu işlenmiş mantar örneklerinde polifenolik içeriğin hızla düştüğünü belirtmiş ve bu düşüşün *P. ostreatus* türü mantarlarda haşlama işlemi ile %79 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. Dubost ve ark. (2007) ise benzer bir çalışmada bu oranı % 22 olarak tespit etmiştir. Ndungutse ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada *A. bisporus*'un meyve veren gövdelerinden elde edilen etanol ekstraktlarının antimikrobiyal özelliği ile toplam fenolik bileşik içeriği arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Gül (2021) tarafından araştırmada haşlama tekniğinin sıcaklığa bağlı olarak mantarların yapısında bulunan fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivitesinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.

5.7. Flavonoid Bileşik Miktarı

Çalışmada mantar ve salamura örneklerine ait flavonoid bileşik miktarları Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin flavonoid bileşik miktarı

Örnek Adı	Mantar (µg KE/g)	Salamura (µg KE/mL)
K1	275.15±13.8 ^b	167.87±12.27 ^{ab}
K2	265.78±12.59 ^b	129.12±8.22 ^d
K3	261.87±14.49 ^b	145.37±10.12 ^c
KK1	198.20±13.70 ^{cde}	170.37±7.01 ^a
KK2	192.34±7.49 ^{de}	145.68±10.32 ^c
KK3	207.18±7.10 ^{cd}	118.03±9.55 ^d
U1	197.81±12.30 ^{cde}	181.62±13.31 ^a
U2	183.75±2.85 ^e	180.21±8.66 ^a
U3	191.95±8.10 ^{de}	175.06±10.63 ^a
M1	196.64±8.00 ^{cde}	168.03±8.54 ^{ab}
M2	212.26±8.20 ^c	171.78±13.67 ^a
M3	189.60±11.14 ^e	154.12±8.18 ^{bc}
Hammadde	760.31±12.82 ^a	-

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

Toplam flavonoid madde içeriği taze mantar örneğinde 760.31 µg KE/100 g, turşularda ise 183.75-275.15 µg KE/100 g aralığında değişmekte olup en yüksek değer taze mantar örneklerine aittir. Farklı ön işlem uygulanan mantar örneklerinde flavonoid madde içeriğinde en düşük değeri (183.75) 5 dk. ultrases ön işlemi uygulanan örnekler (U2) gösterirken en yüksek değeri (275.15) 1 dk. haşlama ön işlemi uygulanan örnekler (K1) göstermiştir. K1, K2, K3; KK1, KK3, U1 M1; KK1, KK2, KK3, U3 ve M1 turşularının flavonoid madde miktarları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Salamura örneklerinin toplam flavonoid madde içerikleri 129.12-175.06 µg KE/mL aralığında değişmekte olup en yüksek değeri 3 dk. ultrases ön işlemi ile üretilen turşu örnekleri göstermiştir. K1, KK1, U1, U2, U3, M1, M2; K1, M1, M3; K3, KK2; K2 ve KK3 salamura örneklerinin flavonoid bileşik miktarları arasında istatistiksel bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Çalışmada korelasyon analizi sonucunda mantar ekstraktların toplam fenolik madde miktarı ile toplam flavonoid madde miktarı arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu (p=0.891) belirlenmiştir. Benzer şekilde salamura sıvı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ile toplam flavonoid madde miktarları arasında da pozitif yönde doğrusal ilişki (p=0.842) bulunduğu tespit edilmiştir.

Lagnika ve ark. (2014) modifiye atmosfer paketlenme öncesi mantarlara uygulanan çeşitli ön işlemlerin (su-sitrik asit-hidrojen peroksit ile yıkama ve ultrases) mantarların fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine 4 °C’de 12 günlük depolama süresince karşılaştırıldığı çalışmada toplam flavonoid içeriğini başlangıç seviyesinde 0.94 mg/g olarak tespit etmiştir. 4 hafta sonunda toplam flavonoid içeriğini kontrol grubunda 0.68 mg/g, ultrases uygulanan gruplarda 0.87-0.89 mg/g aralığında belirlemiştir. 12 hafta sonunda ise toplam flavonoid içeriğini kontrol grubunda 0.26 mg/g ve ultrases uygulanan grupta 0.51-0.60 mg/g aralığında tespit etmiştir. Krishnamoorthi ve ark. (2022) *A. bisporus*’taki mikokimyasalların kantitatif tayininde flavonoid içeriğinin 0.783 g/100 g, fenolik içeriğinin 0.441 g/100 g olduğunu bildirmiştir.

5.8. Antioksidan Aktivite

5.8.1. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS^{•+})

Çalışmada mantar turşularına ve salamura örneklerine ait katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS^{•+}) Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin katyon radikali giderme aktivitesi

Örnek Adı	Mantar ($\mu\text{g GAE/g}$)	Salamura ($\mu\text{g GAE/mL}$)
K1	345.11 $\pm$ 14.77 ^c	207.36 $\pm$ 12.65 ^{bc}
K2	192.84 $\pm$ 13.30 ^f	123.5 $\pm$ 4.22 ^f
K3	137.72 $\pm$ 10.66 ^g	109.63 $\pm$ 8.52 ^f
KK1	291.13 $\pm$ 19.76 ^d	201.22 $\pm$ 13.0 ^{cd}
KK2	260.45 $\pm$ 10.33 ^e	140.77 $\pm$ 8.24 ^e
KK3	237.72 $\pm$ 6.69 ^e	108.95 $\pm$ 6.35 ^f
U1	390 $\pm$ 14.72 ^b	236.22 $\pm$ 11.11 ^a
U2	350.79 $\pm$ 17.78 ^c	196 $\pm$ 8.75 ^{cd}
U3	343.40 $\pm$ 11.95 ^c	190.09 $\pm$ 3.82 ^d
M1	376.93 $\pm$ 14.41 ^b	200.31 $\pm$ 15.07 ^{cd}
M2	367.27 $\pm$ 13.76 ^{bc}	218.04 $\pm$ 13.2 ^b
M3	293.40 $\pm$ 10.57 ^d	197.13 $\pm$ 9.16 ^{cd}
Hammadde	1184 $\pm$ 33.63 ^a	-

Sonuçlar, ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

Katyon radikali giderme aktivitesi taze mantar örneğinde 1184 µg TE/g, turşularda ise 137.72-390 µg TE/g aralığında değişmekte olup en yüksek değer taze mantar örneklerine aittir. Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen mantar turşularında en yüksek katyon radikali giderme aktivitesi (390 mg TE/g) 3 dk. ultrases uygulanan örneklerde (U1) belirlenmiş olup ultrases işleminin antioksidan kapasiteyi korumada daha etkili olduğu saptanmıştır. U1, M1, M2; K1, U2, U3; KK1 ve M3; KK2 ve KK3 örneklerinin katyon radikali giderme aktiviteleri arasında farklar istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) tespit edilmiştir ($p<0.05$). K2 ve K3 örneklerinin katyon radikali giderme aktivitesi diğer tüm örneklerden önemli ölçüde düşük çıkmıştır.

Salamura örneklerinin katyon radikali giderme aktivitesi 108.95-236.22 µg TE/mL aralığında değişmekte olup en yüksek değeri turşulara benzer şekilde U1 örnekleri göstermiştir.

Yapılan korelasyon analizinde hem turşuların hem de salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ile katyon radikali giderme aktiviteleri (ABTS●+) arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu tespit edilmiştir ($p=0.976$; $p=0.946$).

5.8.2. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH•)

Çalışmada mantar turşuları ve salamura örneklerine ait serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH•) Çizelge 5.13’de sunulmuştur.

Çizelge 5.13. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin serbest radikali giderme aktivitesi

Örnek Adı	Mantar (µg GAE/g)	Salamura (µg GAE/mL)
K1	140.68±7.93 ^{def}	120.02±5.18 ^{cd}
K2	82.56±4.82 ⁱ	81.65±4.03 ^f
K3	62.25±1.02 ⁱ	70.15±1.93 ^g
KK1	147±5.68 ^{cd}	118.15±2.90 ^d
KK2	113.18±5.62 ^h	90.0±5.67 ^e
KK3	69.12±2.60 ⁱ	69.14±9.34 ^g
U1	161±10.50 ^b	138.15±3.06 ^a
U2	144.75±8.47 ^{de}	128.27±5.12 ^{bc}
U3	134.12±9.70 ^{efg}	123.15±7.32 ^{cd}
M1	157.87±11.65 ^{bc}	134.9±6.06 ^{ab}
M2	130.68±6.48 ^{fg}	139.02±9.80 ^a

M3	125.37±6.80 ^g	124.4±5.11 ^{cd}
Hammadde	259.12±9.81 ^a	-

Sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05).

Mantar örneği ekstraktlarında serbest radikali giderme aktivitesi 62.25-259.12 µg TE/g aralığında belirlenmiş olup en yüksek değer taze mantar örneklerinde tespit edilmiştir. Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen mantar turşu ekstraktlarında en yüksek serbest radikali giderme aktivitesi (161 µg TE/g) U1 örneklerinde belirlenmiş olup ultrases işleminin antioksidan kapasiteyi korumada diğer yöntemlere göre daha iyi olduğu saptanmıştır. K3 (5 dk. haşlama) ve KK3 (5 dk. katkılı haşlama) örneklerinin arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz (p>0.05) bulunmakla birlikte diğer örneklerden önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Salamura örneklerinin serbest radikali giderme aktivitesi 69.14-138.15 µg TE/mL aralığında değişmekte olup en yüksek değer mantar örneklerine paralel olarak U1 örneklerinde görülmüştür.

