



# Fermentasyonun Mantar Turşusunun Biyoaktivitesi ve Çeşitli Özelliklerine Etkisi

Bahar Gül<sup>1,2\*</sup>, Osman Sağdıç<sup>1</sup>, Kübra Özkan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-5452-3427; 0000-0002-2063-1462; 0000-0003-0580-5804), [bahar.bay13@gmail.com](mailto:bahar.bay13@gmail.com), [sagdic@gmail.com](mailto:sagdic@gmail.com), [kubraozkan1907@gmail.com](mailto:kubraozkan1907@gmail.com)

<sup>2</sup>Döhler Gıda San. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, İstanbul, Türkiye

(İlk Geliş Tarihi 13 Aralık 2021 ve Kabul Tarihi 18 Ocak 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.860073)

**ATIF/REFERENCE:** Gül, B., Sağdıç, O. & Özkan, K. (2021). Fermentasyonun Mantar Turşusunun Biyoaktivitesi ve Çeşitli Özelliklerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 333-340.

## Öz

Fonksiyonel bileşenlerce zengin gıda arasında yer alan mantarlar, yapılarında yüksek oranda su, doğal mikrobiyota ve enzimatik aktivite sebebi ile çabuk bozulan gıdalar arasında değerlendirilmektedir. Bu yüzden raf ömrünü uzatmak amacı ile çeşitli muhafaza yöntemlerine başvurulmaktadır. Bu muhafaza yöntemlerinden biri olan fermentasyon sırasında ortamda baskın mikrobiyota olan laktik asit bakterilerinin (LAB) kendine has tat ve aroma bileşenleri oluşturmasıyla mantar turşusu uzun süreler sevilerek tüketilebilmektedir. Bu çalışmada Kastamonu ilinden taze olarak toplanan kanlıca mantarından (*Lactarius deliciosus*) turşu üretimi gerçekleştirilmiş ve fermentasyon süresince meydana gelen bazı biyoaktiviteleri, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Turşu fermentasyonu sırasında LAB gelişimiyle birlikte pH değerinin düştüğü, tersine titrasyon asitliğinin yükseldiği, duyuşal özellikler açısından turşunun beğenildiği gözlenmiştir. Taze mantarın toplam fenolik madde miktarının 188.73 mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) /100 g kuru madde (KM) olduğu, antioksidan aktivitesinin ise; DPPH yöntemiyle 14.80 µmol Troloks Eşdeğeri (TE) /g KM, CUPRAC yöntemiyle 22.31 µmol TE /g KM ve ABTS yöntemiyle 7.72 µmol TE /g KM olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mantar turşusu, *Lactarius deliciosus*, Fermentasyon, Biyoaktivite, Laktik asit bakterileri.

## Effect of Fermentation on the Bioactivity and Various Properties of Pickled Mushrooms

### Abstract

Edible mushrooms, which are among the foods rich in functional ingredients, are considered among the foods that perishable due to their high water content, natural microbiota, and enzymatic activity. Therefore, various preservation methods are used in order to extend shelf life. With fermentation, which is one of these preservation methods, pickled mushrooms can be consumed for a long time thanks to the specific taste and aroma components of lactic acid bacteria (LAB) that grow in the environment. In this study, pickles were produced from Kanlıca mushroom (*Lactarius deliciosus*) freshly collected from Kastamonu province and was determined the effect of the fermentation process on some physicochemical, microbiological, sensory properties, and bioactive compounds change in mushroom. During pickle fermentation, it was determined that the pH value decreased depending on the development of LAB, the titratable acidity increased and the amount of dry matter decreased compared to the initial. Total phenolic content and antioxidant activities of fresh mushroom was 188.73 mg Gallic Acid Equivalent /100 g dried weight (DW), 14.80 µmol Trolox Equivalent (TE) /g DW (by DPPH method), 22.31 µmol TE /g DW (by CUPRAC method), 7.72 µmol TE /g DW (by ABTS method), respectively.

**Keywords:** Mushroom pickle, *Lactarius deliciosus*, Fermentation, Bioactivity, Lactic acid bacteria.

\* Sorumlu Yazar: [bahar.bay13@gmail.com](mailto:bahar.bay13@gmail.com)

## 1. Giriş

Sağlıklı beslenme insan sağlığını etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Bunun için insan sağlığına faydalı etkileri olan fonksiyonel özelliklere sahip gıdalar ön plana çıkmaktadır (Sağdıç ve ark., 2020; Wang ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2018). Sağlıklı gıdalar arasında yer alan ve yaklaşık bir milyon yıldır dünyanın farklı lokasyonlarında sevilerek tüketilen fermente gıdalar, dünya gıda tüketiminin üçte birini oluşturmaktadır. Fermentasyon süresinde hem gıdanın raf ömrü uzamakta hem de üretilen lezzet bileşenleri sayesinde, tüketicileri duyuşal açıdan cezbetmektedir (Demirgöl & Sağdıç, 2018; Campbell-Platt, 2014).

Özellikle çabuk bozulan meyve ve sebzelerin raf ömrünü artırmak amacıyla uygulanan fermentasyon işlemlerinden biri de turşu üretimidir. Turşu üretimi sırasında ortama eklenen tuz ve ortam şartları sayesinde laktik asit bakterileri (LAB) mayalara oranla daha fazla gelişim imkanı bulabilmekte ve böylece baskın mikroorganizma olabilmektedirler. Fermentasyonda özellikle *Lactobacillus* 'lar baskın olarak gelişmekte ve anaerobik fermentasyon sırasında diasetil, laktik asit gibi lezzet maddeleri üreterek turşuları duyuşal açıdan daha cezbedici hale getirmektedir (Zheng ve ark., 2020; Demirgöl & Sağdıç, 2017; Park ve ark., 2014; DiCagno ve ark., 2013). Laktik asit fermentasyonu, gıda ürünlerinin korunmasını kolaylaştırmakta, gıdaları mikrobiyal bozulmaya karşı dirençli hale getirmektedir. Ayrıca ortamda bulunan LAB ve metabolitleri, ürünün insan sağlığını geliştirici özelliklerini arttırmaktadır (Jabłońska-Rys ve ark., 2019).

