

# GIDA



*THE JOURNAL OF FOOD*

E-ISSN 1309 - 6273, ISSN 1300 - 3070

CİLT / VOLUME : 44

SAYI / NUMBER : 1

YIL / YEAR : 2019

**GIDA TEKNOLOJİSİ DERNEĞİ YAYINI**

*PUBLISHED BY THE ASSOCIATION OF  
FOOD TECHNOLOGY IN TURKEY*

**GIDA** (Gıda Teknolojisi Derneği Yayını)  
**THE JOURNAL OF FOOD** (Published by the Association of Food Technology; Turkey)  
 Cilt / Volume: 44 • Sayı / Number: 1 • 2019  
 İki ayda bir yayımlanır / Published bimonthly  
**E-ISSN 1309-6273, ISSN 1300-3070**

**Sahibi / Owner**

Gıda Teknolojisi Derneği Adına / On behalf of the Association of Food Technology; Turkey

Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN

Yönetim Kurulu Başkanı / President of the Association

<b>Editörler Kurulu / Editorial Board</b>	<b>Danışma Kurulu / Advisory Board</b>
<p><b>Baş Editör/ Editor-in Chief</b>            HALKMAN, A. Kadir; Ankara University, Turkey</p> <p><b>Editörler / Editors</b>            ÇAKIR, İbrahim; Abant İzzet Baysal University, Turkey            ERİNÇ, Hakan; Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey            ÖZDEN, Özkan; Istanbul University, Turkey            TABAN, Birce; Ankara University, Turkey</p> <p><b>Yönetim Yeri</b>  <b>Adres / Address</b>            Büyükelçi Sokak No: 18/1 Kavaklıdere/Ankara Turkey</p> <p><b>Tel:</b> (+90) 0534 968 5994 • <b>Faks:</b> (+90) 312 317 8711  <b>E-posta/E-mail:</b> dergi@gidadernegi.org  <b>URL:</b> http://www.gidadernegi.org</p> <p><b>Yayın Türü:</b> Yaygın süreli ve hakemli</p> <p><b>Hazırlayan/Prepared</b>            Onay Ofset Matbaacılık            G.M.K. Bulvarı No: 108/1 Maltepe / Ankara Turkey</p> <p><b>Tel:</b> (+90) 312 230 22 09  <b>e-mail:</b> <a href="mailto:onayofset@gmail.com">onayofset@gmail.com</a></p> <p><b>Yayın Tarihi/ Publication Date</b>            15 02 2019</p>	<p>Alichanidis, Efstathios Aristotle University of Thessaloniki, Greece            Artık, Nevzat Ankara University, Turkey            Baysal, Taner Ege University, Turkey            Boyacı, İsmail Hakkı Hacettepe University, Turkey            Certel, Muharrem Akdeniz University, Turkey            Draughon, Ann Tennessee University, USA            Ekşi, Aziz Ankara University, Turkey            El Soda, Morsi University of Alexandria, Egypt            Fogliano, Vincenzo University of Napoli Federico II, Italy            Ghosh, Bikash C. National Dairy Research Institute, India            Gollop, Natan The Volcani Center, ARO, Israel            Gökmen, Vural Hacettepe University, Turkey            Griffiths, Mansel University of Guelph, Canada            Göğüş, Fahrettin Gaziantep University, Turkey            Gümüşkesen, Aytaç Saygın Ege University, Turkey            Güven, Mehmet Cukurova University, Turkey            Heperkan, Dilek Istanbul Technical University, Turkey            Ho, Chi-Tang The State University of New Jersey, USA            Kaya, Mükerrrem Ataturk University, Turkey            Kaymak-Ertekin, Figen Ege University, Turkey            Koçak, Celalettin Ankara University, Turkey            Köksel, Hamit Hacettepe University, Turkey            Morales, Francisco J. CSIC Instituto del Frio, Spain            Mujtaba, Mustafa G. Florida Gulf Coast University, USA            Özilgen, Mustafa Yeditepe University, Turkey            Paalme, Toomas Tallinn University of Technology, Estonia            Parlar, Harun Technical University of Munich, Germany            Raspor, Peter University of Primorska, Slovenia            Rezessy-Szabo, Judit M. Corvinus University of Budapest, Hungary            fiahin, Serpil Middle East Technical University, Turkey            fianlıbaba, Pınar Ankara University, Turkey            Üstünol, Zeynep Michigan State University, USA            Yetişemiyen, Atila Ankara University, Turkey</p>

Bu dergi, TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin, CrossRef, DergiPark Akademik, EBSCO Host, DOAJ, CiteFactor, Infobase Index, SciLit, Journal Index, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OCLS WorldCat, FAO Agris, CAB Abstracts, DIIF, Journal Factor, COSMOS, Scholarsteer, JIFACTOR, Research Impact Factor, Index Copernicus, Scientific World Index (Sciindex), Scientific Indexing Services (SIS), CABI (CAB Direct), Academic Resource Index, IJIF, Food Science and Technology Abstracts (FSTA) ve Google Scholar veri tabanları kapsamındadır.

This journal is covered by TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin, CrossRef, DergiPark Akademik, EBSCO Host, DOAJ, CiteFactor, Infobase Index, SciLit, Journal Index, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OCLS WorldCat, FAO Agris, CAB Abstracts, DIIF, Journal Factor, COSMOS, Scholarsteer, JIFACTOR, Research Impact Factor, Index Copernicus, Scientific World Index (Sciindex), Scientific Indexing Services (SIS), CABI (CAB Direct), Academic Resource Index, IJIF, Food Science and Technology Abstracts (FSTA) and Google Scholar database systems.

**Sahibi / Owner**

Gıda Teknolojisi Derneği Adına / On behalf of the Association of Food Technology; Turkey

Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN

Yönetim Kurulu Başkanı / President of the Association

<b>Editörler / Editors</b>	<b>Danışma Kurulu / Advisory Board</b>
<p>ÇAKIR, İbrahim; <i>Abant İzzet Baysal University, Turkey</i> ERİNÇ, Hakan; <i>Ömer Halisdemir University, Turkey</i> HALKMAN, A. Kadir; <i>Ankara University, Turkey</i> ÖZDEN, Özkan; <i>Istanbul University, Turkey</i> TABAN, Birce; <i>Ankara University, Turkey</i></p>	<p>Alichanidis, Efstathios <i>Aristotle University of Thessaloniki, Greece</i> Artık, Nevzat <i>Ankara University, Turkey</i> Baysal, Taner <i>Ege University, Turkey</i> Boyacı, İsmail Hakkı <i>Hacettepe University, Turkey</i> Certel, Muharrem <i>Akdeniz University, Turkey</i> Draughon, Ann <i>Tennessee University, USA</i> Ekşi, Aziz <i>Ankara University, Turkey</i> El Soda, Morsi <i>University of Alexandria, Egypt</i> Fogliano, Vincenzo <i>University of Napoli Federico II, Italy</i> Ghosh, Bikash C. <i>National Dairy Research Institute, India</i> Gollop, Natan <i>The Volcani Center, ARO, Israel</i> Gökmen, Vural <i>Hacettepe University, Turkey</i> Griffiths, Mansel <i>University of Guelph, Canada</i> Göğüş, Fahrettin <i>Gaziantep University, Turkey</i> Gümüşkesen, Aytaç Saygın <i>Ege University, Turkey</i> Güven, Mehmet <i>Cukurova University, Turkey</i> Heperkan, Dilek <i>Istanbul Technical University, Turkey</i> Ho, Chi-Tang <i>The State University of New Jersey, USA</i> Kaya, Mükerrerem <i>Atatürk University, Turkey</i> Kaymak-Ertekin, Figen <i>Ege University, Turkey</i> Koçak, Celalettin <i>Ankara University, Turkey</i> Köksel, Hamit <i>Hacettepe University, Turkey</i> Morales, Francisco J. <i>CSIC Instituto del Fr o, Spain</i> Mujtaba, Mustafa G. <i>Florida Gulf Coast University, USA</i> Özilgen, Mustafa <i>Yeditepe University, Turkey</i> Paalme, Toomas <i>Tallinn University of Technology, Estonia</i> Parlar, Harun <i>Technical University of Munich, Germany</i> Raspor, Peter <i>University of Primorska, Slovenia</i> Rezessy-Szabo, Judit M. <i>Corvinus University of Budapest, Hungary</i> Şahin, Serpil <i>Middle East Technical University, Turkey</i> Şanlıbaba, Pınar <i>Ankara University, Turkey</i> Üstünoğlu, Zeynep <i>Michigan State University, USA</i> Yetişemiyen, Atilla <i>Ankara University, Turkey</i></p>
<p><b>Yönetim Yeri</b> <b>Adres / Address</b> Büyükelçi Sokak No: 18/1 Kavaklıdere/Ankara Turkey</p> <p><b>Tel:</b> (+90) 0534 968 5994 • <b>Faks:</b> (+90) 312 317 8711 <b>E-posta / E-mail:</b> dergi@gidadernegi.org <b>URL:</b> http://www.gidadernegi.org</p> <p><b>Yayın Türü:</b> Yaygın süreli ve hakemli</p> <p><b>Hazırlayan / Prepared</b> Onay Ofset Matbaacılık G.M.K. Bulvarı No: 108/1 Maltepe / Ankara Turkey Tel : (+90) 312 230 22 09 e-mail: onayofset@gmail.com</p> <p><b>Yayın Tarihi / Publication Date</b> 15 02 2019</p>	

Bu dergi, TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin, CrossRef, DergiPark Akademik, EBSCO Host, DOAJ, CiteFactor, Infobase Index, SciLit, Journal Index, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OCLS WorldCat, FAO Agris, CAB Abstracts, DIIF, Journal Factor, COSMOS, Scholarsteer, JIFACTOR, Research Impact Factor, Index Copernicus, Scientific World Index (Sciindex), Scientific Indexing Services (SIS), CABI (CAB Direct), Academic Resource Index, IJIF, Food Science and Technology Abstracts (FSTA) ve Google Scholar veri tabanları kapsamındadır.

This journal is covered by TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin, CrossRef, DergiPark Akademik, EBSCO Host, DOAJ, CiteFactor, Infobase Index, SciLit, Journal Index, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OCLS WorldCat, FAO Agris, CAB Abstracts, DIIF, Journal Factor, COSMOS, Scholarsteer, JIFACTOR, Research Impact Factor, Index Copernicus, Scientific World Index (Sciindex), Scientific Indexing Services (SIS), CABI (CAB Direct), Academic Resource Index, IJIF, Food Science and Technology Abstracts (FSTA) and Google Scholar database systems.

# İçindekiler / Content

## Araştırmalar (İngilizce) / Researches (English)

Süfer, O., Bozok, F. *Determination of volatile components and antioxidant activity of essential oil obtained from Kastamonu garlic by microwave-assisted Clevenger system* / Kastamonu sarımsağından mikrodalgaya destekli Clevenger sistemiyle elde edilen yağın uçucu bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi . . . . . **22-30**

Karagöz, Ş., Demirdöven, A. *Effects of some edible coating on quality of ready-to-eat Amasya apples* / Bazı yenilebilir kaplama uygulamalarının yemeye hazır Amasya elmasının kalitesine etkileri . . . . . **60-70**

Gül, A., Durukan, A. *Determination of opinions on plant and animal based nutrition of students in a foundation university, and evaluation of results for food sustainability* / Bir vakıf üniversitesi öğrencilerinin bitkisel ve hayvansal beslenme ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi ve sonuçların sürdürülebilir gıda açısından değerlendirilmesi . . . **71-85**

Ünüböl Aypak, S., İnci, A., Bakırcı, S., Dereli Fidan, E., Soysal, M. *Comparison of the antioxidant activity and hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey taken from hives and markets* / kovanlardan ve marketlerden alınan ballardaki antioksidan aktivite ve hidroksimetilfurfural (HMF) düzeylerinin karşılaştırılması . . . . . **86-92**

Yatmaz, E. *Continuous ethanol fermentation from carob pod extract medium at different hydraulic residence time (HRT)* / Farklı hidrolik alıkonma sürelerinde keçiboynuzu ekstraktı besiyerinde sürekli etanol fermantasyonu . . **93-103**

Yıldırım, A. Şahin Nadeem, H. *Thermal properties and estimated glycemic index of different composite flours and their gluten-free bread making performances* / Farklı un bileşimlerinin termal özellikleri ile glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi ve glutensiz ekmekek yapımındaki performansları . . . . . **143-152**

Aşçıoğlu, Ç., Şevik, R. *The effects of cooking methods on the properties of beef longissimus dorsi* / Pişirme metodlarının sığır longissimus dorsi kasının özellikleri üzerine etkileri . . . . . **173-183**

## Araştırmalar (Türkçe) / Researches (Turkish)

Tontul, İ., Eroğlu, E., Topuz, A. *Kırınım pencere kurutma ve sıcak hava akımında kurutma işlem şartlarının kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi* / *Influence of refractance window drying and hot air drying process conditions on the physicochemical properties of rosehip powder* . . . . . **1-9**

Özyılmaz, A. *Türkiye’de tüketilen kültür balıklarında besin değeri ve yağ asidi bakımından farklılıklar* / *Differences in nutrition value and fatty acid profiles of cultured fish consumed in Turkey* . . . . . **50-59**

Duygu Okur, Ö., Nur Dayıoğlu, F., Duman, M., Köten, P. *Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurt üretimi* / *Production of functional set type yogurt with the use of black cumin honey* . . . . . **104-117**

Arpa Zemzemoğlu, T. E., Uludağ, E., Uzun, S. *Üniversite öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi* / *Probiotic knowledge level and consumption status of university students* . . . . . **118-130**

Sağlam, K., Gümüş, T. *Yazılı, görsel ve sosyal medyada gıda ile ilgili bilgi kirliliğinin halkın gıda tercihi üzerine etkileri* / *The effects of food-related misconception in printed, visual and social media on the consumer* . . **153-162**

Terzioğlu, M. E., Bakırcı, İ. *Lisans öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının belirlenmesi* / *Determination of milk consumption habits and behaviors of undergraduate students* . . . . . **163-172**

## Derlemeler (Türkçe) / Reviews (Turkish)

Güneş, R., Kurultay, Ş. Geçgel, Ü. *Vurgulu elektrik alan tekniğinin natürel zeytinyağının üretim verimi ile kimyasal ve duyu özellikleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi* / *Evaluation of effect of pulsed electric field technique on production yield, chemical and sensory properties of virgin olive oil* . . . . . **10-21**

Ağırman, B., Akalın, M. N., Erten, H. *Meyve ve sebzelerde hasat sonrası fungal hastalıkların antagonistik mayalar ile biyokontrolü* / *Biocontrol of postharvest fungal diseases in fruits and vegetables by antagonistic yeasts* . . **31-49**

Konuk Takma, D., Şahin Nadeem, H. *Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar* / *Intelligent packaging technology in foods and current applications* . . . . . **131-142**



**KIRINIM PENCERELİ KURUTMA VE SICAK HAVA AKIMINDA KURUTMA  
İŞLEM ŞARTLARININ KUŞBURNU TOZLARININ FİZİKOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ismail Tontul<sup>1\*</sup>, Emrah Eroğlu<sup>2</sup>, Ayhan Topuz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Geliş / *Received*: 03.09.2018; Kabul / *Accepted*: 29.11.2018; Online baskı / *Published online*: 19.12.2018

Tontul, İ., Eroğlu, E., Topuz, A. (2018). Kırınım pencereless kurutma ve sıcak hava akımında kurutma işlem şartlarının kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi. *GIDA* (2019) 44 (1): 1-9 doi: 10.15237/gida.GD18092

*Tontul, İ., Eroğlu, E., Topuz, A. (2018). Influence of refractance window drying and hot air drying process conditions on the physicochemical properties of rosehip powder. GIDA (2019) 44 (1): 1-9 doi: 10.15237/gida.GD18092*

**ÖZ**

Kuşburnu doğal olarak en yüksek miktarda askorbik asit içeren meyvelerden birisidir. Bu nedenle birçok fonksiyonel özelliğe sahiptir. Ancak kuşburnu meyvelerinin gıda olarak tüketimi oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle, bu çalışmada kuşburnunun gıda olarak tüketimini arttırmak amacıyla kuşburnu pürelerinin kurutulması amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı şartlarda sıcak hava akımında kurutma ve kırınım pencereless kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kırınım pencereless kurutma yöntemi ile üretilen kuşburnu tozlarının tüm fizikokimyasal özellikleri sıcak hava akımında kurutma ile üretilen örneklerle göre daha iyi olarak belirlenmiştir. Kırınım pencereless kurutma yönteminde farklı sıcaklık uygulanması kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özellikleri açısından önemli farklılıklara neden olmamıştır. Sıcak hava akımında kurutma yönteminde ise hem kurutma sıcaklığı hem de hava hızı özellikle renkte önemli değişimlere neden olmuştur. Ayrıca kurutma sıcaklığı HMF miktarı üzerine de etkili bulunmuştur. Sonuç olarak kuşburnu püresinin kırınım pencereless kurutma yöntemi ile 90°C sıcaklıkta kurutulması önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Kuşburnu püresi, kırınım pencereless kurutma, askorbik asit, renk

**INFLUENCE OF REFRACTANCE WINDOW DRYING AND HOT AIR DRYING  
PROCESS CONDITIONS ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF  
ROSEHIP POWDER**

**ABSTRACT**

Rosehip is one of the fruits that naturally contains the highest amount of ascorbic acid. For this reason, it has many functional features. However, consumption of rosehip fruit as food is very limited. For this reason, in this study, it was aimed to dry the rosehip pulp in order to increase the consumption of the rosehip as food. Therefore, hot air drying (HAD) and refractance window drying (RWD) were compared under different conditions. According to the results, all physicochemical properties of rosehip powder produced by RWD were better than those produced by HAD. Drying temperatures in RWD did not cause significant differences in the physicochemical properties of rosehip powder. In HAD, both the drying temperature and the air velocity have caused significant changes in color. In addition, the drying temperature was found to be effective on the HMF content. Overall, drying of rosehip pulp by RWD at 90°C is suggested.

**Keywords:** rosehip pulp, refractance window drying, ascorbic acid, color

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ itontul@konya.edu.tr ,

☎ (+90) 555 708 3634

☎ (+90) 332 221 0500

## GİRİŞ

Kuşburnu (*Rosa canina*), gülgiller (Rosaceae) familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Kuşburnu bitkisi ülkemizde 2000 metreye kadar yüksekliklerdeki dağ yamaçlarında, fundalıklarda, yol kenarlarında, bol güneşli veya yarı gölge yerlerde ve kuru-humuslu topraklarda doğal olarak yetişmektedir (Kılıçgün ve Altınar, 2010). Kuşburnu haziran ayında çiçek açmakta ve yılda bir kez (Ağustos-Eylül) meyve vermektedir. Kuşburnu doğadaki diğer tüm meyvelerden daha fazla askorbik asit içermektedir. Meyvenin tür ve olgunluk durumuna göre değişmekle beraber 2122-3158 mg/100 g askorbik asit içerdiği belirtilmiştir (Özdemir vd., 1998).

Kuşburnu içerdiği bileşikler sayesinde bağışıklık sistemini güçlendirmekte, enfeksiyonlara ve soğuk algınlıklarına karşı direnç sağlamaktadır. Kısmen müshil ve idrar söktürücü özellikleri ile kabızlık, böbrek ve mesane rahatsızlıklarında rahatlama sağlamaktadır. Bunlara ilave olarak böbreküstü bezlerini olumlu etkileyerek önemli hormonların üretimine katkıda bulunduğu bildirilmektedir (Karasakal, 2007; Ercisli, 2008; Ilbay, 2013; Roman vd., 2013). Ayrıca kuşburnu meyvesinin yara iyileştirici ve kan temizleyici özellikleri olduğu, vücuttaki taş ve kum kaynaklı rahatsızlıklar gibi pek çok rahatsızlığın giderilmesine katkı sağladığı yönünde bilgiler derlenmiştir (Karasakal, 2007; Ercisli, 2008; Ilbay, 2013; Roman vd., 2013).

Geleneksel olarak kuşburnu püre ve marmelata işlenmekte ayrıca bütün meyveler kurutulduktan sonra demlenerek çay olarak tüketilmektedir. Bütün meyvenin kurutulması sırasında kuşburnu meyvesinin askorbik asit içeriğinde %70-75 oranında kayıp meydana geldiği ancak geriye kalan askorbik asit miktarının bile beslenme açısından son derece önemli olduğu bildirilmektedir (Gonzales vd., 1989). Farklı yöntemlerle kurutulan kuşburnu meyveleri askorbik asit kaybı açısından karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmada güneşte kurutmada %40, tünelde sıcak hava ile kurutmada %50, dondurarak kurutmada ise %10 oranında askorbik asit kaybı meydana geldiği bildirilmiştir (Kadakal vd., 2007). Askorbik asidin termal yolla degradasyonunun özellikle 60°C'den

sonra başladığı bilinmektedir (Vieira vd., 2000). Nitekim kuşburnu püresine uygulanan 50 dakikalık ısı işlem sonucunda askorbik asitte ise 70°C'de %30, 80°C'de %37 ve 90°C'de %56'lık bir degradasyon saptanmıştır (Aksu, 2002). Bütün meyvelerin kurutulduğu bu çalışmalarda elde edilen ürünlerin kullanım alanları oldukça sınırlıdır.

Kurutma işlemi geleneksel olarak açık alana serilen ürünlerin doğal konveksiyonla ya da rüzgar etkisi ile zorlanmış konveksiyonla kurutulması ile gerçeleştirilirken, zaman içerisinde teknolojik gelişmeler ile birlikte bu yöntemin yerini; daha hızlı, hijyenik ve homojen kurutma sağlayan sıcak havada kurutma uygulaması almıştır (Tunde vd., 2005). Geleneksel kurutma, işçiliğin yoğun, yatırımın az, üretim maliyetinin düşük ve ürün kalitesinin zayıf olduğu bir uygulamadır. Sıcak havada kurutma ise, ürünleri dış etkilere koruyan, daha hızlı ve hijyenik bir kurutma yöntemidir. Buna karşı, gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan bu yöntemin üründe büzülme, esmerleşme, renk, besin ve aroma kaybı gibi dezavantajları olduğu da bilinmektedir (Voda vd., 2012).

Tüketiciler açısından kurutulmuş meyve ve sebzelerin ekonomik olmasının yanında, kaliteli, lezzetli ve besleyici olması da önem taşımaktadır. Bu ürünlerin vitaminler, antioksidan maddeler, lezzet ve aroma maddeleri ile renk bileşenleri açısından zengin olması arzu edilmektedir. Endüstride kurutma işlemi, hammaddeye ve üretim kapasitesine göre yaygın olarak; kabin, tünel, bantlı, akışkan yatak ve sandık tipi kurutucularda gerçeleştirilmektedir. Son yıllarda kurutma hızını arttırmak ve enerji verimliliğini yükseltmek amacıyla bu sistemler mikrodalga ve kızılötesi (infrared) ışınlarla desteklenmeye başlanmıştır (Ratti, 2001). Konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde fırın, tünel, püskürtmeli kurutucuların mikrodalga (MW) ve radyo frekansı (RF) ile desteklendiği; mikrodalga ile kızılötesi yöntemlerinin bir arada kullanıldığı araştırmaların sayısında artış gözlenmektedir (Kayisoglu ve Ertekin, 2011; Chandrasekaran vd., 2013). Ancak kurutma işleminin asıl amacının daha hızlı kurutmak değil, daha kaliteli bir ürün elde etmek

olduğu dikkate alınmalıdır (Esper ve Mühlbauer, 1998). Son yıllarda akışkan ve yarı akışkan formdaki meyve suları ve pürelerinin kurutulması için geliştirilmiş bir kurutma yöntemi olan kırınım pencereci kurutma hem kurutma süresinin kısa olması hem de biyoaktif bileşen kayıplarının az olması nedeniyle öne çıkmaktadır.

Kırınım pencereci kurutma ile meyve, sebze ve baharat gibi birçok ürün oldukça kısa sürede ve mükemmel renk, vitamin ve antioksidan özellik ile kurutulabilmektedir. Bu yöntemde kırıcı özelliğe sahip bir plastik membran kullanılmaktadır. Bu plastik membran ile alttan ısıtılan su yüzeyi kaplandığında ısı kaybı engellenmekte ve ısı transferi sadece kondüksiyon ile gerçekleşmektedir. Bu durumda kızılötesi enerjisi suya yansıtılmaktadır. Ancak membran üzerine nemli bir gıda konulduğunda, gıdada bulunan nem plastik membranın radyasyonu geçiren bir pencere gibi açılmasını sağlamaktadır. Bu durumda ısı herhangi bir membran yokmuş gibi sudan gıdaya doğru transfer edilmektedir. Kısa süre içerisinde gıdada bulunan nemin buharlaşması ile membran pencere gibi davranamaz ve radyasyon enerjisini tekrar suya yansıtmaya başlamaktadır.

Kırınım pencereci kurutma başta çeşitli meyve ve sebze ürünleri (Abonyi vd., 2002; Topuz vd., 2009; Caparino vd., 2012; Baeghbalı vd., 2016;

Hernandez-Santos vd., 2016; Jafari vd., 2016; Azizi vd., 2017) olmak üzere, et ürünleri (Rostami vd., 2018), protein izolatları (Tontul vd., 2018) ve tıbbi bitkiler (Aghaei vd., 2018) gibi birçok ürünün kurutulmasında denenmiştir. Ancak, bu teknik ile kuşburnu püresinin kurutulduğu herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada kuşburnu püresi üretiminde kırınım pencereci kurutma, sıcak hava akımında kurutma yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak test edilmiştir. Ayrıca her iki kurutma yönteminin işlem şartları da araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında kullanılan kuşburnu püreleri Nesil Gıda İmalat San. ve Tic. Ltd. Şti (Merzifon, Amasya)'den temin edilmiştir. Temin edilen pürelerin suda çözünür kuru maddesi 12 g/100g olarak belirlenmiştir.

### Konvektif kurutma

Konvektif kurutma için sıcaklık ve hava hızı ayarlanabilen tepsili kurutucu kullanılmıştır. Örnekler cam plakalar üzerine serme aparatı ile 1 mm kalınlıkta serilerek farklı sıcaklık (50, 60 ve 70°C) ve hava hızlarında (1, 2 ve 3 m/s) faktöriyel deneme desenine göre 8 g/100g nem içeriğine kadar kurutulmuştur. Toplam 9 farklı kurutma denemesinin her birinde yaklaşık olarak 200 g püre kurutulmuştur. Kurutma süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kurutma koşulları ve süreleri

Table 1. *Drying conditions and durations*

Kurutma Tekniği <i>Drying technique</i>	Kurutma sıcaklığı (°C) Temperature (°C)	Hava hızı (m/s) Air velocity (m/s)	Kuruma süresi (dk) Duration (min)
Sıcak hava akımında kurutma <i>Hot air drying</i>	50	1	70
		2	40
		3	35
	60	1	60
		2	35
		3	30
	70	1	45
		2	35
		3	30
Kırınım pencereci kurutma <i>Refractance window drying</i>	90	NA*	15
	95	NA	13
	98	NA	12

NA: uygulanamaz

NA: not applicable

#### *Kırınım pencereleli kurutma*

Kırınım pencereleli kurutma Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü tarafından tasarlanmış ve imal ettirilmiştir. Kurutma 90, 95 ve 98°C'de bulunan su havuzu üzerinde gerçekleştirilmiştir. KPK kurutucuda 0.25 mm kalınlıkta Mylar film kullanılmıştır. Kurutma süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Her iki kurutma ile elde edilen ürünler bir öğütücü (Waring, ABD) yardımıyla toz forma dönüştürüldükten sonra düşük yoğunluklu polietilen ambalajlarda ambalajlanarak analizlere kadar -18°C'de depolanmıştır.

#### *Nem miktarı ve su aktivitesi*

Kurutulmuş meyve tozlarının nem miktarları gravimetrik 70°C'de kurularak, su aktivitesi ise su aktivitesi ölçme cihazı (Aqualab 4TE) kullanılarak 25°C'de belirlenmiştir.

#### *Renk*

Örneklerin renk analizi Konica-Minolta CR-400 (Osaka, Japonya) renk ölçer cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler öncesinde cihaz kendi kalibrasyon plakası kullanılarak kalibre edilmiştir. Daha sonra sıvı örnekleyciye doldurulan örneklerin L\* (koyuluk-açıklık), a\* (yeşillik-kırmızılık), b\* (mavilik-sarılık) parametreleri 3 farklı noktadan ölçülmüş ve bu değerlerden ton açısı (Hue angle) ve doyunluk (Chroma) aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ton açısı} = \frac{180}{\pi} \times \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

$$\text{Doygunluk} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

#### *Radikal süpürme aktivitesi*

DPPH radikalinin inhibisyonuna dayalı radikal süpürme aktivitesi Fernández-León vd. (2013) tarafından uygulanan yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla ekstraktlar Kamiloglu ve Capanoglu (2015) tarafından bildirilen yöntemle göre hazırlanmıştır. 50 µL uygun oranda seyreltilmiş ekstrakt üzerine 950 µL taze hazırlanmış DPPH çözeltisi (metanolde hazırlanmış 60 µM) ilave

edilerek karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. DPPH çözeltisinin absorbansı bekleme süresinin başında saf metanole karşı 517 nm dalga boyunda kaydedilmiştir. 30 dk inkübasyon sonrası absorbans ölçümü yapılmış ve DPPH çözeltisine göre absorbans farkları hesaplanmıştır. Örneklerin radikal süpürme aktivitesi bu absorbans farkları kullanılarak, farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış troloks ile elde edilen eğri yardımıyla g troloks eşdeğeri radikal süpürme aktivitesi (TEAA)/kg kuru örnek ağırlığı cinsinden hesaplanmıştır.

#### *Askorbik asit miktarı*

Örneklerin askorbik asit içerikleri Asami vd. (2003) tarafından uygulanan metoda göre HPLC ile tespit edilmiştir. Kurutulmuş toz örnekler uygun oranda metafosforik asit çözeltisi (%4.5) ile seyreltikten sonra 0.45 µm membran filtreden geçirilmiş ve HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Örneklerdeki askorbik asit miktarı farklı konsantrasyonlarda hazırlanan askorbik asit çözeltisinden hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımı ile hesaplanmıştır. Mobil faz olarak 0.8 mL/dk akış hızında pH'sı sülfürik asit kullanılarak 2.2'ye ayarlanmış saf su kullanılmıştır. Enjeksiyon miktarı 20 µL olup, ayırım LiChroSpher (250×4.6 mm, 5µm) kolonda gerçekleştirilmiş ve 245 nm dalga boyunda çalışılmıştır. Pikler 245 nm'de dalga boyunda kaydedilmiş ve askorbik asit miktarı dış standart yöntemi hesaplanmıştır.

#### *5-Hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı*

HMF miktarının belirlenmesi amacıyla 2 g kuru örnek 98 mL su içinde homojenize edilmiştir. Bu homojenat 10000 g'de 10 dk santrifüj edildikten sonra 10 mL berrak kısımdan alınarak başka bir santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine 1'er mL Carrez I ve Carrez II çözeltileri eklenmiştir. Aynı şartlarda santrifüj edilen karışımın berrak kısmı 0.45 µm membran filtreden süzülükten sonra HPLC sistemiyle analiz edilmiştir. HPLC analizinde 32°C'de tutulan Nucleosil 5 C18 kolonda, 0.6 mL/dk hızla izokratik akan mobil faz (asetonitril çözeltisi %5) ile ayırım sağlanmıştır. Pikler 280 nm'de dalga boyunda kaydedilmiş ve HMF miktarı dış standart yöntemi hesaplanmıştır (Tontul ve Topuz, 2017).

*İstatistiksel analizler*

Kurutma işlemleri ön denemelerde belirlenen koşullarda üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Meyve püreleriyle birlikte elde edilen meyve tozlarının analizleri paralelli olarak yürütülmüştür. Sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile sınıflandırılmıştır.