Yapılan korelasyon analizinde hem mantar turşularının hem de salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile serbest radikali giderme aktiviteleri (DPPH●) arasında pozitif yönde ilişki bulunduğu tespit edilmiştir (p=0.919; p=0.926).

Jabłońska-Ryś ve ark., (2016) DPPH ölçümlerinde en yüksek antioksidan aktiviteleri taze meyve gövdelerinde 16.25 µmol TE/g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir. Antioksidan aktivitede haşlama işlemi sonrası (12.64 µmol TE/g kuru ağırlık) önemli bir düşüş belirlenmiştir.

5.8.3. Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP)

Çalışmada mantar ve salamura örneklerine ait ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP) Çizelge 5.14'te sunulmuştur.

Mantar turşularının FRAP değerleri 83.75-756.92 µg TE/g aralığında değişmekte olup en yüksek FRAP değeri taze mantar örneklerinde belirlenmiştir. Çeşitli ön işlem uygulanarak üretilen turşu örneklerinde FRAP değeri en yüksek M1 örneğinde (181.61 µg TE/g) belirlenirken en düşük değer (88.62 µg TE/g) 5 dk. haşlama ön işlemi

uygulanmış K3 örneğinde tespit edilmiştir. K3 ve KK3 örneklerinin arasında istatistiksel bir fark bulunmamakla ($p>0.05$) birlikte diğer tüm örneklerden önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 5.14. Mantar turşusu ve salamura örneklerinin ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü

Örnek Adı	Mantar ($\mu\text{g GAE/g}$)	Salamura ($\mu\text{g GAE/mL}$)
K1	140 $\pm$ 4.46 ^{de}	172.58 $\pm$ 4.60 ^c
K2	104.93 $\pm$ 3.69 ^f	132.03 $\pm$ 7.70 ^c
K3	83.75 $\pm$ 2.65 ^g	116.60 $\pm$ 2.00 ^f
KK1	160.12 $\pm$ 9.60 ^c	181.06 $\pm$ 1.70 ^{bc}
KK2	131.76 $\pm$ 5.74 ^e	153.01 $\pm$ 4.97 ^d
KK3	88.62 $\pm$ 3.16 ^g	106.30 $\pm$ 0.94 ^g
U1	178.26 $\pm$ 8.77 ^b	202.28 $\pm$ 8.31 ^a
U2	161.18 $\pm$ 5.48 ^c	177.15 $\pm$ 1.81 ^c
U3	164.84 $\pm$ 10.36 ^c	181.67 $\pm$ 4.16 ^{bc}
M1	181.61 $\pm$ 7.63 ^b	187.58 $\pm$ 32.98 ^b
M2	177.80 $\pm$ 5.37 ^b	180.87 $\pm$ 6.92 ^{bc}
M3	145.18 $\pm$ 5.26 ^d	177.82 $\pm$ 4.34 ^c
Hammadde	756.92 $\pm$ 8.58 ^a	-

Sonuçlar, ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı sütundaki üslü harfler parametreler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P<0.05$).

Salamura örnekleri FRAP değerleri 106.30-187.87 $\mu\text{g TE/mL}$ aralığında değişmekte olup mantar ekstraktlarına paralel olarak en yüksek değer M1 örneklerinde en düşük değer K3 örneğinde belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizinde hem mantar turşularının hem de salamura sıvı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ile FRAP arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu tespit edilmiştir ($p=0.919$; $p=0.973$).

Jablonska-Rys ve ark. (2016) FRAP analizlerinde en yüksek antioksidan aktivite değerlerini taze meyve gövdelerinde 26 $\mu\text{mol TE/g}$ kuru ağırlık olarak belirlemiş ancak haşlama işlemi sonrası 17.16 $\mu\text{mol TE/g}$ kuru ağırlık seviyelerine düştüğünü tespit etmişlerdir. Radzki ve ark. (2016) FRAP analizlerinde en yüksek antioksidan aktiviteyi taze meyve gövdelerinde 31.01 $\pm$ 1.35 $\mu\text{mol TE/g}$ kuru ağırlık olarak saptamıştır. Haşlama işlemi sonrası antioksidan aktivitede % 48’lik bir azalma belirlenmiş ve toplam fenolik madde miktarı ile FRAP arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu tespit edilmiştir ($p=0.898$).

6. SONUÇ

Mantarlar farklı tat ve aromaya sahip olmanın yanı sıra antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, anti-inflamatuar, bağışıklık sistemini düzenleyici, karaciğer koruyucu gibi pek çok potansiyel tıbbi özellikleri nedeniyle de ilgi odağı haline gelmiştir. Günlük diyetle farklı şekilde kullanıldığı gibi bazı yöntemlerle (dondurma, kurutma, fermantasyon) raf ömrü artırılarak daha uzun süreler kullanılmasının koşulları sağlanmaktadır. Çalışmamızda bu yöntemlerden biri olan turşu üretiminde uygulanan ön işlem metotlarının ve fermantasyonun son ürüne etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

Çalışmada üretilen mantar turşularının ortalama pH değeri 3.68, ortalama toplam asitlik değeri % 0.81, ortalama tuz miktarı % 5.54 olarak belirlenmiştir. Ultrases ön işlemi uygulanarak üretilmiş mantar turşularının (U1, U2 ve U3) mantar ve salamuralarının pH değerleri diğer ön işlem gruplarına göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Mantar ve salamuraların toplam asitlik ve tuz miktarları endüstriyel ya da geleneksel metotlara göre farklılık göstermemektedir.

Çalışmada taze mantar örneğinde 3.87 N olan sertlik değerinin turşu örneklerinde 0.17-0.43 N aralığında değiştiği belirlenmiştir. Turşu örnekleri arasında en yüksek değer 5 dk. haşlama işlemine maruz kalan örneklerde (K3) belirlenirken en düşük değer 1.5 dk. mikrodalga uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. Haşlama ve katkılı haşlama ön işlemlerinin diğer ön işlemlere göre sertliği korumada daha iyi olduğu saptanmıştır.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan taze kültür mantarının L* değerinin 89.55 olduğu, taze kültür mantarının L* değerine en yakın değer K3 ait 5 dk. ön işlemi uygulanan turşu örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada mantar turşularının % kül değerleri 5.12-6.20 arasında değişmekte olup en yüksek kül değeri 1.5 dk. mikrodalga ön işlemi uygulanan örneklerde belirlenmiştir. M3 ve M2 örneklerinin diğer örneklerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Taze mantar örneklerinin % kül değeri 0.85 olarak tespit edilmiştir. En düşük % kül değeri 3 dk. haşlama ön işlemine maruz kalan örnekte (K2) belirlenmiştir.

Çalışmada taze mantar örneklerinin % protein değeri 4.62 olarak belirlenmekte olup üretilen turşu örneklerinin % protein değeri 1.38-2.80 aralığında değiştiği saptanmıştır. En yüksek % protein değeri 3 dk. haşlama ön işlemine maruz kalan örneklerde (K2) belirlenirken en düşük protein değeri ise 1.5 dk. mikrodalga ön işlemi ile üretilen turşu örneklerinde tespit edilmiştir. Haşlama ve katkılı haşlama ön işlemlerinin protein değerini korumada daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Mantar turşularının toplam fenolik madde içeriği 267.94- 949.19 μg GAE/g aralığında belirlenmiş olup en yüksek değer taze mantar örneklerinde tespit edilmiştir. Farklı ön işlem uygulanan mantar turşularında fenolik madde içeriği en düşük 5 dk. katkılı haşlama ön işlemi uygulanan örneklerde (KK3), en yüksek 3 dk. ultrases ön işlemi uygulanan örneklerde (U1) saptanmıştır. Haşlama, katkılı haşlama ve ultrases ön işlemi uygulanan turşularda uygulama süresi arttıkça fenolik madde miktarları azalmıştır. Hem mantar hem de salamura örnekleri incelendiğinde ultrases ve mikrodalga ön işlemlerinin fenolik madde içeriğini korumada diğer ön işlemlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada mantar turşularında toplam flavonoid madde içerikleri 183.75-760.31 μg KE/100 g aralığında saptanmış olup en yüksek değer taze mantar örneklerinde belirlenmiştir. Farklı ön işlem uygulanan mantar örneklerinde flavonoid madde içeriği en düşük 5 dk. ultrases ön işlemi uygulamasında (U2), en yüksek 1 dk. haşlama ön işlemi uygulamasında (K1) saptanmıştır. Çalışmada hem mantar hem de salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ile toplam flavonoid madde miktarı arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Mantar turşularının katyon radikali giderme aktivitesi 137.72-1184 μg TE/g aralığında saptanmış olup, en yüksek değer taze mantarlarda belirlenmiştir. Farklı ön işlem uygulanan mantar turşularında katyon radikali giderme aktivitesi en yüksek 3 dk. ultrases uygulanan örneklerde (U1) tespit edilmiş, ultrases işleminin antioksidan kapasiteyi korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir. K2 ve K3 örneklerinin katyon radikali giderme aktivitesi diğer tüm örneklerden anlamlı şekilde düşük olarak tespit edilmiştir. Hem mantar ekstraktlarının hem de salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ile katyon radikali giderme aktiviteleri (ABTS●+) arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Çalışmada mantar turşularında serbest radikali giderme aktivitesi 62.25-259.12 µg TE/g aralığında belirlenmiştir. Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen mantar turşu ekstraktlarında serbest radikali giderme aktivitesi en yüksek U1 örneklerinde tespit edilmiş, ultrases işleminin antioksidan kapasiteyi korumada diğer yöntemlere göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. K3 ve KK3 örneklerinin serbest radikali giderme aktivitesi diğer örneklerden düşük olarak tespit edilmiştir. Hem mantar ekstraktlarının hem de salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile serbest radikali giderme aktiviteleri (DPPH●) arasında pozitif yönde yüksek doğrusal ilişki bulunduğu tespit edilmiştir.