Dünya'da yaklaşık 14.000 mantar türü doğada tespit edilmiş ve bunların arasından 2.000 mantar türü yenilebilir olarak rapor edilmiştir. Pek çok araştırmacı yenilebilir mantarların; antioksidan, kolesterol düşürücü, antihipertansif, antiinflamatuar, karaciğer koruma ve ayrıca antidiyabetik, antiviral ve antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu bildirmektedir (Román ve ark., 2020). Geçmişten günümüze kadar yabancı olarak yetişen doğal bir gıda olarak sofralarımızda yer alan mantarlar; tat, aroma ve doku açısından beğenildiği için, her geçen gün tüketim oranı biraz daha artmaktadır. Duyusal açıdan insanları cezbetmesinin yanı sıra son yıllarda mantarların yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunun anlaşılması ile gittikçe dikkatleri üzerine toplamışlardır. Yapılarında yüksek protein, lif, mineral ve vitamin içeriğinin yanı sıra yağ oranının düşük olması da günümüz diyetlerinde mantarların ön plana çıkmasına neden olmaktadır. Sadece gıda olarak değil aynı zamanda tıbbi ve kozmetik pazarlarda da mantar bazlı ürünler ile karşılaşmaktadır (Falandysz, 2016; Xiaomin ve ark., 2016; Smolskaite, 2015; Kalogeropoulos ve ark., 2013; Guillamón ve ark., 2010; Nitha ve ark., 2010; Hearst ve ark., 2009; Mathew ve ark., 2008).

Mantarlar yapısında bulunan yüksek oranda su, toprak kökenli yoğun doğal mikrobiyotaya ve enzim aktivitesinin sebebi ile çabuk bozulan gıdalar arasındadır. Yüksek enzim aktivitesiyle ilişkili olarak kararın hızının yüksek oluşu, özellikle taze mantarın pazar değeri için en büyük problemlerden biridir. 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 yöntem

başvurulabilmekte ve toz, ezme, konsantre ve ekstrakt gibi birçok ürünle tüketicilere ulaştırılmaktadır. Özellikle mantar yoğunluğunun ve tüketiminin fazla olduğu birçok bölgede, geleneksel olarak turşu şeklinde mantar pişirilmeden de sevilerek tüketilebilen bir gıda olarak sunulmaktadır (Gürgen ve ark., 2019; Deb ve ark., 2018; Khaskheli ve ark., 2017; Liu ve ark., 2016; Jabłońska-Rys ve ark., 2016b; Bernas ve Jaworska, 2012; Jaworska ve ark., 2011; Bernas ve ark., 2006).

Fermentasyonun farklı mantar türlerinin çeşitli özelliklerine, fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesine olumlu etkisi bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ganguli ve ark., 2008; Jabłońska-Rys ve ark., 2016b; Khaskheli ve ark., 2017; Deb ve ark., 2018; Tabiolo & Maribeth Sy, 2018). Ancak, literatürde kanlıca mantarından (*Lactarius deliciosus*) turşu üretimi ve fermentasyonun süresinin mantarın çeşitli özellikleri ve biyoaktivitesi üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, kanlıca mantarından geleneksel yöntemine uygun olarak turşu üretimi ve fermentasyonun mantarın bazı fizikokimyasal, duyuşal, mikrobiyolojik ve biyoaktif özelliklerine etkilerini araştırmaktır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada turşu üretiminde kullanılan kanlıca mantarı (*Lactarius deliciosus*) ve sarımsak Kastamonu ili İnebolu ilçesindeki yerel pazardan taze olarak; kaya tuzu, limon tuzu, sirke (%5 asetik asit) ise İstanbul'daki yerel marketlerden temin edilmiştir. Mantarların yıkanması, haşlanması ve salamura suyun hazırlanması sırasında içme suyu kalitesindeki su kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Turşu Üretimi

Taze olarak temin edilen mantarlar öncelikle yabancı maddelerden ayıklanarak yıkanmıştır. Yıkama sonrası mantarlar, enzimlerin inaktivasyonu için, önceden kaynatılmış suda 3 dakika süre ile haşlama işlemine tabii tutulmuş hemen ardından buzlu su içerisinde hızlı bir şekilde soğutulmuştur.

Haşlama işlemi sonrası suyu süzölen mantarlar kavanozlara dizilerek içerisine sarımsak ilavesi yapılmış ve üzerine salamura suyu eklenmiştir. Kullanılan salamura suyu karışımı içerisinde; 1 litre içme suyu, tuz (%10), limon tuzu (%1), 100 mL sirke yer almaktadır (Singh ve ark., 2018; Zheng ve ark., 2017; Khaskheli ve ark., 2015b) Dolu sonrası mantar 25±2°C'de karanlık bir dolapta 40 gün boyunca fermentasyona bırakılmıştır. Şekil 1'de görseller ile üretim aşamaları gösterilmiştir.

Taze, haşlanmış mantar ve belirli aralıklarla (2, 9, 18, 28, 40. gün) alınan turşu örneklerinde fizikokimyasal analizler, mikrobiyolojik analizler, biyoaktif özellikler ve turşu formundaki mantarın 40. gün sonundaki duyuşal özellikler belirlenmiştir.



Şekil 1: Mantar turşusu üretim aşaması

### 2.2.2. Fizikokimyasal Analizler

Mantar turşusu örneklerinin pH değerleri, pH metre cihazı (Hanna Instrument HA2211 pH/ORP Meter) probunun kalibrasyon sonrası oda sıcaklığında turşu kavanozlarına daldırılarak gerçekleştirilmiş, yüzde serbest asitlik değerlerini laktik asit cinsinden belirlemek amacıyla titrimetrik yöntem kullanılmıştır (Uylaşer ve Başoğlu, 2014). Belirli miktardaki mantar turşusu örneği önceden darası alınmış petri kaplarında 105 °C 'deki etüvde 2,5-3 saat bekletilmiş ve meydana gelen ağırlık kaybı % kuru madde miktarı olarak hesaplanmıştır. Örneklerdeki tuz miktarını Mohr Yöntemi ile belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013).

### 2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerdeki mikrobiyolojik özelliklerini belirlemek için steril stomacher torbası içerisine 10 g örnek steril koşullarda tartılarak üzerine 90 mL peptonlu su ile edilmiştir. Yaklaşık 2-3 dakika stomacher cihazında (VWR Star Blender LB 400) homojenize edildikten sonra elde edilen  $10^{-1}$  oranındaki solüsyondan,  $10^{-5}$  oranına kadar kadar seyreltilmiştir. Elde edilen her dilüsyondan 0,1 mL alınarak yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ortamdaki toplam maya miktarını belirlemek için DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol- MERCK) agar besiyeri kullanılarak 25 °C 'de 4-5 gün; toplam mezofil aerob bakteri miktarını belirlemek için PCA (Plant Count Agar- MERCK) besiyeri kullanılarak 30 °C 'de 48 saat; laktik asit bakterileri (LAB) miktarını belirlemek için MRS (De Man, Rogosa and Sharpe- MERCK) agar kullanılarak 30°C 'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası petri kaplarında oluşan koloniler sayılarak örneklerdeki mikrobiyal yük tespit edilmiştir.