**BULGULAR VE TARTIŞMA**

Farklı şartlarda sıcak hava akımında kurutma ve kırınım pencereleli kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Konvektif kurutma şartlarının kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi  
*Table 2. Effect of hot air drying conditions on physicochemical properties of rosehip powders*

Parametreler <i>Parameters</i>	Nem miktarı <i>Moisture content (g/100g)</i>	Su aktivitesi <i>Water activity</i>	L* <i>L*</i>	Ton açısı <i>Hue angle</i>	Doygunluk <i>Chroma</i>	Askorbik asit miktarı <i>Ascorbic acid content (g/kg dm)</i>	Askorbik asit <i>Ascorbic acid (g/kg)</i>	Radikal süpürme aktivitesi <i>Radical scavenging activity (g TEAA/kg dm)</i>	HMF miktarı <i>HMF content (mg/L)</i>
Kurutma Sıcaklığı <i>Drying temperature (°C)</i>	50	8.24±0.07a	0.371±0.001b	35.49±0.10a	62.80±0.04a	31.48±0.15ab	32.03±0.62a	9.90±0.41a	3.26±0.17b
	60	8.16±0.09a	0.373±0.001b	35.68±0.12a	62.80±0.12a	31.79±0.17a	31.28±0.44a	10.58±0.64a	5.97±0.22a
	70	8.13±0.04a	0.376±0.001a	35.29±0.02b	62.48±0.08b	31.19±0.03b	31.21±0.96a	10.88±0.68a	3.34±0.19b
Hava hızı <i>Air velocity (m/s)</i>	1	8.19±0.07a	0.373±0.001a	35.35±0.05b	62.75±0.09a	31.30±0.15b	31.39±0.80a	9.80±0.51a	4.37±0.40a
	2	8.16±0.05a	0.373±0.002a	35.68±0.14a	62.81±0.11a	31.70±0.20a	32.24±0.62a	10.67±0.43a	4.03±0.60a
	3	8.17±0.09a	0.374±0.001a	35.42±0.08b	62.52±0.08b	31.45±0.10ab	30.89±0.61a	10.88±0.75a	4.16±0.74a

Sonuçlar 6 gözlemin ortalaması ± standard hata olarak hesaplanmıştır. Her bir parameter için aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan önemli (P < 0.05) farklılığı ifade etmektedir.

*Results are means of 6 observations ± standard error; values within a column with different letters are significantly (P < 0.05) different for each parameter.*

Çizelge 3. Kırınım pencereleli kurutma şartlarının kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi

*Table 3. Effect of RW drying temperature on physicochemical properties of rosehip powders*

Kurutma Sıcaklığı <i>Drying temperature (°C)</i>	Nem miktarı <i>Moisture content (g/100g)</i>	Su aktivitesi <i>Water activity</i>	L* <i>L*</i>	Ton açısı <i>Hue angle</i>	Doygunluk <i>Chroma</i>	Askorbik asit miktarı <i>Ascorbic acid content (g/kg dm)</i>	Radikal süpürme aktivitesi <i>Radical scavenging activity (g TEAA/kg dm)</i>	HMF miktarı <i>HMF content (mg/L)</i>
90	8.09±0.07a	0.374±0.002a	35.45±0.25a	62.90±0.10a	31.25±0.35a	35.50±0.46a	12.55±0.05a	2.05±0.05a
95	8.08±0.09a	0.373±0.000a	35.40±0.10a	62.65±0.05a	31.45±0.25a	34.79±0.74a	12.55±0.15a	2.05±0.15a
98	8.04±0.02a	0.373±0.003a	35.60±0.10a	62.75±0.35a	31.75±0.15a	35.29±0.23a	12.45±0.15a	2.01±0.00a

Sonuçlar 2 gözlemin ortalaması ± standard hata olarak hesaplanmıştır. Her bir parameter için aynı sütundaki farklı harfler istatistiki açıdan önemli (P < 0.05) farklılığı ifade etmektedir.

*Results are means of 2 observations for RW drying ± standard error; values within a column with different letters are significantly (P < 0.05) different for each parameter.*

*Nem miktarı ve su aktivitesi*

Kuşburnu tozlarının kurutma işlemleri nem içeriği yaklaşık 8 g/100g olana kadar gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle ürünlerin nem içerikleri kurutma sıcaklıkları ve kurutma hava hızına bağlı olarak önemli değişim göstermemiştir.

Sıcak hava akımında kurutulmuş kuşburnu tozlarının su aktiviteleri kurutma sıcaklığına bağlı

olarak önemli değişim göstermiştir. Nitekim 70°C'de kurutulan kuşburnu tozlarının su aktivitesi 50 ve 60°C'de üretilen ürünlere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Nem içeriği benzer olmasına rağmen su aktivitesinde görülen bu farklılığın 70°C'de büyük moleküllerde gerçekleşen (polisakkaritler, protein vs.) değişimlerden kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Kurutma hava hızı ürünlerin su aktivitesi üzerinde

önemli farklılıklara neden olmamıştır. Kırınım pencereless kurutma tekniği ile farklı sıcaklıklarda üretilen kuşburnu tozlarının su aktiviteleri benzer olarak belirlenmiştir.

#### *Renk*

Kuşburnu tozlarının renk değeri L\* (aydınlık), ton açısı ve doymunluk olarak değeriendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde sıcak hava akımında kurutma işleminde 70°C kurutma sıcaklığında üretilen ürünün en düşük L\*, ton açısı ve doymunluk değeriilerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun yüksek kurutma sıcaklığında daha hızlı gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile kuşburnu renk maddeleri olan karotenoidlerin degradasyonundan kaynaklandığı düşünölmektedir. Kurutma hava hızının düşük ya da yüksek olması renk değeriilerinde azalmalara neden olmuştur. Düşük hava hızında gerçekleşen renk kayıplarının uzayan kuruma süresinden, yüksek hava hızında gerçekleşen renk kayıplarının ise kuru ürüne temas eden oksijen miktarının artmasından kaynaklandığı değeriendirilmiştir.

Kırınım pencereless kurutma ile üretilen kuşburnu tozlarının renk değeriileri sıcak hava akımında kurutulmuş örneklelerle benzer olarak bulunmuştur. Ancak kırınım pencereless kurutma işleminde kurutma sıcaklığı ürün rengi üzerine önemli etki göstermemiştir.

#### *Askorbik asit miktarı*

Kuşburnu meyvesinin en önemli biyoaktif bileşeni askorbik asittir. Bu nedenle kuşburnu tozlarının askorbik asit miktarları analiz edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kırınım pencereless kurutma ile üretilen örneklelerin askorbik asit içeriği sıcak hava akımında kurutulmalara göre %10 ile 15 daha yüksek olarak belirlenmiştir. Literatürde kırınım pencereless kurutma tekniği ile üretilen çeşitli ürünlerin biyoaktif bileşenlerinin alternatif kurutma tekniklerine göre daha fazla korunduğunu bildiren birçok çalışma mevcuttur. Abonyi vd. (2002) dondurarak kurutma ve kırınım pencereless kurutma ile üretilen ilek ve havuç tozlarının toplam karoten,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten ve askorbik asit içeriğinin püskürterek kurutma ve tambur kurutma ile üretilen örneklelere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Püskürterek

kurutma, donuk kurutma ve kırınım pencereless kurutma yöntemleri ile nar tozu üretildiği bir çalışmada toplam antosiyanin miktarı açısından en iyi korunumu kırınım pencereless kurutma sağlamıştır (Baeghbali vd., 2016). Kırınım pencereless kurutma ile *Lonicera caerulea* tozu üretilen bir çalışmada antosiyanin korunumunun %90'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir (Celli vd., 2016). Hem sıcak hava akımında kurutma hem de kırınım pencereless kurutma tekniklerinde farklı işlem parametreleri kuşburnu tozlarının askorbik asit içeriğinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmamıştır.

Hem kırınım pencereless kurutma hem de sıcak hava akımında kurutma yöntemlerinde işlem parametreleri kuşburnu tozlarının askorbik asit miktarları üzerinde istatistiki açıdan önemli farklılığa neden olmamıştır.

#### *Radikal süpürme aktivitesi*

Örneklelerin radikal süpürme aktivitesi DPPH radikali süpürme aktivitesi cinsinden belirlenmiştir. Askorbik asit miktarı sonuçlarına benzer şekilde kırınım pencereless kurutma tekniği ile üretilen kuşburnu tozlarının radikal süpürme etkileri sıcak hava akımında kurutulmalara göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmaya benzer şekilde üç farklı kurutma yönteminin nar tozu üretiminde kullanıldığı bir çalışmada kırınım pencereless kurutma ile üretilen örneklelerin radikal süpürme aktivitesi püskürterek kurutulmuş örneklelerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Baeghbali vd., 2016).

Kırınım pencereless kurutma tekniğinde farklı sıcaklık uygulamaları örneklelerin radikal süpürme aktivitesinde farklılığa neden olmamıştır. Benzer şekilde farklı sıcaklık ve hava hızları uygulaması sıcak hava akımında kurutulmuş örneklelerin radikal süpürme aktivitesi istatistiki açıdan benzer olarak bulunmuştur. Nobrega vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen ve barbados kirazı posası kurutulmasını konu alan bir çalışmada farklı sıcaklık ve hava hızı uygulamaları radikal süpürme aktivitesinde istatistiki açıdan farklılığa neden olmamıştır. Dolayısıyla mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur. Radikal süpürme aktivitesi oldukça yüksek olan

bir bileşen olan askorbik asitin tüm örneklerde benzer miktarda bulunması nedeniyle örneklerin radikal süpürme etkilerinin benzer olduğu değerlendirilmiştir.

### *HMF miktarı*

HMF miktarı kurutulmuş meyve ve sebze ürünleri üretiminde meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının indikatörü olarak değerlendirilmekte ve üretim sırasında oluşumunun mümkün olduğunca engellenmesi arzu edilmektedir. Kurutma teknikleri karşılaştırıldığında kırımın pencerelessi kurutma tekniği ile üretilen örneklerin HMF miktarının sıcak hava akımında kurutulan örneklere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle kırımın pencerelessi kurutma tekniğinde yüksek sıcaklıklar uygulanmasına rağmen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının daha düşük seviyede gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Nitekim, bu kurutma tekniğinde kurutma süresinin kısa olması ve sürekli nem buharlaşması nedeniyle ürün sıcaklığının kurutma sıcaklığından daha düşük olması nedeniyle HMF miktarı daha düşük seviyelerde kalmıştır. Kırımın pencerelessi kurutma yönteminde kurutma sıcaklığı HMF miktarı üzerine etkili olmamıştır. Ancak sıcak hava akımında kurutma yönteminde 60°C sıcaklıkta kurutulan örneklerin HMF miktarı 50 veya 70°C’de üretilen örneklere göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu durumun sıcaklık ve süre kombinasyonunun enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını teşvik etmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

### **SONUÇ**

Kuşburnu doğal olarak yüksek miktarda askorbik asit içermesi nedeniyle birçok fonksiyonel özelliğe sahiptir. Bu nedenle kuşburnu meyveleri pulp ve marmelata işlenmekte ve ayrıca bütün meyveler kurutulduktan sonra çay olarak tüketilmektedir. Ancak bu tür ürünlerin kullanım alanları oldukça sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında, doğrudan kuşburnu pulpunun kurutulması ve öğütölerek toz forma dönüştürölmesi ile fonksiyonel özelliklere sahip bir katkı maddesi üretimi amaçlanmıştır. Bu amaca erişmek için sıcak hava akımında kurutma ve kırımın pencerelessi

kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca her iki kurutma yönteminde farklı işlem parametrelerinin de ürün özellikleri üzerine etkisi de araştırılmıştır. Çalışma sonuçları kırımın pencerelessi kurutma yönteminin kuşburnu tozu üretiminde oldukça etkili bir yöntem olduğunu açıkça göstermiştir. Nitekim bu yöntem ile üretilen tozların renk özellikleri daha iyi, askorbik asit miktarı ve radikal süpürme aktivitesi daha yüksek ve HMF düzeyi ise daha düşük olarak belirlenmiştir. Bu avantajların yanında yöntemin sürekli çalışması, ölçek büyötmeye uygun olması ve standart kalitede ürün üretimine imkan vermesi nedeniyle de öne çıkmaktadır. Çalışmada uygulanan kurutma sıcaklıklarının önemli farklılıklara neden olmaması nedeniyle kuşburnu tozu üretimi için 90°C’de kırımın pencerelessi kurutma yöntemi önerilmektedir. Çalışma sonucunda çeşitli gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabilcek kuşburnu tozu üretilmiştir.

### **TEŞEKKÜR**

Çalışmaya verdiği finansal destekten ötürü Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz (Proje Numarası: FBA-2015-638).

### **KAYNAKLAR**

- Abonyi, B., Feng, H., Tang, J., Edwards, C., Chew, B., Mattinson, D., Fellman, J. (2002). Quality retention in strawberry and carrot purees dried with Refractance Window™ system. *J Food Sci*, 67(3): 1051-1056.
- Aksu, M. (2002). Kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvesinin işlenmesi sırasında askorbik asit degradasyonunun kinetiği. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Azizi, D., Jafari, S. M., Mirzaei, H., Dehnad, D. (2017). The influence of Refractance Window drying on qualitative properties of kiwifruit slices. *Int J Food Eng*, 13(2) doi:10.1515/ijfe-2016-0201
- Baeghbali, V., Niakousari, M., Farahnaky, A. (2016). Refractance Window drying of pomegranate juice: Quality retention and energy efficiency. *LWT - Food Sci Tech*, 66: 34-40.
- Caparino, O.A., Tang, J., Nindo, C.I., Sablani, S.S., Powers, J.R., Fellman, J.K. (2012). Effect of



- drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. *J Food Eng*, 111(1), 135-148.
- Celli, G. B., Khattab, R., Ghanem, A., Brooks, M. S.-L. (2016). Refractance Window™ drying of haskap berry—preliminary results on anthocyanin retention and physicochemical properties. *Food Chem*, 194: 218-221.
- Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., Basak, T. (2013). Microwave food processing—A review. *Food Res Int*, 52(1): 243-261.
- Ercisli, S. (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chem*, 104(4): 1379-1384.
- Esper, A., Mühlbauer, W. (1998). Solar drying—an effective means of food preservation. *Renewable Energy*, 15(1-4): 95-100.
- Fernández-León, M., Fernández-León, A., Lozano, M., Ayuso, M., Amodio, M., Colelli, G., González-Gómez, D. (2013). Retention of quality and functional values of broccoli 'Parthenon' stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31(2): 302-313.
- González, I., Celedon, G., Montalar, Y., Lutz, M. (1989). Dietary rose hip and corn oils effects on biliary and plasma lipid patterns, and hepatocyte membranes fluidity in rats. *Nutr Rep Int*, 40(2): 271-279.
- Hernandez-Santos, B., Martinez-Sanchez, C.E., Torruco-Uco, J.G., Rodriguez-Miranda, J., Ruiz-Lopez, I.I., Vajando-Anaya, E.S., Carmona-Garcia, R., Herman-Lara, E. (2016). Evaluation of physical and chemical properties of carrots dried by Refractance Window drying. *Dry Tech*, 34(12), 1414-1422.
- İlbbay, Z., Şahin, S., Kırbaşlar, Ş.İ. (2013). Optimisation of ultrasound-assisted extraction of rosehip (*Rosa canina* L.) with response surface methodology. *J Sci Food Agric*, 93(11): 2804-2809.
- Jafari, S.M., Azizi, D., Mirzaei, H., Dehnad, D. (2016). Comparing quality characteristics of oven-dried and refractance window-dried kiwifruits. *J Food Process Preserv*, 40(3): 362-372.
- Kadakal, Ç., Nas, S., Artık, N. (2002). Kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyve ve çekirdeğinin bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi. *Dünya Gıda*, 7: 111-117.
- Kamiloglu, S., Capanoglu, E. (2015). Polyphenol content in figs (*Ficus carica* L.): Effect of sun-drying. *Int J Food Prop*, 18(3): 521-535.
- Karasakal, A. (2007). Kuşburnu bitkisinde spektrofotometrik yöntemle askorbik asit tayini. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kayisoglu, S., Ertekin, C. (2011). Vacuum drying kinetics of barbunya bean (*Phaseolus vulgaris* L. *elipticus* Mart.). *Philipp Agric Sci*, 94(3): 285-291.
- Kılıçgün, H., Altner, D. (2010). Correlation between antioxidant effect mechanisms and polyphenol content of *Rosa canina*. *Pharmacog Mag*, 6(23): 238.
- Nobrega, E.M., Oliveira, E.L., Genovese, M.I., Correia, R.T.P. (2015). The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia emarginata*) residue. *J Food Process Preserv*, 39(2): 131-141
- Özdemir, F., Topuz, A., Karkacier, M. (1998). Kuşburnu pulpunun marmelata işlenmesinde pişirme yöntemi ve formülasyonun marmelat kalitesine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(2): 577-580.
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *J Food Eng*, 49(4): 311-319.
- Roman, I., Stănilă, A., Stănilă, S. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chem Cent J*, 7(1): 73.
- Tontul, I., Topuz, A. (2017). Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *LWT - Food Sci Tech*, 80(Supplement C): 294-303
- Tontul, İ., Kasimoglu, Z., Asik, S., Atbakan, T., Topuz, A. (2018). Functional properties of chickpea protein isolates dried by refractance window drying. *Int J Biol Macromol*, 109: 1253-1259.

Topuz, A., Feng, H., Kushad, M. (2009). The effect of drying method and storage on color characteristics of paprika. *LWT - Food Sci Tech*, 42(10): 1667-1673.

Tunde-Akintunde, T., Afolabi, T., Akintunde, B. (2005). Influence of drying methods on drying of bell-pepper (*Capsicum annum*). *J Food Eng*, 68(4): 439-442.

Vieira, M. C., Teixeira, A., Silva, C. (2000). Mathematical modeling of the thermal degradation kinetics of vitamin C in cupuaçu

(*Theobroma grandiflorum*) nectar. *J Food Eng*, 43(1): 1-7.

Voda, A., Homan, N., Witek, M., Duijster, A., van Dalen, G., van der Sman, R., Nijssse, J., van Vliet, L., As, H.V., van Duynhoven, J. (2012). The impact of freeze-drying on microstructure and rehydration properties of carrot. *Food Res Int*, 49(2): 687-693.

## VURGULU ELEKTRİK ALAN TEKNİĞİNİN NATÜREL ZEYTİNYAĞININ ÜRETİM VERİMİ İLE KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Recep Güneş<sup>1\*</sup>, Şefik Kurultay<sup>2</sup>, Ümit Geçgel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye

<sup>2</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Geliş / Received: 23.09.2018; Kabul / Accepted: 25.11.2018; Online baskı / Published online: 24.12.2018

Güneş, R., Kurultay, Ş., Geçgel, Ü. (2018). Vurgulu elektrik alan tekniğinin natürel zeytinyağının üretim verimi ile kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi. *GIDA* (2019) 44 (1): 10-21 doi: 10.15237/gida.GD18097

Güneş, R., Kurultay, Ş., Geçgel, Ü. (2018). Evaluation of effect of pulsed electric field technique on production yield, chemical and sensory properties of virgin olive oil. *GIDA* (2019) 44 (1): 10-21 doi: 10.15237/gida.GD18097

### ÖZ

Zeytin ağacının meyvesinden hiçbir saflaştırma (rafınasyon) işlemine tabi olmadan sadece mekanik veya diğer fiziksel yöntemlerle elde edilen natürel (doğal) zeytinyağının (Virgin olive oil, VOO) üretim süreci son yıllarda stabil kalmıştır. Günümüzde ise, kaliteli natürel zeytinyağlarının endüstriyel anlamda üretilebilmesi için geleneksel kesikli üretimin, sürekli üretim sistemine dönüştürülmesi ve üretim kapasitelerinin iyileştirilmesi için gelişmiş makinelerin tasarlanması ve oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu bakımdan, gıda ürünlerinin işlenmesinde keşfedilen yeni teknolojilerden biri olan vurgulu elektrik alan (Pulsed electric field, PEF) uygulaması, birçok gıdanın işlenmesinde başarılı bir şekilde uygulanabildiği gibi natürel zeytinyağının üretiminde de verimi arttırmak ve aynı zamanda yüksek kalitede son ürün elde etmek için önerilmektedir. Bu derlemede, PEF işleminin temel prensipleri ile bu tekniğin zeytinyağının üretim verimine etkisi ve son ürünün kalitesi üzerindeki rolünün ortaya konması amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Natürel zeytinyağı, vurgulu elektrik alan, yağ verimi

## EVALUATION OF EFFECT OF PULSED ELECTRIC FIELD TECHNIQUE ON PRODUCTION YIELD, CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF VIRGIN OLIVE OIL

### ABSTRACT

The production process of virgin olive oil (VOO), obtained only by mechanical or other physical methods without any purification (refining) treatment from the fruit of the olive tree, has not been changed for a long time. Today, in order to ensure the industrial production of high quality virgin olive oil, it is aimed to transform the traditional batch production system into a continuous operation and design advanced machines for the improvement of the production capacities. In this respect, pulsed electric field (PEF) which is one of the new technologies discovered as novel food processing, has been successfully applied in the processing of many foodstuffs and is also proposed to increase production yield and quality of the virgin olive oil. In this review, it is aimed to explain the basic principles of the PEF and the effect of this technique on the production yield of the olive oil and the quality of the final product.

**Keywords:** Virgin olive oil, pulsed electric field, oil yield

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ recepunes@klu.edu.tr,

☎ (+90) ) 232 311 3011

☎ (+90) 288 214 0516

### GİRİŞ

Sağlıklı ve doğal yiyeceklere yönelik tüketici taleplerinde meydana gelen artış, besin değeri daha yüksek gıdaların ve gıda bileşenlerinin üretilebilmesi için yeni ürün işleme tekniklerinin geliştirilmesini tetiklemiştir (Guderjan vd., 2005; Bansal vd., 2015). Aynı zamanda, ürün işlemede meydana gelen kayıpların en aza indirilmesi, hammaddelerin etkili bir şekilde değerlendirilerek yan ürünlerin azaltılması ve böylece hem çevresel sürdürülebilirliğin hem de ekonomik kazancın sağlanması açısından farklı işlem basamaklarında yeni teknolojilerin kullanımına yönelik artan bir ilgi olmuştur. Bu bakımdan yeni ürün işleme tekniklerinden biri olan vurgulu elektrik alan (Pulsed electric field, PEF) uygulamasının, belirtilen bu amaçlara ulaşmada umut vaat eden bir proses olabileceği, özellikle natürel zeytinyağı üretiminde bir ön işlem olarak uygulandığında verimi ve aynı zamanda son ürünün fitokimyasal içeriğini arttırabileceği belirtilmiştir (Puértolas ve Martínez de Marañón, 2015).

Dünyadaki zeytin ağacı varlığının %98'i Akdeniz havzası olarak adlandırılan bölgede yer almaktadır ve zeytin ağacının meyvesinden elde edilen zeytinyağı bu bölgenin önemli bir ekonomik ürünüdür (Parvaiz vd., 2013; Aguilera ve Ruiz-Valenzuela, 2014). Zeytinyağı, duysal ve besleyici özelliklerinin benzersizliği nedeniyle Akdeniz diyetinin temel ve vazgeçilmez bir parçasıdır (El Sohaimy vd., 2016). Diğer bitkisel yağlardan farklı olarak, hiçbir kimyasal işlem görmeden en doğal hali ile üretilip tüketilebilmekte ve Türk Gıda Kodeksi'ne göre üretimdeki farklılığa bağlı olarak, natürel (doğal), rafine (işlenmiş), riviera (paçal) ve çeşnili zeytinyağları olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır (Anonim, 2017).

Zeytinyağı tüketiminin faydaları eski çağlardan itibaren bilinmektedir. Antik çağlardan günümüze kadar süregelen zaman zarfında zeytinyağının sadece gıda maddesi olarak değil aynı zamanda kozmetik, merhem, sabun ve aydınlanma gibi çok çeşitli alanlarda kullanımı söz konusudur (Clodoveo vd., 2015). Günümüzde ise, yapılan bilimsel çalışmalarla zeytinyağının sağlık üzerine olumlu etkilerinin ortaya konması, aynı zamanda Akdeniz diyetine olan ilginin artması ve

tüketicilerin daha az işlenmiş ürünleri tercih etme eğilimleri gibi nedenler zeytinyağı tüketimini arttırmıştır (Amiot, 2014; Rahmani vd., 2014; Visioli vd., 2018). Bu bakımdan, zeytinyağı üretiminde verim ve ürün kalitesini arttırabilmek, aynı zamanda farklı tüketici beklentilerini karşılayabilmek için en eski sistemler dâhil revize edilmekte ve üretim prosesinin çeşitli aşamalarında yeni teknolojiler denenmektedir (Abenoza vd., 2013; Puértolas ve Martínez de Marañón, 2015).

Natürel zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemler; geleneksel presleme prosesi ve modern (sürekli) üretim prosesleri (2 ve 3 fazlı üretim prosesi) olmak üzere sadece mekanik veya fiziksel işlemleri içermektedir (Öğütücü vd., 2013; Khdaïr vd., 2015). Üretimin temel bir aşaması olan yoğurma (malaksasyon) işlemi, zeytin hamurunu (ezmesini) homojen bir karışım haline getirip yağ globüllerini birleştirmekte ve böylece bir sonraki katı-sıvı faz ayrımı işleminde üründen elde edilen yağ miktarını arttırmaktadır. Yapılan araştırmalarda, yoğurma işleminin süresi ve/veya sıcaklığı arttırıldığında, yağ veriminin yanı sıra nihai ürünün kalitesini belirgin şekilde etkileyen kimyasal ve enzimatik reaksiyonların hızının da arttığı rapor edilmiştir (Jiménez vd., 2014; Reboredo-Rodríguez vd., 2014). Zeytinlerin çeşit ve olgunluğu ve aynı zamanda öğütme (kırama), yoğurma gibi işlem basamaklarının etkinliği, verim üzerinde son derece etkili olmakla birlikte, fiziksel yöntemler ile zeytin meyvesindeki yağın sadece %80'i kazanılmaktadır. Geri kalan %20'lik kısım, işlem sonunda açığa çıkan sıvı (karasu) ve katı (pirina) zeytin atıklarıyla birlikte kaybolmakta ve bu atıklar polifenoller gibi biyoaktif bileşiklerin önemli bir kısmını da içermektedir. Bu nedenle üretimde maksimum yağ kazanımı sağlamak için en yaygın çözüm olarak, yoğurma süresi ve/veya sıcaklığı arttırılmakta ya da yüksek yoğurma sıcaklığında ikinci bir ekstraksiyon döngüsü uygulanmaktadır (Puértolas vd., 2016a, 2016b). Ancak, bu tür uygulamaların kimyasal ve duysal parametreler üzerinde olumsuz etkisi olup, üretilen zeytinyağları da düşük kaliteli olarak sınıflandırılmaktadır. Dolayısıyla ürün işleme prosesine uygulanacak teknolojik yeniliklerde yağ verimi ile ürün kalitesi arasında mutlak bir

dengein sağlanması gerekmektedir. Bu bakımdan araştırmalarda çeşitli mekanik ve enzimatik uygulamaların yanı sıra, PEF tekniğinin, mısır, soya veya kolzadan elde edilen yağ veriminin ve ürün kalitesinin iyileştirilmesinde uygun bir ön işlem olduğu tespit edilmiş ve bu nedenle zeytinyağı üretiminde de kullanılabileceği belirtilmiştir (Guderjan vd., 2005, 2007; Clodoveo vd., 2015). Üreticiler de, elde edilen ürünün üretim maliyetini düşürerek verimliliği arttırabilmek, işletmenin çalışma kapasitesini optimize edip çalışma süresini azaltmak için alternatif ekstraksiyon prosesleri aramaktadırlar. Bu hedeflere ulaşmak için PEF tekniği öne çıkan teknolojiler arasında yer almaktadır (Clodoveo, 2013). Nitekim bu derlemede de, PEF işleminin temel prensipleri ile bu tekniğin zeytinyağının üretim verimine etkisi ve son ürünün kalitesi üzerindeki rolünün ortaya konması amaçlanmıştır.

#### **Vurgulu elektrik alan (pulsed electric field, PEF)**

PEF, iki elektrot arasına yerleştirilen bir malzemenin, mikrosaniye ile milisaniye arasında çok kısa bir süre zarfında yüksek gerilim darbeleri ile muamele edildiği, bitkisel ve hayvansal dokulardaki hücrelerin yapısını bozan ısısız olmayan bir işlemdir. Yaklaşık olarak 50 yıl önce geliştirilen bu teknoloji, yakın zamanda yürütölen farklı endüstriyel uygulamaların yanı sıra, büyük ölçekli ticari üretimlerde farklı amaçlar doğrultusunda test edilmiş ve gıda sektörüne başarılı bir şekilde adaptasyonu gerçekteştirilmiştir. Söz konusu bu teknolojinin, geleneksel kurutma yöntemlerine göre önemli bir sıcaklık artışı olmaksızın bitkisel ve hayvansal dokulardaki hücre zarının geçirgenliğini geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz olarak etkilediği bildirilmiştir (Cholet vd., 2014; Sampedro vd., 2014; Kumar vd., 2015). Meyve ve sebzelerde kurutma süresinin azaltılması, meyve suyu ekstraksiyon veriminin arttırılması veya renklendiriciler, sükröz ve polifenoller gibi değerli hücre içi bileşiklerin ekstraksiyonunun iyileştirilmesi, çeşitli gıdalarda mikrobiyal inaktivasyonun sağlanması, enzimatik aktivitenin değişimi, sıvı atıkların dezenfekte edilmesi ve gıda bileşenlerinin fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesi için PEF tekniğinin kullanımı

laboratuvarlarda veya pilot ölçekli tesislerde yapılan çeşitli araştırmalar ile test edilmiş ve sonuçların umut verici olduğu belirtilmiştir (Ağçam vd., 2014; Bobinaité vd., 2015; Ricci vd., 2018).

Hücre zarı, katı-sıvı ekstraksiyonu işleminde hücre içi maddelerin (su, yađ ve antioksidanlar gibi) kazanımında fiziksel bir bariyer görevi görmektedir (Lamanauskas vd., 2015). Biyolojik materyallerde hücre zarının parçalanması veya hücre zarı geçirgenliğinin arttırılmasıyla bu maddelerin hücre dışına geçişi sağlanabilmektedir (Yang ve Hinner, 2015). PEF işleminin yoğunluğuna (elektrik alan şiddeti, vurgu sayısı ve süresi) ve hücrenin özelliğine (boyut, şekil, iletkenlik) göre, hücre zarında mekaniksel olarak geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz porlar oluşabilmektedir. Diđer bir ifadeyle elektriksel alan şiddeti, hücre zarının fonksiyonunu yitirmesi veya parçalanması için önkoşul olarak kabul edilen kritik bir transmembran potansiyelinin oluşumuna yol açmaktadır. Bu olaya elektroporasyon (elektriksel bozunma, elektropermabilizasyon) denmektedir. Geri dönüşümlü elektroporasyonda hücre zarı boyunca iletken kanalların oluşumu söz konusudur, ancak bu durum birkaç saniye içinde düzelir. Bitki dokularında hücre zarının geri dönüşümlü elektroporasyonu için uygulanması gereken kritik elektrik alan şiddeti 0.1-1 kV/cm olarak belirlenmiştir. Diđer yandan, geri dönüşümsüz elektroporasyon ise hücre içi ozmotik dengein bozulmasına, sitoplazmik içeriğin hücre dışına sızmasına ve böylece hücrenin dağılmasına neden olmaktadır. Bitki ve hayvan dokularında hücre zarının geri dönüşümsüz elektroporasyonu için 0.5-3 kV/cm, mikrobiyal inaktivasyon içinse 5-50 kV/cm değerleri arasında elektriksel alana ihtiyaç olduğu bildirilmektedir (Clodoveo, 2013; Mahnić-Kalamiza vd., 2014). Dolayısıyla bu işlem sayesinde meyve ve sebze dokularındaki hücre zarı geri dönüşümsüz bir şekilde yapısal değişime uğratarak fonksiyonunu yitirmekte, böylece presleme veya ekstraksiyon gibi kütle transferi işlemlerinin etkinliği artmaktadır (Bobinaité vd., 2015). Bu bakımdan PEF tekniğinin, daha fazla enerji ve zaman gerektiren geleneksel termal veya

mekanik işlemler yerine kullanılabilceği belirtilmektedir.