Mantar turşularında ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücünün 83.75-756.92 µg TE/g aralığında değiştiği saptanmıştır. Farklı ön işlem uygulanarak üretilen turşu örneklerinde ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü değeri en yüksek değer 30 sn. mikrodalga ön işlemi ile üretilen örneklerde (M1), en düşük değer ise 5 dk. haşlama ön işlemi uygulanan örneklerde (K3) tespit edilmiştir. K3 ve KK3 örneklerinin en düşük ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Hem mantar turşularının hem de salamura örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ile ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü arasında pozitif yönde doğrusal ilişki bulunduğu tespit edilmiştir.

Özetle; çalışmada mantar turşusu üretiminde uygulanan farklı ön işlemler değerlendirildiğinde;

1. Renk değeri açısından haşlamanın rengi korumada diğer örneklerle nazaran avantaj sağladığı bununda haşlamada fenollerin koyu melaninlere yoğunlaşan kinonlara enzimatik bozulmasının daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
2. Sertlik değeri bakımından haşlama ve katkılı haşlama ön işlemlerinin diğer ön işlemlere göre sertliği korumada daha iyi olduğu saptanmıştır.
3. Mantar turşularında haşlama ve katkılı haşlama ön işlemlerinin protein değerini korumada daha iyi olduğu belirlenmiştir.
4. Hem mantar hem de salamura örnekleri incelendiğinde ultrases ve mikrodalga ön işlemlerinin fenolik madde içeriğini korumada diğer ön işlemlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

5. Fenolik madde ve flavonoid madde miktarındaki azalmanın sıcaklığa ve salamuraya geçişten kaynaklandığı düşünülmektedir.
6. Mantar turşusu üretiminde ultrases işleminin antioksidan kapasiteyi korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada uygulanan ön işlemlerin mantar turşusu üretiminde farklı sonuçlar ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda belirtilen ön işlemlerin kombinasyonlarının uygulamasıyla turşuların fizikokimyasal özelliklerinin korunması ve geliştirilmesi açısından daha iyi sonuçlar getireceği düşünülmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Abebeaw, G., 2020. Review on: Nutritional Value and Health Benefits of Edible Mushroom. *Journal of Engineering and Applied Sciences Technology*, 2(4), 1-2.
- Abugri, D., McElhenney, W. H., Willian, K. R., 2016. Fatty acid profiling in selected cultivated edible and wild medicinal mushrooms in the Southern United States. *Journal of Experimental Food Chemistry*, 2, 1-7.
- Abulude, F. O., Adeyeye, E. I., ve Asaolu, S. S., 2004. Metal levels in mushrooms consumed in Southwestern Nigeria. *Advances in Food Sciences*, 26(4), 155-158.
- Aktan N., Yıldırım H., 2011. Sirke Teknolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 83.
- Aktan, N., U, Yücel., H. Kalkan., 1998. Turşu Teknolojisi. *Ege Only*. Ege Meslek Yüksek Okulu Yay. No:23, İzmir, 138 s.
- Akwaowo, E. U., Ndon, B. A., Etuk, E. U., 2000. Minerals and antinutrients in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis Hook f.*). *Food Chemistry*, 70(2), 235-240.
- Ainsworth, G. C. ve Sussman, A. S., (Eds.). 2013. The fungal population: an advanced treatise. Elsevier.
- Anal, A. K., 2019. Quality ingredients and safety concerns for traditional fermented foods and beverages from Asia: A review. *Fermentation*, 5(1), 1-12.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) 2000. AOAC Official Method, Gaithersburg: The United States Department of Agriculture.
- Aremu, M. O., Basu, S. K., Gyar, S. D., Goyal, A., Bhowmik, P. K., ve Banik, S. D., 2009. Proximate composition and functional properties of mushroom flours from *Ganoderma spp.*, *Omphalotus olearius* (DC.) Sing. and *Hebeloma mesophaeum* (Pers.) Quél. sed in Nasarawa State, Nigeria. *Malaysian Journal of Nutrition*, 15(2) 233-241.
- Atila, F., Owaid, M. N., Shariati, M. A., 2017. The nutritional and medical benefits of *Agaricus bisporus*: a review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 281-286.
- Avcı, S., 2015. Farklı ağaç türlerine ait talaş ortamlarının *Pleurotus ostreatus* mantarının verimi, kalitesi ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi. Biyoloji Bölümü, Rize.
- Avcı, H., 2018. İstanbul Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürlüğüne gönderilen bazı biyolojik örnekler üzerinde gelişen mantar türleri ile ilgili bazı doğal ekstraktların antifungal etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi. Biyoloji Bölümü, Nevşehir.
- Aydın, C. ve Ögüt, H., 1991. Determination of some biological properties of Amasya apple and hazelnuts. *Selcuk University Journal of Agriculture*, 1, 45-54.
- Barros, L., Baptista, P., Correia, D. M., Casal, S., Oliveira, B., ve Ferreira, I. C., 2007. Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chemistry*, 105(1), 140-145.

- Batterbury, M., Tebbs, C. A., Rhodes, J. M., ve Grierson, I., 2002. *Agaricus bisporus* (edible mushroom lectin) inhibits ocular fibroblast proliferation and collagen lattice contraction. *Experimental Eye Research*, 74(3), 361-370.
- Bello, B. K. ve Akinyele, B. J., 2007. Effect of fermentation on the microbiology and mineral composition of an edible mushroom *Termitomyces robustus* (Fries). *International Journal of Biological Chemistry*, 1(4), 237-243.
- Bernas, E., Jaworska, G., Lisiewska, Z., 2006. Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5(1), 5-20.
- Bengu, A. S., Çınar Yilmaz, H., Turkecul, İ., Işık, H., 2019. The levels of minerals and vitamins in some wild and cultured mushroom species from Turkey. *J Pharm Pharmacol*, 7, 207-211.
- Benzie, I.F. ve Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Bertelsen, C. D., 2013. Mushroom: A Global History. Ed: Bertelsen C. D. Reaktion Books, London, 99-116.
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M.S., Chiesi, C. ve Cossignani, L., 2016. Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 202-207.
- Blumfield, M., Abbott, K., Duve, E., Cassettari, T., Marshall, S., Fayet-Moore, F., 2020. Examining the health effects and bioactive components in *Agaricus bisporus* mushrooms: a scoping review. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 84, 108453.
- Bourdichon, F., Casaregola, S., Farrokh, C., Frisvad, J. C., Gerds, M. L., Hammes, W. P., Hansen, E. B., 2012. Food fermentations: microorganisms with technological beneficial use. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3), 87-97.
- Bulam, S., Üstün, N. Ş., Pekşen, A., 2018. The most popular edible wild mushrooms in Vezirköprü district of Samsun province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(2), 189-194.
- Carlile, M. J., Watkinson, S. C., Gooday, G. W., 2001. The fungi. Academic Press, San Diego, 1-588.
- Carrizo, M. E., Capaldi, S., Perduca, M., Irazoqui, F. J., Nores, G. A., Monaco, H. L., 2005. The antineoplastic lectin of the common edible mushroom (*Agaricus bisporus*) has two binding sites, each specific for a different configuration at a single epimeric hydroxyl. *Journal of Biological Chemistry*, 280(11), 10614-10623.
- Carvalho, B. R., Trouw, R. A., da Costa, R. V. C., Ribeiro, A., Heilbron, M., and Marimon, R. S., 2020. Microstructural and metamorphic evolution of the Carrancas Klippe, interference zone of the Neoproterozoic southern Brasília and Ribeira orogens, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 103, 102744.
- Chang, S. T. ve Buswell, J. A., 1996. Mushroom nutraceuticals. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 12(5), 473-476.