### 2.2.4. Duyusal Analizler

Mantar turşusu örneklerinde 40. gün sonrasında duyusal analizleri Ova (2002) çalışmasında kullanılan duyusal analiz formu revize edilerek kullanılmıştır. Analiz sırasında renk, koku, görünüş, doku beğenisi, gevreklik oranı, tuzluluk oranı, sirke oranı ve genel beğeni gibi özellikler 10 kişilik panelist tarafından lezzet profil analizi olarak değerlendirilmiştir.

### 2.2.5. Ekstraksiyon İşlemi

Taze ve turşu formundaki mantarlardan 10 'ar gram alınıp, blender ile tamamen homojen hale getirildikten sonra, 50 mL %80 etanol-su çözeltisi ile 25°C 'de çalkalayıcıda 2 saat boyunca ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Hidroalkolik ekstraktlar filtre kağıdından (Whatman no:1) süzülüş ve 4000 rpm 'de (dev/dak) 25 °C 'de 10 dakika boyunca santrifüjlenmiştir (Hettich 320R, Almanya). Süpernatant toplanarak, analizleri gerçekleşinceye kadar -18°C 'de muhafaza edilmiştir.

### 2.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Mantar ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu (FC) reaktifi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton ve ark., 1999). Gallik asit referans standart olarak seçilmiştir. 0.5 mL ekstrakt 2.5 mL FC reaktifi (0.2 N) eklenmiştir. Sonrasında 2 mL %7.5  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika bekletildikten sonra, örneklerin absorbans değerleri spektrofotometre (Shimadzu 150 UV-1800 spektrofotometre, Japonya) kullanılarak 760 nm 'de ölçülmüştür. Sonuçlar 0.0025-0.1 mg/ mL lineer aralıkta mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) /100 g kuru madde (KM) şeklinde verilmiştir.

### 2.2.7. Toplam Flavonoid Madde Miktarı Analizi

Mantar ekstraktlarının toplam flavonoid madde miktarı  $\text{AlCl}_3$  metodu kullanılarak belirlenmiştir (Zhishen ve ark., 1999). 1 mL ekstrakt üzerine 4 mL distile su ilave edilmiş ve üzerlerine 0.3 mL %5' lik  $\text{NaNO}_2$  çözeltisinin eklenmesinin ardından 5 dakika inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Ardından tüplere 0.3 mL %10 'luk  $\text{AlCl}_3$  çözeltisi eklenmiş ve 1 mL 1 M NaOH çözeltisi eklenerek son hacim 10 mL ye distile su ile tamamlanmıştır. Reaksiyon tüplerindeki örneklerinin absorbansı 510 nm 'de spektrofotometrede (Shimadzu 150 UV-1800 spektrofotometre, Japonya) gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar 0.01-0.2 mg/ mL lineer aralıkta mg Kateşin Eşdeğeri (CAE) /100 g kuru madde (KM) şeklinde verilmiştir.

### 2.2.8. ABTS+ Radikali Yakalama Aktivitesi Analizi

ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal yakalama aktivitesi Re ve ark. (1999) 'na göre gerçekleştirilmiştir. ABTS radikal katyonu, ABTS stok çözeltisinin (7mM) 2.45 mM potasyum persülfat çözeltisi ile karıştırılması ve karışımın kullanımdan önce 16 saat boyunca oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmesiyle hazırlanmıştır. Ölçümler için stok çözeltisi 734 nm 'de 0.700 'lük bir absorbansa gelene kadar saf su ile seyreltilmiştir. 0.1 mL ekstrakta, 2 mL ABTS çözeltisi eklendikten sonra 6 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, örneklerin absorbans değerleri spektrofotometre (Shimadzu 150 UV-1800 spektrofotometre, Japonya) kullanılarak 734 nm 'de ölçülmüştür. Sonuçlar, standart Troloks'un 40-599  $\mu\text{M}$  lineer aralıkta  $\mu\text{mol}$  Troloks Eşdeğeri (TE)/ g kuru madde (KM) şeklinde verilmiştir.

### 2.2.9. DPPH Serbest Radikali Yakalama Aktivitesi Analizi

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) serbest radikal yakalama aktivitesi Brand-Williams ve ark. (1995) 'na göre gerçekleştirilmiştir. 100 µL ekstrakt, 4.9 mL DPPH metanol çözeltisi (0.1 mM) ile karıştırılıp, karışım oda sıcaklığında ve karanlıkta 20 dakika bekletilmiştir. Reaksiyon tüplerindeki örneklerinin absorbansı 517 nm 'de spektrofotometrede (Shimadzu 150 UV-1800 spektrofotometre, Japonya) gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, standart Troloks'un 100-1599 µM lineer aralıkta µmol Troloks Eşdeğeri (TE)/ g kuru madde (KM) şeklinde verilmiştir.

### 2.2.10. Bakır (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC) Analizi

Apak ve ark., (2004) tarafından gerçekleştirilen CUPRAC analiz yöntemine göre; her bir çözeltiden 1'er mL olmak üzere sırasıyla; CuCl<sub>2</sub> (0.01 M), neokuprin (7.5 mM) ve 1 M amonyum asetat tampon (pH 7.0) çözeltileri ilave edilmiş ve 0.1 mL ekstrakt, 1 mL saf su eklenerek toplam hacim 4.1 mL 'ye tamamlanmıştır. Ekstraktlar oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saat inkübe edilmiştir. Absorbans okumaları 450 nm 'de ölçülmüştür. Sonuçlar, standart Troloks'un 100-1599 µM lineer aralıkta µmol Troloks Eşdeğeri (TE)/ g kuru madde (KM) şeklinde verilmiştir.

### 2.2.11. İstatistik Analizleri

Çalışmada kullanılan ekstraktlar üç tekerrürlü olarak hazırlanmış, sonuçlar ise ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Örnekler arasındaki farklılığın önemi tek yöllü ANOVA analizi ile değerlendirilmiştir ve DUNCAN analizi ile çoklu karşılaştırma testi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, SPSS programı (SPSS 17.0, USA) kullanılmıştır. Laktik asit bakterileri ve biyoaktif bileşenler arasındaki (fenolik madde) ilişki ise korelasyon analiziyle belirlenmiştir.

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### 3.1. Mantar Turşusunun Depolama sürecindeki Bazı Fizikokimyasal Değişimler

Geleneksel yöntem ile üretilen mantar turşusu örneklerinin depolama sürecindeki pH, titrasyon asitliği, tuz miktarı ve kuru madde değerlerindeki değişimler Tablo 1'de verilmiştir. Taze ve haşlanmış mantarın pH değerleri sırasıyla 6.51 ve 7.30 iken fermentasyon süresince mantarın pH değerleri 3.50-3.62 arasında değişmiştir. Titrasyon asitliği analiz sonuçları taze mantarda %0.32 g iken yine fermentasyon süresince mantarın asitliği %0.65-0.93 aralığında değişmektedir.