Tüm bu mekaniksel etkilerin yanı sıra, ısısal olmayan bir işlem olarak tanımlanan PEF tekniğinde, uygulama şiddetine bağlı olarak belirgin bir sıcaklık artışı da olmaktadır (Buckow vd., 2013). Birçok araştırmacı, PEF'in uygulama odalarında meydana gelen bu sıcaklık artışını incelemiş ve bu durumun düşük ürün akış hızından ve gıdanın elektriği iyi iletememesinden dolayı oluşan direnç nedeniyle elektrik enerjisinin büyük bir çoğunluğunun ısı enerjisine dönüşmesinden kaynaklandığını bildirmiştir (Gerlach vd., 2008; Clodoveo, 2013; Ağçam vd., 2014). Ancak, geleneksel ısı işlemler uygulama yüzeyinin aşırı ısınarak sertleşmesine neden olup ısı ve kütle geçişini yavaşlatırken, PEF tekniğinde uygulanan enerji, tüm ürüne hızlı ve homojen olarak aktarılıp volumetrik bir sıcaklık artışına neden olmaktadır (Clodoveo, 2013). Ayrıca PEF teknolojisi, geleneksel ısı işlemler ile karşılaştırıldığında enerji girdisine bağlı olarak ürün sıcaklığında meydana gelen artışın oldukça düşük olduğu ve genel olarak geleneksel yöntemlerin aksine gıdanın fonksiyonel ve besleyici değerini etkilemediği ifade edilmektedir (Olsen vd., 2010; Clodoveo, 2013).

Proses etkinliği açısından bakıldığında ise PEF uygulamasında, kullanım amacına bağlı olarak belirlenmesi gereken bir takım parametreler bulunmaktadır. PEF sistemine ait teknik parametreler arasında elektrik alan şiddetinin yanı sıra vurgu şekli, vurgu genişliği, vurgu sayısı ve süresi, toplam işlem süresi ve uygulama sıcaklığı yer almaktadır (Puértolas vd., 2016b). PEF tekniğinde, elektrik alan şiddeti, vurgu sayısı ve işlem sıcaklığı hücrenin dağılma indeksini önemli ölçüde etkilemektedir (Chauhan vd., 2018). Uygulamada en çok kullanılan vurgu şekli ise üstel (eksponansiyel) ve kare dalga olup, vurgu şekline bağlı olarak hücre zarı polarizasyonunda farklılıklar meydana gelmektedir. Üstel dalgaya sahip vurguların üretilmesi kare vurgulara kıyasla daha kolaydır ancak kare vurgu formları üstel vurgulara göre daha etkilidir. PEF tekniğinde vurgu genişliği belirli bir seviyeye ulaştığında hücre zarında elektroporasyon görülmektedir ve

vurgu süresi ile birlikte etkin proses süresini oluşturmaktadır (Rocha vd., 2018). Diğer yandan, sisteme ait uygulama odalarında bulunan hava kabarcıklarının, bu odaların sahip olduğu geometrik şeklin, ürün akış hızının ve gıda ürünlerine ait fiziksel ve kimyasal özelliklerin de PEF uygulamasında elektroporasyonu etkilediği bilinmektedir (Joannes vd., 2015; Raso vd., 2016). Bu bakımdan, hedeflenen amaca yönelik olarak yapılacak optimizasyon çalışmalarında proses parametreleri ile hücrenin dağılma seviyesi göz önünde bulundurularak, bunlar arasında tespit edilebilir korelasyonların bulunması oldukça önem taşımaktadır.

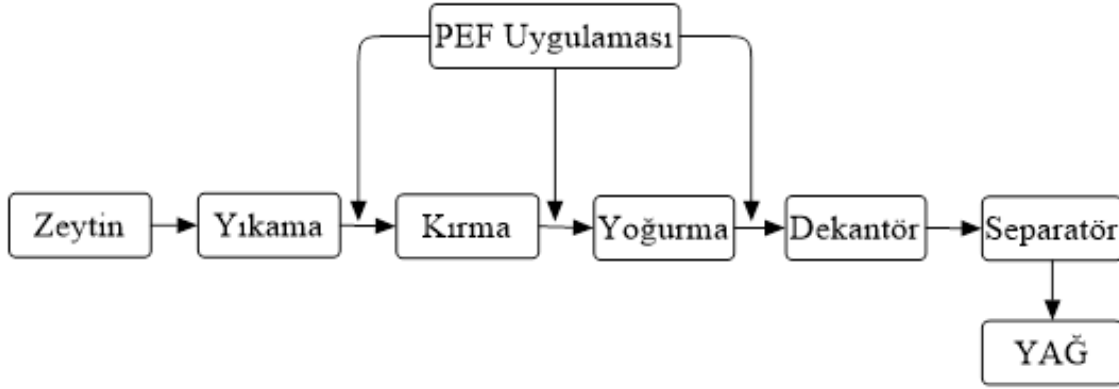
### **Vurgulu elektrik alan tekniğinin natürel zeytinyağı üretiminde kullanımı**

Geleneksel ekstraksiyon işlemi öncesinde numunenin PEF tekniği ile ön-muamelesinin, gıdanın genel yapısına zarar vermeyip, ılımlı bir sıcaklık artışı ile değerli hücre içi bileşiklerin kazanımını arttırdığı tespit edilmiştir (Vorobiev ve Lebovka, 2011). Son yıllarda, ekstraksiyon işlemlerinde ön-muamele basamağını optimize etmek, ekstraksiyon verimini arttırmak ve son ürünün kimyasal karakteristiğini iyileştirmek amacıyla mikrodalga, düşük frekanslı ultrases, basınçlı şok dalgası gibi çeşitli teknolojiler araştırma konusu olmuştur (Juliano vd., 2015; Kittiphoom ve Sutasinee, 2015; Maroušek, 2015). Bunlar arasında PEF tekniği, ekstrakte edilmek istenen bileşiklerin daha doğal, hızlı ve ekonomik bir şekilde kazanımını sağlaması bakımından araştırmacıların ve gıda endüstrisinin oldukça dikkatini çekmiştir. Dolayısıyla yapılan çeşitli araştırmalarda; farklı hammaddelerden (ay çekirdeği, mısır, soya, palm, kolza gibi) yağ ekstraksiyonunda bir ön-muamele olarak PEF tekniği kullanılmış olup, sonuçların verim ve ürün kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir (Guderjan vd., 2005, 2007; Paoplook ve Eshtiaghi, 2013; Shorstkii vd., 2015). Yakın zamanda ise bu tekniğin natürel zeytinyağı üretiminde kullanımı da araştırılmaya başlanmış ve sonuçların dikkat çekici olduğu vurgulanmıştır (Abenoza vd., 2013; Puértolas ve Martínez de Marañón, 2015).

Yapılan çeşitli araştırmalarda PEF tekniği, zeytinyağı üretiminin farklı proses basamaklarında

uygulama alanı bulmuştur. Şekil 1, zeytinyağının endüstriyel üretim basamaklarını ve PEF tekniğinin üretimde uygulanması önerilen noktalarını göstermektedir. Bu uygulama noktalarının yıkama, kırma ve yoğurma işlemleri sonrasında yer aldığı görülmektedir. Kırma sonrası uygulanan PEF, hücre membranlarının

elektroporasyonuna bağlı olarak yoğurma esnasında yağ salınımını arttırmak için uygulanmaktadır. Yoğurma sonrası uygulanan PEF'te ise yağın demülsifikasyonunun kolaylaştırılması ve sonraki santrifüj esnasında kütle transferinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır (Abenoza vd., 2013; Puértolas vd., 2016a).



Şekil 1. Natürel zeytinyağı üretim hattının basitleştirilmiş şeması ve vurgulu elektrik alanının üretime entegre edilebileceği farklı işlem basamakları

Figure 1. The simplified schematic line of the natural olive oil production and the different process steps in which the pulsed electric field can be integrated into the production

Guderjan vd. (2005) yaptıkları araştırmada, PEF işleminin farklı bitkisel yağların (mısır, soya ve zeytin) üretim verimi ve kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Zeytinlere orta (0.7 kV/cm, 30 vurgu) ve yoğun (1.3 kV/cm, 100 vurgu) şiddette PEF, 50°C'de 30 dak klasik ısıl işlem ve dondurma-çözündürme kombinasyonundan oluşan farklı ön-işlem teknikleri uygulanmıştır. Ardından numuneler mekanik olarak ezildikten sonra 2500 g'de 10 dak boyunca santrifüj edilerek yağ eldesi gerçekleştirilmiş ve ön-işlem tekniğine göre yağ verimleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları, referans metoda kıyasla her tekniğin yağ verimini arttırdığını göstermiştir. Özellikle PEF tekniğinde, elektrik alan şiddetine bağlı olarak verimin sırasıyla %6.5 ve %7.4 oranında artış gösterdiği; bu değerlerin 50°C'de 30 dak ısıl işlemde elde edilen verimden (%5.3) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dondurma-çözündürme kombinasyonundan oluşan ön-işlem tekniğinde ise %7.9 ile maksimum oranda yağ verimi elde edilmiş ancak daha fazla enerji girdisine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Abenoza vd. (2013) PEF tekniğinin zeytinyağının verim ve kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, zeytin hamurunu 1 kV/cm ve 2 kV/cm elektrik alan şiddetinde ve 125 Hz frekansta 3 mikrosaniyelik 50 monopolar vurguya maruz bırakmışlardır. Yoğurma işlemi ise 0, 15 ve 30 dak boyunca 15±0.2°C ve 26±0.2°C'de gerçekleştirilmiştir. Ardından zeytin ezmesi, 1370 g'de 2 dak santrifüje tabi tutulup yağ kazanımı yapılmıştır. Bu koşullar altında, yoğurma işlemi yapılmayan zeytin ezmelerine sadece 0, 1 ve 2 kV/cm PEF işlemi uygulandığında ekstraksiyon veriminin sırasıyla %4.75, %5.84 ve %7.34 olduğu; diğer yandan farklı şiddette PEF ve farklı sıcaklıklarda yoğurma işleminin beraber uygulandığı ezmelerde ise %11.50-14.10 arasında değişen oranlarda verim elde edildiği tespit edilmiştir. Bu bakımdan, zeytin ezmesi sırasıyla 1 ve 2 kV/cm PEF ile işlendiğinde ekstraksiyon veriminin kontrol grubuna göre sırasıyla %23 ve %54 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yoğurma işlemi 26°C'de yapıldığında PEF uygulamasının, aynı sıcaklıktaki kontrol grubuna göre ekstraksiyon verimini arttırmadığı gözlenmiştir (Çizelge 1). Bu nedenle



PEF işleminin, ekstraksiyon veriminde bir azalmaya neden olmadan yoğurma sıcaklığını azaltabileceği (26°C'den 15°C'ye) rapor edilmiştir. Yoğurma sıcaklığındaki bu azalmanın özellikle yağın organoleptik kalitesi üzerinde önemli olması bakımından bir avantaj olduğu ve üretimde enerji tasarrufu sağlayabileceği belirtilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmada 15°C gibi düşük bir sıcaklıkta

uygulanan PEF ile elde edilen verimin, zeytinyağı üretiminde verimi arttırmak için kullanılan çeşitli enzim, NaCl veya talk (hidratlı doğal magnezyum silikat) ilavesi (Ranalli vd., 2003; Cruz vd., 2007; Caponio vd., 2014) gibi farklı stratejiler sonucunda elde edilen verim değerleri ile benzerlik gösterdiği vurgulanmıştır.

Çizelge 1. Vurgulu elektrik alan tekniğinin zeytinyağının üretim verimine etkisi (Abenoza vd., 2013)  
 Table 1. The effect of the pulsed electric field technique on the oil yield of the olive oil (Abenoza et al., 2013)

Yoğurma süresi (dak.) <i>Malaxation time</i> (min.)	Yoğurma sıcaklığı (°C) <i>Malaxation temperature</i> (°C)	Elektrik alan şiddeti (kV/cm) <i>Electric field strengths</i> (kV/cm)	Yağ verimi (%) <i>Oil yield (%)</i>
0		0	4.75±0.30 <sup>a</sup>
		1	5.84±0.50 <sup>ac</sup>
		2	7.34±0.30 <sup>c</sup>
15	15°C	0	11.24±0.42 <sup>a</sup>
		1	11.50±0.46 <sup>a</sup>
		2	12.15±0.47 <sup>b</sup>
15	26°C	0	11.36±0.33 <sup>a</sup>
		1	11.90±1.10 <sup>a</sup>
		2	11.90±0.36 <sup>a</sup>
30	15°C	0	12.37±0.47 <sup>a</sup>
		1	13.80±0.19 <sup>b</sup>
		2	14.10±0.10 <sup>b</sup>
30	26°C	0	13.30±0.40 <sup>a</sup>
		1	13.60±0.50 <sup>a</sup>
		2	13.77±0.39 <sup>a</sup>

Her bir değer ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. ANOVA analizi ile; yoğurma zamanı, sıcaklık ve farklı elektrik alan şiddetine göre elde edilen yağ verimleri karşılaştırılmıştır. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Each value represents the mean ± standard deviation. By ANOVA analysis; the oil yields obtained for a given malaxation time, temperature and different electric field strengths were compared. The difference between the values indicated by different letters in the same column was found statistically significant (p<0.05)

Aynı araştırmada, PEF işlemi ekstraksiyon veriminde bir azalmaya neden olmadan yoğurma sıcaklığını azalttığı için, zeytin hamuruna uygulanan bu tekniğin, elde edilen yağın fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin belirlenebilmesi açısından yapılan analizlerde, kontrol grubu için 10 kg zeytin hamuru 26°C'de 30 dak, diğer grup için aynı miktardaki zeytin hamuruna 2 kV/cm elektrik alan şiddetinde PEF uygulanıp 15°C'de 30 dak süreyle yoğurma işlemine tabi tutulmuş ve yağlarda yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar

karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre, PEF uygulaması ile elde edilen zeytinyağlarının; asitlik, peroksit, K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub> gibi kaliteyi ölçmede kanunen belirlenmiş olan parametrelerin kritik limitlerini aşmadığı ve bu işlemin üründe duyuşal olarak herhangi bir kötü tat veya kokuya neden olmadığı ortaya konmuştur. Diğer yandan yapılan pigment analizinde, 26°C'de 30 dak yoğurma işlemine tabi tutulmuş kontrol grubunun klorofil ve karotenoid içeriği diğer gruba göre biraz daha yüksek bulunmuş ve bu durumun kontrol grubunda yoğurma esnasında uygulanan sıcaklığın

daha yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Pigment içeriğindeki bu küçük farklılık, PEF ile işlenen zeytin hamurundan elde edilen yağın açıklık değerinin ( $L^*=94.24$ ) kontrol grubundan ( $L^*=92.24$ ) biraz daha yüksek olmasına neden olmuştur. Araştırmacılara göre, yağın açıklık değeri ( $L^*$ ), pigment içeriğindeki azalma ile birlikte genellikle artmaktadır çünkü pigmentler ışığın bir kısmını iletmek yerine absorbe etmektedir (Criado vd., 2008). Bununla birlikte, kontrol grubunda yoğurma esnasında uygulanan sıcaklığın daha yüksek olmasından dolayı fenolik içeriği daha yüksek,  $\alpha$ -tokoferol miktarı ise PEF ile muamele edilen yağlarda kısmen daha yüksek bulunmuştur. PEF'in yağ asidi bileşimi üzerindeki etkisine bakıldığında; doymuş, doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir (Abenzoza vd., 2013).

Konuya paralel olarak Puértolas ve Martínez de Marañón (2015), PEF teknolojisi ile entegre edilmiş pilot zeytinyağı üretim tesisi kurarak, uygulamanın ekstraksiyon verimine ve yağın kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada zeytinler mekanik olarak ezilip 24°C'de 60 dak boyunca yoğurma işlemine tabi tutulmuş, ardından PEF işlemi uygulanarak (2 kV/cm, 25 Hz frekans, 520 kg/h olacak şekilde) santrifüj vasıtasıyla yağ eldesi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada PEF uygulamasından kaynaklanan sıcaklık artışının 3°C'yi geçmediği belirtilmiştir. Bu koşullar altında kontrol grubunda yağ verimi 20 kg/100 kg olarak belirlenirken; PEF işlemi uygulanmış grupta verim 22.66 kg/100 kg olarak tespit edilmiştir. Buna göre PEF tekniği, üretimde işlenen her 100 kg zeytinden ilave olarak 2.66 kg zeytinyağı kazanımı sağlayıp, kontrol grubuna göre yağ verimini %13.3 oranında arttırmıştır. Ayrıca, PEF tekniği ile elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde, toplam fitosterol ve toplam tokoferol içeriği de kontrol grubundan önemli derecede yüksek (sırasıyla %11.5, %9.9 ve %15.0) bulunmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde, zeytin hamuruna PEF uygulaması, elde edilen yağın serbest asitliğini oleik asit cinsinden %0.19'dan %0.22'ye yükseltmiştir ( $p<0.05$ ). Ancak, gözlenen bu artış, yasal olarak belirtilen maksimum sınırın altında

kaldığından, yöntemin yağın kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı belirtilmiştir. Nitekim benzer bir durum, PEF ile elde edilen kolza yağında da gözlenmiştir (Guderjan vd., 2007). Ayrıca, PEF tekniğinin zeytinyağının genel kimyasal ( $K_{232}$ ,  $K_{270}$ , peroksit değeri) ve duyuşal özellikleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı ve analiz sonuçlarının yasal standartlarda belirtilen limitlere uygun olduğu rapor edilmiştir. Aynı zamanda bu sonuçların enzim uygulaması, ultrases veya mikrodalga gibi diğer işlemlerde elde edilen verilere de benzerlik gösterdiği ifade edilmiştir.

Natürel zeytinyağı üretiminde bir yan ürün olan prinada yaklaşık olarak %20-25 civarında yağ kalmaktadır. Fiziksel işlemlerle kazanılamayan bu yağ (~5-8 kg yağ/100 kg zeytin) sektör için büyük bir maddi kayıp anlamına gelmekte olup, geri kalan bu yağ sanayide organik çözücüler kullanılarak ekstrakte edilmektedir (Abenzoza vd., 2013; Dammak vd., 2015). Bu parametreler göz önünde bulundurularak, Puértolas ve Martínez de Marañón (2015)'in araştırma sonuçları incelendiğinde, PEF uygulaması ile prinada kalan yağın ~%50'sinin üretime kazandırılabilceği görülmektedir. Bu durum, natürel zeytinyağı üretiminde yağ kazanımının %80'lerden %90'lara çıkarılabileceğini, böylece yan ürün miktarının ve buna paralel olarak sektörün oluşturduğu çevresel problemlerin azaltılabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda üretimde sağlanan verim artışıyla birlikte işletmelerin kâr marjları da artacağından bu durumun ekipmana yapılan yatırım maliyetlerini sübvansedeceği belirtilmektedir (Puértolas ve Martínez de Marañón, 2015).

Yapılan bu çalışmalar doğrultusunda; ultrases veya mikrodalga teknolojisi gibi zeytinyağı üretiminde önerilen diğer yeni fiziksel yöntemlerle karşılaştırıldığında, PEF uygulamasının verimin artırılmasında daha etkili olduğu görülmektedir. Laboratuvar çalışmalarına göre, ultrases muamelesinin (35 kHz, 150 W, 8 dak) ekstraksiyon verimini yaklaşık olarak %6 oranında arttırdığı tespit edilmiştir (Clodoveo vd., 2013). Bununla birlikte, ultrases işleminde yoğunluğun artırılmasının (2450 MHz, 800 W, 3 dak) ve aynı zamanda mikrodalga uygulamasına

başvurulmasının da verim üzerinde etkili olmadığı belirtilmiştir (Clodoveo ve Hbaieb, 2013). Diğer yandan Puértolas ve Martínez de Marañón (2015)'in yaptıkları araştırmaya göre, PEF uygulamasının yağın fenolik içeriğinin zenginleştirilmesinde alternatif bir yöntem olabileceği görülmektedir. Yapılan farklı çalışmalarda, ekstraksiyon veriminin artırılmasında kullanılan kalsiyum karbonat ve talk gibi kimyasal yardımcı maddelerin zeytinyağının fenolik içeriğine katkı sağlamadığı, hatta azalttığı ortaya konmuştur (Moya vd., 2010; Tamborrino vd., 2017). Benzer şekilde, zeytin hamurunun direkt olarak ultrases ile muamelesinin de fenoliklerin zenginleştirilmesine yönelik etkili bir yöntem olmadığı, hatta yağın toplam fenolik içeriğini azalttığı tespit edilmiştir (Clodoveo vd., 2013). Literatürde, PEF uygulamasının fenolikler üzerine sağladığı bu katkının; enzim formülasyonu, zeytin çeşidi ve ekstraksiyon koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak %4 ile %48 gibi artışların sağlandığı enzim uygulaması ile karşılaştırılabilir nitelikte olduğu

belirtilmektedir (De Faveri vd., 2008; Hadj-Taieb vd., 2012). Aynı şekilde, PEF işleminin zeytinyağının tokoferol içeriğine etkisinin de enzim uygulaması ile eşdeğer nitelikte olduğu vurgulanmıştır. Ultrases işleminin ise konvansiyonel prosedürlere kıyasla toplam tokoferol içeriğini değiştirmediği ve hatta az miktarda düşürdüğü tespit edilmiştir (Jiménez vd., 2007). Ancak Clodoveo vd. (2013) yakın zamanda yaptıkları araştırmada, ultrases uygulaması ile zeytinyağının tokoferol içeriğinde %60'dan fazla bir artış olduğunu kaydetmişlerdir. Toplam fitosterol miktarı açısından bakıldığında ise, ortaya çıkan yeni ekstraksiyon tekniklerinin bu bileşikler üzerindeki etkilerine yönelik veriler yetersizdir. Puértolas ve Martínez de Marañón (2015)'in yaptıkları çalışmada, PEF uygulamasının zeytinyağındaki toplam fitosterol miktarına etkisi, aynı teknikle elde edilen kolza yağında da gözlenmiştir (Guderjan vd., 2007). Enzim uygulaması ile elde edilen zeytinyağlarının fitosterol seviyelerinde ise herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir (Ranalli vd., 2003).

Çizelge 2. Vurgulu elektrik alan işleminin zeytinyağının verim ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi (Puértolas ve Martínez de Marañón, 2015)

Table 2. Effects of pulsed electric field processing on yield and chemical properties of olive oil (Puértolas and Martínez de Marañón, 2015)

Zeytinyağı Olive oil	Verim* Yield*	Serbest asitlik* Free acidity*	Peroksit Değeri* Peroxide value*	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	Toplam fenolik* Total phenolic*	Toplam tokoferol* Total tocopherol *	Toplam fitosterol* Total phytosterol*
Kontrol örneği Control sample	20 <sup>a</sup>	0.19± 0.01 <sup>a</sup>	10.85± 0.43 <sup>a</sup>	1.71± 0.09 <sup>a</sup>	0.11± 0.02 <sup>a</sup>	404 <sup>a</sup>	19.2± 1.61 <sup>a</sup>	1380± 82.3 <sup>a</sup>
PEF örneği PEF sample	22.66 <sup>b</sup>	0.22± 0.01 <sup>b</sup>	10.58± 0.25 <sup>a</sup>	1.68± 0.02 <sup>a</sup>	0.11± 0.01 <sup>a</sup>	451 <sup>b</sup>	22.0± 0.64 <sup>b</sup>	1520± 42.4 <sup>b</sup>

\*Yapılan araştırmada verim %, serbest asitlik değeri % oleik asit cinsinden, peroksit değeri meq O<sub>2</sub>/kg, toplam fenolik madde miktarı mg kafeik asit/kg yağ, toplam tokoferol miktarı mg/100 g yağ, toplam fitosterol miktarı ise mg/kg yağ olarak hesaplanmıştır. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

\*In the research, the oil yield was calculated as %, total amount of phenolic substances was calculated as mg caffeic acid/kg oil, free acidity value was calculated as % oleic acid, peroxide value was calculated as meq O<sub>2</sub>/kg, total tocopherol amount was calculated as mg/100 g oil and total phytosterol amount was calculated as mg/kg oil. The difference between the values indicated by different letters in the same column was found statistically significant (p<0.05).

## SONUÇ

Yapılan araştırmalara göre, PEF uygulamasının natürel zeytinyağı üretiminde kullanımı bir takım avantajlar sunmaktadır. Mevcut teknolojilerin aksine PEF, hücre zarının geri dönüşümsüz bir şekilde yapısını bozarak, bitkisel dokuda yer alan yağ ve diğer bileşiklerin kazanımını kolaylaştırmaktadır. Bu bakımdan bu tekniğin, mevcut zeytinyağı üretim tesislerine entegrasyonu yapılarak tesisler modernize edilebilir ve bu sayede tesisin hem üretim kapasitesinin artması, hem de üretim süresinin azalması sağlanabilir. Diğer yandan düşük enerji gereksinimine ek olarak, bu teknoloji zeytinyağı üretiminde kullanıldığı takdirde yoğurma sıcaklığını azaltabilmekte ve aynı zamanda verimi de arttırmaktadır. Kimyasal ve duyuşal açıdan değerlendirildiğinde ise, PEF işleminin elde edilen ürün üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı, buna ek olarak yağdaki polifenoller, fitosteroller ve tokoferoller gibi insan sağlığına ilişkin bileşiklerin içeriğini arttırdığı görülmektedir. Aynı zamanda natürel zeytinyağı üretiminde verimi arttırmak için önerilen diğer kimyasal, biyokimyasal ve fiziksel tekniklerde elde edilen verilerle karşılaştırıldığında, PEF tekniği; etkinlik, kullanılabilirlik ve ürün kalitesi açısından birçok yöntemi geride bırakmaktadır. Bu bakımdan söz konusu alanda yapılacak yeni çalışmalarla; zeytinin çeşidi, olgunluk durumu, yoğurma sıcaklığı ve süresi gibi verim üzerinde büyük öneme sahip dış faktörler göz önünde bulundurularak, PEF tekniğinin yağ eldesi ve yağ verimi üzerine etkilerinin ortaya konması, üretimde kullanılacak en uygun parametrelerin belirlenmesi ve bunların literatüre kazandırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

Abenoza, M., Benito, M., Saldaña, G., Álvarez, I., Raso, J., Sánchez-Gimeno, A.C. (2013). Effects of Pulsed Electric Field on Yield Extraction and Quality of Olive Oil. *Food Bioproc Tech*, 6(6): 1367-1373.

Ağçam, E., Akyıldız, A., Evrendilek, G.A. (2014). Vurgulu Elektrik Alan Teknolojisi (PEF): Sistem ve Uygulama Odacıkları. *Akademik Gıda*, 12(2): 69-78.

Aguilera, F., Ruiz-Valenzuela, L. (2014). Forecasting olive crop yields based on long-term aerobiological data series and bioclimatic conditions for the southern Iberian Peninsula. *Span J Agric Res*, 12(1): 215-224.

Amiot, M.J. (2014). Olive oil and health effects: From epidemiological studies to the molecular mechanisms of phenolic fraction. *OCL-Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 21(5): 1-8.

Anonim (2017). Türk Gıda Kodeksi. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (2017/26). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 17 Eylül 2017 tarih ve 30183 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Bansal, V., Siddiqui, M., Rahman, M. (2015). Minimally Processed Foods: Overview. In: *Minimally Processed Foods*, Siddiqui M.W., Rahman, M.S. (Eds), Springer International Publishing, New York, pp. 1-15.

Bobinaité, R., Pataro, G., Lamanuskas, N., Šatkauskas, S., Viškėlis, P., Ferrari, G. (2015). Application of pulsed electric field in the production of juice and extraction of bioactive compounds from blueberry fruits and their by-products. *J Food Sci Technol*, 52(9): 5898-5905.

Buckow, R., Ng, S., Toepfl, S. (2013). Pulsed electric field processing of orange juice: a review on microbial, enzymatic, nutritional, and sensory quality and stability. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 12(5): 455-467.

Caponio, F., Monteleone, J.I., Martellini, G., Summo, C., Paradiso, V.M., Pasqualone, A. (2014). Effect of talc addition on the extraction yield and quality of extra virgin olive oil from Coratina cultivar after production and during storage. *J Oleo Sci*, 63: 1125-1132.

Chauhan, O.P., Sayanfar, S., Toepfl, S. (2018). Effect of pulsed electric field on texture and drying time of apple slices. *J Food Sci Technol*, 55(6): 2251-2258.

Cholet, C., Delsart, C., Petrel, M., Gontier, E., Grimi, N., L'hyvernay, A., Ghidossi, R., Vorobiev, E., Mietton-Peuchot, M., Gény, L. (2014). Structural and biochemical changes induced by pulsed electric field treatments on Cabernet Sauvignon grape berry skins: impact on

- cell wall total tannins and polysaccharides. *J Agric Food Chem*, 62(13): 2925-2934.
- Clodoveo, M.L. (2013). An overview of emerging techniques in virgin olive oil extraction process: strategies in the development of innovative plants. *J Agric Eng*, 44: 297-305.
- Clodoveo, M.L., Durante, V., La Notte, D. (2013). Working towards the development of innovative ultrasound equipment for the extraction of virgin olive oil. *Ultrason Sonochem*, 20(5): 1261-1270.
- Clodoveo, M.L., Hbaieb, R.H. (2013). Beyond the traditional virgin olive oil extraction systems: Searching innovative and sustainable plant engineering solutions. *Food Res Int*, 54(2): 1926-1933.
- Clodoveo, M.L., Camposeo, S., Amirante, R., Dugo, G., Cicero, N., Boskou, D. (2015). Research and Innovative Approaches to Obtain Virgin Olive Oils with a Higher Level of Bioactive Constituents. In: *Olive and Olive Oil Bioactive Constituents*, Boskou, D. (Ed), AOCS Press, Urbana, USA, pp. 179-215.
- Criado, M.N., Romero, M.P., Casanovas, M., Motilva, M.J. (2008). Pigment profile and colour of monovarietal virgin olive oils from Arbequina cultivar obtained during two consecutive crop seasons. *Food Chem*, 110(4): 873-880.
- Cruz, S., Yousfi, K., Pérez, A.G., Mariscal, C., Garcia, J.M. (2007). Salt improves physical extraction of olive oil. *Eur Food Res Technol*, 225(3): 359-365.
- Dammak, I., Neves, M., Souilem, S., Isoda, H., Sayadi, S., Nakajima, M. (2015). Material Balance of Olive Components in Virgin Olive Oil Extraction Processing. *Food Sci Technol Res*, 21(2): 193-205.
- De Faveri, D., Aliakbarian, B., Avogadro, M., Perego, P., Converti, A. (2008). Improvement of olive oil phenolics content by means of enzyme formulations: Effect of different enzyme activities and levels. *Biochem Eng J*, 41(2): 149-156.
- El Sohaimy, A.A.S., El-Sheikh, H.M., Refaay, M.T., Zaytoun, A.M.M. (2016). Effect of Harvesting in Different Ripening Stages on Olive (*Olea europea*) Oil Quality. *Am J Food Technol*, 11: 1-11.
- Gerlach, D., Alleborn, N., Baars, A., Delgado, A., Moritz, J., Knorr, D. (2008). Numerical simulations of pulsed electric fields for food preservation: A review. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 9(4): 408-417.
- Guderjan, M., Töpfl, S., Angersbach, A., Knorr, D. (2005). Impact of pulsed electric field treatment on the recovery and quality of plant oils. *J Food Eng*, 67(3): 281-287.
- Guderjan, M., Elez-Martinez, P., Knorr, D. (2007). Application of pulsed electric fields at oil yield and content of functional food ingredients at the production of rapeseed oil. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 8(1): 55-62.
- Hadj-Taieb, N., Grati, N., Ayadi, M., Attia, I., Bensalem, H., Gargouri, A. (2012). Optimisation of olive oil extraction and minor compounds content of Tunisian olive oil using enzymatic formulations during malaxation. *Biochem Eng J*, 62: 79-85.
- Jiménez, A., Beltrán, G., Uceda, M. (2007). High-power ultrasound in olive paste pretreatment. Effect on process yield and virgin olive oil characteristics. *Ultrason Sonochem*, 14(6): 725-731.
- Jiménez, B., Sánchez-Ortiz, A., Rivas, A. (2014). Influence of the malaxation time and olive ripening stage on oil quality and phenolic compounds of virgin olive oils. *Int J Food Sci Technol*, 49 (11): 2521-2527.
- Joannes, C., Sipaut, C.S., Dayou, J., Yasir, S.M., Mansa, R.F. (2015). The potential of using pulsed electric field (PEF) technology as the cell disruption method to extract lipid from microalgae for biodiesel production. *Int J Renew Energy Res*, 5(2): 598-621.
- Juliano, P., Augustin, M.A., Xu, X.Q., Mawson, R., Knoerzer, K. (2015). Advances in high frequency ultrasound separation of particulates from biomass. *Ultrason Sonochem*, 35: 577-590.
- Khdair, A.I., Ayoub, S., Abu-Rumman, G. (2015). Effect of pressing techniques on olive oil quality. *Am J Food Technol*, 10: 176-183.