- Chang, S. T., ve Mshigeni, K. E., 2001. Mushrooms and human health: their growing significance as potent dietary supplements. University of Namibia, Windhoek, 1-79.
- Chen, S. Y., Ho, K. J., Hsieh, Y. J., Wang, L. T., ve Mau, J. L., 2012. Contents of lovastatin, γ -aminobutyric acid and ergothioneine in mushroom fruiting bodies and mycelia. *LWT - Food Science and Technology*, 47(2), 274-278.
- Chen, Z., Gao, H., Wu, W., Chen, H., Fang, X., Han, Y., Mu, H., 2021. Effects of fermentation with different microbial species on the umami taste of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *LWT - Food Science and Technology*, 141, 110889.
- Cheung, P. C., 2013. Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Science and Human Wellness*, 2(3-4), 162-166.
- Clark, M. A., Choi, J., Douglas, M., 2018. Biology 2e. Rice University, Houston Texas, 1-1427.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda Analizleri, Gıda analizlerinde genel yöntemler. Cemeroğlu, B. (ed.), Bizim Büro Basımevi, 45-128 Ankara.
- Czapski, J., 2004. Antioxidant activity and phenolic content in some strains of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 62, 165-173.
- Çakmak, R. Ş., Tekeoğlu, O., Bozkır, H., Ergün, A. R., Baysal, T. 2016. Effects of electrical and sonication pretreatments on the drying rate and quality of mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, 69, 197-202.
- Çerikçioğlu, N., 2012. Mantarlarda virülans faktörleri. *Ankem Dergisi*, 26, 261-269.
- Damiğcka, J., ve Szudyga, K., 2006. The quality of mushroom fruiting bodies for processing and cultivation method. *Food Industry*, 60(12), 38-40.
- Dalgıç, T., ve Akbulut N., 1988. Salamura yapraklar üzerine bir araştırma. *Gıda*, 3(3), 175-182.
- Das, I., ve Arora, A., 2018. Alternate microwave and convective hot air application for rapid mushroom drying. *Journal of Food Engineering*, 223, 208-219.
- Dayıoğlu, H., Yılmaz, A., Başaran, G., 2019. Türkiye’de biyokaçakçılık. *Journal of Science and Technology of DPU*, 43, 74-90.
- Deacon, J. W., 2005. *Fungal Biology*. John Wiley and Sons, 1-380.
- De Vuyst, L., ve Leroy, F., 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Microbial Physiology*, 13(4), 194-199.
- Deb, U., Jagannath, A., Anilakumar, K., Chatterjee, M., Chatterjee, S., 2018. Nutritional studies and antioxidant profile of pickled oyster mushrooms of north east India. *Defence Life Science Journal*, 3(1), 64-70.
- Değirmenci, E. H., 2017. *Lepista nuda*’dan elde edilen ekstraktların sitotoksik aktivitelerinin belirlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Aydın.

- Dembitsky, V. M., Terent'ev, A. O., Levitsky, D. O., 2010. Amino and fatty acids of wild edible mushrooms of the genus *Boletus*. *Records of Natural Products*, 4(4), 218-223.
- Demirgöl, F., Şimşek, Ö., Bozkurt, F., Dertli, E., Sağdıç, O., 2022. Production and characterization of yeast extracts produced by *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardii* and *Kluyveromyces marxianus*. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 52(6), 657-667.
- Deshmukh, M. A., Gade, R. M., Belkar, Y. K., Koche, M. D., 2016. Efficacy of bioagents, biofertilizers and soil amendments to manage root rot in greengram. *Legume Research*, 39(1), 140-144.
- Dubost, N. J., Ou, B., Beelman, R. B., 2007. Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105(2), 727-735.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I., Temur, N., 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 337-345.
- Ercan, S. S. ve Soysal, C., 2013. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Sciences*, 05 (08), 5-13.
- Eren, E. ve Pekşen, A., 2016. Türkiye'de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 189-196.
- Eren, E. ve Pekşen, A., 2019. Türkiye'de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10(3), 225-233.
- Erjavec, J., Kos, J., Ravnikar, M., Dreo, T., ve Sabotič, J., 2012. Proteins of higher fungi—from forest to application. *Trends in Biotechnology*, 30(5), 259-273.
- Falandysz, J. ve Borovička, J., 2013. Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks. *Applied microbiology and biotechnology*, 97(2), 477-501.
- Fan, K., Zhang, M., Mujumdar, A. S., 2017. Application of airborne ultrasound in the convective drying of fruits and vegetables: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 39, 47-57.
- FAO (2010) FAOSTAT: Banana Production by Countries 2010. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (Erişim Tarihi: 8/11/2022).
- FAO (2019) FAOSTAT: Mushroom Production by Countries 2019. <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf> (Erişim Tarihi: 8/11/2022).
- Foulongne-Oriol, M., Murat, C., Castanera, R., Ramírez, L., Sonnenberg, A. S. 2013. Genome-wide survey of repetitive DNA elements in the button mushroom *Agaricus bisporus*. *Fungal Genetics and Biology*, 55, 6-21.
- Fukushima, M., Nakano, M., Morii, Y., Ohashi, T., Fujiwara, Y., ve Sonoyama, K., 2000. Hepatic LDL receptor mRNA in rats is increased by dietary mushroom (*Agaricus bisporus*) fiber and sugar beet fiber. *The Journal of Nutrition*, 130(9), 2151-2156.

- Gaafar, A.A., Salama, Z.A., 2013. Phenolic compounds from artichoke (*Cynara scolymus* L.) by-products and their antimicrobial activities. *Journal of Biology Agriculture and Healthcare*, 3(12), 1-3.
- Gadd, G. M., ve Gadd, G. M., 2001. Fungi in Bioremediation (No. 23). Cambridge: Cambridge University Press, 1-472.
- Gałazka-Czarnecka, I. ve Krala, L., 2009. The effect of blanching on the quality of frozen *Agaricus bisporus* Sing mushrooms. *Refrigeration: Organ of the Chief Technical Organization*, 44(6), 56-59.
- Ganjdoost, M., Aboonajmi, M., Mirsaeedghazi, H., ve Asefpour Vakilian, K., 2021. Effects of power ultrasound treatment on the shelf life of button mushrooms: Digital image processing and microbial counting can reveal the effects. *Food Science and Nutrition*, 9(7), 3538-3548.
- Gheibi, N., Saboury, A. A., Haghbeen, K., ve Moosavi-Movahedi, A. A., 2006. The effect of some osmolytes on the activity and stability of mushroom tyrosinase. *Journal of Biosciences*, 31(3), 355-362.
- Glamočlija, J., Stojković, D., Nikolić, M., Ćirić, A., Reis, F. S., Barros, L., ve Soković, M., 2015. A comparative study on edible *Agaricus* mushrooms as functional foods. *Food & function*, 6(6), 1900-1910.
- Grimm, D. ve Wösten, H. A., 2018. Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7795-7803.
- Grube, B. J., Eng, E. T., Kao, Y. C., Kwon, A., ve Chen, S., 2001. White button mushroom phytochemicals inhibit aromatase activity and breast cancer cell proliferation. *The Journal of Nutrition*, 131(12), 3288-3293.
- Gul Khaskhelia, S., Zheng, W., Sheikh, S., Khaskheli, A., Liu, Y., Soomro, A., Huang, W., 2015. Characterization of *Auricularia auricula* polysaccharides and its antioxidant properties in fresh and pickled product. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 387-395.
- Guillamón, E., García-Lafuente, A., Lozano, M., Rostagno, M. A., Villares, A., ve Martínez, J. A., 2010. Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81(7), 715-723.
- Gül, B., Sağdıç, O., Özkan, K., 2021. Fermantasyonun Mantar Turşusunun Biyoaktivitesi ve Çeşitli Özelliklerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21, 333-340.
- Gürgen, A., Değirmenci, A., Yıldız, S., 2019. Bazı Yabani ve Kültür Mantarı Turşularının Duyusal Analizleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 302-309.
- Hassan, M. A. A., Rouf, R., Tiralongo, E., May, T. W., ve Tiralongo, J., 2015. Mushroom lectins: specificity, structure and bioactivity relevant to human disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(4), 7802-7838.
- Hearst, R., Nelson, D., McCollum, G., Millar, B. C., Maeda, Y., Goldsmith, C. E., ve Moore, J. E., 2009. An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents of Shiitake (*Lentinula edodes*) and Oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 15(1), 5-7.

- Heleno, S. A., Diz, P., Prieto, M. A., Barros, L., Rodrigues, A., Barreiro, M. F., ve Ferreira, I. C., 2016. Optimization of ultrasound-assisted extraction to obtain mycosterols from *Agaricus bisporus* L. by response surface methodology and comparison with conventional Soxhlet extraction. *Food Chemistry*, 197, 1054-1063.
- Heitman, J., Sun, S., James, T. Y., 2013. Evolution of fungal sexual reproduction. *Mycologia*, 105(1), 1-27.
- Heitman, J., Carter, D. A., Dyer, P. S., ve Soll, D. R., 2014. Sexual reproduction of human fungal pathogens. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 4(8), 1-19.
- Higgins, C., Margot, H., Warnquist, S., Obeysekare, E., & Mehta, K., 2017. Mushroom cultivation in the developing world: A comparison of cultivation technologies. In *2017 IEEE Global Humanitarian Technology Conference*, 1-7.
- Hnin, K. K., Zhang, M., Mujumdar, A. S., ve Zhu, Y., 2018. Emerging food drying technologies with energy-saving characteristics: A review. *Drying Technology*, 214122, 1-15.
- Hogg, S., 2013. Essential microbiology. John Wiley and Sons, 1-481.
- Homei, A. ve Worboys, M., 2013. Fungal disease in Britain and the United States 1850–2000, Springer Nature, 1-240.
- Hung, P. V. ve Nhi, N. N. Y., 2012. Nutritional composition and antioxidant capacity of several edible mushrooms grown in the Southern Vietnam 19(2) 611-615.
- Ilicic, D., ve Grossart, H. P., 2022. Basal Parasitic Fungi in Marine Food Webs—A Mystery Yet to Unravel. *Journal of Fungi*, 8(2), 114.
- Işık, H., Bengü, A. Ş., Yılmaz, H. Ç., Türkekul, İ., 2021. Tokat'tan toplanan iki yenen doğal mantar (*Pleurotus eryngii* ve *Lepista nuda*) örneklerindeki ağır metal seviyeleri üzerine bir çalışma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 165-170.
- Ivshin, V. P., Artamonova, S. D., Ivshina, T. N., ve Sharnina, F. F., 2007. Methods for isolation of chitin-glucan complexes from higher fungi native biomass. *Polymer Science Series B*, 49(11), 305-310.
- Jablonska-Rys, E., Slawinska, A., 2012. Possibilities of use of lactic fermentation in bio conservation of edible mushrooms fruit bodies. p. 185. In: Abstracts: 2nd International Conference and Workshop, Plant-the source of research material. Lublin, Poland.
- Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A., Radzki, W., & Gustaw, W., 2016. Evaluation of the potential use of probiotic strain *Lactobacillus plantarum* 299v in lactic fermentation of button mushroom fruiting bodies. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(4), 399-407.
- Jablonska-Rys, E., Sławińska, A., Szwajgier, D., 2016. Effect of Lactic Acid Fermentation on Antioxidant Properties and Phenolic Acid Contents of Oyster (*Pleurotus ostreatus*) and Chanterelle (*Cantharellus cibarius*) Mushrooms. *Food Science and Biotechnology*, 25(2), 439-444.