Tuz miktarı en yüksek %5.09 olarak fermentasyonun 2. gününde saptanmış ve fermentasyon süresinin ilerlemesi ve ortamda gelişebilen mikroorganizmalar sayesinde tuz miktarı %2.87'a düşmüştür ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Tabiolo ve MaribethSy (2018) tarafından yapılan çalışmada, istiridye mantar turşusu 3 farklı formülasyon ile hazırlanmış ve gerekli fizikokimyasal özellikleri saptanmıştır. Bu doğrultuda mantar turşusunun kuru madde miktarları %11.2-22.9 aralığında, pH değerleri 3.89-4.01 aralığında bulunmuştur. Khaskheli ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada Shiitake mantar turşusu iki farklı formülasyonda hazırlanmış ve fizikokimyasal özelliklerin ne kadar etkilendiği belirlenmiştir. 20 günlük fermentasyon sonrası mantar turşularının pH değeri 2.82 ve 3.92, titrasyon asitliği ise %0.70 ve %0.93 olarak saptanmıştır. Diğer bir çalışmada mantar turşusu için starter kültürler kullanılmış ve fermentasyonun 1 hafta sonrası pH değerleri 3.6 (*Lactobacillus plantarum* Ib) ve 3.75 (*L. plantarum* 299v) olarak 43 gün boyunca sabit kalmıştır (Jabłońska-Ryś ve ark., 2016a). Bu araştırma sonuçlarında belirlenen pH, titrasyon asit değerlerine bakıldığında turşu üretim sürecindeki değişim literatür ile uyumluluk göstermektedir. Turşuya eklenen tuzun konsantrasyonu da önem arz etmekte ve mantarın tat, lezzetini geliştirmesinin yanısıra; fermentasyon boyunca baskın mikrobiyotayı da etkilemektedir.

Tablo 1. Fermentasyon süresince mantar turşusundaki fizikokimyasal değişimler

Süre (Gün)	pH	Titrasyon asitliği (g laktik asit /100 g)	Tuz miktarı (g /100 g)	Kuru madde (%)
Taze mantar	6.51±0.01 <sup>e</sup>	0.32±0.02 <sup>b</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	12.22±0.46 <sup>a</sup>
Haşlanmış mantar (0)	7.30±0.07 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.61±0.06 <sup>b</sup>	12.71±0.01 <sup>b</sup>
2	3.57±0.01 <sup>b</sup>	0.85±0.04 <sup>e</sup>	5.09±0.05 <sup>g</sup>	19.55±0.14 <sup>e</sup>
9	3.62±0.01 <sup>c</sup>	0.87±0.01 <sup>e</sup>	3.71±0.05 <sup>f</sup>	21.62±0.29 <sup>f</sup>
18	3.61±0.02 <sup>c</sup>	0.79±0.01 <sup>d</sup>	3.30±0.04 <sup>e</sup>	19.38±0.21 <sup>e</sup>
28	3.58±0.01 <sup>b</sup>	0.65±0.04 <sup>c</sup>	3.05±0.02 <sup>d</sup>	17.67±0.23 <sup>d</sup>
40	3.50±0.02 <sup>a</sup>	0.93±0.03 <sup>f</sup>	2.87±0.08 <sup>c</sup>	15.56±0.24 <sup>c</sup>

. <sup>a-f</sup> Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel istatistiksel farklılığın önemli olduğunu gösterir (p<0.05)

### 3.2. Mantar Turşusunun Depolama Sürecindeki Toplam Fenolik, Flavonoid Madde Miktarları ve Antioksidan Kapasitelerindeki Değişimler

Çalışmada kullanılan mantar turşusunun toplam fenolik, flavonoid madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri Tablo 2'de verilmiştir. Toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları açısından en yüksek miktarlar taze mantarda sırasıyla 188.73 mg GAE /100 g KM ve 118.81 mg CAE /100 g KM olarak belirlenmiştir. Mantarların haşlanması ile mevcut fenolik madde

miktarlarında düşüş saptanmış ve fermentasyonun 18. gününde en düşük miktarda fenolik madde (20.41 mg GAE /100 g KM) belirlenmiştir. Taze (118.81 mg CAE /100 g KM) ve haşlanmış (114.52 mg CAE /100 g KM) mantarlardaki flavonoid madde miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (p>0.005). Jabłońska-Ryś ve ark., (2016b) tarafından yapılan çalışma bizim çalışmamıza benzer bir eğilim göstermiş ve taze mantardaki (*Pleurotus ostreatus*) fenolik madde miktarı (2.10 mg GAE /g KM), haşlanmış mantardaki fenolik madde miktarına (1.24 mg GAE/ g KM) kıyasla

Tablo 2. Fermentasyon süresince mantar turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler

Süre (Gün)	Toplam Fenolik Madde Miktarı	Toplam Flavonoid Madde Miktarı	DPPH	CUPRAC	ABTS
Taze mantar	188.73±3.35 <sup>c</sup>	118.81±5.96 <sup>d</sup>	14.80±0.26 <sup>e</sup>	22.31±1.04 <sup>e</sup>	7.72±0.44 <sup>c</sup>
Haşlanmış mantar (0)	33.65±1.44 <sup>b</sup>	114.52±2.19 <sup>d</sup>	7.20±0.05 <sup>a</sup>	18.93±0.84 <sup>d</sup>	2.29±0.25 <sup>b</sup>
2	34.86±2.12 <sup>b</sup>	105.46±2.71 <sup>c</sup>	7.86±0.49 <sup>ab</sup>	15.55±1.16 <sup>c</sup>	2.33±0.26 <sup>b</sup>
9	21.52±1.68 <sup>a</sup>	81.66±2.76 <sup>a</sup>	9.18±0.36 <sup>c</sup>	13.93±0.14 <sup>b</sup>	2.02±0.28 <sup>b</sup>
18	20.41±2.68 <sup>a</sup>	93.14±5.41 <sup>b</sup>	8.34±0.04 <sup>b</sup>	10.67±0.35 <sup>a</sup>	1.94±0.21 <sup>b</sup>
28	34.79±1.52 <sup>b</sup>	99.02±3.09 <sup>bc</sup>	10.27±0.73 <sup>d</sup>	19.19±1.02 <sup>d</sup>	2.38±0.27 <sup>b</sup>
40	36.11±2.68 <sup>b</sup>	84.75±3.68 <sup>a</sup>	9.33±0.38 <sup>c</sup>	14.07±0.77 <sup>b</sup>	1.40±0.15 <sup>a</sup>

\*Toplam fenolik madde miktarı mg GAE/100g kuru madde, toplam flavonoid madde miktarı mg CAE/100g kuru madde, DPPH, CUPRAC ve ABTS antioksidan tayin yöntemleri  $\mu\text{mol TE/g}$  kuru madde cinsinden verilmiştir. <sup>a-c</sup> Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel istatistiksel farklılığın önemli olduğunu gösterir ( $p<0.05$ ).

istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bir azalış gösterdiği ancak probiyotik suşla fermente edilen mantardaki fenolik madde miktarı (1.23-1.27 mg GAE /g KM aralığında), haşlanmış mantardaki fenolik madde miktarına kıyasla hafif, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan ( $p>0.05$ ) bir artış rapor edilmiştir. Diğer bir çalışmada benzer şekilde farklı bölgelerde yetişen taze mantar türlerinin fenolik ve flavonoid madde miktarları sırasıyla 1.43- 4.46 mg GAE /g KM ve 0.64 -2.31 mg CAE /g KM aralıklarında bulunmuştur (Li ve ark., 2019).