- Kittiphoom, S., Sutasinee, S. (2015). Effect of microwaves pretreatments on extraction yield and quality of mango seed kernel oil. *Int Food Res J*, 22(3): 960-964.
- Kumar, Y., Patel, K.K., Kumar, V. (2015). Pulsed electric field processing in food technology. *Int J Eng Stud Tech Approach*, 1(2): 6-17.
- Lamanauskas, N., Bobinaite, R., Satkauskas, S., Viskelis, P., Pataro, G., Ferrari, G. (2015). Pulsed electric field-assisted juice extraction of frozen/thawed blueberries. *Zemdirbyste Agric*, 102(1): 59-66.
- Mahnič-Kalamiza, S., Vorobiev, E., Miklavčič, D. (2014). Electroporation in food processing and biorefinery. *J Membr Biol*, 247(12): 1279-304.
- Maroušek, J. (2015). Economic Analysis of the Pressure Shockwave Disintegration Process. *Int J Green Energy*, 12: 1232-1235.
- Moya, M., Espínola, F., Fernández, D.G., De Torres, A., Marcos, J., Vilar, J., Josue, J., Sánchez, T., Castro, E. (2010). Industrial trials on adjuvants for olive oil extraction. *J Food Eng*, 97(1): 57-63.
- Öğütçü, M., Aydeniz, B., Yılmaz, E. (2013). Comparison of the virgin olive oils obtained from different points of common oil production systems. *GIDA*, 38(2): 79-85.
- Olsen, N.V., Grunert, K.G., Sonne, A.M. (2010). Consumer acceptance of high-pressure processing and pulsed-electric field: A review. *Trends Food Sci Technol*, 21(9): 464-472.
- Paoplook, K., Eshtiaghi, M.N. (2013). Impact of High Electric Field Pulses on Cell Disintegration and Oil Extraction from Palm Fruit Mesocarp. *Int J Environ Agric Res*, 2(3): 363-369.
- Parvaiz, M., Hussain, K., Shoaib, M., William, G., Tufail, M., Hussain, Z., Gohar, D., Imtiaz, S.A. (2013). Review: Therapeutic Significance of Olive *Olea europaea* L. (Oleaceae Family). *Global J Pharm*, 7(3): 333-336.
- Puértolas, E., Martínez de Marañón, I. (2015). Olive oil pilot-production assisted by pulsed electric field: Impact on extraction yield, chemical parameters and sensory properties. *Food Chem*, 167: 497-502.
- Puértolas, E., Alvarez-Sabatel, S., Cruz, Z. (2016a). Pulsed electric field: groundbreaking technology for improving olive oil extraction. <https://www.aocs.org/stay-informed/read-inform/featured-articles/pulsed-electric-field-groundbreaking-technology-for-improving-olive-oil-extraction-march-2016> [Erişim tarihi: 13.02.2017].
- Puértolas, E., Koubaa, M., Barba, F.J. (2016b). An overview of the impact of electrotechnologies for the recovery of oil and high-value compounds from vegetable oil industry: Energy and economic cost implications. *Food Res Int*, 80: 19-26.
- Rahmani, A.H., Albutti, A.S., Aly, S.M. (2014). Therapeutics role of olive fruits/oil in the prevention of diseases via modulation of anti-oxidant, anti-tumour and genetic activity. *Int J Clin Exp Med*, 7: 799-808.
- Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Lucera, L., Del Re, P. (2003). Enhancing the quality of virgin olive oil by use of a new vegetable enzyme extract during processing. *Eur Food Res Technol*, 216: 109-115.
- Raso, J., Frey, W., Ferrari, G., Pataro, G., Knorr, D., Teissie, J., Miklavčič, D. (2016). Recommendations guidelines on the key information to be reported in studies of application of PEF technology in food and biotechnological processes. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 37: 312-321.
- Reboredo-Rodríguez, P., González-Barreiro, C., Cancho-Grande, B., Simal-Gándara, J. (2014). Improvements in the malaxation process to enhance the aroma quality of extra virgin olive oils. *Food Chem*, 158: 534-545.
- Ricci, A., Parpinello, G.P., Versari, A. (2018). Recent advances and applications of pulsed electric fields (PEF) to improve polyphenol extraction and color release during red winemaking. *Beverages*, 4(18): 1-12.
- Rocha, C.M.R., Genisheva, Z., Ferreira-Santos, P., Rodrigues, P., Vicente, A.A., Teixeira, J.A., Pereira, R.N. (2018). Electric field-based

- technologies for valorization of bioresources. *Bioresour Technol*, 254: 325-339.
- Sampedro, F., McAloon, A., Yee, W., Fan, X., Geveke, D.J. (2014). Cost Analysis and Environmental Impact of Pulsed Electric Fields and High Pressure Processing in Comparison with Thermal Pasteurization. *Food Bioprocess Technol*, 7: 1928-1937.
- Shorstkii, I., Mirshekarloo, M.S., Koshevoi, E. (2015). Application of Pulsed Electric Field for Oil Extraction from Sunflower Seeds: Electrical Parameter Effects on Oil Yield. *J Food Process Eng*, 40(1): 1-7.
- Tamborrino, A., Squeo, G., Leone, A., Paradiso, V.M., Romaniello, R., Summo, C., Pasqualone, A., Catalano, P., Bianchi, B., Caponio, F. (2017). Industrial trials on coadjuvants in olive oil extraction process: Effect on rheological properties, energy consumption, oil yield and olive oil characteristics. *J Food Eng*, 205: 34-46.
- Toepfl, S., Mathys, A., Heinz, V., Knorr, D. (2006). Review: Potential of High Hydrostatic Pressure and Pulsed Electric Fields for Energy Efficient and Environmentally Friendly Food Processing. *Food Rev Int*, 22(4): 405-423.
- Visioli, F., Franco, M., Toledo, E., Luchsinger, J., Willett, W.C., Hu, F.B., Martinez-Gonzalez, M.A. (2018). Olive oil and prevention of chronic diseases: Summary of an international conference. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 28: 649-656.
- Vorobiev, E., Lebovka, N.I. (2011). Pulse Electric Field-Assisted Extraction. In: *Enhancing Extraction Processes in the Food Industry*, Lebovka, N.I., Vorobiev, E., Chemat, F. (Eds), CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, pp. 25-85.
- Yang, N.J., Hinneri M.J. (2015). Getting across the cell membrane: an overview for small molecules, peptides, and proteins. *Methods Mol Biol*, 1266, 29-53.



**DETERMINATION OF VOLATILE COMPONENTS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OBTAINED FROM KASTAMONU GARLIC BY MICROWAVE-ASSISTED CLEVANGER SYSTEM**

**Özge Süfer<sup>1\*</sup>, Fuat Bozok<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey

Received / Geliş: 04.10.2018; Accepted / Kabul: 01.01.2019; Published online / Online baskı: 16.01.2019

Süfer, Ö., Bozok, F. (2019). Determination of volatile components and antioxidant activity of essential oil obtained from Kastamonu garlic by microwave-assisted clevenger system. GIDA (2019) 44 (1): 22-30 doi: 10.15237/gida.GD18103

Süfer, Ö., Bozok, F. (2019). Kastamonu sarımsağından mikrodalga destekli clevenger sistemiyle elde edilen yağın uçucu bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. GIDA (2019) 44 (1): 22-30 doi: 10.15237/gida.GD18103

**ABSTRACT**

In present study, fourteen compounds in *Allium sativum* (garlic, harvested from Kastamonu province) essential oil which was obtained by using a microwave-assisted clevenger system with a solvent-free option in a shorter time than traditional methods were identified by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). Allyl trisulfide (27.09%), allyl methyl trisulfide (21.26%), allyl disulfide (20.02%), allyl trans-1-propenyl disulfide (7.48%), allyl methyl disulfide (6.08%), 2-vinyl-4H-1,3-dithiine (4.32%) were the most abundant sulphur compounds in oil. Also, total phenolic content was calculated as 2.84 mg gallic acid equivalent (GAE)/g and IC<sub>50</sub> value which defined the required amount to reduce the 50% of 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) solution and an indicator for antioxidant activity was 63.58 g/L. Butylated hydroxyanisole (BHA) and 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (trolox) were accepted as reference synthetic antioxidants and their IC<sub>50</sub> values were recorded as 0.09 and 0.08 g/L respectively.

**Keywords:** *Allium sativum*, garlic, volatile compound, phenolics, antioxidant activity

**KASTAMONU SARIMSAĞINDAN MİKRODALGA DESTEKLİ CLEVANGER SİSTEMİYLE ELDE EDİLEN YAĞIN UÇUCU BİLEŞENLERİNİN VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**ÖZ**

Bu çalışmada, mikrodalga destekli clevenger sistemiyle, geleneksel yöntemlere kıyasla daha kısa sürede çözücüsüz olarak elde edilmiş, *Allium sativum* (sarımsak, Kastamonu bölgesinden toplanmış) uçucu yağında gaz kromatografisi/kütle spektroskopisi (GC/MS) yardımıyla on dört bileşen tespit edilmiştir. Uçucu yağ örneğinde; alil trisülfid (27.09%), alil metil trisülfid (21.26%), alil disülfid (20.02%), alil trans-1-propenil disülfid (7.48%), alil metil disülfid (6.08%) ve 2-vinil-4H-1,3-ditiin (4.32%) en fazla bulunan sülfür bileşikleridir. Ayrıca, uçucu yağın toplam fenolik madde içeriği 2.84 mg gallik asit eşdeğeri/g ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisinin %50'sini indirgemek için gerekli olan miktarın bir ifadesi ve antioksidan aktivitenin bir indikatörü olan IC<sub>50</sub> değeri ise 63.58 g/L olarak hesaplanmıştır. Bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ve 6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karbosilik asit (troloks) çalışmada referans olarak kabul edilmiş sentetik antioksidanlardır ve IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 0.09 ve 0.08 mg/L olarak bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Allium sativum*, sarımsak, uçucu bileşen, fenolikler, antioksidan aktivite

\* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar;

✉ ozgesufer@osmaniye.edu.tr,

☎ (+90) 328 827 1000 / 3656

☎ (+90) 328 825 0097

## INTRODUCTION

*Allium sativum* (garlic) which is native to Asia belongs to the family of Alliaceae and some species of the genus *Allium* such as *Allium ursinum*, *A. porum*, *A. ascalonicum*, *A. fistulosum* have significant economic value in Asia, America and Europe (Fenwick and Hanley, 1985). Most of these species are often consumed as food because of their unique aromas (Avato et al., 1998). Total garlic production of Turkey was 121805 tons in 2017 and 21.3% of this amount procured from Taşköprü district in Kastamonu (TÜİK, 2018). Dry matter content of Kastamonu garlic makes it suitable for storing long times without deterioration and processing simply (Taşkın et al., 2013). *Allium sativum* have been used for medical purposes in various diseases such as headache, asthma, rheumatism, intestinal worms and tumors since ancient times (Rivlin, 2001; Corzo-Martinez et al., 2007) and recent biological and pharmacological studies have confirmed that these medical features of garlic are arising from its antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, anticarcinogenic, antimutagenic, hypocholesterolemic, hypolipidemic, antihypertensive, antithrombotic, immunomodulatory and prebiotic activities (Lanzotti, 2006; Asdaq and Inamdar, 2010).

Essential oils of plant origin are one of the important products of industry based on agriculture and these oils are used as flavoring substances in beverages, perfumes, cosmetics and nutritional products (Hussain et al., 2008; Teixeira et al., 2013). Essential oils could be acquired by various techniques such as steam distillation, solvent extraction and novel methods like supercritical fluid extraction (Schaneberg and Khan, 2002), microwaves, ultrasound (Périno-Issartier et al., 2013) and green extraction by solar energy (Yen and Lin, 2017). Solvent-free microwave extraction is accepted as a green and simple technology for the removal of essential oils from aromatic plants which do not require lots of water or an organic solvent (Filly et al., 2014).

The antimicrobial activity of garlic essential oil has been recently studied by Razani Rohani et al. (2011) and Casella et al. (2013). Also, the

differential effects of allyl sulfides of *Allium sativum* essential oil in human liver tumor cells were investigated by Wu et al. (2004). To the best of our knowledge, solvent-free microwave extraction of Kastamonu garlic essential oil and its chemical compounds, polyphenol content and antioxidant activity in a comparison with synthetic antioxidants like butylated hydroxyanisole (BHA) and 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (trolox) have not been reported to date. This paper will provide valuable information on the suitability of a faster, environment friendly and easier essential oil extraction technique of this aromatic vegetable.

## MATERIALS AND METHODS

### Extraction and chemical composition of garlic essential oil

Garlic samples (with a moisture content of nearly 69%) were procured from Çetmi Village in Taşköprü, Kastamonu, Turkey and bulbs were extracted in a microwave assisted cleverger system (Fig. 1) without water or an organic solvent. The power was set to the highest level (340 W) in microwave oven (Arçelik, MD 565, Turkey) to reduce processing time and each trial proceeded during 30 minutes. The oil was kept in glass vials and stored at -18°C until analysis. Each extraction was made in triplicate. The yield of essential oil was calculated from the following formula;

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Volume of essential oil (ml)}}{\text{Weight of sample (g)}} \times 100$$

(Equation 1)

Chemical composition of oil was determined by gas chromatography coupled to mass spectrometry (Agilent 7000 Series Triple Quad GC/MS). A column in the dimensions of 30 m length × 0.25 mm diameter × 0.25 μm film thickness containing 5% phenyl methyl poly siloxane was used. Helium was the carrier gas having a flow rate of 1.0 mL/min; the detector was flame ionization, split mode (1:20), split flow (40 l/min) and the injector at 250°C was employed. Initial column temperature was 50°C followed by increasing to 240°C at 3°C/min. The sample was diluted in dichloromethane (1:100,

v/v). Retention indices were specified according to the Kovats method (Rao et al., 2007) using *n*-alkanes as reference. Kovats indices reported in literature were compared to identified compounds in mass spectra (Adams, 2001).



Figure 1. Microwave-assisted cleverger setup (1-Microwave oven, 2-Cleverger unit, 3-Tap, 4-Cooling water inlet, 5-Cooling water outlet, 6-Sample flask)

### Total phenolic content

The method stated by Li et al. (2015) was used with minor modifications in determining the amounts of polyphenols. 0.5 ml methanolic solution of garlic essential oil (80 g/l) was reacted

with 0.5 ml Folin–Ciocalteu’s reagent. Then, 3 ml of 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solution was added to mixture and the tubes were vortexed. After 30 min incubation in dark place, the absorbances were read at 760 nm by a spectrophotometer (Shimadzu, UV 1800, Japan) and compared to a gallic acid curve ( $R^2=0.9937$ ;  $y=0.0111x+0.1105$ ). Methanol was used to zero the device. The results were given as mg gallic acid equivalents (GAE)/g oil. The test was carried out in triplicate.

### Antioxidant activity (DPPH assay)

Radical scavenging ability of *Allium sativum* essential oil was measured using the stable radical 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). 0.1 ml methanolic solution of essential oil of five different concentrations (8, 16, 32, 40, 80 g/l) was mixed with 2 ml DPPH solution (0.025 g/l) prepared in methanol. Butylated hydroxyanisole (BHA) and 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (trolox) were used as reference synthetic antioxidants and their concentrations were 0.025, 0.050, 0.075, 0.100 g/L. The absorbances were read at 517 nm by a spectrophotometer (Shimadzu, UV 1800, Japan) after 30 min keeping in dark. The amount of sample require to scavenge the 50% of DPPH (IC<sub>50</sub>) was determined graphically. Inhibition (%) of samples was identified by equation 2 (Viuda-Martos et al., 2010).

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{DPPH}}} \times 100$$

(Equation 2)

where A<sub>DPPH</sub> and A<sub>sample</sub> were the absorbances of DPPH solution and sample respectively. Methanol was used as blank. The test was carried out in triplicate.

### Statistical analysis

Means and standard deviations were estimated using classical statistical methods by Microsoft Office 2010, Excel software. Total phenolic and antioxidant activity data were analyzed using Student’s *t*-test and Duncan test (one way analysis of variance, ANOVA) at 95% confidence interval respectively. SPSS version 18 (IBM, USA) was the statistical software.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Extraction and chemical composition of garlic essential oil

The colour of *Allium sativum* essential oil was dark-yellow and it had a characteristic and influential garlic odour. The averaged yield by microwave-assisted solvent free extraction was  $0.30\% \pm 0.00$  ( $0.97\% \pm 0.00$  on dry basis). Rao et al. (2007) determined the essential oil yield of fresh Indian garlic cloves as 0.58% by conventional hydrodistillation on dry matter. This difference may sign that Kastamonu garlic is richer with respect to essential oil. Moreover, the essential oil collection concluded in only 30 minutes at 340 W in this study. But longer extraction times were implied for conventional hydrodistillation (Kimbaris et al., 2009; Romeilah et al., 2010). The reason behind this difference that microwaves make membranes and cell walls of vegetable penetrable because of their high energy and effective heating (Manouchehri et al., 2018). Also, lack of organic solvents and water in microwave assisted extraction step prevented human/environmental toxicity and huge energy consumption respectively (Pavlić et al., 2015).

A total of 14 compounds, covering more than 96% of entire chemical composition of sample, were identified successfully with the aid of GC/MS (Figure 2) and allyl trisulfide (synonyms di-2-propenyl trisulfide and diallyl trisulfide) (27.09%), methyl allyl trisulfide (21.26%), allyl disulfide (synonym diallyl disulfide) (20.02%), allyl trans-1-propenyl disulfide (7.48%), allyl methyl disulfide (6.08%) and 2-vinyl-4H-1,3-dithiine (4.32%) were found to be the main components (Table 1). All compounds reported in this paper could be categorized in the group of sulphur components and most of them have already been declared as the dominant volatiles of *Allium sativum* essential oil (Abu-Lafi et al., 2004). On the contrary, allyl trisulfide which was known as its anti-cancer effect (Seki et al., 2008) was not the key constituent in Kastamonu garlic bulb and detected only at the rate of 0.99% by Keleş et al. (2014). Due to applying heat during extraction process, other molecules may transform into allyl trisulfide, thus the amount of related compound may be higher in essential oil than fresh sample.

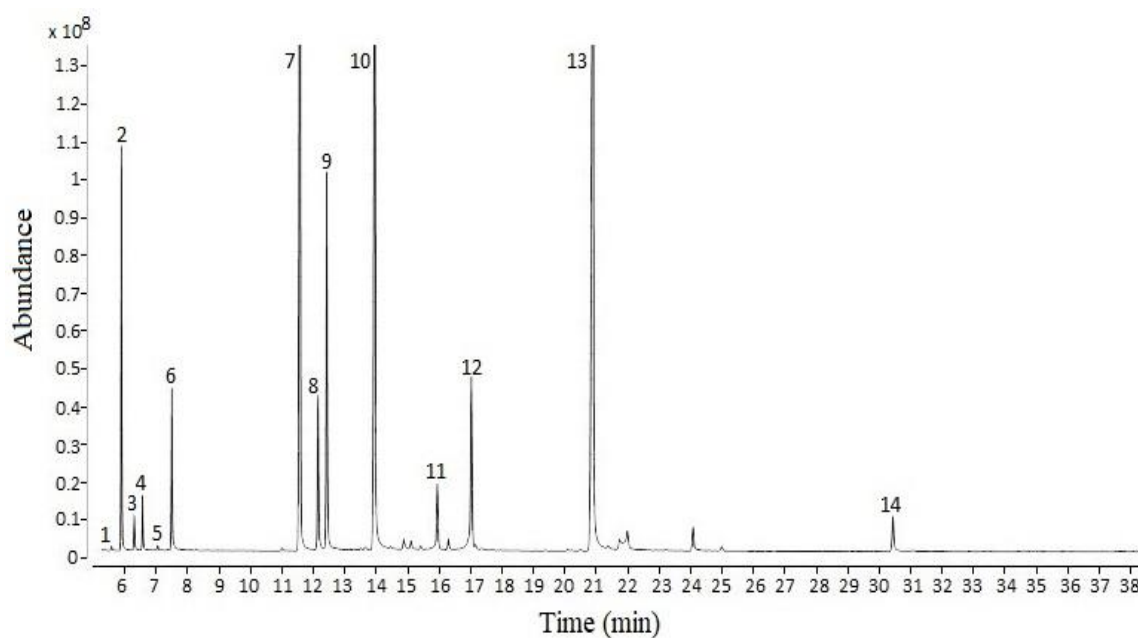


Figure 2. GC/MS chromatogram of garlic essential oil

Table 1. Volatile organic compounds of *Allium sativum* essential oil

No	RI	Compounds	%	ID
1	908	Thiophene, 3,4-dimethyl-	0.08	GC/MS, KI
2	913	Methyl allyl disulfide	6.08	GC/MS, KI
3	931	Methyl cis-propenyl disulfide	0.57	GC/MS, KI
4	940	Methyl trans-propenyl disulfide	0.86	GC/MS, KI
5	945	3H-1,2-Dithiole	0.08	GC/MS, KI
6	972	Dimethyl trisulfide	2.78	GC/MS, KI
7	1071	Allyl disulfide	20.02	GC/MS, KI
8	1097	Allyl cis-1-propenyl disulfide	3.19	GC/MS, KI
9	1103	Allyl trans-1-propenyl disulfide	7.48	GC/MS, KI
10	1130	Methyl allyl trisulfide	21.26	GC/MS, KI
11	1190	3-Vinyl-1,2-dithiacyclohex-4-ene	1.59	GC/MS, KI
12	1195	2-Vinyl-4H-1,3-dithiine	4.32	GC/MS, KI
13	1289	Allyl trisulfide	27.09	GC/MS, KI
14	1555	Diallyl tetrasulfide	1.03	GC/MS, KI
Sulphur compounds			96.43	
Total identified			96.43	

RI: Retention indices in the present study, ID: Identification, KI. Kovats index.

Kozan (2012) obtained the essential oils from both Kastamonu and Denizli garlics by steam distillation and stated that allyl trisulfide (42.52% and 45.22%, respectively), allyl disulfide (24.48% and 32.60%, respectively) and methyl allyl trisulfide (18.21% and 11.63% respectively) had the highest portions in samples. According to study carried out by Dziri et al. (2014), the predominant volatiles in essential oil of Tunisian garlic which was dried with different methods before hydrodistillation were indicated as allyl trisulfide (37.30, 42.30 and 45.90%), allyl disulfide (29.10, 35.60 and 17.50%), methyl allyl trisulfide (10.40, 8.30 and 7.70%) (for the air, oven and freeze-dried bulbs respectively). In a recent study, the major volatiles of essential oils from two different garlic cultivars (white-skin and purple-skin) were found as allyl trisulfide and allyl disulfide (45.76 and 22.38%) in white-skin cultivar, allyl trisulfide and allyl methyl trisulfide (58.53 and 21.94%) in purple-skin cultivar (El-Sayed et al., 2017). Considering these results, it can be said that microwave-assisted extraction presented in this paper may be destructive on aroma constituents (except methyl allyl trisulfide) of garlic essential oil than conventional procedure, however same compounds were detected dominantly in all mentioned researches. The amount of methyl allyl trisulfide in essential

oil extracted by microwaves is higher than previous reports. It may probably be more stable compound than both allyl trisulfide and allyl disulfide and needs more processing time for degradation. Kimbaris et al. (2009) prepared two different semi-synthetic garlic essential oils by mixing oil sample with either standard diallyl sulfide (DS) or standard diallyl disulfide (DDS) in a ratio of 1:1 (w/w) after simultaneous hydrodistillation solvent extraction in order to investigate larvicidal activity against mosquitoes. They emphasized that the major constituents were methyl allyl trisulfide (9.40 and 10.00%), diallyl trisulfide (5.10 and 10.90%), 2-vinyl-4H-1,3-dithiine (9.30 and 11.50%) and 3-vinyl-4H-1,2-dithiine (7.40 and 10.20%) (for DS and DDS respectively). The differences in quantitative results of chemical composition may be also arisen from various factors like genetic variation, geographical location, climatic conditions and pretreatments (drying etc.) as well as extraction techniques.

#### Total phenolic content and antioxidant activity

Polyphenols are accepted as strong antioxidants found in several foods throughout the world and the preventive effects of serious diseases such as cancer and neurodegenerative disorders come from adequate intake of phenolics (Arts and

Hollman, 2005; Szychowski et al., 2018). Total phenolic content of *Allium sativum* essential oil was determined as  $2.84 \pm 0.18$  mg GAE/g oil ( $P < 0.05$ ) by Folin–Ciocalteu method. Mnayer et al. (2014) declared the total phenolic content of garlic oil extracted by turbo hydrodistillation as 5.61 mg GAE/g which was higher than onion and Chinese chive. Variation between two results can be expressed by both growing condition and genetic factors (Petropoulos et al., 2018) such in chemical composition. On the other hand, microwaves may possibly influence bioactives because of supplying rapid heating inside material eliminating other genetic or geographical factors. Indeed, Albi et al. (1997) studied the microwave and conventional heating of edible fats and their effects on phenolic compounds and stated that microwave heating of olive oil and virgin olive oil caused 85% and 96% loss of initial polyphenols respectively. However these losses were in level of 64% and 10% in heating in a conventional electric oven. Also, Nieto et al. (2013) attributed the low phenolic content of essential oils when compared to plant extracts to hydrophilicity and poor solubility of bioactives in oil medium.

DPPH radical scavenging activity is a common *in vitro* method to determine antioxidative property (Xiong et al., 2018). Table 2 demonstrated the DPPH inhibition levels (%) by the different concentrations of both essential oil and reference antioxidant materials. Because the radical scavenging abilities of natural and synthetic specimens were not unequal, the sample solutions were prepared in different ratios. A concentration-dependent antioxidant activity was observed for all samples. When essential oil/synthetic antioxidant amount was increased in medium, DPPH inhibition (%) was also enhanced ( $P < 0.05$ ). Discolouration from purple to yellow in

a great way signed a higher antioxidant behavior and hence a lower  $IC_{50}$  value (Mnayer et al., 2014). Trolox was the strongest antioxidant ( $IC_{50} = 0.08$  g/L) and BHA ( $IC_{50} = 0.09$  g/L) and essential oil sample ( $IC_{50} = 63.58$  g/L) followed trolox respectively. S-allyl-(L)-cysteine (SAC) is a sulphur compound which has high radical scavenging activity (Jang et al., 2018) and it is thought that one of the antioxidant source of garlic essential oil comes from SAC. Significant statistical differences were specified in all concentrations of BHA and trolox ( $P < 0.05$ ). A higher result was indicated for garlic essential oil ( $IC_{50} = 88.91$   $\mu$ g/ml) obtained by conventional cleverger mechanism by Romeilah et al. (2010) in Egypt and this might prove that Kastamonu garlic showed more antioxidant activity and/or microwave assisted extraction of garlic essential oil was a successful technique for procuring antioxidant molecules. Zor (2006) determined the DPPH radical scavenging activity of methanolic extract (40 g/L) of Kastamonu garlic as 65%. This may prove that fresh garlic samples possess more antioxidant ability than its essential oil. Because garlic essential oil in this paper had 31.94% DPPH inhibition at 40 g/L concentration. Furthermore, Kastamonu garlic essential oil obtained by microwave assisted extraction has higher antioxidant activity despite of lower polyphenol level when regarding previous studies in literature. There may not be a relation between phenolic compounds and antioxidant capacity or non-phenolic compounds of essential oil may probably show antioxidant behaviour. Baschieri et al. (2017) emphasized that essential oils which did not have phenolics at an important level possessed significant antioxidant activity, however their mechanism was not clearly understood.

Table 2. Antioxidant activity of garlic essential oil and selected synthetic antioxidants

Sample	DPPH Inhibition (%)					$IC_{50}$ (g/L)
	8 g/L	16 g/L	32 g/L	40 g/L	80 g/L	
<i>Allium sativum</i>	8.89 <sup>d</sup> $\pm$ 0.86	16.92 <sup>bc</sup> $\pm$ 4.07	25.87 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.86	31.94 <sup>b</sup> $\pm$ 1.72	60.61 <sup>a</sup> $\pm$ 15.22	63.58
	0.025 g/L	0.050 g/L	0.075 g/L	0.100 g/L		
BHA	22.89 <sup>d</sup> $\pm$ 1.55	34.17 <sup>c</sup> $\pm$ 0.00	41.81 <sup>b</sup> $\pm$ 1.22	54.44 <sup>a</sup> $\pm$ 4.71		0.09
Trolox	13.44 <sup>d</sup> $\pm$ 3.54	27.38 <sup>c</sup> $\pm$ 0.76	49.27 <sup>b</sup> $\pm$ 3.18	63.31 <sup>a</sup> $\pm$ 1.46		0.08

Same small letters in each line show insignificant differences ( $P > 0.05$ ).

## CONCLUSION

A promising solvent-free extraction with the aid of microwaves in less time was investigated in order to recover the essential oil of *Allium sativum* (garlic) regarding chemical composition, total polyphenol level and antioxidative activity. Findings indicated that, Kastamonu garlic had a great potential of essential oil and gave higher oil yield with new method, however microwave-assisted extraction caused the loss of some volatile compounds like allyl trisulfide and allyl disulfide when compared to steam distillation studies in literature. Methyl allyl trisulfide was one of the major constituents and microwaves did not show an harmful effect on this molecule as such in allyl trisulfide and allyl disulfide. Although, total polyphenols were lower, the antioxidant activity of essential oil was improved by microwaves. Bioactive molecules might be destroyed by processing, since microwaves caused a quick temperature rise in sample. Hence, lower power levels (<340 W) are ought to be recommended for extraction.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Aycan Çörekçioğlu and his valuable relatives for providing *Allium sativum* bulbs from Kastamonu, Turkey.

## REFERENCES

Abu-Lafi, S., Dembicki, J.W., Goldschlag, P., Hanuš, L.O., Dembitsky, V.M. (2004). The use of the 'cryogenic' GC/MS and on-column injection for study of organosulfur compounds of the *Allium sativum*. *J Food Comp Anal*, 17: 235-245, doi: 10.1016/j.jfca.2003.09.002

Adams, R.P. (2001). Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL, doi: 10.1016/j.jasms.2005.07.008

Albi, T., Lanzón, A., Guinda, A., León, M., Pérez-Camino, M.C. (1997). Microwave and conventional heating effects on thermoxidative degradation of edible fats. *J Agric Food Chem*, 45(10): 3795–3798, doi: 10.1021/jf970181x

Arts, I.C.W., Hollman, P.C.H (2005). Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr*, 81: 317S–325S, doi: 10.1093/ajcn/81.1.317S

Asdaq, S.M., Inamdar, M.N. (2010). Potential of garlic and its active constituent, S-allyl cystein, as antihypertensive and cardioprotective in presence of captopril. *Phytomedicine*, 17: 1016-1026, doi: 10.1016/j.phymed.2010.07.012

Avato, P., Miccolis, V., Tursi, F. (1998). Agronomic evaluation and essential oil content of garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes grown in Southern Italy. *Adv Hort Sci*, 12: 201-204.