- Jablonska-Rys, E., Skrzypczak, K., Sławińska, A., Radzki, W., Gustaw, W., 2019. Lactic Acid Fermentation of Edible Mushrooms: Tradition, Technology, Current State of Research: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(3), 1-16.
- Janakiram, T., Sharma, V. P., Barh, A., 2019. Analysis of India-China mushroom gap a review. *Current Horticulture*, 7(2), 10-14.
- Jasinski, E. M., Stemberger, B., Walsh, R., ve Kilara, A., 1984. Ultrastructural studies of raw and processed tissue of the major cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. *Food Microstructure (USA)* 3(2) 191-196.
- Jaworska, G., Bernas, E., Cichon', Z., Possinger, P., 2008. Establishing the optimal period of storage for frozen *Agaricus bisporus*, depending on the preliminary processing applied. *International Journal of Refrigeration*, 31(6), 1042 – 1050.
- Jaworska, G., Bernas, E., Mickowska, B., 2011. Effect of production process on the amino acid content of frozen and canned *Pleurotus ostreatus* mushrooms. *Food Chemistry*, 125(3), 936–943.
- Jeong, S. C., Jeong, Y. T., Yang, B. K., Islam, R., Koyyalamudi, S. R., Pang, G., ve Song, C. H., 2010. White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. *Nutrition Research*, 30(1), 49-56.
- Jung, Y. H., Kim, H. K., Park, H. M., Park, Y. C., Park, K., Seo, J. H., ve Kim, K. H., 2015. Mimicking the Fenton reaction-induced wood decay by fungi for pretreatment of lignocellulose. *Bioresource Technology*, 179, 467-472.
- Kabak, B. ve Dobson, A. D., 2011. An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 248-260.
- Kabak, B. ve Dobson, A. D., 2009. Biological strategies to counteract the effects of mycotoxins. *Journal of Food Protection*, 72(9), 2006-2016.
- Kalac, P., 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: a review for the period 2000–2009. *Food Chemistry*, 122(1), 2-15.
- Kalbarczyk, J. ve Radzki, W., 2009. Cultivated mushrooms as a valuable diet constituent and a source of biologically active substances. *Herba Polonica*, 55(4), 224-232.
- Kampmann, M., Hoffrichter, A. C., Stalinski, D., ve Wichmann, R., 2015. Kinetic characterization of tyrosinase containing mushroom (*Agaricus bisporus*) cells immobilized in silica alginate. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 116, 124-133.
- Kavanagh, K., 2017. Fungi: biology and applications. John Wiley and Sons, 1-416.
- Kayode, R., Olakulehin, T., Adedeji, B., Ahmed, O., Aliyu, T., Badmos, A., 2015. Evaluation of amino acid and fatty acid profiles of commercially cultivated oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) grown on gmelina wood waste. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 18–21.
- Kendrick, B., 2011. Fungi: ecological importance and impact on humans. eLS.

- Khaskheli, A. A., Khaskheli, S. G., Liu, Y., Sheikh, S. A., Wang, Y. F., Soomro, A. H., ve Huang, W., 2017. Analysis of physicochemical, antioxidant properties and sensory characteristic of shiitake mushroom pickles. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(8), 562-568.
- Kittiphoom, S. ve Sutasinee, S., 2013. Mango seed kernel oil and its physicochemical properties. *International Food Research Journal*, 20(3), 1145.
- Krause, K., Jung, E. M., Lindner, J., Hardiman, I., Poetschner, J., Madhavan, S., and Kothe, E., 2020. Response of the wood-decay fungus *Schizophyllum commune* to co-occurring microorganisms. *Public Library of Science One*, 23,1-20.
- Krishnamoorthi, R., Srinivash, M., Mahalingam, P. U., ve Malaikozhundan, B., 2022. Dietary nutrients in edible mushroom, *Agaricus bisporus* and their radical scavenging, antibacterial, and antifungal effects. *Process Biochemistry*, 121, 10-17.
- Kroehnke, J., Szadzińska, J., Radziejewska-Kubzdela, E., Biegańska-Marecik, R., Musielak, G., ve Mierzwa, D., 2021. Osmotic dehydration and convective drying of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) the influence of ultrasound on process kinetics and product quality. *Ultrasonics Sonochemistry*, 71, 105377.
- Konanayakam, M., ve Sastry, S. K., 1988. Kinetics of shrinkage of mushrooms during blanching. *Journal of Food Science*, 53(5), 1406-1411.
- Koyyalamudi, S. R., Jeong, S. C., Song, C. H., Cho, K. Y., ve Pang, G., 2009. Vitamin D2 formation and bioavailability from *Agaricus bisporus* button mushrooms treated with ultraviolet irradiation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(8), 3351-3355.
- Kumar, K., ve Barmanray, A., 2008. Shelf-life studies on pickled button mushroom(*Agaricus bisporus*). *Mushroom Research*, 17(1), 25-30.
- Labus, K., Turek, A., Liesiene, J., ve Bryjak, J., 2011. Efficient *Agaricus bisporus* tyrosinase immobilization on cellulose-based carriers. *Biochemical engineering journal*, 56(3), 232-240.
- Lagnika, C., Zhang, M., Mothibe, K. J., 2013. Effects of ultrasound and high pressure argon on physico-chemical properties of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 82, 87-94.
- Lagnika, C., Zhang, M., Nsor-Atindana, J., ve Bashari, M., 2014. Effects of ultrasound and chemical treatments on white mushroom (*Agaricus bisporus*) prior to modified atmosphere packaging in extending shelf-life. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12), 3749-3757.
- Leiva, F. J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., ve Blanco, J., 2015. Environmental impact of *Agaricus bisporus* cultivation process. *European Journal of Agronomy*, 71, 141-148.
- Lespinard, A. R., Goñi, S. M., Salgado, P. R., ve Mascheroni, R. H., 2009. Experimental determination and modelling of size variation, heat transfer and quality indexes during mushroom blanching. *Journal of Food Engineering*, 92(1), 8-17.
- Li, N., Chen, F., Cui, F., Sun, W., Zhang, J., Qian, L., ve Yang, H., 2017. Improved postharvest quality and respiratory activity of straw mushroom (*Volvvariella*

- volvacea) with ultrasound treatment and controlled relative humidity. *Scientia Horticulturae*, 225, 56-64.
- Li, X., Li, J., Wang, R., Rahaman, A., Zeng, X. A., ve Brennan, C. S., 2021. Combined effects of pulsed electric field and ultrasound pretreatments on mass transfer and quality of mushrooms. *LWT - Food Science and Technology*, 150, 112008.
- Liu, J., Jia, L., Kan, J., Jin, C. H., 2013. In vitro and in vivo antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Chemical Toxicology*, 51, 310-316.
- Liu, Y., Huang, F., Yang, H., Ibrahim, S., Wang, Y.-f., Huang, W., 2014. Effects of preservation methods on amino acids and 50-nucleotides of *Agaricus bisporus* mushrooms. *Food Chemistry*, 149, 221–225.
- Liu, Y., Xie, X. X., Ibrahim, S. A., Khaskheli, S. G., Yang, H., Wang, Y. F., ve Huang, W., 2016. Characterization of *Lactobacillus pentosus* as a starter culture for the fermentation of edible oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*). *LWT-Food Science and Technology*, 68, 21-26.
- Mahari, W. A. W., Razali, W. A. W., Manan, H., Hersi, M. A., Ishak, S. D., Cheah, W., ve Lam, S. S., 2022. Recent advances on microalgae cultivation for simultaneous biomass production and removal of wastewater pollutants to achieve circular economy. *Bioresource Technology*, 128085.
- Malmquist, J. P., Clemens, S. C., Oien, H. J., ve Wilson, S. L., 2008. Hemostasis of oral surgery wounds with the HemCon Dental Dressing. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66(6), 1177-1183.
- Maltini, E., Torreggiani, D., Venir, E., ve Bertolo, G., 2003. Water activity and the preservation of plant foods. *Food chemistry*, 82(1), 79-86.
- Mami, Y., Peyvast, G., Ghasemnezhad, M., ve Ziaie, F., 2013. Supplementation at casing to improve yield and quality of white button mushroom. *Agricultural Sciences*, 04(01), 27-33.
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L., 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73(3), 321-325.
- Markowiak, P., ve Śliżewska, K., 2017. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9), 1021.
- Mata, T. M., Martins, A. A., Caetano, N. S., 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 217-232.
- Mattila, P., Könkö, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., ve Piironen, V., 2001. Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2343-2348.
- McArdle, F. J., Kuhn, G. D., Beelman, R. B., 1974. Influence of vacuum soaking on yield and quality of canned mushrooms. *Journal of Food Science*, 39(5), 1026-1028.
- Michelot, D. ve Melendez-Howell, L. M., 2003. *Amanita muscaria*: chemistry, biology, toxicology, and ethnomycology. *Mycological Research*, 107(2), 131-146.