Deb ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada, istiridye mantar turşusundaki toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarını sırasıyla; 23.4 mg GAE /g örnek ve 1.4 mg CAE /g örnek olarak bildirmişlerdir ve bizim değerlerden yüksek çıktığı, dolayısıyla; mantar türüne, hasat zamanına, iklim koşullarına, farklı ekstraksiyon metodu ve solvent kullanımına bağlı olarak değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Aynı şekilde taze mantarın antioksidan aktiviteleri haşlanmış ve turşu formundaki mantarlara göre daha yüksek saptanmıştır. Fermentasyon süresince mantardaki DPPH radikal süpürme aktivitesi 7.86-10.27  $\mu\text{mol TE /g KM}$  aralığında, ABTS radikal süpürme aktivitesi 1.40-2.38  $\mu\text{mol TE /g KM}$  aralığında değişim göstermiştir. Fermentasyon süresince DPPH, CUPRAC ve ABTS yöntemleri arasında en iyi sonuç CUPRAC metodu ile saptanmıştır.  $\text{Cu}^{2+}$  iyonu serbest radikal oluşumunda rol alır, bakır iyonunun azalması, antioksidan potansiyeli yansıtan DPPH yönteminden farklı bir mekanizmaya işaret etmektedir. CUPRAC metodu; hem sulu hem de organik çözücüler içinde çözünür olduğundan, özütlere hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidan kapasitesini ölçebilir, DPPH ise yalnızca organik çözücüde çözünmüş bir radikal kullanır ve bu nedenle hidrofobik sistemler için daha uygundur (Capanoglu ve ark., 2018). Yine fermentasyonun süresinin başlaması ile taze mantara göre turşudaki antioksidan kapasitelerde (DPPH, CUPRAC ve ABTS) düşüş gözlemlenmiş ancak fermentasyonun 28.gün sonrası artış saptanmıştır. Jabłońska-Ryś ve ark., (2016a) tarafından yapılan çalışma bizim çalışmamıza benzer bir eğilim göstermiş ve taze mantardaki DPPH antioksidan değeri (16.25  $\mu\text{mol TE /g KM}$ ), haşlanmış mantardaki DPPH antioksidan değeri (16.25  $\mu\text{mol TE /g KM}$ ) kıyasla istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bir azalış rapor edilmiştir. Aynı çalışmada bizim çalışmamıza kıyasla fermente mantarlardaki biyoaktif bileşen miktarları daha yüksek bulunmuş ve fermente mantarların fenolik madde ve DPPH antioksidan değerleri sırasıyla 3-3.5 mg GAE /g ve 10-15  $\mu\text{mol TE /g}$  aralıklarında değişmiştir. Bu

durum farklı probiyotik LAB bakterilerin turşulara eklenmesi ve biyoaktif bileşen miktarlarını daha çok arttırması, bizim çalışmamızda ise geleneksel turşu üretiminin yapılması, ve herhangi bir starter kültür eklenmemesi, dolayısıyla doğal olarak LAB 'lerin gelişmesi ile biyoaktif bileşen miktarlarını daha az arttırması açıklanabilir.

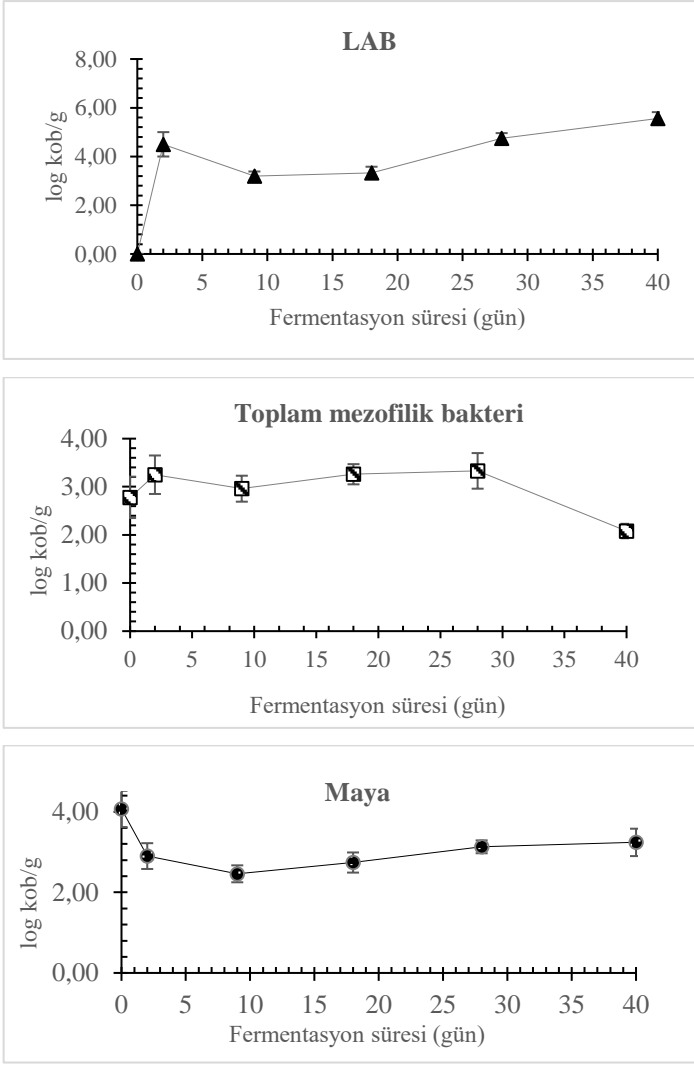
Diğer bir çalışmada, *Auricularia auricula* mantarı ile geleneksel turşu üretimi sağlanmış, taze mantara kıyasla fermentasyon işleminde ABTS antioksidan değerleri daha düşük çıkmıştır. Bu durumda bizim çalışmamızda olduğu gibi fermentasyon öncesi haşlama işleminin gerçekleşmesi ile başlangıçtaki ABTS antioksidan değerini yakalayamadığı görülmüştür (Khaskheli ve ark., 2015a). Genel olarak meyve ve sebzelerin fermentasyonu için starter kültür ilavesi, taze örnekteki fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerini mevcut sürdürmesine veya daha çok arttırmasına olanak sağladığı, spontane fermentasyonun ise taze örneklerdeki biyoaktif bileşenleri daha az arttırdığı ayrıca fermentasyon işlemi, meyve ve sebzedeki serbest fenolik asitleri ve liflerden salınan bağlı fenolik asitleri de aktivite edebileceği önceki çalışmalarla da bildirilmiştir (Septembre-Malaterre ve ark., 2017; Filannino ve ark., 2015).