Baschieri, A., Ajvazi, M.D., Tonfack, J.L.F., Valgimigli, L., Amorati, R. (2017). Explaining the antioxidant activity of some common non-phenolic components of essential oils. *Food Chem*, 232: 656–663, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.04.036

Casella, S., Leonardi, M., Melai, B., Fratini, F., Pistelli, L. (2013). The role of diallyl sulfides and dipropyl sulfides in the in vitro antimicrobial activity of the essential oil of garlic, *Allium sativum* L. and leek, *Allium porrum* L. *Phytother Res*, 27(3): 380-383, doi: 10.1002/ptr.4725

Corzo-Martinez, M., Corzo, N., Villamiel, M. (2007). Biological properties of onions and garlic. *Trends Food Sci Technol*, 18: 609-625, doi: 10.1016/j.tifs.2007.07.011

Dziri, S., Casabianca, H., Hanchi, B., Hosni, K. (2014). Composition of garlic essential oil (*Allium sativum* L.) as influenced by drying method. *J Essent Oil Res*, 26(2): 91-96, doi: 10.1080/10412905.2013.868329

El-Sayed, H.S., Chizzola, R., Ramadan, A.A., Edris, A.E. (2017). Chemical composition and antimicrobial activity of garlic essential oils evaluated in organic solvent, emulsifying, and self-microemulsifying water based delivery systems. *Food Chem*, 221: 196-204, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.052

Fenwick, G., Hanley, A. (1985). The genus *Allium*. Part 2. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 22(4): 273-277, doi: 10.1080/10408398509527417



- Filly, A., Fernandez, X., Minuti, M., Visinoni, F., Cravotto, G., Chemat, F. (2014). Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: From laboratory to pilot and industrial scale. *Food Chem*, 150: 193-198, doi: 10.1016/j.foodchem.2013.10.139
- Hussain, A.I., Anwar, F., Hussain Sherazi, S.T., Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chem*, 108: 986-995, doi: 10.1016/j.foodchem.2007.12.010
- Jang, H.J., Lee, H.J., Yoon, D. K., Ji, D.S., Kim, J.H., Lee, C.H (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents. *Food Sci Biotechnol*, 27(1): 219–225, doi: 10.1007/s10068-017-0246-4
- Keleş, D., Taşkın, H., Baktumur, G., Kafkas, E., Büyükalaca, S. (2014). Comparative study on volatile aroma compounds of two different garlic types (Kastamonu and Chinese) using gas chromatography mass spectrometry (HS-GC/MS) technique. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 11(3): 217-220, doi: 10.4314/ajtcam.v11i3.30
- Kimbaris, A. C., Kioulos, E., Koliopoulos, G., Polissious, M.G., Michaelakis, A. (2009). Coactivity of sulfide ingredients: a new perspective of the larvicidal activity of garlic essential oil against mosquitoes. *Pest Manag Sci*, 65: 249-254, doi: 10.1002/ps.1678
- Kozan, G. (2012). *Allium sativum* L. (Kastamonu ve Denizli yerel) bitkisinin uçucu yağlarının kimyasal bileşimi, antibakteriyel ve antioksidan aktivitesinin karşılaştırılması. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, Türkiye, 52 s.
- Lanzotti, V. (2006). The analysis of onions and garlic. *J Chromatogr A*, 1112: 3-22, doi: 10.1016/j.chroma.2005.12.016
- Li, X., Wasila, H., Liu, L., Yuan, T., Gao, Z., Zhao, B., Ahmad. I. (2015). Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. *Food Chem*, 175: 575-584, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.12.003
- Manouchehri, R., Saharkhiz, M. J., Karami, A., Niakousari, M. (2018). Extraction of essential oils from damask rose using green and conventional techniques: Microwave and ohmic assisted hydrodistillation versus hydrodistillation. *Sustain Chem Pharm*, 8: 76–81, doi: 10.1016/j.scp.2018.03.002
- Mnayer, D., Fabiano-Tixier, A. S., Petitcolas, E., Hamieh, T., Nehme, N., Ferrant, C., Fernandez, X., Chemat, F. (2014). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of six essential oils from the Alliaceae family. *Mol*, 19(12): 20034–20053, doi: 10.3390/molecules191220034
- Nieto, G., Jongberg, S., Andersen, M.L., Skibsted, L.H. (2013). Thiol oxidation and protein cross-link formation during chill storage of pork patties added essential oil of oregano, rosemary or garlic. *Meat Sci*, 95(2): 177–184, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.05.016
- Pavlič, B., Vidović, S., Vladić, J., Radosavljević, R., Zeković, Z. (2015). Isolation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil by green extractions versus traditional techniques. *J Supercrit Fluids*, 99: 23–28, doi: 10.1016/j.supflu.2015.01.029
- Périno-Issartier, S., Ginies, C., Cravotto, G., Chemat, F. (2013). A comparison of essential oils obtained from lavandin via different extraction processes: Ultrasound, microwave, turbohydrodistillation, steam and hydrodistillation. *J Chromatogr A*, 1305: 41-47, doi: 10.1016/j.chroma.2013.07.024
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M., Ferreira, I.C.F.R. (2018). Antimicrobial and antioxidant properties of various Greek garlic genotypes. *Food Chem*, 245(8): 7–12, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.078
- Rao, P.P., Nagender, A., Rao, L.J., Rao, D.G. (2007). Studies on the effects of microwave drying and cabinet tray drying on the chemical composition of volatile oils of garlic powder. *Eur Food Res Technol*, 224: 791-795, doi: 10.1007/s00217-006-0364-3

- Rivlin, R. (2001). Historical perspective on the use of garlic. *J Nutr*, 131: 951-955, doi: 10.1093/jn/131.3.951S
- Romeilah, R.M., Fayed, S.A., Mahmoud, G.I. (2010). Chemical compositions, antiviral and antioxidant activities of seven essential oils. *J Appl Sci Res*, 6(1): 50-62.
- Schaneberg, B.T., Khan, I.A. (2002). Comparison of extraction methods for marker compounds in the essential oil of lemon grass by GC. *J Agric Food Chem*, 50(6): 1345-1349, doi: 10.1021/jf011078h
- Seki, T., Hosono, T., Hosono-Fukao, T., Inada, K., Tanaka, R., Ogihara, J., Ariga, T. (2008). Anticancer effects of diallyl trisulfide derived from garlic. *Asia Pac J Clin Nutr*, 1: 249-252.
- Szychowski, K.A., Rybczyńska-Tkaczyk, K., Gawel-Bęben, K., Świeca, M., Karaś, M., Jakubczyk, A., Matysiak, M., Binduga, U., Gmiński, J. (2018). Characterization of active compounds of different garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. *Pol J Food Nutr Sci*, 68(1): 73–81, doi: 10.1515/pjfn-2017-0005
- Taşkın, H., Baktemur, G., Kurul, M., Büyükalaca, S. (2013). Use of tissue culture techniques for producing virus-free plant in garlic and their identification through real-time PCR. *Sci World J*, doi: 10.1155/2013/781282
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N.R., Nogueira, J.M.F., Saraiva, J.A., Nunes, M.L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Ind Crops Prod*, 43: 587-595, doi: 10.1016/j.indcrop.2012.07.069
- TÜİK, (2018). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Accessed 06.08.2018
- Viuda-Martos, M., Navajas, Y.R., Zapata, E.S., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A. (2010). Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. *Flavour Fragr J*, 25(1): 13-19, doi: 10.1002/ffj.1951
- Wu, C.C., Chung, J.G., Tsai, S.J., Yang, J.H., Sheen, L.Y. (2004). Differential effects of allyl sulfides from garlic essential oil on cell cycle regulation in human liver tumor cells. *Food Chem Toxicol*, 42(12): 1937-1947, doi: 10.1016/j.fct.2004.07.008
- Yen, H.Y., Lin, Y.C (2017). Green extraction of Cymbopogon citrus essential oil by solar energy. *Ind Crops Prod*, 108(1): 716-721, doi: 10.1016/j.indcrop.2017.07.039
- Xiong, F., Dai, C.H., Hou, F.R., Zhu, P.P., He, R.H., Ma, H.L. (2018). Study on the ageing method and antioxidant activity of black garlic residues. *Czech J. Food Sci*, 36(1): 88–97, doi: 10.17221/420/2016-CJFS
- Zor, T. T. (2006). Kastamonu sarımsağının allicin ve alliin içeriğinin hplc ile belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye, 65 s.

## MEYVE VE SEBZELERDE HASAT SONRASI FUNGAL HASTALIKLARIN ANTAGONİSTİK MAYALAR İLE BİYOKONTROLÜ

**Bilal Ağırman, Meltem Necla Akalın, Hüseyin Erten\***

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Geliş / Received: 07.08.2018; Kabul / Accepted: 16.12.2018; Online baskı / Published online: 18.01.2019

Ağırman, B., Akalın, M.N., Erten, H. (2019). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası fungal hastalıkların antagonistik mayalar ile biyokontrolü. GIDA (2019) 44 (1): 31-49 doi: 10.15237/gida.GD18082

Ağırman, B., Akalın, M.N., Erten, H. (2019). Biocontrol of postharvest fungal diseases in fruits and vegetables by antagonistic yeasts. GIDA (2019) 44 (1): 31-49 doi: 10.15237/gida.GD18082

### ÖZ

Dünya genelinde taze meyve ve sebzelerde meydana gelen ve %50 oranına kadar ulaşabilen önemli kayıplar çoğunlukla hasat sonrası hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Günümüzde, hasat sonrası hastalıklara neden olan patojenlerin kontrolünde sentetik fungusit kullanımı ön plana çıkmaktadır. Ancak, toplumun gıda zincirinde kimyasal kalıntıyı azaltma isteği ve fungusit dirençli patojenlerin gelişmesi hasat sonrası hastalıkların kontrolünde etkili ve güvenilir yeni kontrol stratejilerinin araştırılmasına yol açmıştır. Hasat edilen meyve ve sebzelerde meydana gelen kayıpların azaltılması amacıyla sentetik fungusit kullanımına alternatif olarak biyokontrol ajanlarının kullanımı umut verici bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Biyokontrol amacıyla kullanılan çeşitli mikrobiyel ajanlar arasında özellikle mayaların önemi genellikle antibiyotik üretmemeleri, çok sayıda patojene karşı etkili olmaları vs. gibi birçok olumlu özelliğinden dolayı vurgulanmıştır. Bu derlemede; meyve-sebzelerde meydana gelen hasat sonrası hastalıklar, biyokontrol, antagonist ve fungal patojenler hakkında bilgi verilmiş, antagonizm mekanizmaları, mikrobiyel antagonistlerin biyoetkinliklerini artırma yöntemleri ve mikrobiyel antagonistlerin ticari uygulamaları detaylı bir şekilde ele alınmış ve literatürde yapılan son çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyokontrol, antagonist, fungal patojen, meyve-sebze, maya

## BIOCONTROL OF POSTHARVEST FUNGAL DISEASES IN FRUITS AND VEGETABLES BY ANTAGONISTIC YEASTS

### ABSTRACT

Postharvest diseases account for significant amount of postharvest losses of fruit and vegetables worldwide. Today, use of synthetic chemical fungicides is principal method of controlling postharvest pathogens. However, increasing concerns regarding residues of fungicides in food supply and development of fungicide resistant pathogens have prompted the search for safer alternative disease management strategies. Usage of biocontrol agents (BCAs) has emerged as one of the most promising methods to decrease postharvest losses. Among various microbial agents, use of antagonistic yeasts has been especially emphasized due to production of antibiotics is not involved in their inhibitory activities and they are effective against a wide range of pathogens. Current review provides a brief overview on postharvest diseases of fruit and vegetables, biocontrol, antagonist and fungal pathogens. Additionally, mode of action of yeasts, enhancing the bioefficacy of antagonists and commercial applications of BCAs have been discussed and recent studies in literature have been summarized.

**Keywords:** Biocontrol, antagonist, fungal pathogen, fruits, vegetables, yeast

\* Yazışmalardan sorumlu yazar /Corresponding author;

✉ herten@cu.edu.tr

☎ (+90) 322 338 60 84

☎ (+90) 322 338 61 73

## GİRİŞ

Meyve ve sebzeler; vitaminler, mineraller gibi gerekli besin öğelerini içermelerinden dolayı insan beslenmesinin önemli bir parçasını oluştururlar. Ayrıca, meyve ve sebzeler besinsel lif, antioksidanlar gibi diğer gerekli bileşenleri bulundurdıklarından dolayı insan sağlığı açısından önemli rol oynamaktadır (Hossain vd., 2017). Beslenme ve sağlığın bağıntılı olması konusunda artan tüketici bilinci daha fazla meyve - sebze tüketimine yol açmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2013 verilerine göre dünyada yaklaşık 995 milyon ton yaş sebze ve 841 milyon ton yaş meyve üretilmektedir. Ancak, dünya genelinde üretilen meyve ve sebze miktarının yaklaşık üçte biri tüketiciye ulaşmadan bozulduğundan atılmaktadır (Anonim, 2017).

Hasat öncesi ve sonrasında taze meyve sebzelerde çeşitli bozulmalar meydana gelmektedir. Ekonomik olarak önemli kayıplara yol açan bu bozulmaların büyük çoğunluğu fungal hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Fungal hastalıklar nedeniyle meyve ve sebzeler önemli ölçüde zarar görmekte, kaliteleri azalmakta ve genellikle raf ömürleri kısalmaktadır. Meyve ve sebzelerde taşıma, işleme ve depolamanın uygun koşullarda yapılmaması nedeniyle hasat sonrası kayıpların oranı artmaktadır. Bu kayıplar gelişmiş ülkelerde toplam meyve-sebze üretiminin %25'ine karşılık gelirken, gelişmekte olan ülkelerde ise bu oranın %50'nin üzerinde olduğu bildirilmiştir (Nunes, 2012). FAO tarafından 2011 yılında yayınlanan raporda hasat sonrası meyve ve sebzelerde meydana gelen kayıpların Avrupa, Güney Amerika ve Okyanusya 'da ortalama %29, sanayileşmiş Asya, Güney Doğu Asya, Afrika ve Latin Amerika ülkelerinde ise yaklaşık %38 olduğu bildirilmiştir (FAO, 2011).

Meyve ve sebzelerin fungal patojenler tarafından kaynaklanan bozulmalara maruz kalmaları; meyve ve sebzelerin yüksek oranda besin ve su içeriğine, düşük pH seviyesine sahip olmaları ve hasat sonrasında meyve ve sebzelerin iç bozulmaya karşı göstermiş oldukları dirençte meydana gelen azalma gibi sebeplere dayandırılabilir. Hasat sonrası oluşan hastalıkların önemli bir kısmı meyve ve sebzelerde hasat esnasında veya hasat

sonrası taşıma ve paketlenme sırasında meydana gelen hasarlardan kaynaklanmaktadır (Cao vd., 2013). Gıdalarda hasat sonrası bozulmaların önemli bir çoğunluğunu temsil eden fungal patojenler *Penicillium*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Monilinia*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gloesporium* ve *Mucor* cinsleri olarak sayılabilir (Salas vd., 2017).

Ekonomik açıdan kayıplara ek olarak, insan sağlığı için tehlike oluşturan mikotoksinleri üreten *Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus* ve *Fusarium* gibi bazı fungal cinsler toplum sağlığı açısından da risk teşkil etmektedir. Örneğin, hasat sonrası birçok meyvede görülen mavi küf (blue mold) hastalığının nedeni olarak bilinen *Penicillium expansum*; patulin, sitrinin ve chaetoglobosin'ler gibi kanserojen ikincil toksik metabolitleri üretmektedir (Liu vd., 2013). *Aspergillus niger*, *Aspergillus tubingensis*, *Aspergillus carbonarius* gibi fungal türler ise gelişim aşamalarında okratoksin A (OTA) ve fumonisin B2 (FB2) gibi mikotoksinleri üretme potansiyeline sahiptir. Bu mikotoksinlerden OTA üzüm ve üzüm kaynaklı ürünlerde (şarap, üzüm suyu, kuru üzüm vs.) en yaygın bulunan toksin olarak tespit edilmiştir (Pantelides vd., 2015).

Günümüzde dünya genelinde meyve ve sebzelerin hasat sonrası hastalıklarını kontrol etmek amacıyla temel olarak sentetik fungusitler kullanılmaktadır. Fakat, fungusit direnci kazanan patojenlerin gelişmesi, zararlı kimyasalların gıda zincirinde azaltılmasına yönelik dünya genelinde giderek artan tüketici eğilimi acil bir şekilde verimliliği yüksek, kalıntı oranı düşük, toksik olmayan çevre ve ekonomi dostu alternatif biyokontrol metodlarının bulunmasına yol açmıştır (Droby vd., 2009). Hasat sonrası meyve ve sebzelerdeki çürümeyi yönetmek ve sentetik fungusit kullanımını azaltmak amacıyla ortaya çıkan farklı yaklaşımlar arasında antagonistik mayalar ile biyokontrol yöntemi umut verici bir gelişme olarak ortaya çıkmış ve önem kazanmıştır.

Bu derlemede meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıkların kontrolünde uygulanan yaklaşımlar ve kimyasal fungusitlerin etkileri, biyokontrol ajanı olarak mayaların önemi, ideal bir

antagonistin sahip olması gereken özellikler, biyokontrol ajanlarının etki mekanizmaları, mikrobiyel antagonistlerin biyoetkinliğini artırma yöntemleri ve biyokontrol ürünlerinin ticari uygulamaları ele alınmıştır. Ayrıca, güncel literatür taranarak çeşitli meyve ve sebzelerde hasat sonrası meydana gelen hastalıklar, bu hastalıklara yol açan fungal patojenler ve bu patojenlerin biyokontrolünde etkili olan antagonistik mayalar hakkında bilgi verilmiştir.

### **BİYOKONTROL VE ANTAGONİST NEDİR?**

“Biyokontrol” yada “biyolojik kontrol” veya “biyo-koruma” terimleri doğal ortamda var olan veya sonradan eklenen mikroorganizmaları, bu mikroorganizmalar tarafından fermentasyon sırasında üretilen çeşitli bileşenleri veya metabolitleri kullanarak bir gıdanın raf ömrünü uzatmak veya patojen ve bozucu mikroorganizmaları yok ederek gıda güvenliğini arttırmak olarak açıklanabilir (Salas vd., 2017). Biyokontrol sistemi konukçu hammadde (ürün), patojen ve antagonistik mikroorganizma arasında meydana gelen ve çevresel faktörlere bağlı olan üç yönlü bir etkileşimden oluşmaktadır (Liu vd., 2013). Biyokontrol stratejisi ile bozucu türlerin yayılmaları ve çoğalmalarını bu türlerin doğal düşmanlarını kullanarak sınırlandırmak ve kontrol altında tutmak amaçlanır (Kang vd., 2017). Burada kullanılan doğal düşman terimi ile aslında kastedilen antagonist mikroorganizmalardır. Antagonist terimi ‘anti (muhalif)’ ve ‘against (karşısında)’ kelimelerinden türetilmiştir. Antagonist mikroorganizmalar zıt olan, karşıt düşman olarak tanımlanabilir ve ana karakteri engellemekle yükümlüdürler.

Antagonizm doğada mikroorganizmaların biyolojik denge kurma yaklaşımlarından birisidir. Bu yaşam biçiminde bir arada bulunan iki mikroorganizmadan biri diğerine doğrudan ya da dolaylı olarak zarar verir ve gelişmesini, çoğalmasını olumsuz olarak etkiler ve yaşamını sınırlandırır ya da ortadan kaldırır. Sharma vd. (2009) tarafından meyve ve sebzelerde meydana gelen hasat sonrası hastalıkların mikrobiyel antagonistler ile kontrolünde iki temel yaklaşım olduğu bildirilmiştir. İlk yaklaşım olarak ürünün

üzerinde doğal olarak zaten var olan epifitik mikroorganizmaların gerektiğinde desteklenerek yönetilmesi ve patojenlere karşı kullanılması, ikinci yöntem ise hasat sonrası patojene karşı rekabet etme yeteneğine sahip olan ancak dışardan getirilip ortam içerisine yerleştirme yoluyla mikrobiyel ajanların yapay bir şekilde patojenlere karşı tanıştırılması olarak bildirilmiştir.

Hasat sonrası meyve ve sebze çürümelerini önlemek amacı ile biyokontrol ajan (BYA) olarak başta mayalar olmak üzere küfler, laktik asit bakterileri, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler mikrobiyel antagonist olarak kullanılmaktadır (Çizelge 1) (Sharma vd., 2009; Lamont vd., 2017). Literatürde kullanılan birçok farklı mikroorganizma türü arasında özellikle mayaların biyokontrol ajanı olarak kullanımları ön plana çıkmıştır. Bunun sebepleri arasında mayaların büyük ölçekli ticari üretimleri, fermentasyon, depolama ve kullanımına dair önemli ölçüde bilgi birikiminin bulunmasının yanı sıra mayaların inhibisyon aktiviteleri içerisinde özellikle antibiyotikler gibi ikincil metabolit madde üretiminin bulunmamasıdır (Liu vd., 2013). Gıdalarda antibiyotik üretici mikroorganizma kullanılması sonucu meyvelerde bulunan ve aynı zamanlarda insanlara karşı patojen olan mikroorganizmalarda antibiyotik direnci gelişimine neden olabileceği endişeleri antibiyotik üreticisi olmayan maya türlerinin hasat sonrası hastalıklarda kullanımı stratejisini yaygınlaştırmaktadır (Spadaro ve Droby, 2016).

### **MAYALARIN BİYOKONTROLDEKİ ÖNEMİ VE İDEAL BİR ANTAGONİSTTE ARANAN ÖZELLİKLER**

Hasat sonrası meyve-sebze patojenlerinin kontrolü meyve-sebze sanayisinin karşılaştığı en önemli zorluklardan birisidir. Küflerin ürün üzerinde çoğalması önemli miktarlarda ekonomik kayıplara yol açarken diğer taraftan meyve-sebzelerin mikotoksin kontaminasyonuna uğramasından dolayı ciddi sağlık problemlerini de beraberinde getirmektedir. Sentetik fungusit kullanımı meyve-sebzelerde fungal hastalıkları kontrol etmede en yaygın yöntem olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, sentetik fungusit

kullanımının yol açtığı akut ve sinerjik etkilerden dolayı fungusit kullanımını ciddi yasal kontroller altında yürütülmektedir (de Paiva vd., 2017). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) 2014 yılında yaptığı çalışmada incelenen gıda örneklerinin yaklaşık %45'inde sentetik bileşen

kalıntısına rastlandığını ve örneklerin %1.9'unun izin verilen sınırların üzerinde kalıntı içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca, teste tabii tutulan gıdalarda Avrupa Birliği tarafından onaylanmayan pestisitlerin de kullanıldığı bildirilmiştir (EFSA, 2014).

Çizelge 1. Meyve ve sebzelerin hasat sonrası hastalıklarının kontrolünde etkili olan mikrobiyel antagonistler

Antagonist	Parazit	Ürün	Hastalık	Referans
<i>Acetobacter nigricans</i>	<i>Fusarium poae</i>	Mısır	<i>Fusarium</i> enfeksiyonu	Nagaraja vd., 2016
<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Penicillium expansum</i>	Armut	Mavi küf	Spadaro ve Droby, 2016
	<i>Botrytis cinerea</i>	Elma	Gri küf	Di Francesco vd., 2015
	<i>Penicillium digitatum</i>	Mandalina	Yeşil küf	Parafati vd., 2017
	<i>Aspergillus tubingensis</i>	Üzüm	<i>Aspergillus</i> enfeksiyonu	Pantelides vd., 2015
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Alternaria alterna</i>	Hünnap	<i>Alternaria</i> çürümesi	Zhang vd., 2015
	<i>Monilinia fructicola</i>	Portakal	Kahverengi çürüme	Calvo vd., 2017
	<i>Monilinia fructicola</i>	Kiraz	Kahverengi çürüme	Gotor-Vila vd., 2017
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Domates	Çürüme	Kilani-Feki vd., 2016
	<i>Aspergillus flavus</i>	Nar	<i>Aspergillus</i> enfeksiyonu	Gajbhiye vd., 2013
	<i>Colletotrichum capsici</i>	Biber	Antraknoz	Spadaro ve Droby, 2016
<i>Candida diversa</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Kivi	Gri Küf	Tang vd., 2015
<i>Candida intermedia</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Avokado	Antraknoz	Campos-Martínez vd., 2016
<i>Candida membranifaciens</i>	<i>Penicillium digitatum</i>	Portakal	Yeşil küf	Terao vd., 2017
<i>Candida tropicalis</i>	<i>Colletotrichum musae</i>	Muz	Antraknoz	Zhimo vd., 2017
<i>Clonostachys rosea</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Domates	Gri küf	Gong vd., 2017
<i>Cryptococcus laurentii</i>	<i>Penicillium expansum</i>	Şeftali	Mavi küf	Zhang vd., 2017
	<i>Botrytis cinerea</i>	Çilek	Gri küf	Wei vd., 2014
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Üzüm	Gri küf	Qin vd., 2015
	<i>Penicillium digitatum</i>	Portakal	Yeşil küf	Li vd., 2016
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Alternaria brassicicola</i>	Vişne	<i>Alternaria</i> çürümesi	Lipinska vd., 2016
<i>Leucosporidium scottii</i>	<i>Penicillium expansum</i>	Elma	Mavi küf	Vero vd., 2013
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Üzüm	Gri küf	Parafati vd., 2015
	<i>Alternaria alternata</i>	Üzüm	<i>Alternaria</i> Çürümesi	Prendes vd., 2018
	<i>Penicillium digitatum</i>	Portakal	Yeşil Küf	Liu vd., 2017

## Hasat sonrası bozulmalarda antagonistik mayaların önemi

Çizelge 1. Devam

Antagonist	Parazit	Ürün	Hastalık	Referans
<i>Paenibacillus pasadenensis</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Üzüm	Gri küf	Passera vd., 2017
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Elma	Beyaz çürüklük	Kim vd., 2016
<i>Pichia caribbica</i>	<i>Penicillium expansum</i>	Elma	Mavi küf	Cao vd., 2013
	<i>Penicillium expansum</i>	Elma	Mavi küf	Mahunu vd., 2016
<i>Pichia guilliermondii</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Kivi	Gri küf	Sui ve Liu., 2014
<i>Pichia membranaefaciens</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Turunçgil	Antraknoz	Zhou vd., 2016
<i>Rhodosporidium paludigenum</i>	<i>Penicillium expansum</i>	Armut	Mavi Küf	Sun vd., 2018
<i>Rhodotorula minuta</i>	<i>Geotrichum citri-aurantii</i>	Portakal	Ekşi (acı) çürüklük	Ferraz vd., 2016
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Üzüm	Gri küf	Parafati vd., 2015
	<i>Penicillium digitatum</i>	Limon	Yeşil küf	Perez vd., 2016
<i>Starmerella bacillarlis</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Üzüm	Gri küf	Lemos Junior vd., 2017
<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	<i>Penicillium italicum</i>	Çilek	Mavi küf	Parafati vd., 2017
	<i>Botrytis cinerea</i>	Üzüm	Gri küf	Parafati vd., 2015
<i>Yarrowia lipolytica</i>	<i>Talaromyces rugulosus</i>	Üzüm	Çürüme	Yang vd., 2017

Tüketicilerin pestisit kalıntısı, zararlı mikroorganizma ve toksin içermeyen gıdalar tüketmeye yönelik arzusu, sentetik kimyasalların çevre üzerine olumsuz etkileri, fungusitlerin kullanımına devam edilmesi sonucu dirençli patojen cinslerinin çoğalması endişeleri ve sentetik kullanımına dair katı yasal düzenlemelerin bulunması kimyasal olmayan kontrol yöntemlerinin araştırılmasına yol açmıştır (Romanazzi vd., 2017; Terao vd., 2017). Genellikle bakteri ve mayaları kullanmayı esas alan biyolojik kontrol yöntemleri ürünleri korurken, aynı zamanda net verimi de arttırmaktadır. Ancak, antagonistik bakterilerin ana inhibisyon mekanizmasının antibiyotik üretimi olması nedeniyle, biyokontrol ajanı olarak mayaların kullanımına ilgi artmaktadır (Liu vd., 2017).

Biyokontrol ajanı olarak kullanılan mayaların etki mekanizmaları arasında, çoğu küf ve bakteriyel antagonistin sahip olduğu antibiyotik, toksin ve alerjen spor üretme mekanizmaları bulunmamaktadır. Ayrıca mayalar bitkide patojenlere karşı verilen olumlu tepkileri teşvik ederken, ortamda bulunan bozucu ve diğer mikroorganizmaların olumsuz etkilerini de azaltmaktadır (Aloui vd., 2015; Parafati vd., 2015).

İdeal bir antagoniste bulunması gereken özellikler şöylece özetlenebilir; genetik olarak stabil olmalı, düşük konsantrasyonlarda etkili olabilmeli, besin gereksinimi bakımından çok seçici olmamalı, olumsuz çevresel koşullarda dahi canlılığını devam ettirebilme yeteneğine sahip olmalı, çeşitli gıdalarda birçok farklı patojene karşı etkili olabilmeli, ucuz gelişme ortamında çoğalmaya yatkın olmalı, uzun raf ömrüne sahip formülasyon sağlayabilmeli, dağıtımı kolay olmalı, hasat sonrası kullanılan kimyasallara dirençli olmalı, insan sağlığına zararı olmamalı ve dayanıklı olmalıdır (Droby vd., 2009; de Paiva vd., 2017).

Mayaların ideal bir antagoniste arzulan özelliklerin çoğuna sahip olması antagonist seçimi ve uygulamasında öncelikle tercih edilmelerine neden olmuştur. Mayaların kuru yüzeylerde uzun süre boyunca kolonize olabilmesi, basit besin gereksinimlerine ihtiyaç duyması, meyve-sebzelerin yaralı bölgelerinde hızlı bir şekilde çoğalabilmeleri ve patojenlerin geniş spektrumuna karşı etkili olabilmeleri öne çıkan özelliklerdendir (Pantelides vd., 2015). Ayrıca mayalar, hasat öncesi ve sonrası ürünün bulunduğu ortamda oluşabilecek aşırı yüksek veya düşük sıcaklıklar, düşük oksijen seviyeleri, pH dalgalanmaları, UV

ışını ve geniş bağıl nem aralığı gibi koşulları tolere edebilme yeteneğindedir. Bu özelliklerinin dışında mayaların ön plana çıkararak bir diğer özellik ise, mayaların meyve-sebzelerin dokusu içerisindeki ortamın yüksek şeker konsantrasyonu, yüksek osmotik basınç ve düşük pH gibi koşullarına hızlı bir şekilde adapte olabilmeleridir (Spadaro vd., 2010; Spadaro ve Droby, 2016). Mayaların en önemli özelliklerinden bir diğeri ise meyve-sebze yüzeyleri, toprak, deniz suyu, bitkilerin kökleri ve yaprakları gibi pek çok ortamda yaygın bir şekilde bulunmalarıdır (Liu vd., 2013). Örneğin; Kalogiannis vd. (2006) domates yapraklarından *Rhodotorula glutinis* izole ederken, Tang vd. (2015) kivi meyvesinden *Candida diversa* suşunu, Campos-Martínez vd. (2016) ise avokado meyvesinden *Candida intermedia* mayasını izole etmişlerdir. İlâveten, mango meyvesinden *Saccharomyces cerevisiae*, mandalina ve kabak'tan ise *Candida tropicalis* suşlarının izole edildiği bildirilmiştir (Zhimo vd., 2017).