- Money, N. P., 2016. Are mushrooms medicinal. *Fungal biology*, 120(4), 449-453.
- Mousa, H. L., 1997. Aerobic, anaerobic and fungal burn wound infections. *Journal of Hospital Infection*, 37(4), 317-323.
- Munshi, N. A., Dar, G. H., Ghani, M. Y., Kauser, S., ve Mughal, N., 2010. Button Mushroom Cultivation. *Communication and Publication Centre* 1, 1-28.
- Musielak, G., Mierzwa, D., Kroehnke, J., 2016. Food drying enhancement by ultrasound—A review. *Trends in Food Science and Technology*, 56, 126-141.
- Muszyńska, B., Sułkowska-Ziaja, K., Ekiert, H., 2011. Indole compounds in fruiting bodies of some edible Basidiomycota species. *Food Chemistry*, 125(4), 1306-1308.
- Muszyńska, B., Sułkowska-Ziaja, K., Ekiert, H., 2013. Phenolic acids in selected edible basidiomycota species: *Armillaria mellea*, *Boletus badius*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus* and *Pleurotus ostreatus*. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 12(4) 107-116.
- Muszyńska, B., Kała, K., Sułkowska-Ziaja, K., Gawęł, K., Zając, M., ve Opoka, W., 2015. Determination of indole compounds released from selected edible mushrooms and their biomass to artificial stomach juice. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 27-31.
- Ndungutse, V., Mereddy, R., Sultanbawa, Y., 2015. Bioactive properties of mushroom (*A. Garicus bisporus*) stipe extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2225-2233.
- Ng, T. B. 2004. Peptides and proteins from fungi. *Peptides*, 25(6), 1055-1073.
- Nie, X., Zhang, R., Cheng, L., Li, S., Zhao, X., ve Chen, X., 2020. Combining the biocontrol yeast *Pichia kluyveri* with UV-C treatment to control postharvest decay of king oyster mushrooms (*Pleurotus eryngii*) caused by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. *Biological Control*, 149, 104327.
- Nimse, S. B. ve Pal, D., 2015. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *Royal Society of Chemistry Advances*, 5(35), 27986-28006.
- Novaes, M. R. C. G., Valadares, F., Reis, M. C., Gonçalves, D. R., ve Menezes, M. D. C., 2011. The effects of dietary supplementation with Agaricales mushrooms and other medicinal fungi on breast cancer: evidence-based medicine. *Clinics*, 66, 2133-2139.
- Nurul, S. R., ve Asmah, R., 2012. Evaluation of antioxidant properties in fresh and pickled papaya. *International Food Research Journal*, 19(3), 1117-1124.
- Okan, O. T., Yildiz, S., Yilmaz, A., Barutçıyan, J., Deniz, I. 2013. Wild edible mushrooms having an important potential in east black sea region. *International Caucasian Forestry Symposium*, Kahramanmaraş.
- O'Neil, C. E., Nicklas, T. A., Fulgoni, V. L., 2013. Mushroom intake is associated with better nutrient intake and diet quality: 2001-2010 National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(5), 1-6.
- Orhan, A., 2017. Türkiye'nin bazı bölgelerinden toplanan makromantar türlerinin antioksidan aktiviteleri, (Yüksek Lisans Tezi), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi. Biyoloji Bölümü, Nevşehir.

- Öztürk, C. ve Atila., F., 2021. Mantarların Biyolojik Aktiviteleri ile ilgili İn Vitro, İn Vivo ve Klinik Değerlendirmeler. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 45(2), 344-378.
- Ramos, M., Burgos, N., Barnard, A., Evans, G., Preece, J., Graz, M., ve Jiménez, A., 2019. *Agaricus bisporus* and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 292, 176-187.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., ve Al-Said, F. A. J., 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36-60.
- Pei, F., Shi, Y., Gao, X., Wu, F., Mariga, A. M., Yang, W., ve Hu, Q., 2014. Changes in non-volatile taste components of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during different stages of freeze drying and freeze drying combined with microwave vacuum drying. *Food Chemistry*, 165, 547-554.
- Powell, M. J. ve Letcher., P. M., 2014. 6 Chytridiomycota, Monoblepharidomycota, and Neocallimastigomycota. In *Systematics and Evolution* Springer, Berlin, 141-175.
- Rathore, H., Prasad, S., Sharma, S., 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*, 5(2), 35-46.
- Radzki, W., Slawinska, A., Jablonska-Rys, E., ve Michalak-Majewska, M. 2016., Effect of blanching and cooking on antioxidant capacity of cultivated edible mushrooms: A comparative study. *International Food Research Journal*, 23(2), 599.
- Raghukumar, S., 2017. Fungi: Characteristics and classification. In *Fungi in Coastal and Oceanic Marine Ecosystems* Springer, Cham, 1-15.
- Rathore, H., Prasad, S., Sharma, S., 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *Pharma Nutrition*, 5(2) 35–46.
- Rajewska, J. ve Bałasińska., B., 2004. Biologically active compounds of edible mushrooms and their beneficial impact on health. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej (Online)*, 58, 352-357.
- Ramos, M., Burgos, N., Barnard, A., Evans, G., Preece, J., Graz, M., ve Jiménez, A., 2019. *Agaricus bisporus* and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food chemistry*, 292, 176-187.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Reis, F. S., Martins, A., Barros, L., Ferreira, I. C., 2012. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. *Food and Chemical Toxicology*, 50(5), 1201-1207.
- Roman, M., Mantilla, N., Florez, S., De Mandal, S., Passari, A., Ruiz-Villafan, B., Sanchez, S., 2020. Antimicrobial and antioxidant potential of wild edible mushrooms. *An Introduction to Mushroom*, 1-18.

- Royse, D.J., Baars, J., Tan, Q., 2017. Current Overview of Mushroom Production in the World. In *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*; Zied, D.C., Pardo-Giménez, A., Eds.; Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 5-14.
- Sağdıç, O., Karasu, S., Göktaş, H., 2020. Piyasada satılan ticari propolis örneklerinin biyoaktif bileşenlerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 19-31.
- Salehi, F., Kashaninejad, M., Jafarianlari, A., 2017. Drying kinetics and characteristics of combined infrared-vacuum drying of button mushroom slices. *Heat and Mass Transfer*, 53(5), 1751-1759.
- Sanjuán, N., Hernando, I., Lluch, M. A., ve Mulet, A., 2005. Effects of low temperature blanching on texture, microstructure and rehydration capacity of carrots. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(12), 2071-2076.
- Sapers, G. M., Miller, R. L., Choi, S. W., & Cooke, P. H., 1999. Structure and composition of mushrooms as affected by hydrogen peroxide wash. *Journal of Food Science*, 64(5), 889-892.
- Shi, Y. L., Benzie, I. F., Buswell, J. A., 2002. Role of tyrosinase in the genoprotective effect of the edible mushroom, *Agaricus bisporus*. *Life sciences*, 70(14), 1595-1608.
- Singh, S., Lal, A. A., Simon, S., ve Ramteke, P. W., 2017. Efficacy of selected botanicals on biochemical constituents of white button mushroom *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 2070-2076.
- Singh, M., Sodhi, H., Ranote, P., 2018. Optimization and Storage Studies of *A. bisporus* Vinegar-Oil Pickle to Utilize Stipe as a Value Added Product. *Microbiology and Applied Sciences*, 7(12), 1676-1689.
- Singleton, V., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, E., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Oxidants and Antioxidants Part A*, 299, 152–178.
- Siwulski, M., Sobieralski, K., Górski, R., Lisiecka, J., ve Sas-Golak, I., 2011. Temperature and ph impact on the mycelium growth of *Mycogone perniciosa* and *Verticillium fungicola* isolates derived from polish and foreign mushroom growing houses. *Journal of Plant Protection Research*, 51(3), 268-272.
- Skapska, S., Owczarek, L., Jasinska, U., Halasinska, A., Danielczuk, J., Sokolowska, B., ve Rolno-Spozywczego, I. B. P., 2008. Changes in the antioxidant capacity of edible mushrooms during lactic acid fermentation. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc (Poland)*, 4(59), 243-250.
- Stajich, J. E., Berbee, M. L., Blackwell, M., Hibbett, D. S., James, T. Y., Spatafora, J. W., ve Taylor, J. W., 2009. Primer--the fungi. *Current biology: CB*, 19(18), R840.
- Sułkowska-Ziaja, K., Muszyńska, B., Końska, G., 2005. Biologically active compounds of fungal origin displaying antitumor activity. *Acta Poloniae Pharmaceutica. Drug Research*, 62(2) 153-160.
- Szadzińska, J., Kowalski, S. J., Stasiak, M., 2016. Microwave and ultrasound enhancement of convective drying of strawberries: Experimental and modeling efficiency. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 103, 1065-1074.