### 3.3. Mantar Turşusunun Depolama Sürecindeki Mikrobiyolojik Değişimler

Şekil 2 'de mantar turşusunun fermentasyon süresince mikrobiyolojik değişimleri verilmiştir. LAB sayısına taze ve haşlanmış (0. gün) mantarlarda rastlanmaz iken, fermentasyonun 2. gününde gelişmeye başlamış ve 3.20 ile 5.56 log kob /g aralığında değişim göstermiştir.

Toplam maya sayısı; haşlanmış mantarda (0. gün) 4.07 log kob/ g iken, maya gelişimi fermentasyon süresince kısmi azalışa geçerek 2.94 ile 3.24 log kob/ g aralığında değişim göstermiştir. Toplam mezofilik bakteri sayısı haşlanmış ve fermentasyon süresince mantarlarda sırasıyla, 2.78 log kob/ g ve 2.08 ile 3.33 log kob/ g aralıklarında değişmiştir.

Zheng ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmada, canlı LAB, istiridye mantarının fermentasyon başlangıcında hızla artmış ve ardından kademeli olarak azalmıştır. Haşlanmış istiridye mantarındaki ilk LAB popülasyonu düşük (5.3 log kob /g), bu da 2 gün içinde yaklaşık 9.0 log kob /g gibi yüksek bir düzeye yükseldi ve son üründe (30. gün) LAB sayısı yaklaşık 7.5 log kob /g olarak saptanmış ve bu değerler bizim çalışmamıza kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, farklı tür mantar kullanılması, farklı fermentasyon proseslerin kullanılması ve

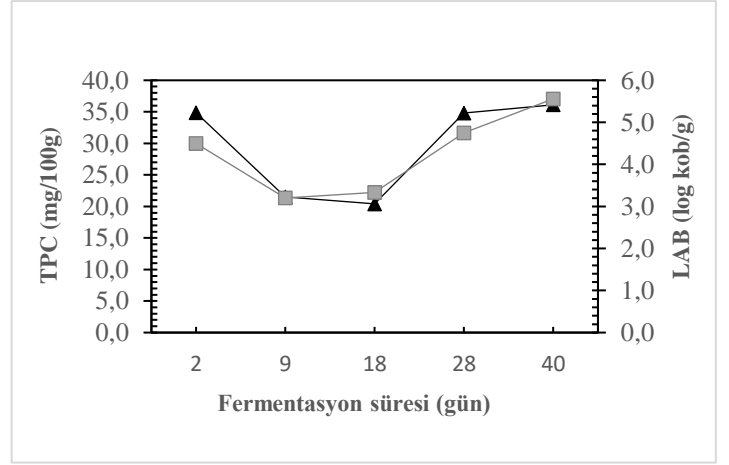


Şekil 2: Fermentasyon süresince mantardaki mikrobiyolojik değişimler

fermentasyon için starter kültür ilave edilmesi ile LAB sayısında daha fazla artış sağlanması ile açıklanabilir.

Şekil 3 'de fermentasyon süresince mantar örneklerinin toplam fenolik madde miktarında değişimi görülmekte ve dolayısıyla bu biyoaktif bileşen miktarı ile laktik asit bakteri sayısı orantılı olarak değiştiğini göstermektedir. Korelasyon analizi sonucunda, fenolik madde miktarı ile LAB arasında yüksek bir pozitif ilişki (korelasyon katsayısı: 0.881) olduğu ve bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

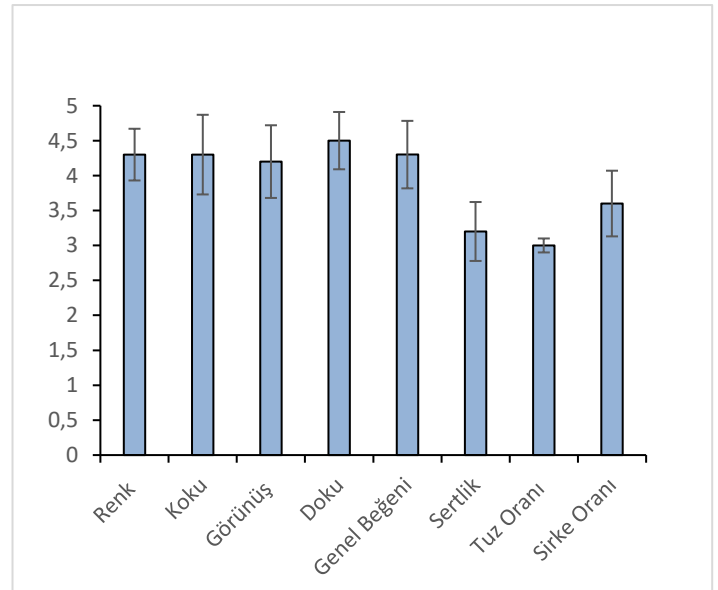
Laktik asit bakterileri ile fenolik bileşikler arasındaki ilişki farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Bu ilişki, mekanizması tam olarak anlaşılammış olmakla birlikte, LAB 'nin özellikle de *Lactobacillus plantarum*'un bazı gıda fenolik bileşiklerini biyosentezleyebilmekte veya parçalayabilmektedir. Dolayısıyla, fenolik bileşikler sentezlemesi ya da metabolize etmesi ile fenolik bileşiklerin bulunduğu ortamlarda inhibe/aktive olması şekillerinde olabilmektedir (Okcu ve ark., 2011). Dolayısıyla, haşlama işlemi mantardaki biyoaktif bileşenlerin kaybına yol açsada, fermentasyon süresince bu bileşenler genel olarak korunduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3: Fermentasyon süresince mantardaki fenolik madde miktarı (TPC) ile laktik asit bakterisi (LAB) sayısı arasındaki korelasyon grafiği

### 3.4. Mantar Turşusunun Duyusal Analiz Profili

Mantar turşusu örneğinin 40 günlük raf ömrü sonrası duyu analizi sonuçları Şekil 4 'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere 5 puanlık bir skaladan turşunun rengi, kokusu ve dokusu bakımından sırasıyla 4.30, 4.35 ve 4.50 olarak değerlendirildi. Mantar turşusunun tuz ve sirke oranları 3-4 puan aralığında değerlendirildi. Bir çalışmada, ticari işletmelerden alınan mantar turşularının duyu analizi profilleri 4 tam puan üzerinden belirlenmiştir ve genel beğenide en yüksek puanı kanlıca mantarı turşusu (2.86) olmasına rağmen istatistiksel açıdan belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Panelistler tarafından; kanlıca, siğirdili ve şapkalı mantar turşuları sırası ile %87, %80 ve %67 oranlarında duyu olarak kabul edilmiştir. Sertlik bakımından mantar turşuları 2.14-3.00 puan aralığında değerlendirilmiş ve bizim çalışmamız ile aynı eğilim görülmüştür (Gürgen ve ark., 2019).