Yukarıda belirtilen olumlu özelliklerden dolayı farklı kaynaklardan izole edilen mayaların biyokontrol ajanı olarak kullanım potansiyelleri son 30 yıl içerisinde birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Liu vd., 2014; Perez vd., 2017; Sun vd., 2018). Son yıllarda ise yapılan araştırma sayısında önemli bir artış söz konusudur.

### ANTAGONİZM MEKANİZMALARI

Antifungal mikroorganizmalar kullanarak fungal bozulmaları kontrol etmek oldukça karmaşık bir durumdur. Çünkü biyokontrol işleminin başarısı gıdanın kendisi (içerisinde doğal mikroflorasını barındıran), fungal bozucular, antifungal mikroorganizmalar ve buldukları çevre olmak üzere dört ana aktör arasındaki etkileşim ağına bağlıdır (Şekil 1). Gıdanın tipine ve antifungal mikroorganizmaya bağlı olarak tek mekanizma veya birkaç mekanizma birlikte olacak şekilde farklı etki mekanizmaları devreye girerek bozucu fungusların inhibisyonunda rol alır (Liu vd., 2013; Salas vd., 2017). Günümüzde halen biyokontrol ajanları olarak kullanılan mikroorganizmaların patojen inhibisyon mekanizmaları tam olarak açıklanamamaktadır. Ancak, patojen ve antagonist arasında gerçekleşen besin ve yer rekabeti hasat sonrası hastalıkları kontrolde en önemli etki

mekanizması olarak literatürde açık bir şekilde ifade edilmiştir (Spadaro ve Droby, 2016; Mahunu vd., 2016; Oregel-Zamudio vd., 2017; Pesce vd., 2018). Biyokontrolde etkili olan diğer mekanizmalardan bazıları ise; antibiyozis, direnç indüksiyonu, hücreler arası temas, mikoparazitizm, litik enzimlerin üretimi, oksidatif stres, demir kullanımı, uçucu organik bileşiklerin üretimi, biyofilm oluşturma ve çevreyi algılama sistemi (quorum sensing) olarak sıralanabilir (Sharma vd., 2009; Liu vd., 2013; Ruiz-Moyano vd., 2016; González-Estrada vd., 2017).

Karbonhidrat, azot ve oksijen gibi besin elementleri ve alan için rekabet antagonist mayaların fungal patojenleri kontrolde kullandıkları ana etki mekanizmalarının başında gelmektedir. Antagonist doğru zamanda, doğru yerde, yeterli konsantrasyonda bulunuyorsa ve ortamda bulunan besin kaynaklarını patojenlerden daha etkili ve hızlı bir şekilde kullanabiliyorsa bu mekanizma biyokontrolde başarılı sonuçlara yol açmaktadır (Spadaro ve Droby., 2016).

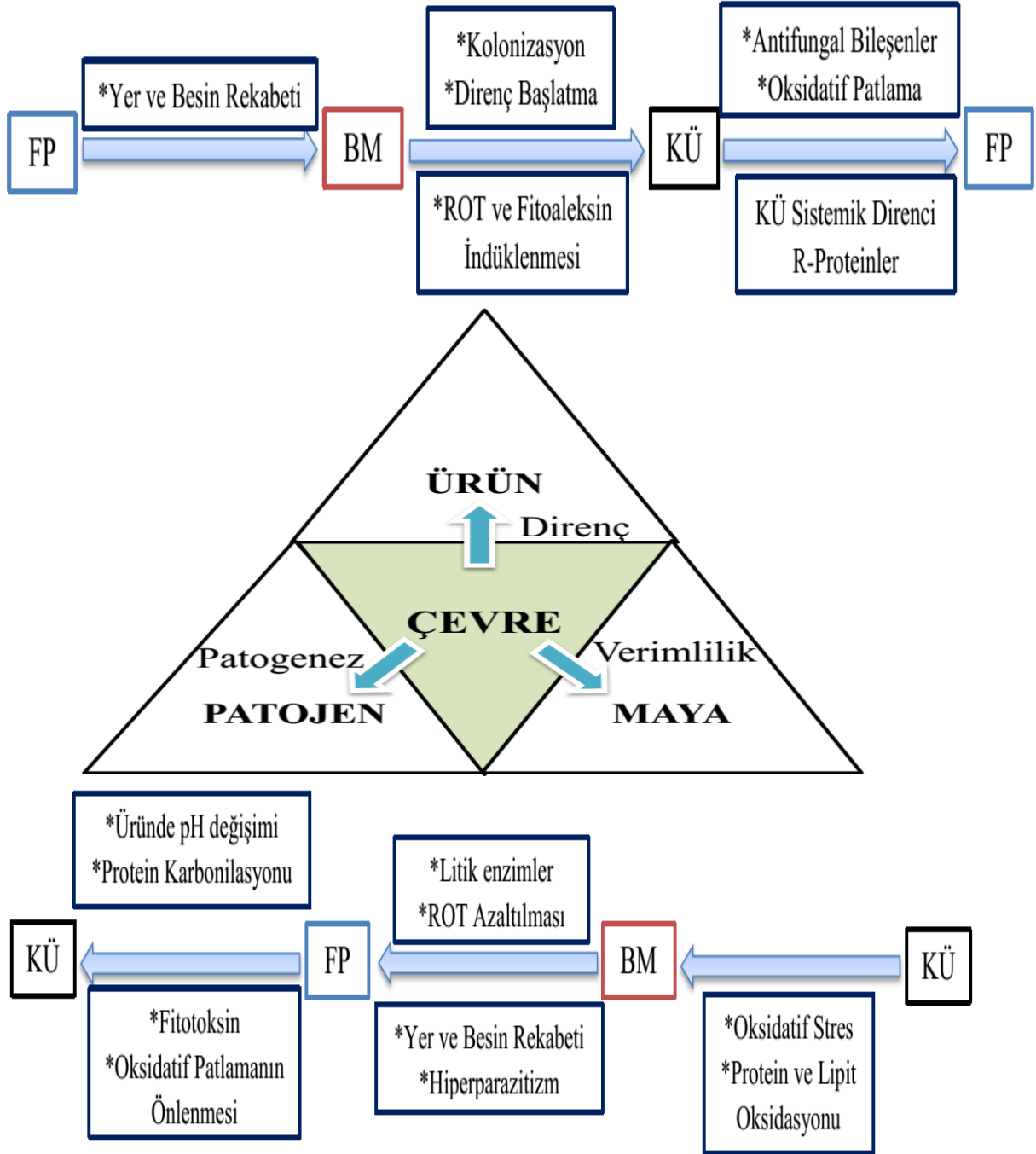
En önemli antagonizm mekanizması olarak kabul edilen alan ve besin için yarışma mekanizması alan-yer için yarışma, besin için yarışma ve patojen hiflere bağlanma olarak 3 ana başlık içermektedir. Alan için yarışma mikrobiyel antagonistin patojene göre meyve ve sebze de çok daha hızlı gelişme prensibine dayanmaktadır. Meyve ve sebzelerde meydana gelen kesik ve hasarlı alanlarda antagonistin hızlı bir şekilde çoğalıp kolonize olması çürümeyi önlemekte oldukça önemlidir. Mikrobiyel antagonistin patojen hiflerine bağlanması besin için yarışma açısından önemli bir faktör olarak görülmektedir ve *Pichia guilliermondi* ile *Penicillium italicum* arasındaki etkileşimler ile bu durum gösterilmiştir (Arras vd., 1998). *In vitro* çalışmalarda bakteri veya mayaların direkt olarak patojen hiflerine bağlanması sonucu antagonistlerin besinleri patojenden daha hızlı aldıkları ve bunun sonucu olarak da patojenlerin gelişmesinin ve spor çimlenmesinin önlediği bildirilmiştir (Sharma vd., 2009).

Mikrobiyel antagonistlerin patojenlerle besin için yarışması hipotezinin antagonistlerin temel etki mekanizmalarından biri olduğu çeşitli çalışmalarla



açığa kavuşturulmuştur. Turunçgillerde *Pichia guillermondii* *Penicillium digitatum*'a karşı (Arras vd., 1998), şeftalide *Pichia caribbica* *Rhizopus stolonifer*'e

karşı (Xu vd., 2013), elmada *Pichia anomala* *Botrytis cinerea*'ya karşı (Kwasiborski vd., 2014) besin için yarışma mekanizması ile başarılı bulunmuştur.



Şekil 1. Konukçu ürün, antagonist maya, fungal patojen ve çevre arasında olabilecek muhtemel etkileşimler (KÜ: Konukçu ürün, FP: Fungal patojen, BM: Biyokontrol maya, ROT: Reaktif oksijen türevleri)

Patojen ve antagonist mikroorganizmanın besin için yarışma mekanizmaları içerisinde özellikle demir elementi için rekabet ayrı bir mekanizma olarak ele alınmaktadır. Demirin ( $Fe^{+3}$ ) biyolojik olarak önemli bir element olması; demirin hemen bütün mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli bir bileşen olması, hücre içerisinde birçok önemli proseste rol alan çok sayıda fungal enzim için kofaktör olması, katalaz ve sitokrom gibi hemoproteinlerin ve elektron taşıyıcı proteinlerin yapısında bulunmasından kaynaklanmaktadır (Nally vd., 2015; Spadaro ve Droby., 2016). Mayalar biyofilm oluşturarak meyvelerin veya patojenlerin hücre dokularına bağlanmakta, hücre dışı enzimler üreterek ve ortamdaki demiri tüketerek patojenin gelişmesini engellemektedir. Demir rekabeti ile biyokontrolü sağlamada özellikle *Metschnikowia* spp. cinsi mayalar ön plana çıkmıştır. Bu cins mayalar demir şelasyonu yapan ligandlar veya siderofor üreterek çeşitli bakteri, maya ve küflerin gelişimini kuvvetli bir şekilde antagonize edebilmektedir (Liu vd., 2017). *Metschnikowia* cinsine bağlı farklı türler çeşitli meyve ve sebzelerde farklı küflerin gelişimini durdurmada başarılı olmuştur. *Metschnikowia fructicola* üzümde *Botrytis cinerea* (Parafiti vd., 2015), elma ve kirazda *Penicillium expansum* (Spadaro vd., 2013; de Paiva vd., 2017) ve nektarinlerde *Monilinia laxa*'nın (Ruiz-Moyano vd., 2016) biyokontrolünde başarılı bulunurken *Metschnikowia pulcherrima* elmada *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum*'a karşı demir tüketimi yoluyla yarışarak patojenlerin biyokontrolünü sağlamıştır (Saravanakumar vd., 2008).

Parazitizm, antagonist patojen üzerinde beslendiğinde ortaya çıkar ve fungal hücre yapılarının doğrudan yok edilmesine veya tahribine (liziz) yol açar (Spadaro ve Droby., 2016). Parazitizm sistemi; fungal hifler ile antagonist mikroorganizmanın doğrudan fiziksel etkileşimi ve bu arada antagonist tarafından litik enzimlerin üretimi vasıtasıyla aktivite gösterir (González-Estrada vd., 2017). Fungal hücre duvarlarının yapısal omurgası kitinden oluşan düzenli şekilde sıralanmış tabakalardan oluşurken dolgu malzemesi olarak ise amorf halde bulunan  $\beta$ -1-3 glukan bulunmaktadır. Glukan, fungal hücre duvarlarının kuru madde ağırlığının yaklaşık %50-

60'ını oluşturan en önemli polisakarittir. Kitin ise doğrusal ve homopolimer yapıda, asetillenmiş amino şeker N-asetilglukozaminin beta-1,4-bağlantılı alt birimlerinden oluşur. İpliksi fungilerin hücre duvarının %20 veya daha fazlasını kitin oluşturur (Spadaro ve Droby, 2016). Dolayısıyla, fungal hücre duvarlarını parçalamak için  $\beta$ -1-3 glukanaz ve kitinaz başta olmak üzere proteazlar ve çeşitli enzimlerin aktivitelere ihtiyaç duyulur. Antagonistik mayaların litik enzim üretme yetenekleri biyokontrol aktivitelerinde önemli bir rol oynar. Bu mekanizma antagonistlerin fungal patojen hiflerine yapışarak litik enzimler salgılanması ile başlarken, fungal hiflerin yapısında bozulma ve stoplazmik bileşenlerin dışarı sızması ile devam etmekte ve hücrenin lize olması ile sonuçlanmaktadır (Bautista-Rosales vd., 2013). *Pichia guillermondii*'nin domates üzerindeki peroksidaz, polifenol oksidaz, superoksit dismutaz, katalaz, fenilalanin amanyum liyaz, kitinaz ve  $\beta$ -1,3-glukanaz enzim aktivitelerini arttırdığı Zhao vd. (2008) tarafından belirlenmiştir. Böylelikle *P. guillermondii*'nin meyve üzerinde bulunan savunmacı enzimler vasıtasıyla patojenlere karşı meyvenin direnç mekanizmasını başlattığını ve bunun da *P. guillermondii*'nin antagonizm mekanizmalarından biri olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde *Aurebasidium pullulans*'ın elmaların kesik bölgelerinde 1,3-glukonaz, peroksidaz ve kitinaz enzim aktivitelerini arttırdığı ve bunun sonucunda elmaların hasarlı bölgelerinde iyileşme olduğu ve *Penicillium expansum*'a karşı elmalarda savunma mekanizmasının uyarıldığı bildirilmiştir (Ippolito vd., 2000).

Antagonistik mayaların sergilemiş olduğu biyokontrol mekanizmalarından birisi de reaktif oksijen türevlerini (ROT) tolere etme yetenekleridir. Çünkü antagonistik mayalar meyve ve sebzelerin yaralı bölgelerine uygulandıklarında reaktif oksijen türevleri ile karşı karşıya kalırlar ve bu oksidatif strese neden olur. Oksidatif stres mayaların canlılığı ve performansını etkilemektedir (Macarisin vd., 2010). Bu nedenle mayaların hasat sonrası hastalıklarda biyokontrol ajanı olarak kullanılabilme potansiyelleri ile oksidatif stres arasındaki ilişki incelenmiş ve mayaların yüksek oranlardaki oksijenin üstesinden

gelebilecek kapasiteye sahip olmasının ideal bir biyokontrol ajanı için önemli özelliklerden biri olduğu belirtilmiştir (Castoria vd., 2003).

Ürünlerde reaktif oksijen türevlerinin üretilmesi patojenik olan ve olmayan mikroorganizmalara karşı gösterilen ilk tepkidir. Antagonistik mayalar meyve dokularında reaktif oksijen türevlerinin üretilmesini ve bunun meyvelerde bir savunma sinyali olarak kullanılmasını etkilemiştir. Uyumlu olmayan konak-parazit etkileşimlerinde ürün dokusunda yüksek miktarda üretilen reaktif oksijen sonucunda patojen saldırıları esnasında oksidatif patlamalar meydana gelmekte ve bu patlamalar meyve-sebzeler için patojenlere karşı ev sahibi ürün tarafından gösterilen reaksiyon olarak tanımlanmaktadır (Liu vd., 2013). Diğer taraftan uyumlu konak-parazit etkileşiminde ürün dokusunda reaktif oksijen miktarında herhangi bir artış gözlenmemektedir (Spadaro ve Droby., 2016).

Yüksek miktarda reaktif oksijen türevlerini tolere etme yeteneğinin biyokontrol ile ilişkili olduğunu gösteren ilk çalışma *Cryptococcus laurentii* ve *Rhodotorula glutinis* mayalarını kullanarak Castoria vd. (2003) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgularla oksidatif stresin biyokontrol sistemindeki rolü ayrıca hücreler arası veya hücre içi seviyelerde antagonistik hücre veya meyve dokusu üzerine doğrudan veya dolaylı olarak etkisinin olduğu ileri sürülmüştür.

Antagonistik hücrelerin kolonizasyonunu takiben meyvelerin yaralı bölgelerinde oksidatif patlamalar meydana gelmesi, meyve direnç sisteminin aktifleşmesini sağlamakta ve bu durum antagonist mayaların önemli etki mekanizmalarından biri olarak kabul edilmektedir (Macarisin vd., 2010). Antagonistik hücrelerin bu yolu kullanabilmeleri için yüksek miktarda oksidatif stresi tolere edebilmeleri gerekir. Bu amaçla Liu vd. (2012) *Candida oleophila* mayasını ölüm seviyesinde oksidatif strese maruz bırakmış ve bunun sonucu olarak mayanın ölüm seviyesi üzerindeki oksidatif strese ve ayrıca sıcaklığa karşı toleransının arttığını belirlemişlerdir. Bunun sonucu olarak strese adapte olan mayaların strese adapte edilmeyen mayalara kıyasla oldukça yüksek seviyede

biyokontrol etkinliğine sahip oldukları bildirilmiştir (Liu vd., 2012).

### **MİKROBİYEL ANTAGONİSTLERİN BİYOYARARLILIĞININ ARTTIRILMASI**

Antifungal kültürlerin seçimi ve aktivitelerinde etkili olan moleküllerin belirlenmesinden sonraki aşama bu kültürlerin verimliliklerinin veya etki spektrumlarının (inhibe edilen tür / suş sayısı) artırılmasıdır. Bunun dışında antagonistin kullanılabilmesi için ürün tiplerinin belirlenmesi ve bu ürünlere antagonist kültürlerin hangi yöntemlerle uygulanacağına bulunması öncelikle cevap verilmesi gereken sorulardandır (Salas vd., 2017). Günümüzde meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıkların kontrolü antagonist kültürlerin tek başlarına kullanımı ile %100 sağlanamamaktadır. Mayalar; ticari ürün formülasyonları ve büyük ölçekli fermentasyonlar sırasında yüksek sıcaklık, dondurarak/püskürterek kurutma (kuruma) ve oksidatif stres gibi çeşitli olumsuz çevresel koşullara maruz kalmaktadır. Bu nedenlerden dolayı mayaların ticari üretimleri sırasında stres toleranslarının, canlılık ve performanslarının geliştirilmesi sonucu biyoyararlılıklarını arttırmak amacı ile çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır (Sharma vd., 2009; Liu vd., 2013). Depolama sırasında fiziksel ve kimyasal çevrede değişiklik yapılması, karışık kültür kullanımı, mikrobiyel kültür içerisine düşük dozlarda fungusit ilavesi, mikrobiyel kültürler tuz katkılarının eklenmesi, mikrobiyel kültürler besin maddesi veya bitkisel ürün ilavesi, mikrobiyel kültürlerin çeşitli fiziksel uygulamalarla, diğer yaklaşımlar ve katkılarla birlikte kullanılması antagonistlerin biyoyararlılıklarının artırılmasında kullanılan başlıca stratejilerdir (Sharma vd., 2009; Salas vd., 2017). Belirtilen yaklaşımların kullanılması ile olumlu sonuçlar alınan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

*Candida sake* gelişme ortamına gliserol, glikoz ve trehaloz eklenerek mayanın hücre içi polioller ve şeker içeriği artırılmış ve bu şekilde *C. sake* mayasının elmalarda *P. expansum*'a karşı gösterdiği su stres toleransının ve biyokontrol etkinliğinin arttığı belirlenmiştir (Teixido vd., 1998). Benzer bir çalışmada *C. laurentii*'nin gelişme ortamı için trehaloz içeren besiyeri kullanılmış ve böylece

hücre içi trehaloz miktarı artırılan *C. laurentii*'nin kontrollü atmosfer şartları altında ve düşük sıcaklıklarda kurutulmasına rağmen canlılık ve biyokontrol etkinliğinin arttığı belirlenmiştir (Li ve Tian, 2006).

Meyve ve sebzelerdeki bozulmaların mikrobiyel antagonistler tarafından kontrolünde tuz katkılarının biyoetkinliği geliştirdiği belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan farklı tuz katkıları arasında kalsiyum klorür, kalsiyum propiyonat, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat ve potasyum metabisülfid, etanol ve amonyum molibdatın mikrobiyel antagonistlerle birlikte kullanımının meyve ve sebzelerde oluşan hasat sonrası hastalıkların kontrolünde oldukça etkili ve başarılı olduğu bildirilmiştir (Sharma vd., 2009).

Tuza adapte edilen *Rhodosporidium paludigenum* mayasının düşük su aktivitesi ve donma stresi koşulları altında tuza adapte edilmeyen hürelere kıyasla daha yüksek seviyede canlılık sergilediği bildirilmiştir (Wang vd., 2010). Bir başka çalışmada ise ön ısıtma işleminin (40°C'de 30 dakika) *M. fructicola*'nın yüksek sıcaklıklara ve oksidatif strese karşı gösterdiği toleransı arttırdığı belirlenmiştir (Liu vd., 2011). Yukarıdaki çalışmalar da stres ön adaptasyon uygulamasının antagonist mayalarda yüksek seviyelere karşı gösterilen stres toleransı ve biyokontrol etkinliğini geliştirdiği görülmüştür. Bu nedenle farklı çevresel koşullar altında meyvelerde görülen hasat sonrası bozulmaları önleyebilmek amacıyla biyokontrol ürünlerinin güvenilirliğini ve etkinliğini arttırabilmek için mayalara abiyotik strese karşı ön-adaptasyon uygulanması ticari olarak uygulanabilir görülmektedir.

İmazalil ve thiobendazole gibi bazı fungusitler hasat sonrası hastalıkları kontrolde son derece etkilidir. Bu fungusitlerle aynı seviyede etkili olan bir mikrobiyel antagonist bulmak oldukça zordur. Bu nedenle mikrobiyel antagonist ve fungusitleri kombine ederek etkili biyokontrolü sağlayan bir yaklaşım bulunmaktadır. Mikrobiyel antagonist ve fungusitin birlikte uygunluk içinde aktivite gösterdiği yöntem fungusit seviyesi azaltılmış güçlü biyokontrol avantajı sunmaktadır. Meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıkların bu

yaklaşım ile etkili bir şekilde kontrol edilebileceği kabul edilmektedir. Örneğin; bazı mikrobiyel antagonistlerin düşük miktarda fungusit eklenerek bazı ticari formülasyonları geliştirilmiş ve bu şekilde hasat sonrası hastalıkların kontrolünde %100'e yaklaşan oranlarda başarı sağlanmıştır. Elma ve armutlarda depolama esnasında oluşan *P. expansum* kaynaklı hastalıklar *Pseudomonas syringae*'nin düşük dozlarda cypronidil ile birlikte kullanılması sonucu etkili bir şekilde kontrol edilmiştir. Yapılan çalışmalarda genellikle maya ve düşük dozda fungusit kullanımı sonucu oluşan sinerjik etkinin mayanın ve fungusitin tek başına kullanıldıkları zaman sergiledikleri etkiden daha yüksek olduğu görülmüştür (Sharma vd., 2009).

Karabulut vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada seftali, nektarin ve erik meyvelerinde bozulmaya neden olan *Monilinia fructicola* biyokontrolünde 24, 50, 55, 60, 65 veya 70°C sıcaklıkta bulunan sulara kısa süreli (30 veya 60 saniye) daldırma işlemi gerçekleştirilerek işlemin etkinliği değerlendirilmiştir. Market şartlarına benzer koşullar sağlamak amacıyla inoküle edilen meyveler 20°C'de 5 gün veya 20°C'de 5 gün depolama ile takip edilen 0°C ve %95 relatif nemde 30 gün bekletilmiştir. Sıcaklığı 55°C olan suya 60 saniye veya 60°C'de bulunan suya 30 veya 60 saniye daldırma işleminin meyvelerde çürüme oranı ve şiddetini önemli miktarda azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca sıcaklığı 65°C veya daha fazla olan sulara meyveleri daldırma işleminin meyve yüzeylerinde şiddetli yaralanmalara neden olduğu bildirilmiştir. Sıcaklığı 60°C olan suya eriklerin 60 saniye daldırılması sonucu bozulmaların %80'nin üzerinde azaldığı ve nektarinler de ise aynı sıcaklık ve süre uygulamasının çürüme oranını %5 seviyesinin altına indirdiği görülmüştür. Dolayısıyla sıcak suya kısa süreli daldırma yaklaşımının sert çekirdekli meyvelerde *Monilinia fructicola* patojeni kontrolünde etkili olabileceği vurgulanmıştır.

Mikrobiyel antagonistlerin etkinliğini arttırmak amacıyla farklı çalışmalar yürütülmüştür. Hasat sonrası ürünlerin korunmasında kitozan gibi moleküller aracılığıyla biyoaktif kaplama tekniğinin kullanılması günümüzde biyokoruyucu kültürler ile diğer moleküllerin ilişkisini

tanımlamaktadır. Kitozan meyve ve sebzeleri fungal çürümelerden korumakta, çevre ile ürün arasında bariyer oluşturmada ve ürünün olgunlaşmasını geciktirmektedir. Zhou vd. (2016) *Pichia membranifaciens* ve kitozan içeren bir karışım ile kaplanmış turuncu meyvelerinin *Colletotrichum gloeosporioides* fungal enfeksiyonunu engelleme yeteneği üzerine çalışmışlardır ve kaplama materyalinin maya kültürünün tek başına kullanıldığında gösterdiği etkiden daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde 2-hidroksibenzoik asit kullanımının *Rhodotorula glutinis* mayasının kiraz meyvelerinde *P. expansum* ve *A. alternata* küflerine karşı biyokontrol etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir (Qin vd., 2003).

### TİCARİ UYGULAMALAR

Koruyucu içermeyen gıdalara artan toplumsal ilgi bilim insanlarını antifungal kültürlerin biyokoruyucu olarak kullanılması yönünde güçlü bir şekilde teşvik etmiştir. Hasat sonrası hastalıkların kontrolü amacıyla son 30 yılda çok sayıda çalışma yapılarak büyük bir çaba harcanmasına rağmen çok az sayıda biyokontrol ürünü markette bulunmaktadır (Usall vd., 2016). Aday antifungal kültürlerin ticarileşmesini engelleyen çeşitli engeller bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi; mikroorganizmanın kültür ortamında (*in vitro* etki) gösterdiği aktivite ile gıda matriksinde gösterdiği (*in situ* etki) aktivite arasında önemli fark olmasıdır. Çok sayıda mikroorganizma ile *in vitro* koşullarda başarılı sonuçlar elde edilirken bu mikroorganizmaların sayısı hedef gıdada test edilmeleri ile birlikte önemli bir şekilde düşüş göstermektedir (Salas vd., 2017). Antagonistlerin kimyasal kontrol prosedürlerine kıyasla biyokontrol aktivitelerinin etkisizliği ve ekonomik teşvik yetersizliği antagonist maya adaylarının ticarileşmesinde karşılaşılan diğer zorluklardan bazılarıdır (Droby vd., 2009). Bu zorlukların dışında kullanılacak mikroorganizmaların belirli bir gıda matriksine doğrudan eklenmesi mikroorganizmanın metabolizmasına bağlı olarak gıdanın organoleptik kalitesi üzerinde pozitif, nötral veya negatif etki oluşturabilir. Örneğin, CO<sub>2</sub> üreten suşlar ürün açısından (kabarcık veya hava boşluklarının oluşması) veya paketlenme açısından (şişmiş paket) çeşitli etkilere yol açarken, diğer

mikrobiyel adaylar kuvvetli enzimatik aktivite (proteolitik, amilolitik veya lipolitik) sergileyerek ürün tekstür ve genel özelliklerini doğrudan etkileyebilir (Salas vd., 2017). Bu bağlamda, antifungal kültür seçiminde kullanılacak kültürün ürünün alışılmış tadını değiştirmemesi amaçlanmalı ve kültürün son ürünün organoleptik kalitesi üzerine muhtemel etkisi duyuşal değerlendirme yapılarak belirlenmelidir. Yukarıda belirtilen engellerin ötesinde seçilen kültürlerin güvenli olması diğer belirleyici özelliklerden birisidir. Suş seçiminde güvenlik değerlendirmesi ve yasal düzenlemelerin yerine getirilmesi suşun biyoteknolojik kullanımı için kilit aşamalardan biri haline gelmiştir. Bu amaçla, Avrupa Birliği biyolojik ajanların geniş bir yelpazede güvenilirliğinin değerlendirilebilmesi amacıyla Nitelikli Güvenilirlik Varsayımı (Qualified Presumption of Safety - QPS) yaklaşımını geliştirmiştir (EFSA, 2016). Bu yaklaşım ile biyolojik ajanların gıda ve yem katkıları, enzimler, bitki koruma ürünleri amacıyla kaynak olarak kullanılması ve mikroorganizmaların besin üretiminde kullanımının market öncesi değerlendirilmesi yapılarak biyolojik ajanların güvenli bir şekilde kullanımı amaçlanmıştır. Benzer şekilde Amerika Birleşik Devletlerinde gıda ve gıdalarda kullanılan maddeler için genellikle güvenilir olarak kabul edilen (Generally Recognized as Safe - GRAS) statü bulunmaktadır (FDA, 2018).

Laboratuvar, yarı ticari ve ticari çalışmalarla hasat sonrası patojenlere karşı çok sayıda mikrobiyel antagonist (maya, bakteri) tanımlanmıştır. Ancak yukarıda belirtilen engellerden dolayı bu antagonistlerin küçük bir kısmı üst düzey gelişim seviyelerine ulaşmış ve ticarileşmiştir. *Candida oleophila* (Aspire, Ecogen, ABD), *Candida sake* (Candifruit, IRTA, İspanya), *Cryptococcus albidus* (YieldPlus, Lallemand, Kanada), *Pseudomonas syringae* (BioSave, JET Harvest, ABD) onaylanıp satışa sunulan birinci nesil biyokontrol ürünleridir (Droby vd., 2016; Usall vd., 2016). Ancak bu ürünlerden Aspire ve Yieldplus yalnızca birkaç yıl satışa sunulabilmiş daha sonra ticari şartlar altında düşük ve tutarsız verimlilik, düşük kâr payı ve pazara girilmede yaşanan zorluklar, müşterilerin ve endüstrinin bakış açısı, ürünleri geliştirmek ve

ticarileştirmeyi sürdürmek için az kaynağa sahip küçük ölçekli şirketlerin bulunması gibi nedenlerden dolayı bu ürünler marketten geri çekilmiştir. Diğer taraftan bazı başarılı ticari uygulama örnekleri de bulunmaktadır (Çizelge 2). Örneğin; Shemer ticari adı ile bilinen *Metschnikowia fructicola* başlangıçta İsrail’de kayıt altına alınmış ve kayısı, turunçgiller, üzüm, şeftali, biber, çilek gibi birçok meyve-sebzede hasat öncesi ve sonrası uygulamalarda başarılı şekilde kullanılmıştır. Shemer™ daha sonra Bayer (Almanya) şirketi tarafından satın alınmış şu anda ise Koppert (Hollanda) şirketi alt lisansı olarak

piyasada bulunmaya devam etmektedir (Spadaro ve Droby, 2016). Almanya’da geliştirilen ve BoniProtect™ adı altında bilinen *Aureobasidium pullulans* mayası yumuşak çekirdekli meyve ve sebzelerde depolama sırasında *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* ve *Monilinia fructigena* gibi çeşitli patojenler üzerine etkili olan başarılı ve geniş spektrumlu bir biyokontrol ürünüdür (Salas vd., 2017). Yakın zamanda *Candida oleophila* suşu içeren Nexy ticari ismi ile bilinen biyokontrol ürünü tüm Avrupa Birliği ülkeleri tarafından kayıt onayını almıştır (Massart ve Jijakli, 2014).