- Szadzinska, J. ve Mierzwa, D., 2021. The influence of hybrid drying (microwave-convective) on drying kinetics and quality of white mushrooms. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 167, 108532.
- Szadzińska, J., Mierzwa, D., Musielak, G. 2022. Ultrasound-assisted convective drying of white mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 172, 108803.
- Şen, S., ve Yalçın, M., 2010. Dünya ve Türkiye’de Kültür Mantarcılığı ve Geliştirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: III, 1208-1216.
- Tabiolo C.D.L. ve MaribethSy., 2018. Qualities and microbial properties of cultured oyster pickled mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *International Journal of Current Research*, 10(9), 73190- 73193.
- Tamer, A. Ü., Gücin, F., ve Solak, M. H., 2006. Mikolojiye giriş. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, 9-10.
- Terefe, N. S., P. Tepper, A. Ullman, K. Kai, P. Juliano., 2016. High pressure thermal processing of pears: Effect on endogenous enzyme activity and related quality attributes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 33, 56–66.
- Thatoi, H., Behera, B. C., Mishra, R. R., 2013. Ecological role and biotechnological potential of mangrove fungi: a review. *Mycology*, 4(1), 54-71.
- Tian, Y., Zhao, Y., Huang, J., Zeng, H., ve Zheng, B., 2016. Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chemistry*, 197, 714-722.
- Tokatlı, M., Domurcuk, G., İşleroğlu, H., 2018. The Effect of Fermentation Conditions and Stress Factors on Production of Transglutaminase by *Streptomyces* spp. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(11), 1607-1616.
- Trotel-Aziz, P., Couderchet, M., Vernet, G., ve Aziz, A., 2006. Chitosan stimulates defense reactions in grapevine leaves and inhibits development of *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology*, 114(4), 405-413.
- Tsai, S. Y., Huang, S. J., Lo, S. H., Wu, T. P., Lian, P. Y., ve Mau, J. L., 2009. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. *Food Chemistry*, 113(2), 578-584.
- TÜİK, 2019. Tarımsal Üretim Raporu 2019. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111> (Erişim Tarihi: 06.12.2022).
- TÜİK, 2020. Tarımsal Üretim Raporu 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111> (Erişim Tarihi: 06.12.2022).
- Ulaş, M., 2006. El yazması kitaplarda ortam şartlarının mantar gelişimine etkilerinin incelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi. Makina Mühendisliği Bölümü, Sakarya.
- Usman, M., Murtaza, G., Ditta, A., 2021. Nutritional, medicinal, and cosmetic value of bioactive compounds in button mushroom (*Agaricus bisporus*): a review. *Applied Sciences*, 11(13), 5943.

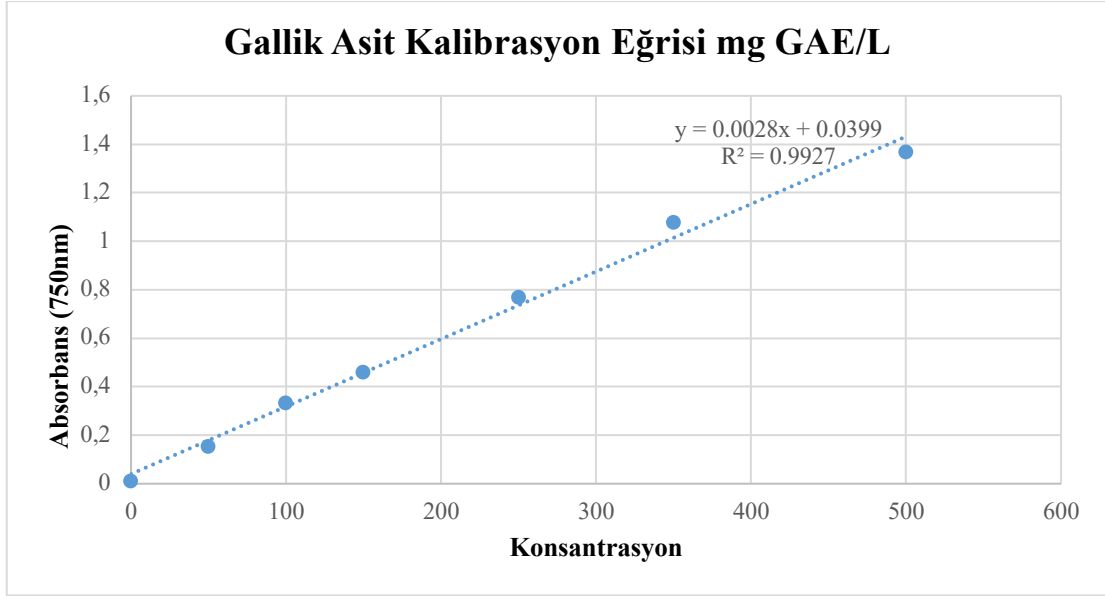
- Uylaşer, V. ve Başoğlu, F., 2016. Temel Gıda Analizleri. Bursa: Dora Basım Yayın, 38 s. ISBN: 978-605-9666-38-1.
- Wang, Q., Wang, F., Xu, Z., Ding, Z., 2017. Bioactive mushroom polysaccharides: a review on monosaccharide composition, biosynthesis and regulation. *Molecules*, 22(6), 955.
- Wang, H., ve Ng, T. B., 2001. Isolation and characterization of velutin, a novel low-molecular-weight ribosome-inactivating protein from winter mushroom (*Flammulina velutipes*) fruiting bodies. *Life Sciences*, 68(18), 2151-2158.
- Wang, W., Xue, C., Mao, X., 2020. Chitosan: Structural modification, biological activity and application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 4532-4546.
- Watkinson, S. C., Boddy, L., Money, N. 2015. The fungi. *Academic Press*, 1-449.
- Wee, J. J., Kim, Y. S., Kyung, J. S., Song, Y. B., Do, J. H., Kim, D. C., Lee, S. D., 2010. Identification of anticoagulant components in Korean red ginseng. *Journal of Ginseng Research*, 34(4), 355-362.
- Wilburn, J. R. ve Ryan, E. P., 2017. Fermented foods in health promotion and disease prevention: An overview. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, 3-19.
- Vaz, J. A., Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga, C., Vasconcelos, M. H., ve Ferreira, I. C., 2011. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chemistry*, 126(2), 610-616.
- Xiangyou, W., Jincui, T., Juan, W., 2014. Effect of precooling temperature on physiological quality of cold stored *Agaricus bisporus*. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 7(2), 108-114.
- Yadav, D., ve Negi, P., 2021. Bioactive components of mushrooms: Processing effects and health benefits. *Food Research International*, 148, 110599.
- Yıldız Turp, G., ve Boylu, M., 2018. Tıbbi ve yenilebilir mantarlar ve et ürünlerinde kullanımı. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(1), 144-153.
- Yılmaz, N., Solmaz, M., Türkekul, İ., Elmastaş, M., 2006. Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry*, 99(1), 168-174.
- Yılmaz, A., Yıldız, S., Kılıç, C., Zehra, C. A. N., 2017. Protein contents and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* cultivated on tea and espresso wastes. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3), 177-186.
- Yılmaz, H. ve Zencirci, N., 2016. Ethnomycology of macrofungi in the Western Black Sea region of Turkey: Identification to marketing. *Economic Botany*, 70(3), 270-284.
- Zaidi, K. U., Ali, A. S., Ali, S. A., 2014. Purification and characterization of melanogenic enzyme tyrosinase from button mushroom. *Enzyme research*, 120739, 1-6.

- Zhang, Y., Zhang, X., Quan, B., Ji, G., Liang, X., Liu, W., ve Du, Y., 2017. A facile self-template strategy for synthesizing 1D porous Ni@ C nanorods towards efficient microwave absorption. *Nanotechnology*, 28(11), 115704.
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M., Harris, H. M., Mattarelli, P., ve Lebeer, S., 2020. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(4), 2782-2858.
- Zieliński, W., Korzeniewska, E., Harnisz, M., Drzymała, J., Felis, E., ve Bajkacz, S., 2021. Wastewater treatment plants as a reservoir of integrase and antibiotic resistance genes—An epidemiological threat to workers and environment. *Environment International*, 156, 106641.
- Zivanovic, S. ve Buescher, R., 2004. Changes in mushroom texture and cell wall composition affected by thermal processing. *Journal of Food Science*, 69(1), SNQ44-SNQ49.