Şekil 4: Mantar turşusunun duyu analizi sonuçları

Deb ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, mantar turşusu 12 ay boyunca depolanmış ve 9 puanlık bir değerlendirme sonucu turşunun tat, renk ve genel beğeni skorları 6.97, 7.37 ve 7.66 olarak belirlenmiştir. Böylece istiridye mantar turşusu formülasyonunun oda sıcaklığında en az 12 ay raf

ömrüne sahip olduğu ve genel olarak kabul edilebilirliğinde yüksek olduğu bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada ise, farklı starter kültür ilavesi (*L. plantarum* Ib, *L. plantarum* 299v) ile mantar fermentasyona tabii tutulmuştur. 2 farklı formülasyon ile hazırlanan mantar turşusunun tekstürleri ortalama 5.00 olarak değerlendirilmiştir. Renk ve tat skorları 4.3-4.5 ve 4.00-5.00 aralıklarında tespit edilmiştir (Jabłońska-Ryś ve ark. 2016a). Bizim çalışmamızla kıyasladığımızda tat, genel beğeni bakımından benzer bir eğilim gösterdiği, dolayısıyla starter kültür ilavesi renk ve tat bakımından fazla bir değişikliğe yol açmamış, ancak turşu tekstürüne daha çok iyileştirdiği söylenebilir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Kastamonu ilinden taze olarak toplanan kanlıca mantarından (*Lactarius deliciosus*) turşu üretimi

#### Kaynakça

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. & Karademir, S.E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, (26), 7970–7981. Doi:10.1021/jf048741x

Bernas, E. & Jaworska, G. (2012). Effect of preservation method on amino acid content in selected species of edible mushroom. *LWT-Food Science and Technology*, 48, 242-247. Doi:10.1016/j.lwt.2012.03.020

Bernas E., Jaworska G. & Kmiecik W. (2006). Storage and processing of edible mushrooms., *Acta Science Pol., Technol. Aliment.*, 5 (2), 5-23.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, (1), 25–30. Doi:10.1016/S0023-6438(95)80008-5

Capanoglu, E., Kamiloglu, S., Ozkan, G. & Apak, R. (2018). Evaluation of antioxidant activity/capacity measurement methods for food products. Measurement of Antioxidant Activity and Capacity: *Recent Trends and Applications*. Apak, R., Capanoglu, E. & Shahidi, F. (Eds.), *Chicester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd*, 273-286.

Campbell-Platt, G. (2014). Fermented foods-origins and applications. *Reference Module in Food Science Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition), 834-838. Doi:10.1016/B978-0-12-384730-0.00114-2

Cemeroğlu, B.S. (2013). Gıda Analizleri, 3.baskı, Ankara, Bizim Grup Basımevi.

Deb U., Jagannath A., Anilakumar K.R., Chatterjee M. & Chatterjee S. (2018). Nutritional Studies and Antioxidant Profile of Pickled Oyster Mushrooms of North Esat India. *Defence Life Science Journal*, 3, 1, 64-70. Doi:10.14429/dlsj.3.12157

Demirgöl, F. & Sağdıç, O. (2017). Laktik starter kültür üretim teknolojisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (11), 27-37.

Demirgöl, F. & Sağdıç, O. (2018). Fermente Süt Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13, 45-53. Doi:10.31590/ejosat.377798

DiCagno, R., Coda, R., De Angelis, M. & Gobbetti, M. (2013). Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiology*, 33, 1–10. Doi:10.1016/j.fm.2012.09.003

gerçekleştirilmiş ve 40 gün süreyle fermentasyona bırakılmış, meydana gelen bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşsal ve biyoaktif bileşen özellikler saptanmıştır. Turşu üretimi öncesi haşlama işleminde uygulanan sıcaklığa bağlı olarak mantarlardaki fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarlarında istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) azalış olsa da, fermentasyon süresince biyoaktif bileşen miktarlarında ya artış saptanmış ya da bu bileşenler; ortama LAB 'in hakim olmasıyla korunmuştur. Farklı yabancı mantar turşularına verilen önemin daha çok arttırılması gerekmektedir. Bu durumda, hem mevsimsel engeller ortadan kalkmış olacak hem de mantarlar istenilen bir vakitte tüketilebilecektir. Türkiye diğer gıdalar bakımından olduğu gibi yabancı mantar açısından da bir hayli zengindir. Dolayısıyla besin değerleri ve beğeni düzeyleri yüksek olan bu tip gıdaların daha çok üretilmesi, yeni teknik ve formülasyonlarla üretimin gelecek çalışmalarla desteklenmesi, böylece ülke ekonomisine katkı sağlanması önerilmektedir.

Falandysz, J. (2016). Mercury accumulation of three *Lactarius* mushroom species. *Food Chemistry*, 214, 96-101. Doi:10.1016/j.foodchem.2016.07.062

Filannino, P., Bai, Y., Di Cagno, R., Gobbetti, M. & Ganzle, M. G. (2015). Metabolism of phenolic compounds by *Lactobacillus* spp. during fermentation of cherry juice and broccoli puree. *Food Microbiology*, 46, 272–279.

Ganguli A., Ghosh M. & Singh N. (2008). Antioxidant activities and total phenolics of pickles produced from the edible mushroom *Agaricus bisporous*. *Journal of Culinary Science and Technology*, 5:2-3, 131-142. Doi:10.1300/J385v0502\_11

Guillamón, E., García-Lafuente, A., Lozano, M., D'Arrigo, M., Rostagno, M. A. & Villares, A. (2010). Edible mushrooms: Role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81, 715–723. Doi: 10.1016/j.fitote.2010.06.005

Gürgen, A., Değirmenci, A., & Yıldız, S. (2019). Bazı Yabancı ve Kültür Mantarı Turşularının Duyuşsal Analizleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, (1), 302-309. Doi: 10.21597/jist.463601

Hearst, R., Nelson, D., McCollum, G., Millar, B. C., Maeda, Y. & Goldsmith, C. 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, 5–7. Doi:10.1016/j.ctcp.2008.10.002

Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A., Radzki, W. & Gustaw, W. (2016a). 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. Doi:10.17306/J.AFS.2016.4.38

Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A. & Szwajgier, D. (2016b). 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. Doi:10.1007/s10068-016-0060-4.