Çizelge 2. Meyve-sebzelerde hasat sonrası hastalıkları kontrol etmek amacıyla geliştirilen ve ticari olarak temin edilebilen biyokoruyucu ürünler (Spadaro ve Droby, 2016; Salas vd., 2017)

Ürün Adı	Mikroorganizma	Hedef Patojenler	Uygulandığı Ürün	Üretici Ülke
Aspire	<i>Candida oleophila</i>	<i>Penicillium expansum</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Rhizopus stolonifer</i>	Turunçgiller Yumuşak çekirdekli meyveler Elma Şeftali	ABD
Candifruit	<i>Candida sake</i>	<i>Penicillium expansum</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Rhizopus stolonifer</i>	Yumuşak çekirdekli meyveler	İspanya
YieldPlus	<i>Cryptococcus albidus</i>	<i>Botrytis</i> spp. <i>Penicillium</i> spp. <i>Mucor</i> spp.	Yumuşak çekirdekli meyveler Turunçgiller Elma Armut	Kanada
BioSave	<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>Penicillium expansum</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Mucor piriformis</i> <i>Fusarium sambucinum</i> <i>Geotrichum candidum</i>	Yumuşak çekirdekli meyveler Turunçgiller Patates Kiraz Elma Armut	ABD
BoniProtect	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Penicillium expansum</i> <i>Monilinia fructigena</i>	Yumuşak çekirdekli meyveler	Almanya
Shemer	<i>Metschnikowia fructicola</i>	<i>Aspergillus niger</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>Penicillium italicum</i> <i>Rhizopus stolonifer</i>	Üzüm, Çilek Yer elması, Turunçgiller Kayısı, Şeftali Biber Havuç	Hollanda
Nexy	<i>Candida oleophila</i>	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Penicillium expansum</i>	Yumuşak çekirdekli meyveler Turunçgiller, Muz	Fransa

## Hasat sonrası bozulmalarda antagonistik mayaların önemi

Çizelge 2. Devam

Ürün Adı	Mikroorganizma	Hedef Patojenler	Uygulandığı Ürün	Üretici Ülke
Pantovital	<i>Pantoea aglomerans</i>	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>Penicillium expansum</i> <i>Rhizopus stolonifer</i> <i>Monilinia spp.</i>	Turunçgil Yumuşak çekirdekli meyveler	İspanya
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Monilinia fructicola</i> <i>Erwinia amylovora</i> <i>Phytophthora infestans</i>	Üzüm, Elma Armut Yerfıstığı	ABD
Avogreen	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Cercospora spp.</i> <i>Colletotrichum spp.</i>	Avokado	Güney Afrika

Ticarileşen antagonistik mikroorganizmaların ürüne uygulanma şeklide ürün verimliliği açısından önem arz etmektedir. Günümüzde antagonistik mikroorganizmaları meyve ve sebzelere uygularken genellikle püskürtme, daldırma, ıslatma veya kaplama yöntemleri kullanılmaktadır. Nebülizasyon yöntemi ticari antagonist ürünlerin uygulanmasında ortaya çıkan yeni yaklaşım yöntemlerindedir. Ticari antagonistlerin uygulanacağı ürünlerin sahip oldukları pH, oksidatif stres, sıcaklık ve su aktivitesi gibi özelliklerini belirleyen çevresel faktörler antagonist mikroorganizmaların canlılığı ve verimliliği üzerine etkili olmaktadır. Dolayısıyla antagonist ürünleri ticarileştiren şirketler ürün formülasyonu düzenlerken uygulanma yöntemini de dikkate almalı ve ürün kullanıcılarını uygulama metodu hakkında bilgilendirmelidir (Liu vd., 2013; Droby vd., 2016).

### SONUÇ

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası meydana gelen kayıplar gelişmekte olan veya gelişmiş olan ülkelerde dahi önemli oranlardadır. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar ile kayıp miktarlarının azaltılması konusunda çaba harcanmaktadır. Hasat sonrası hastalıkların kimyasal kontrolü halen dünya genelinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Günümüzde kimyasal kontrol yöntemine alternatif olarak antagonist mayaların kullanımı umut verici bir strateji olarak ön plana çıkmıştır. Mikrobiyel ajanların aktivite mekanizmaları tam olarak anlaşılammış olsa da besin ve alan rekabeti ana mekanizma olarak düşünülmektedir. Ancak, günümüzde gelişen

genomik, proteomik, metagenomik, transkriptomik ve metabolomik gibi yenilikçi ve güçlü moleküler teknikler aracılığıyla ürün, patojen ve antagonist arasındaki karmaşık etkileşimlerin açıklığa kavuşturulacağı düşünülmektedir.

Antagonist olarak kullanılan çok sayıda mikroorganizma olmasına rağmen farklı meyve ve sebzelerde çeşitli patojenleri biyokontrolde başarılı oldukları belirlenen ve bu nedenle ilk olarak ticarileştirilen maya türlerinden başta *Candida oleophila* olmak üzere *Aureobasidium pullulans*, *Metschnikowia pulcherrima* ve *Pichia guilliermondii* türleri ön plana çıkmaktadır. *Candida oleophila* türü hızlı kolonizasyon, oksidatif strese karşı yüksek tolerans ve ürünün savuma mekanizmasını indüklemesi ile etki gösterirken *Aureobasidium pullulans* patojen hiflerine yapışarak litik enzim üretme mekanizması ile patojenleri biyokontrolde etkili bulunmaktadır. *Metschnikowia pulcherrima* türü mikroorganizmalar için önemli bir bileşen olan ve hücre içi birçok proseste önemli rol oynayan demir emilimi mekanizması ile ön plana çıkarken, *Pichia guilliermondii* patojen hiflerine yapışma, besin rekabeti ve ürünlerde bulunan patojenlere karşı savunmacı enzimlerin aktivitesini artırma yoluyla etki göstermektedir.

Antagonist olarak kullanılan mayaların halen hasat sonrası hastalıkları kontrolde pestisitler kadar etkili olmaması önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Ticari açıdan uygun uygulama metodlarının belirlenmesi için mikrobiyel ajanların etki mekanizmalarının detaylı bir şekilde

anlaşılması zorunludur. Belirli ürün ve patojene özgü, kimyasal yöntemler ile rekabet edebilecek ve uygulama metodu optimize edilerek buna göre formülasyonu düzenlenmiş olan başarılı antagonist ürünlerin bulunması yöntemin geliştirilmesi gereken noktalarıdır.

#### KAYNAKLAR

- Aloui, H., Licciardello, F., Khwaldia, K., Hamdi, M., Restuccia, C. (2015). Physical properties and antifungal activity of bioactive films containing *Wickerhamomyces anamolus* killer yeast and their application for preservation of oranges and control of postharvest green mold caused by *Penicillium digitatum*. *Int J Food Microbiol*, 200: 22-30. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2015.01.015.
- Anonim, (2017). Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı. Yaş Meyve ve Sebze Sektörü: Sektör Raporları. İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı.
- Arras, G., de-Cicco, V., Arru, S., Lima, G., (1998). Biocontrol by yeasts of blue mold of citrus fruits and the mode of action of an isolate of *Pichia guilliermondii*. *J Horti Sci*, 73(3): 413–418. doi: 10.1080/14620316.1998.11510993.
- Bautista-Rosales, P. U., Calderon-Santoyo, M., Servín-Villegas, R., Ochoa-Álvarez, N. A., Ragazzo-Sánchez, J. A. (2013). Action mechanisms of the yeast *Candida fermentati* for the control of the phytopathogen *Colletotrichum gloeosporioides* in mangoes. *Biol Control*, 65(3): 293-301. doi: 10.1016/j.biocontrol.2013.03.010.
- Calvo, H., Marco, P., Blanco, D., Oria, R., Venturini, M.E. (2017). Potential of a new strain of *Bacillus amyloliquefaciens* BUZ-14 as a biocontrol agent of postharvest fruit diseases. *Food Microbiol*, 63: 101–110. doi: 10.1016/j.fm.2016.11.004.
- Campos-Martínez, A., Velázquez-del Valle, M.G., Flores-Moctezuma, H.E., Suárez-Rodríguez, R., Ramírez-Trujillo, J.A., Hernández-Lauzardo, A.N. (2016). Antagonistic yeasts with potential to control *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. and *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds on avocado fruits. *Crop Prot*, 89: 101–104. doi: 10.1094/PDIS-10-14-1019-PDN.
- Cao, J., Zhang, H., Yang, Q., Ren, R. (2013). Efficacy of *Pichia caribbica* in controlling blue mold rot and patulin degradation in apples. *Int J Food Microbiol*, 162(2): 167–173. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.01.007.
- Castoria, R., Caputo, L., De Curtis, F., De Cicco, V. (2003). Resistance of postharvest biocontrol yeasts to oxidative stress: a possible new mechanism of action. *Phytopathology*, 93(5): 564–572. doi: 10.1094/PHYTO.2003.93.5.564.
- de Paiva, E., Serradilla, M. J., Ruiz-Moyano, S., Cordoba, M. G., Villalobos, M. C., Casquete, R., Hernandez, A. (2017). Combined effect of antagonistic yeast and modified atmosphere to control *Penicillium expansum* infection in sweet cherries cv. Ambrunes. *Int J Food Microbiol*, 241: 276-282. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.033.
- Di Francesco, A., Ugolini, L., Lazzari, L., Mari, M. (2015). Production of volatile organic compounds by *Aureobasidium pullulans* as a potential mechanism of action against postharvest fruit pathogens. *Biol Control*, 81: 8-14. doi: 10.1016/j.biocontrol.2014.10.004.
- Droby, S., Wisniewski, M., Macarasin, D., Wilson, C. (2009). Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? *Postharvest Biol Tec*, 52(2): 137-145. doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.11.009.
- Droby, S., Wisniewski, M., Teixidó, N., Spadaro, D., Jijakli, M. H. (2016). The science, development, and commercialization of postharvest biocontrol products. *Postharvest Biol Tec*, 122: 22-29. doi: 10.1016/j.postharvbio.2016.04.006.
- EFSA, 2014. The 2011 European Union report on pesticide residues in food. *Efsa J*. 12(5), 3694, Parma, Italy.
- EFSA (2016). Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 4: Suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2016. *Efsa J*, 14(7): 4522. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4522.



- FAO. (2011). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf> (Erişildi 21 Mayıs 2018).
- FDA. (2018). Generally Recognized as Safe (GRAS). <https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/> (Erişildi 21 Mayıs 2018).
- Ferraz, L.P., da Cunha, T., da Silva, A.C., Kupper, K.C. (2016). Biocontrol ability and putative mode of action of yeasts against *Geotrichum citri aurantii* in citrus fruit. *Microbiol Res*, 188–189: 72–79. doi:10.1016/j.micres.2016.04.012.
- Gajbhiye, M.H., Sathe, S.J., Marathe, R.J., Deshmukh, R.B. (2013). Antifungal *Bacillus subtilis* AFB22 from pomegranate with potential to control fruit rot. *Res J Biotechnol*, 8(3): 26–35.
- Gong, C., Liu, Y., Liu, S., Cheng, M., Zhang, Y., Wang, R., Chen, H., Li, J., Chen, X., Wang, A. (2017). Analysis of *Clonostachys rosea*-induced resistance to grey mould disease and identification of the key proteins induced in tomato fruit. *Postharvest Biol Tec*, 123: 83–93. doi: 10.1016/j.postharvbio.2016.08.004.
- Gotor-Vila, A., Teixidó, N., Di Francesco, A., Usall, J., Ugolini, L., Torres, R., Mari, M. (2017). Antifungal effect of volatile organic compounds produced by *Bacillus amyloliquefaciens* CPA-8 against fruit pathogen decays of cherry. *Food Microbiol*, 64: 219–225. doi:10.1016/j.fm.2017.01.006.
- González-Estrada, R. R., Carvajal-Millán, E., Ragazzo-Sánchez, J. A., Bautista-Rosales, P. U., Calderón-Santoyo, M. (2017). Control of blue mold decay on Persian lime: Application of covalently cross-linked arabinoxylans bioactive coatings with antagonistic yeast entrapped. *J Food Sci Technol*, 85(A): 187-196. doi: 10.1016/j.lwt.2017.07.019.
- Hossain, M. I., Sadekuzzaman, M., Ha, S. D. (2017). Probiotics as potential alternative biocontrol agents in the agriculture and food industries. *Food Res Int*, 100(1): 63-73. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.077.
- Ippolito, A., Nigro, F. (2000). Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruit and vegetables. *Crop Prot*, 19 (8/10): 715–723. doi: 10.1016/S0261-2194(00)00095-8.
- Kang, Y., Bai, D., Tapia, L., Bateman, H. (2017). Dynamical effects of biocontrol on the ecosystem: Benefits or harm? *Appl Math Model*, 51: 361-385 doi: 10.1016/j.apm.2017.07.006.
- Karabulut, O. A., Smilanick, J. L., Crisosto, C. H., and Palou, L. (2010). Control of brown rot of stone fruits by brief heated water immersion treatments. *Crop Prot*, 29(8): 903-906.
- Kalogiannis, S., Tjamos, S.E., Stergiou, A., Antoniou, P.P., Ziogas, B.N., Tjamos, E.C. (2006). Selection and evaluation of phyllosphere yeasts as biocontrol agents against grey mould of tomato. *Eur J Plant Pathol*, 116(1): 69–76. doi: 10.1007/s10658-006-9040-5.
- Kim, Y.S., Balaraju, K., Jeon, Y. (2016). Effects of rhizobacteria *Paenibacillus polymyxa* APEC136 and *Bacillus subtilis* APEC170 on biocontrol of postharvest pathogens of apple fruits. *J Zhejiang Univ Sci B*, 17(12): 931–940. doi:10.1631/jzus.B1600117.
- Kilani-Feki, O., Khedher, S.B., Dammak, M., Kamoun, A., Jabnoun-Khiareddine, H., Daami-Remadi, M., Tounsi, S. (2016). Improvement of antifungal metabolites production by *Bacillus subtilis* V26 for biocontrol of tomato postharvest disease. *Biol Control*, 95: 73–82. doi:10.1016/j.biocontrol.2016.01.005.
- Kwasiborski, A., Bajji, M., Renaut, J., Delaplace, P., Jijakli, H. (2014). Identification of metabolic pathways expressed by *Pichia anomala* Kh6 in the presence of the pathogen *Botrytis cinerea* on apple: new possible targets for biocontrol improvement. *PLoS ONE*, 9(3): e91434. doi: 0.1371/journal.pone.091434.
- Lamont, J.R., Wilkins, O., Bywater-Ekegård, M., Smith, D. L. (2017). From yogurt to yields: potential applications of lactic acid bacteria in plant production. *Soil Biol Biochem*, 111: 1-9. doi: 10.1016/j.soilbio.2017.03.015.

- Junior W. J. F. L., Treu L., Duarte V. S., Campanaro S., Nadai C., Giacomini A., Coricha V. (2017). Draft Genome Sequence of the Yeast *Starmerella bacillaris* (syn., *Candida zemplinina*) FRI751 Isolated from Fermenting Must of Dried Raboso Grapes. *Genome Announc*, 5(17): e00224-17. doi:10.1128/genomeA.00224-17.
- Li, W., Zhang, H., Li, P., Apaliya, M.T., Yang, Q., Peng, Y., Zhang, X. (2016). Biocontrol of postharvest green mold of oranges by *Hanseniaspora uvarum* Y3 in combination with phosphatidylcholine. *Biol Control*, 103: 30-38. doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.07.014.
- Lipinska, L., Klewicki, R., Klewicka, E., Kolodziejczyk, K., Sojka, M., Nowak, A. (2016). Antifungal Activity of *Lactobacillus* sp Bacteria in the Presence of Xylitol and Galactosyl Xylitol. *Biomed Res Int*, 2016: 8. doi: 10.1155/2016/5897486.
- Li, B.Q., Tian, S.P. (2006). Effects of trehalose on stress tolerance and biocontrol efficacy of *Cryptococcus laurentii*. *J Appl Microbiol*, 100(4): 854–861. doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.02852.x.
- Liu, J., Wisniewski, M., Droby, S., Tian, S., Hershkovitz, V., Tworowski, T. (2011). Effect of heat shock treatment on stress tolerance and biocontrol efficacy of *Metschnikowia fructicola*. *FEMS Microbiol Ecol*, 76(1): 145-155. doi: 10.1111/j.1574-6941.2010.01037.x
- Liu, J., Wisniewski, M., Droby, S., Norelli, J., Hershkovitz, V., Tian, S., Farrell, R. (2012). Increase in antioxidant gene transcripts, stress tolerance and biocontrol efficacy of *Candida oleophila* following sublethal oxidative stress exposure. *FEMS Microbiol Ecol*, 80(3): 578-590. doi: 10.1111/j.1574-6941.2012.01324.x.
- Liu, J., Wisniewski, M., Artlip, T., Sui, Y., Droby, S., Norelli, J. (2013). The potential role of PR-8 gene of apple fruit in the mode of action of the yeast antagonist, *Candida oleophila*, in postharvest biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biol Tec*, 85: 203-209. doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.06.007.
- Liu, P., Cheng, Y., Yang, M., Liu, Y., Chen, K., Long, C. Deng X. (2014). Mechanisms of action for 2-phenylethanol isolated from *Kloeckera apiculata* in control of *Penicillium* molds of citrus fruits. *BMC Microbiol*, 14: 242. doi: 10.1186/s12866-014-0242-2.
- Liu, Y., Wang, W., Zhou, Y., Yao, S., Deng, L., Zeng, K. (2017). Isolation, identification and in vitro screening of *Chongqing* orange yeasts for the biocontrol of *Penicillium digitatum* on citrus fruit. *Biol Control*, 110: 18-24. doi: 10.1016/j.biocontrol.2017.04.002.
- Macarasin, D., Droby, S., Bauchan, G., Wisniewski, M. (2010). Superoxide anion and hydrogen peroxide in the yeast antagonist–fruit interaction: a new role for reactive oxygen species in postharvest biocontrol? *Postharvest Biol Tec*, 58(3): 194–202. doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.07.008.
- Mahunu, G. K., Zhang, H., Yang, Q., Zhang, X., Li, D., Zhou, Y. (2016). Improving the biocontrol efficacy of *Pichia caribbica* with phytic acid against postharvest blue mold and natural decay in apples. *Biol Control*, 92: 172-180. doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.10.012.
- Massart, S., Jijakli, M.H., (2014). *Pichia anomala* and *Candida oleophila* in biocontrol of postharvest diseases of fruits: 20 years of fundamental and practical research. In: *Post-Harvest Pathology. Plant Pathology in the 21st Century: Contributions to the 10th International Congress of Plant Pathology*, Prusky, D., Gullino, M.L. (chief eds.), , Volume 7. Springer, The Netherlands, pp. 111–122. doi: 10.1007/978-3-319-07701-7\_10.
- Nagaraja, H., Chennappa, G., Rakesh, S., Naik, M.K., Amaresh, Y.S., Sreenivasa, M.Y. (2016). Antifungal activity of *Azotobacter nigricans* against trichothecene-producing *Fusarium* species associated with cereals. *Food Sci Biotechnol*, 25(4): 1197–1204. doi: 10.1007/s10068-016-0190-8.
- Nally, M. C., Pesce, V. M., Maturano, Y. P., Rodriguez Assaf, L. A., Toro, M. E., Castellanos de Figueroa, L. I., Vazquez, F. (2015). Antifungal modes of action of *Saccharomyces* and other biocontrol yeasts against fungi isolated from sour and grey rots. *Int J Food Microbiol*, 204: 91-100.
- Nunes, C.A. (2012) . Biological control of postharvest diseases of fruit. *Eur J Plant Pathol*

- 133(1): 181–196. doi: 10.1007/s10658-011-9919-7.
- Oregel-Zamudio, E., Angoa-Pérez, M. V., Oyoque-Salcedo, G., Aguilar-González, C. N., Mena-Violante, H. G. (2017). Effect of candelilla wax edible coatings combined with biocontrol bacteria on strawberry quality during the shelf-life. *Sci Horti*, 214: 273-279. doi: 10.1016/j.scienta.2016.11.038.
- Pantelides, I.S., Christou, O., Tsolakidou, M.-D., Tsaltas, D., Ioannou, N. (2015). Isolation, identification and in vitro screening of grapevine yeasts for the control of black aspergilli on grapes. *Biol Control*, 88: 46–53. doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.04.021.
- Parafati, L., Vitale, A., Restuccia, C., Cirvilleri, G. (2015). Biocontrol ability and action mechanism of food-isolated yeast strains against *Botrytis cinerea* causing post-harvest bunch rot of table grape. *Food Microbiol*, 47: 85–92. doi: 10.1016/j.fm.2014.11.013
- Parafati L., Vitale A., Restuccia C., Cirvilleri G. (2017). "Performance evaluation of volatile organic compounds by antagonistic yeasts immobilized on hydrogel spheres against gray, green and blue postharvest decays." *Food Microbiol*, 63: 191-198. doi: 10.1016/j.fm.2016.11.021.
- Passera, A., Venturini, G., Battelli, G., Casati, P., Penaca, F., Quaglino, F., Bianco, P.A. (2017). Competition assays revealed *Paenibacillus pasadenensis* strain R16 as a novel antifungal agent. *Microbiol Res*, 198: 16–26. doi:10.1016/j.micres.2017.02.001.
- Prendesa P. L., Merín G. M., Fontana R. A., Bottini A. R., Ramirez L. M., Morata de Ambrosini I. V. (2018). "Isolation, identification and selection of antagonistic yeast against *Alternaria alternata* infection and tenuazonic acid production in wine grapes from Argentina." *Int J Food Microbiol*, 266: 14-20. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.10.033
- Pesce, V. M., Nally, M. C., Carrizo, G. P., Rojo, C., Pérez, B. A., Toro, M. E., Castellanos de Figueroa, L. I., Vazquez, F. (2018). Antifungal activity of native yeasts from different microenvironments against *Colletotrichum gloeosporioides* on ripe olive fruits. *Biol Control*, 120: 43-51. doi: 10.1016/j.biocontrol.2017.03.005.
- Perez, M. F., Perez Ibarreche, J., Isas, A. S., Sepulveda, M., Ramallo, J., Dib, J. R. (2017). Antagonistic yeasts for the biological control of *Penicillium digitatum* on lemons stored under export conditions. *Biol Control*, 115: 135-140. doi: 10.1016/j.biocontrol.2017.10.006.
- Perez, M.F., Contreras, L., Garnica, N.M., Fernández-Zenoff, M.V., Farías, M.E., Sepulveda, M., Ramallo, J., Dib, J.R. (2016). Native killer yeasts as biocontrol agents of postharvest fungal diseases in lemons. *PLoS ONE*, 11(10): e-0165590. doi: 10.1371/journal.pone.0165590.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., Baños, S. B., Sivakumar, D. (2017). Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 57(3): 579-601. doi: 10.1080/10408398.2014.900474.
- Ruiz-Moyano, S., Martín, A., Villalobos, M. C., Calle, A., Serradilla, M. J., Córdoba, M. G., Hernández, A. (2016). Yeasts isolated from figs (*Ficus carica* L.) as biocontrol agents of postharvest fruit diseases. *Food Microbiol*, 57: 45-53. doi: 10.1016/j.fm.2016.01.003
- Spadaro, D., Lorè, A., Garibaldi, A., Gullino, L. M. (2013). A new strain of *Metschnikowia fructicola* for postharvest control of *Penicillium expansum* and patulin accumulation on four cultivars of apple. *Postharvest Biol Tec*, 75: 1-8. doi: 10.1016/j.postharvbio.2012.08.001.
- Salas, M. L., Mounier, J., Valence, F., Coton, M., Thierry, A., Coton, E. (2017). Antifungal Microbial Agents for Food Biopreservation. *Microorganisms*, 5(3). doi: 10.3390/microorganisms5030037.
- Qin, X., Xiao, H., Xue, C., Yu, Z., Yang, R., Cai, Z., Si, L. (2015). Biocontrol of gray mold in grapes with the yeast *Hanseniaspora uvarum* alone and in combination with salicylic acid or sodium bicarbonate. *Postharvest Biol Tec*, 100: 160–167. doi: 10.1016/j.postharvbio.2014.09.010.
- Qin, G.Z., Tian, S.P., Xu, Y., Wan, Y.K. (2003). Enhancement of biocontrol efficacy of

- antagonistic yeasts by salicylic acid in sweet cherry fruit. *Physiol Mol Plant Pathol*, 62(3): 147–154. doi: 10.1016/S0885-5765(03)00046-8
- Saravanakumar, D., Clavorella, A., Spadaro, D., Garibaldi, A., Gullino, M. L. (2008). *Metschnikowia pulcherrima* strain MACH1 outcompetes *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Penicillium expansum* in apples through iron depletion. *Postharvest Biol Tec*, 49(1): 121-128. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.11.006.
- Sharma, R. R., Singh, D., Singh, R. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists. *Biol Control*, 50(3): 205-221. doi: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.001
- Spadaro, D., Ciavorella, A., Zhang, D., Garibaldi, A., Gullino, M. L. (2010). Effect of culture media and pH on the biomass production and biocontrol efficacy of a *Metschnikowia pulcherrima* strain to be used as a biofungicide for postharvest disease control. *Can J Microbiol*, 56(2): 128-137. doi: 10.1139/w09-117.
- Spadaro, D., Droby, S. (2016). Development of biocontrol products for postharvest diseases of fruit: The importance of elucidating the mechanisms of action of yeast antagonists. *Trends Food Sci Technol*, 47: 39-49. doi: 10.1016/j.tifs.2015.11.003.
- Sui, Y., Liu, J. (2014). Effect of glucose on thermotolerance and biocontrol efficacy of the antagonistic yeast *Pichia guilliermondii*. *Biol Control*, 74: 59-64. doi: 10.1016/j.biocontrol.2014.04.003.
- Sun, C., Fu, D., Lu, H., Zhang, J., Zheng, X., Yu, T. (2018). Autoclaved yeast enhances the resistance against *Penicillium expansum* in postharvest pear fruit and its possible mechanisms of action. *Biol Control*, 119: 51-58. doi: 10.1016/j.biocontrol.2018.01.010.
- Tang, J., Liu, Y., Li, H., Wang, L., Huang, K., Chen, Z. (2015). Combining an antagonistic yeast with harpin treatment to control postharvest decay of kiwifruit. *Biol Control*, 89: 61-67. doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.04.025.
- Terao, D., Nechet, K., Ponte, S. M., Maia, N. A., Anjos, D. A. V., Halfed- Viera A. B. (2017). "Physical postharvest treatments combined with antagonistic yeast on the control of orange green mold." *Sci Hortic*, 224: 317-323. doi: 10.1016/j.scienta.2017.06.038.
- Teixidó, N., Viñas, I., Usall, J., Magan, N., (1998). Improving ecological fitness and environmental stress tolerance of the biocontrol yeast *Candida sake* by manipulation of intracellular sugar alcohol and sugar content. *Mycol Res*, 102(11): 1409–1417. doi: 10.1017/S0953756298006716.
- Usall, J., Torres, R., Teixidó, N. (2016). Biological control of postharvest diseases on fruit: a suitable alternative? *Curr Opin Food Sci*, 11: 51-55. doi: 10.1016/j.cofs.2016.09.002.
- Yang, Q., Wang, H., Zhang, H., Zhang, X., Apaliya, M.T., Zheng, X., Mahunu, G.K. (2017). Effect of *Yarrowia lipolytica* on postharvest decay of grapes caused by *Talaromyces rugulosus* and the protein expression profile of *T. rugulosus*. *Postharvest Biol Tec*, 126: 15–22. doi: 10.1016/j.postharvbio.2016.11.015.
- Vero, S., Garmendia, G., González, M. B., Bentancu, O., Wisniewski, M. (2013). Evaluation of yeasts obtained from Antarctic soil samples as biocontrol agents for the management of postharvest diseases of apple (*Malus x domestica*). *FEMS Yeast Res*, 13(2), 189-199.
- Wang, Y., Wang, P., Xia, J., Yu, T., Luo, B., Wang, J., Zheng, X. (2010). Effect of water activity on stress tolerance and biocontrol activity in antagonistic yeast *Rhodosporidium paludigenum*. *Int J Food Microbiol*, 143(3): 103-108. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.07.035.
- Wei, Y., Mao, S., Tu, K. (2014). Effect of preharvest spraying *Cryptococcus laurentii* on postharvest decay and quality of strawberry. *Biol Control*, 73: 68–74. doi: 10.1016/j.biocontrol.2014.02.016.
- Xu, X., Zhang, H., Chen, K., Xu, Q., Yao, Y., Gao, H. (2013). Biocontrol of postharvest Rhizopus decay of peaches with *Pichia caribbica*. *Curr Microbiol*, 67(2): 255-261. doi: 10.1007/s00284-013-0359-9.
- Zhao, Y., Tu, K., Shao, X., Jing, W., Su, Z., (2008). Effects of the yeast *Pichia guilliermondii* against

Rhizopus nigricans on tomato fruit. *Postharvest Biol Tec*, 49 (1): 113–120. doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.01.001.

Zhang, C.H., Li, Y., Liu, P., Liu, M.J. (2015). Identification of two *Bacillus amyloliquefaciens* strains with high suppression to the key fruit pathogens of Chinese jujube. *Biocontrol Sci Technol*, 25(5): 573–582. doi: 10.1080/09583157.2014.997675.

Zhang, Z., Chen, J., Li, B., He, C., Chen, Y., Tian, S. (2017). Influence of Oxidative Stress on Biocontrol Activity of *Cryptococcus laurentii* against Blue Mold on Peach Fruit. *Front Microbiol*, 8: 151. doi:10.3389/fmicb.2017.00151

Zhou, Y., Zhang, L., Zeng, K. (2016). Efficacy of *Pichia membranaefaciens* combined with chitosan against *Colletotrichum gloeosporioides* in citrus fruits and possible modes of action. *Biol Control*, 96: 39–47. doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.02.001.

Zhimo, V.Y., Dilip, D., Sten, J., Ravat, V.K., Bhutia, D.D., Panja, B., Saha, J. (2017). Antagonistic Yeasts for Biocontrol of the Banana Postharvest Anthracnose Pathogen *Colletotrichum musae*. *J Phytopathol*, 165(1): 35–43. doi: 10.1111/jph.12533.

## TÜRKİYE'DE TÜKETİLEN KÜLTÜR BALIKLARINDA BESİN DEĞERİ VE YAĞ ASİDİ BAKIMINDAN FARKLILIKLAR

**Ayşe ÖZYILMAZ\***

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Deniz Teknolojileri Bölümü,  
İskenderun-Hatay, Türkiye

Geliş / Received: 26.09.2018; Kabul / Accepted: 01.01.2019; Online baskı / Published online: 18.01.2019

Özyılmaz, A. (2019). Türkiye'de tüketilen kültür balıklarında besin değeri ve yağ asidi bakımından farklılıklar. *GIDA* (2019) 44 (1): 50-59 doi: 10.15237/gida.GD18100

Özyılmaz, A. (2019). Differences in nutrition value and fatty acid profiles of cultured fish consumed in Turkey. *GIDA* (2019) 44 (1): 50-59 doi: 10.15237/gida.GD18100

### ÖZ

Bu çalışmada ülkemizde tüketilen kültüre alınmış olan ve ticari öneme sahip; Muskar (*Argyrosomus regius*), Çipura (*Sparus aurata*), Levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) balıklarının et verimi, % yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonları araştırılmıştır. Balıkların ölçülen yağ seviyeleri arasındaki ilişki Muskar<Levrek<Çipura<Alabalık şeklinde ve et verimleri ise %55-66 aralığında bulunmuştur. Çalışmada kullanılan kültür balıklarının doymuş yağ asitleri düzeyi (SFA) %29.10-40.40, tekli doymamış yağ asitleri düzeyi (MUFA) %21.15-36.62, çoklu doymamış yağ asitleri düzeyi (PUFA) %11.95-21.44 arasında belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Muskar, Çipura ve alabalığın temel yağ asitleri palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), linoleik asit (LA C18:2n6), dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n-3) olarak belirlenmiştir. Levrek balığının temel yağ asitleri için ise bu sıralama C16:0, C18:0, DHA ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n-3) şeklinde tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan kültür balıklarının DHA ve EPA düzeyleri birbirlerinden farklılık göstermiştir. Bu farklılık Muskar ve Levrek balıklarının DHA seviyeleri hariç tüm balıklarda istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

**Anahtar kelimeler:** Balık yağı, yağ asitleri, *Argyrosomus regius*, *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Oncorhynchus mykiss*

## DIFFERENCES IN NUTRITION VALUE AND FATTY ACID PROFILES OF CULTURED FISH CONSUMED IN TURKEY

### ABSTRACT

Meat yields, lipid levels and fatty acid compositions of four commercially important reared fish species (meagre, sea bream, sea bass, and rainbow trout) were investigated in this study. The lipid levels were measured in the following order; meagre < sea bass < sea bream < rainbow trout. The meat yields of the fish were between 55% and 66%. Additionally, the levels of SFA in reared fish used in the study were found to be 29.10-40.40%, the levels of MUFA 21.15-36.62%, and PUFA 11.95-21.44%. The predominant fatty acids of meagre, sea bream and rainbow trout were C16:0, C18:0, C18:2n6, and C22:6n-3. The major fatty acids of the sea bass were identified as C16:0, C18:0, C22:6n-3 and C20:5n-3. Moreover, the DHA and EPA levels of reared fish differ from each other. This difference was statistically significant in all measurements except for DHA levels of meagre and sea bass ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** Fish lipid, fatty acid, *Argyrosomus regius*, *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Oncorhynchus mykiss*

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ aylaayse@gmail.com,

☎ (+90) 326 614 1693/3539,

☎ (+90) 326 614 1877

### GİRİŞ

Kültür balıkları gıda ihtiyacımızı karşılamak için önemli bir yere sahiptir. Tüketici tercihlerinde doğal balıklar ilk sırayı alsa da kültür balıkları da tüketim zincirindeki değeri azımsanmayacak kadar büyüktür. Bunun en önemli sebeplerinden biri doğal balıkların avlanmalarının doğaya bağlı, kültür balıklarının hasadının ise isteğe bağlı oluşudur. Buna ek olarak, doğal balıklar, kültür balıklarına oranla daha yüksek ücretlere satılmaktadır. Bu sebeplerden ötürü de kültür balıkları piyasada ticari öneme sahiptir. Bu önem kültür balığı yetiştiriciliğini teşvik etmiştir. Türkiye'nin balık yetiştiriciliği alanında çok önemli bir mesafe kat etmesinde bu olgunun önemli bir payı vardır. Örneğin, Avrupa'da tüketilen balıkların çok önemli bir kısmı Türkiye'de yetiştirilen kültür balıklarıdır (Anonim 2014, 2015). Kültür balığı yetiştiriciliğinde alanında ülke olarak çok önemli bir mesafe kat etmesinden görülmektedir. Bu başarı özellikle Alabalık, Levrek ve Çipura balıklarında görülmektedir (TUİK, 2016).