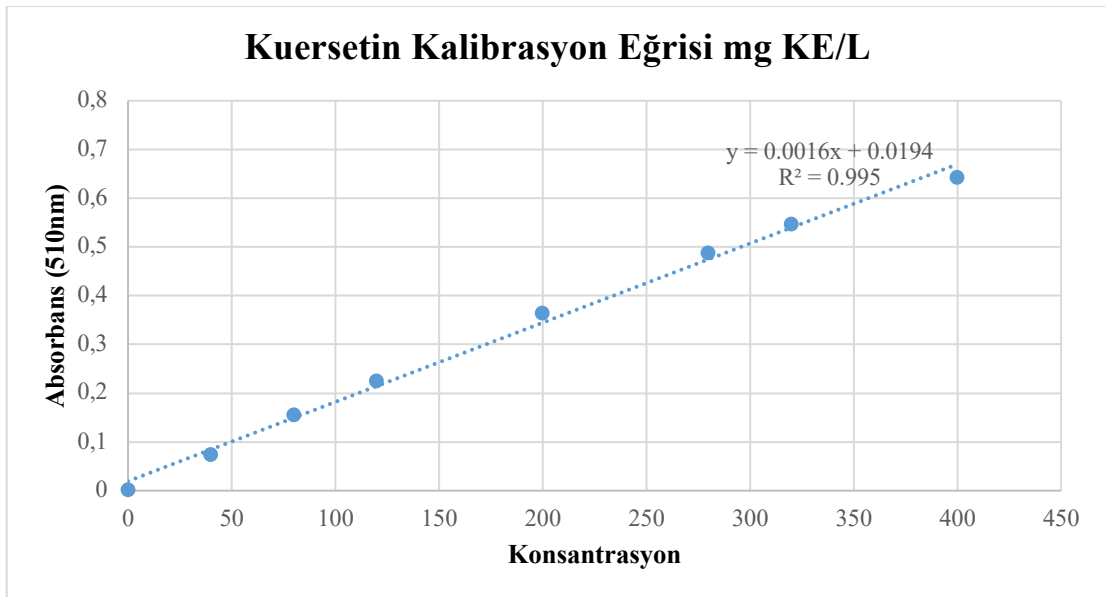
8.EKLER

8.1 Kalibrasyon Eğrileri

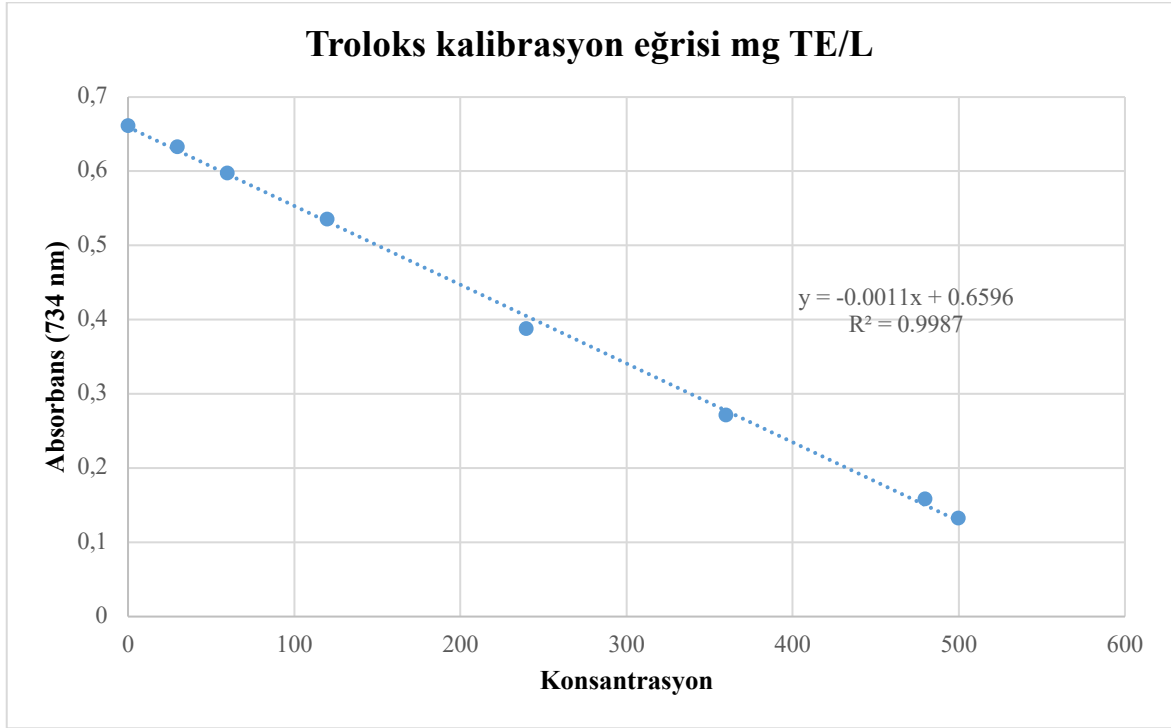
8.1.1. Toplam fenolik madde tayininde kullanılan gallik asit kalibrasyon eğrisi



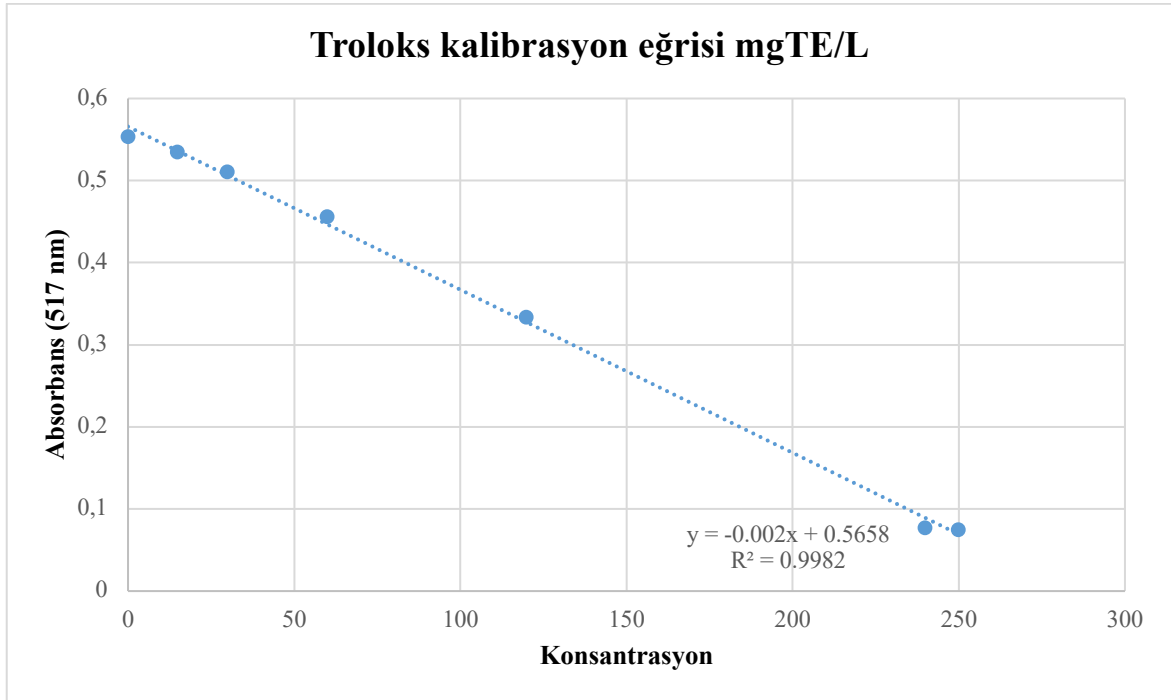
8.1.2. Toplam flavonoid madde tayininde kullanılan kuersetin kalibrasyon eğrisi



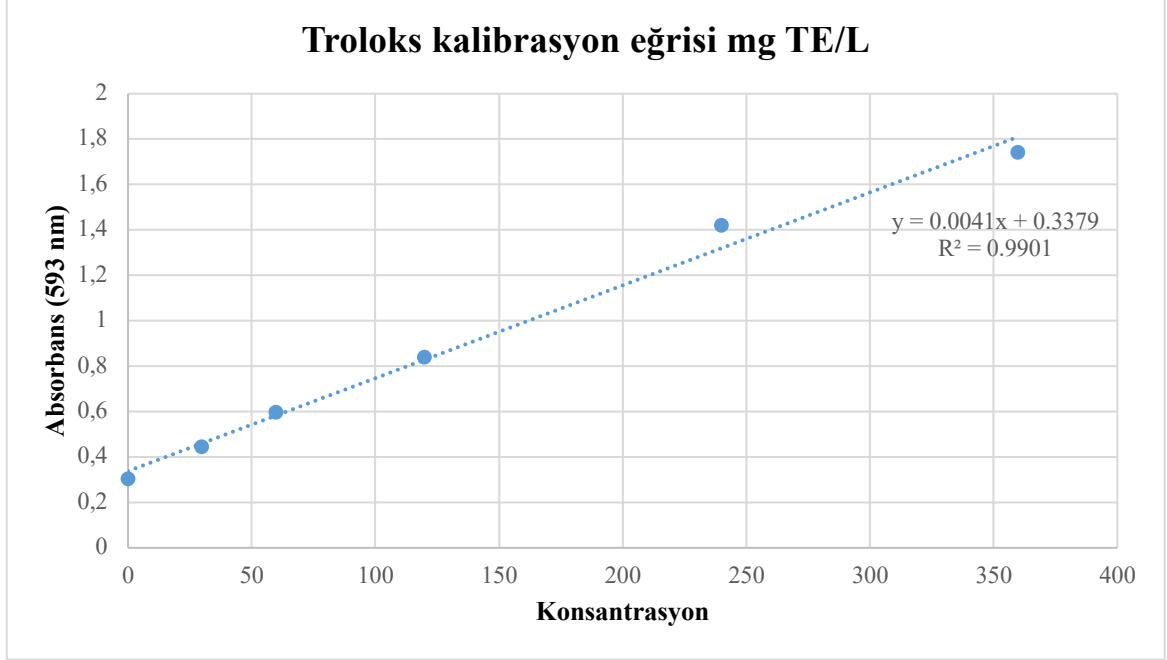
8.1.3. ABTS yönteminde kullanılan troloks kalibrasyon eğrisi



8.1.4. DPPH yönteminde kullanılan troloks kalibrasyon eğrisi



8.1.5. FRAP yönteminde kullanılan troloks kalibrasyon eğrisi



9. ÖZGEÇMİŞ