Jabłońska-Ryś, E., Skrzypczak, K., Sławińska, A., Radzki, W. & Gustaw, W. (2019). Lactic acid fermentation of edible mushrooms: tradition, technology, current state of research: a review. *Institute of Food Technologists*, 18, 655-669. Doi:10.1111/1541-4337.12425

- 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, 936–943. Doi:10.1016/j.foodchem.2010.09.084
- Kalogeropoulos, N., Yanni, A. E., Koutrotsios, G. & Aloupi, M. (2013). Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesbos, Greece. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 378–385. Doi:10.1016/j.fct.2013.01.010
- Khaskheli A.A., Khaskheli S.G., Liu Y., Sheikh S.A., Wang Y.F., Soomro A.H., Xiaobo D., Homaida M.A., Tian X. & 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. Doi:10.12691/jfnr-5-8-5.
- Khaskheli, S.G., Zheng, W., Sheikh, S.A., Khaskheli, A.A., Liu, Y., Soomro, A.H., Feng, X., Sauer, M.B., Wang, Y.F. & Huang, W. (2015a). Characterization of *Auricularia auricula* polysaccharides and its antioxidant properties in fresh and pickled product. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 387-395. Doi:10.1016/j.ijbiomac.2015.08.020
- Khaskheli, S.G., Zheng, W., Sheikh, S.A., Khaskheli, A.A., Liu, Y., Wang, Y.F. & Huang, W. (2015b). Effect of processing techniques on the quality and acceptability of *Auricularia auricularia* mushroom pickle. *Journal of Food and Nutrition Research*, 3, (1), 46-51. Doi:10.12691/jfnr-3-1-8.
- Li, J.M., Liang, H.Q., Qiao, P., Su, K.M., Liu, P.G., Guo, S.X. & Chen, J. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of *Tuber indicum* from different geographical regions of China. *Chemistry of Biodiversity*, 16, e1800609. Doi:10.1002/cbdv.201800609
- Liu, Y., Xie, X.X., Ibrahim, S.A., Khaskheli, S.G., Yang, H., Wang, Y. & 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. Doi: 10.1016/j.lwt.2015.12.008
- Mathew, J., Sudheesh, N. P., Rony, K. A., Smina, T. P. & Janardhanan, K. K. (2008). Antioxidant and antitumor activities of cultured mycelium of culinary – medicinal paddy straw mushroom *Volvariella volvacea* (Bull.: Fr.) singer (*Agaricomycetidae*). *International Journal of Medical Mushrooms*, 10, 139–147.
- Nitha, B., Strayo, D., Adhikari, S. K., Devasagayam, T. P. A. & Janardhanan, K. K. (2010). Evaluation of free radical scavenging activity of morel mushroom, *Morchella esculenta* mycelia: a potential source of therapeutically useful antioxidants. *Pharmaceutical Biology*, 48, 453–460.
- Okc, G., Güneş Altundaş, E. & Ayhan, K. (2011). Laktik asit fermentasyonunda fenolik bileşikler ve önemi. *Ordu Üniversitesi Bilgi Teknolojileri Dergisi*, 1,1, 50-63.
- Ova G. (2002). Hıyar turşularında duyu kalite karakteristiklerinin irdelenmesi. *Gıda*, 27, (4), 315-319.
- Park, K.Y., Jeong, J.K. & Lee, Y.E. (2014). Health benefits of kimchi (Korean fermented vegetables) as a probiotic food. *Journal Medicine Food* 17, 6–20.
- 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. Doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Román, M. P. G., Mantilla, N. B., Flórez, S. A. C., De Mandal, S., Passari, A. K., Ruiz-Villafán, B., ... & Sánchez, S. (2020). Antimicrobial and antioxidant potential of wild edible mushrooms. *In An Introduction to Mushroom*. IntechOpen.
- Sağdıç, O., Karasu, S. & Göktaş, H. (2020). Piyasada satılan ticari propolis örneklerinin biyoaktif bileşenlerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 19-31. Doi:10.31590/ejosat.734204
- Septembre-Malaterre, A., Remize, F. & Pouchet, P. (2017). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation., *Food Research International*, 104, 86-99. Doi:10.1016/j.foodres.2017.09.031
- Singh, M.P., Sodhi, H.S. & Ranote, P.S. (2018). Optimization and storage studies of *A.bisporus* vinegar-oil pickle to utilize stipe as a value added product. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, (12), 1676-1689. Doi:10.20246/ijcmas.2018.7.12.195
- Singleton, V.L., 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. Academic Press. Doi:10.1016/S0076-6879(99)99017-1
- Smolskaite, L., Venskutonis, P.R. & Talou, T. (2015). Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *LWT Food Science and Technology*, 60, 462-471. Doi:10.1016/j.lwt.2014.08.007
- Tabiolo C.D.L. & MaribethSy, (2018). Qualities and microbial properties of cultured oyster pickled mushroom (*Pleurotostreatus*). *International Journal of Current Research*, 10, 09, 73190- 73193. Doi: 10.24941/ijcr.32152.09.2018
- Uylaşer, V. & Başoğlu, F. (2014). Temel Gıda Analizleri, 2.baskı, Ankara, Bizim Grup Basımevi.
- Xiamin, S., Enkhtaivan, G., Chun, S., Goğal, J. & Soo, Y.K. (2016). Transubstantiating commercial mushroom market with ultrasonically ultrasonized mushroom powders showcasing higher bioactivity. *Biological Macromolecules*, 92, 1082-1094. doi:10.1016/j.ijbiomac.2016.07.103
- Wang, L., Guo, H., Liu, X., Jiang, G., Li, C., Li, X. & Li, Y. (2019). Roles of Lentinula edodes as the pork lean meat replacer in production of the sausage. *Meat Science*, 156, 44-51. Doi:10.1016/j.meatsci.2019.05.016
- Zhang, N., Ju, Z. & Zuo, T. (2018). Time for food: the impact of diet on gut microbiota and human health. *Nutrition*, 51-52, 80–85. Doi:10.1016/j.nut.2017.12.005
- Zheng, H.G., Chen, J.C. & Ahmad, I. (2017). Preservation of king oyster mushroom by the use of different fermentation processes. *Food Processing and Preservation*, 42, e13396. Doi:10.1111/jfpp.13396
- Zheng, X.F., Yang, Z., Zhang, H., Jin, W.X., Xu, C.W., Gao, L., Rao, S.Q. & Jio, X. (2020). Isolation of virulent phages infecting dominant mesophilic aerobic bacteria in cucumber pickle fermentation. *Food Microbiology*, 86, 103-330. Doi:10.1016/j.fm.2019.103330
- Zhishen, J., Mengcheng, T. & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, (4), 555–559. Doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2