Yaygın olarak yetiştirilen kültür balık türlerine yenilerinin eklenmesi için deneme çalışmaları yapılmaktadır. Muskar (halk arasında sariağz, halili, grenyüz olarak da isimlendirilir) denemeye alınıp başarılı sonuç alınan balık türlerinden biridir. Muskar balığın kültür balıkları içerisinde iyi bir gelecek vaat eden balık türü olduğu pek çok çalışmada vurgulanmıştır (Giogios vd., 2013; Grigorakis vd., 2011; Monfort, 2010; Saavedra vd., 2015; Sinanoglu vd., 2014; Toksen vd., 2007). Araştırma sonuçları göstermektedir ki Muskar üretimi hem Türkiye'de hem de dünyada başarılı kültür balıkları arasında yer almaktadır (FAO, 2014; TUİK, 2016). Kültür Muskar balığı yetiştiriciliği, Akdeniz'de Fransa ve İtalya'da 90'lı yılların sonunda başlamıştır (Monfort, 2010). Türkiye'de Muskar balığının kültüre alınması ise 2005 yılında başlamıştır (Toksen vd., 2007). Zaman içinde bu balığın kültüre alınması Akdeniz ülkelerinden İspanya, Mısır, Portekiz, Yunanistan ve Kıbrıs'ta yaygınlaşmıştır (Monfort, 2010). Hali hazırda kültüre alınmış Muskar balığı Fransa için önemli kültür balığı türlerinden biridir (Muñoz-Lechuga vd., 2018).

Genel anlamda balığın sağlık için faydalı olduğunun bilimsel olarak kabul görmesi pek çok çalışma ile desteklenmiştir. Bu konuda oldukça çok yayın mevcuttur. Balığın faydalı olduğu gerçeğinin tüketiciler bakımından onay görmeye başlamıştır. Bu olumlu gelişmeye ilaveten, ülkemizde balık tüketimi istenilen düzeyde değildir. Ancak, balık tüketimi yönünde geçmişe nazaran önemli bir artış mevcuttur. Günümüzde balık marketlerde pek çok farklı kültür balığı türü ile karşılaşmaktadır. Bu balıklar arasındaki bazı biyokimyasal farklılıklar merak edilmekte ve bu farklılığın bilinmesi tercih yapabilmek adına önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı balık marketlerden alınan kültür balıklarından en çok tercih edilen Alabalık, Çipura, Levrek ve ek olarak Muskar balıklarının; et verimliliklerini, yağ miktarlarını ve yağ asitleri kompozisyonlarını belirlemektir. Çalışma kültüre alınan ve çok büyük bir ticari potansiyele sahip olduğu düşünülen Muskar balığı hakkında yeni bilgiler sunarken hali hazırda uzun yıllardır piyasada var olan üç kültür balık türü hakkında bazı bilgiler vermektir.

Elde edilen veriler piyasadaki temin edilen kültür balıklarının yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonları hakkında tüketici, üretici ve bu konuda çalışmayı düşünen bilim insanlarına kaynak oluşturacaktır. Kısacası, bu çalışma tükettiğimiz kültür balıklarının et verimlilikleri, yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonları hakkında önemli bilgiler içermektedir.

### MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan Muskar (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801), Çipura [*Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)], Levrek [*Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)] ve Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) İskenderun'da bulunan balık marketlerden 2016 yılı Şubat ayında temin edilmiştir. Satın alınan balıklar soğuk zincirde laboratuvara ulaştırılmıştır.

Balıkların et verimlerini belirlemek için balıklar fileto edilmiştir. Elde edilen filetolardan deri kısımları ayrılmamıştır. Balıkların fileto ağırlıklarının toplam vücut ağırlıklarına oranlanması ile et verimi hesaplanmıştır.

Et verimi (%)= (fileto ağırlığı/tüm vücut ağırlığı) x100

Balıkların yağ içeriklerini belirlemede Hanson ve Olley (1963) tarafından modifiye edilen, Bligh ve Dyer metodu (Hanson ve Olley, 1963) kullanılmıştır. Balığın dorsal bölgesinden 10 g numune kloroform metanol (1:1, v/v) muamele edilmiş 10 dakika ve 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen kloroform ve yağ katmanı pipetleterek ağız rodajlı balonlara aktarılmış ve bu karışımda bulunan kloroform rotary evaporatör buharlaştırılmıştır. Daha sonra numuneler 105 °C'de etüvde 30 dakika süre ile kurutulmuş yağ içerisinde kalması muhtemel eser miktarda kloroform ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Bu şekilde elde edilen yağlardan yağ asitleri metil esterleri hazırlanmıştır. Yağ asitleri metil esterleri hazırlanmasında Özyılmaz ve Palalı (2014) çalışmasında tarif edildiği gibi yapılmıştır.

Gaz kromatografisi şartları: Yağ asitleri HP 6890 GC cihazı ile HP- Innowax Polietilen Glycol kolonu (60 m) kullanılarak belirlenmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 250 °C'ye sonra 270 °C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada kolon sıcaklığı 120 °C'de 3 dakika tutulup dakikada 10 °C artış ile 180 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 10 dakika tutulmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde varyans analizi (ANOVA) uygulanarak Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SPSS, 22).

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada kullanılan kültür balıklarına ait ortalama boy, ağırlık, et verimi ve yağ seviyeleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan balıklardan et verimliliği en yüksek balık Alabalık olarak belirlenmiştir. Bunu Levrek ve Muskar balıkları takip etmiştir.

Çizelge 1. Kültür balıklara ait ortalama boy (cm), ağırlık (g), et verimi (%) ve yağ miktarı (%)  
Table 1. Average length (cm), weight (g), meat yield (%) and fat content (%) of cultured fish

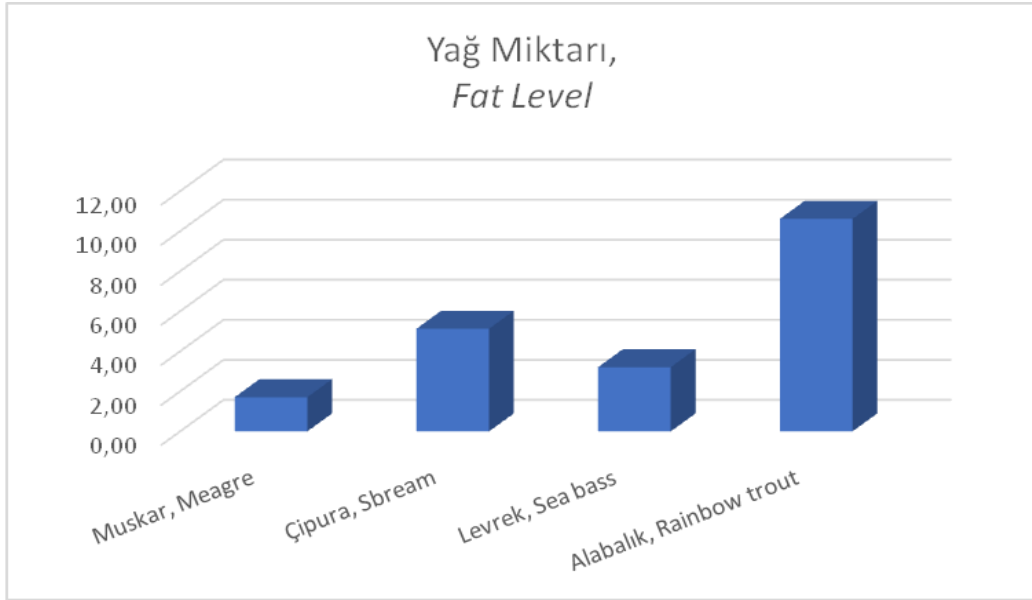
	Muskar <i>Meagre</i>	Çipura <i>Sea bream</i>	Levrek <i>Sea bass</i>	Alabalık <i>Rainbow trout</i>
Boy, <i>Length</i>	38.75±1.32 <sup>a</sup>	28.14±1.31 <sup>b</sup>	32.75±2.63 <sup>bc</sup>	36.67±5.86 <sup>ac</sup>
Ağırlık, <i>Weight</i>	705.00±104.72 <sup>a</sup>	368.30±44.77 <sup>b</sup>	367.62±43.40 <sup>c</sup>	1006.67±146.40 <sup>b</sup>
Et Verimi, <i>Meat Yield</i>	58.15±0.84 <sup>a</sup>	55.15±0.20 <sup>b</sup>	63.86±0.22 <sup>c</sup>	66.23±0.71 <sup>d</sup>
Yağ miktarı, <i>Fat Content</i>	1.71±0.20 <sup>a</sup>	5.13±0.03 <sup>b</sup>	3.21±0.69 <sup>c</sup>	10.61±0.05 <sup>d</sup>

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemliliği belirtmektedir ( $P < 0.05$ )  
Different letters on the same row indicate statistical significance ( $P < 0.05$ )

Çalışmada kullanılan kültür balıkları; Muskar, Çipura, Levrek ve alabalığa ait ortalama yüzde yağ seviyeleri daha iyi bir karşılaştırma yapabilmek amacı ile Şekil 1'de verilmiştir. Balıkların yağ seviyelerinin birbirlerinden oldukça farklı olduğu ve bu farklılığın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Kültür balıklarının yağ içeriğini etkileyen pek çok faktör mevcuttur. Bunlardan bazıları balığın türü, cinsiyeti, yaşı, Şekil 1 buraya yerleştirilebilir.

oluşturulan ortam ve kullanılan ticari yem şeklinde sıralanabilir. Kültür balıklarının sahip oldukları yüzme alanları doğal ortam ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlıdır. Kültür balıklarının besin teminleri ise doğal balıklardan daha fazladır. Bu faktörler kültür balıklarının daha fazla yağ içeriğine sahip olmalarına vesile olmaktadır.





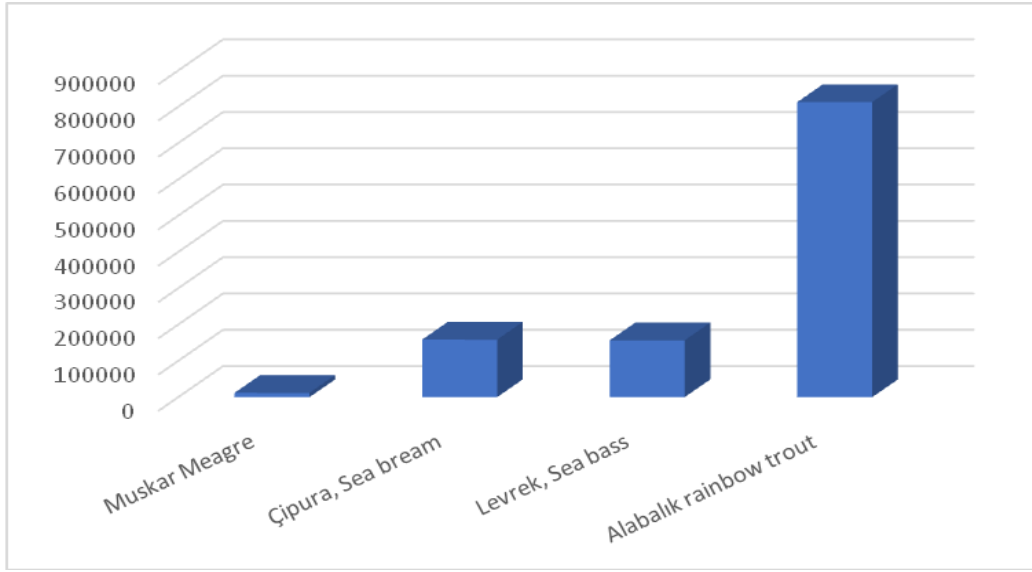
Şekil 1. Çalışmada kullanılan kültür balıkları yağ miktarı (%)  
Figure 1. The amounts of fat level in cultured fish used in this study

Ackman'ın (1989) bildirdiğine göre balıklar, içerdikleri yağ seviyeleri dikkate alındığında yağsız (<%2), az yağlı (%2-4), orta yağlı (%4-8) ve yağlı (>%8) olarak sınıflandırılabilir. Bu çalışmada içerdikleri yağ seviyeleri bakımından Ackman'ın (1989) sınıflandırılması dikkate alınarak değerlendirilirse; Muskar balığı %2'den az, Levrek balığı %2-4 aralığında, Çipura %4-8 aralığında ve Alabalık %8'den fazla yağ içermektedir. Dolayısı ile balıklar sırası ile yağsız, az yağlı, orta yağlı ve yağlı olarak sınıflandırılabilir. Bu sonuçlar gösteriyor ki piyasada mevcut satışa sunulan kültür balıkları içerisinde yağsızdan yağlıya kadar geniş bir yelpazede farklı yağ içeriğine sahip balık bulmak mümkündür. Pek çok sağlık kuruluşu haftada en az iki kez balık tüketiminin mümkünse de yağlı balık tüketiminin sağlık açısından faydalı olduğunu tavsiye etmektedir. Çeşitli sağlık sebepleri ve farklı beğeni kriterleri dikkate alındığında insanların bu konuda tercih yapabileme şanslarının olması tüketiciler açısından oldukça olumlu bir durum olarak değerlendirilebilir.

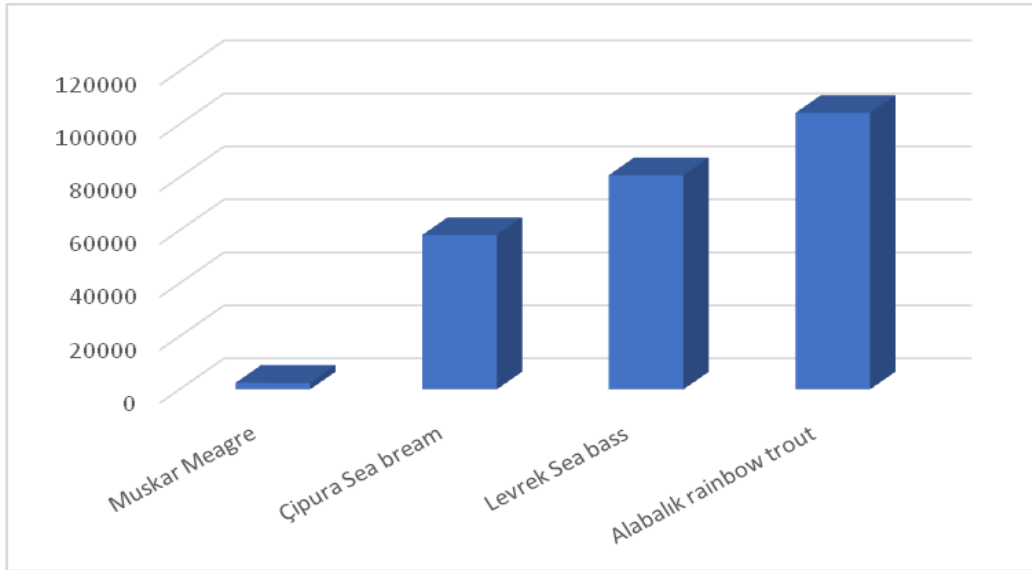
Araştırmada kullanılan Muskar balığı yağ içeriği Yunanistan'ın Kuzey Evian Körfezi'nde yetiştiriciliği yapılan Muskar balıkları ile benzerlik

göstermektedir (Sinanoglu vd., 2014). Yapılan bu çalışma dahil olmak üzere daha önce rapor edilen çalışmalarda kültüre alınmış Muskar balığı % yağ miktarı %0.73-%2.9 aralığında tespit edilmiştir (Giogios vd., 2013; Grigorakis vd., 2011; Hernandez vd., 2009; Saavedra vd., 2015; Sinanoglu vd., 2014). Kültür balıklarının sahip oldukları yüzme alanları doğal ortam ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlıdır. Benzer şekilde kültür balıklarının besin teminleri de doğal balıklardan daha fazladır. Bu faktörler kültür balıklarının daha fazla yağ içeriğine sahip olmalarına vesile olmaktadır. Fakat bu şartlarda bile Muskar balığının yağ içeriğinde çok fazla bir artışa sebep olamamıştır.

İlaveten, FAO (2014) ve TUİK (2016) raporlarına göre kültür balıklarında üretim miktarları Şekil 2 ve 3'de verilmiştir. Bu balıklardan Muskar balığının yıllık üretimi dünyada ve Türkiye'de sırası ile 17770 (FAO, 2014) ve 2463 (TUİK, 2016) ton olarak hesaplanmıştır. Bu veriler Muskar balığının ticari değere sahip kültür balıkları arasına girdiğini göstermektedir.



Şekil 2. FAO (2014) raporlarına göre kültür balıklarında üretim miktarları  
Figure 2. FAO (2014) reports that shows amount of cultured fish production



Şekil 3. TÜİK (2016) raporlarına göre kültür balıklarında üretim miktarları  
Figure 3. TÜİK (2016) reports that shows amount of cultured fish production

Diğer taraftan, bu çalışmada kullanılan Çipura ve Levrek balıklarının yağ içerikleri Ege Denizi'nde yetiştiriciliği yapılan ve Haziran-Temmuz aylarında hasat edilen (Erkan ve Özden, 2007) ve Eylül ayında hasat edilen (Özden ve Erkan, 2008) Çipura ve Levrek balıklarından daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi balıklar için kullanılan farklı ticari yem içeriği ve çevresel koşullar olabilir.

Bu çalışmada kullanılan dört farklı kültür balığı içerisinde en yüksek yağ içeriğine sahip balık gökkuşuğu alabalığıdır. Çalışmada elde edilen gökkuşuğu alabalığının % yağ miktarı ile ilgili sonuçlar doğal ve kültür Alabalıklarından (Öz ve Dikel 2015), iki farklı büyüme evrelerindeki kültür Alabalıklarından (Dobrev vd., 2017) ve dört farklı ortamda büyüyen (doğaya kaçıp orada yetişen, gölet, deniz ve baraj gölünde) kültür

Alabalıklarından (Taşbozan vd., 2016) daha yüksek bulunmuştur.

Bu çalışma kapsamında çalışılan balıkların yağ seviyeleri, balıkların aynı bölgede ve benzer şartlarda yaşamlarını sürdürmelerine ve aynı zamanda hasat edilmelerine rağmen farklı yağ asidi kompozisyonuna sahip oldukları saptanmıştır. Bu farklılığın sebebi farklı tarz beslenme alışkanlıklarına, üreme periyoduna ve fizyolojik özelliklerine sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan kültür balıklarının toplam doymuş yağ asitleri (SFA) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. En yüksek SFA değeri Levrekte en düşük SFA değeri ise Alabalıkta tespit edilmiştir. Çalışılan balıklarda SFA'den en çok bulunan yağ asidi palmitik (C16:0) asit olmuş bunu stearik asit (C18:0) ve miristik asit (C14:0) takip etmiştir. Çalışmada kullanılan balıkların C18:0 ve C14:0 değerlerinin kendi aralarındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca C15:0'da aynı durum gözlemlenmiştir.

Ayrıca, incelenen balıklardan Muskar balığı yağ asitlerinde toplam doymuş yağ asitlerinden palmitik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit en yüksek yağ asidi olmak üzere kendine özgü tipik bir yağ asidi modeli sergilemiştir. Bu çalışmada elde edilen bu bulgular daha önce rapor edilen çalışmalarla paralellik arz etmektedir (Grigorakis vd., 2011; Giogios vd., 2013; Hernandez vd., 2009; Saavedra vd., 2015).

Çalışmada araştırılan balıklardan Çipura ve Levrek balıklarının toplam doymuş yağ asitleri Ege Denizi'nde yetiştiriciliği yapılan ve Eylül ayında hasat edilen Çipura ve Levrek balıklarının toplam doymuş yağ asitleri (Özden ve Erkan 2008) daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni kültür balıklarına sunulan çevresel koşulların (kullanılan kafes alanı, bu alana stoklanan balık miktarı, yemleme teknikleri, vs.) ve kullanılan ticari yem içeriğinden kaynaklanmıştır.

Bu çalışmada incelenen Alabalık doymuş yağ asitleri (%29.10) Varna'da (Bulgaristan) bir balık

marketten 2015 yılı Mart ayında satın alınan ve ağırlığı 300-400gr (%32) ve 700-900 gr (%27) arasında değişen iki farklı grup alabalığın kas etlerine ait toplam doymuş yağ asitleri ile uyumlu bulunmuştur (Dobrev vd., 2017). Aynı çalışmada elde edilen bu farklı iki grup balığın kaslarında bulunan palmitik asit, stearik asit ve miristik asit değerleri bu çalışmada incelenen Alabalık kasında bulunanlardan daha düşük bulunmuştur.

Tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) oleik asit (C18:1n9) en yüksek Alabalıkta izlenmiştir. Araştırmada kullanılan kültür balıklarından Muskar, Çipura, Levrek ve Alabalıkların ortalama MUFA değerleri sırası ile %21, %31, %26 ve %36 olarak belirlenmiştir. Balıkların hepsinde oleik asit miktarı temel yağ asidi olarak belirlenmiştir. Balıkların oleik asit miktarları birbirlerinden farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar Muskar ve Levrek ( $P > 0.05$ ) balıklarında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, çipura ve alabalık balıkları arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Muskar balığını MUFA'den ortalama oleik asit miktarı, yetiştiriciliği yapılan ortalama 830 gr ve 1600 gr ağırlığındaki Muskar balıklarından (Giogios vd., 2013), ortalama 1278 gr ağırlığındaki Muskar balıklarından (Grigorakis vd., 2011), ortalama 800 gr ağırlığındaki Muskar balıklarından (Saavedra vd., 2015), doğal ortamdan yakalanmış ve kültüre alınmış Muskar balıklarından (Sinanoglu vd., 2014) daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi balıkların coğrafik olarak farklı şartlara sahip olması, kullanılan balık yeminin farklı olması ve kafeslerde balık yoğunluk miktarı ve balık ağırlıklarının farklı olmasından kaynaklı sebeplerden olabilir.

Üzerinde çalışılan balıklardan Alabalık tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit %24.90 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulunan bu bulgu 700-900 gr arasında değişen Alabalık kas etlerine ait ortalama oleik asit miktarından (%14.54) daha yüksek bulunmuştur (Dobrev vd., 2017). Aynı şekilde bu çalışmada elde edilen Alabalık ortalama toplam MUFA içeriği de bahsi geçen çalışmadan yüksek bulunmuştur (Dobrev vd., 2017).

Çizelge 2. Bu çalışmada kullanılan kültür balıklarının yağ asitleri kompozisyonu (%)  
 Table 2. Fatty acid composition of cultured fish used in this study (%)

Yağ Asitleri <i>Fatty acids</i>	Balık türleri <i>Fish Species</i>			
	Muskar <i>Meagre</i>	Çipura <i>Sea bream</i>	Levrek <i>Sea bass</i>	Alabalık <i>Rainbow trout</i>
C14:0	2.00±0.00 <sup>a</sup>	4.77±0.20 <sup>b</sup>	5.30±0.05 <sup>c</sup>	3.63±0.18 <sup>d</sup>
C15:0	0.57±0.01 <sup>a</sup>	0.22±0.01 <sup>b</sup>	1.26±0.01 <sup>c</sup>	0.39±0.01 <sup>d</sup>
C16:0	25.10±0.32 <sup>a</sup>	20.45±1.11 <sup>b</sup>	23.40±0.31 <sup>a</sup>	18.58±0.30 <sup>c</sup>
C17:0	0.60±0.01 <sup>a</sup>	0.62±0.02 <sup>a</sup>	0.58±0.00 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>b</sup>
C18:0	7.80±0.08 <sup>a</sup>	4.70±0.03 <sup>b</sup>	8.61±0.11 <sup>c</sup>	5.61±0.08 <sup>d</sup>
C20:0	0.36±0.03 <sup>a</sup>	0.40±0.01 <sup>a</sup>	0.84±0.01 <sup>b</sup>	0.35±0.05 <sup>a</sup>
∑SFA	36.42	31.38	40.40	29.10
C15:1	0.57±0.01 <sup>a</sup>	0.79±0.01 <sup>b</sup>		
C16:1n9	0.41±0.01 <sup>a</sup>	0.72±0.03 <sup>b</sup>	0.75±0.01 <sup>b</sup>	0.55±0.01 <sup>c</sup>
C16:1n7	2.29±0.10 <sup>a</sup>	5.79±0.15 <sup>b</sup>	7.24±0.08 <sup>c</sup>	4.93±0.09 <sup>d</sup>
C17:1	0.39±0.01 <sup>a</sup>	0.43±0.01 <sup>b</sup>	0.40±0.02 <sup>b</sup>	0.24±0.00 <sup>c</sup>
C18:1n9	14.39±0.01 <sup>a</sup>	19.02±1.05 <sup>b</sup>	15.15±0.02 <sup>a</sup>	24.90±0.08 <sup>c</sup>
C18:1n7	1.82±0.05 <sup>a</sup>	2.35±0.06 <sup>b</sup>	2.81±0.08 <sup>c</sup>	2.78±0.01 <sup>c</sup>
C20:1n9	0.84±0.02 <sup>a</sup>	1.30±0.12 <sup>b</sup>	0.23±0.01 <sup>c</sup>	2.50±0.00 <sup>d</sup>
C22:1n9	0.46±0.06	0.87±0.05		0.73±0.06
∑MUFA	21.15	31.25	26.56	36.62
C16:2n4	0.39±0.01 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>b</sup>	0.24±0.01 <sup>c</sup>	0.26±0.01 <sup>c</sup>
C18:2n6	18.49±0.06 <sup>a</sup>	15.61±0.75 <sup>b</sup>	1.68±0.04 <sup>c</sup>	13.41±0.18 <sup>d</sup>
C18:3n6	0.47±0.13 <sup>a</sup>	0.10±0.12 <sup>b</sup>	0.30±0.06 <sup>ab</sup>	0.19±0.04 <sup>b</sup>
C20:2n6	0.26±0.01 <sup>ab</sup>	0.16±0.02 <sup>b</sup>	0.34±0.11 <sup>b</sup>	0.20±0.00 <sup>ab</sup>
C20:4n6	1.09±0.07 <sup>a</sup>	0.70±0.04 <sup>b</sup>	1.28±0.02 <sup>c</sup>	1.48±0.01 <sup>d</sup>
C22:4n6	0.34±0.00	0.27±0.04		0.22±0.00
C22:5n6	0.69±0.03 <sup>a</sup>	0.37±0.03 <sup>b</sup>	0.87±0.01 <sup>c</sup>	0.21±0.04 <sup>d</sup>
n6	21.34	17.19	4.46	15.71
C18:3n3	1.74±0.08 <sup>a</sup>	2.44±0.04 <sup>b</sup>	0.95±0.03 <sup>c</sup>	3.29±0.02 <sup>d</sup>
C20:5n3	2.50±0.02 <sup>a</sup>	2.87±0.11 <sup>b</sup>	5.34±0.06 <sup>c</sup>	1.93±0.11 <sup>d</sup>
C22:5n3	0.88±0.07 <sup>a</sup>	1.48±0.07 <sup>b</sup>	1.88±0.03 <sup>c</sup>	1.03±0.06 <sup>a</sup>
C22:6n3	13.96±0.08 <sup>a</sup>	8.27±0.64 <sup>b</sup>	13.27±0.08 <sup>a</sup>	5.69±0.21 <sup>c</sup>
n3	19.07	15.05	21.44	11.94
∑PUFA	40.79	32.43	26.13	27.90
EPA/DHA	0.18	0.35	0.41	0.34
DHA/EPA	5.59	2.89	2.49	2.95
n3/n6	0.90	0.88	4.81	0.76
n6/n3	1.12	1.15	0.21	1.32
PUFA/SFA	1.12	1.04	0.65	0.96

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemliliği belirtmektedir ( $P < 0.05$ )  
 Different letters on the same row indicate statistical significance ( $P < 0.05$ )

Çalışılan balıkların hepsi dikkate alındığında, çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) linoleik asit (LA, C18:2n6) ve dokosaheksaenoik asidin (DHA, C22:6 n-3) yüksek seviyelerde olduğu bu iki yağ asidini de genelde, eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 n-3) ve araşidonik asit (ARA, C20:4n6),  $\alpha$ -linolenik asit (ALA, 18:3n-3) ve dokozapentanoik asidin (DPA, 22:5 n-3) daha düşük seviyelerde takip ettiği görülmektedir. Bahsi geçen bu yağ asitlerinden dikkati çeken LA'nın yüksek seviyelerde olmasıdır. İlâveten bu yağ asitlerinin dağılımı her balık için farklı olmuştur. Genel olarak Levrek balığı hariç en yüksek PUFA'nın LA olduğu bunu DHA'nın takip ettiği belirlenmiştir. Bu dağılım yüksekten düşüğe doğru Muskar balığında LA>DHA>EPA>ARA, Çipura balığında LA>DHA>EPA>ALA, Levrek balığında DHA>EPA>DPA>ARA ve son olarak Alabalıkta ise LA>DHA>ALA>EPA şeklinde sıralanmıştır.

Daha önce rapor edilen bazı çalışmalar [Akdeniz'de bulunan bako balığı (Ozyılmaz vd., 2017) paşa ve nil barbunu (Öksüz vd., 2011), tavşan ve çarpan balıkları (Öksüz vd., 2010), Karadeniz ve Akdeniz hamsisi, (Öksüz vd., 2009), Munzur Çay'ında bulunan kahverengi Alabalık (Kayım vd., 2011), Atatürk barajında yaşayan havuz balığı, ot sazani ve karaca balığı (Ozyılmaz ve Palalı, 2004)] doğal ortamdan elde edilen balıkların PUFA değerleri içerisinde en yüksek yağ asidinin DHA olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise Levrek balığı hariç tüm balıkların PUFA miktarlarının temel yağ asidi LA olmuştur. Bu değer kültür balıklarını doğal balıklardan ayıran bir fark olabilir.

Kültür balıklarında LA'nın yüksek seviyelerde olması yem maddelerine katılan bitkisel kaynaklı yağlardan ileri geliyor olabilir. Çünkü LA genelde bitkisel kaynaklı yağlarda çokça bulunduğu daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Chu ve Hwang, 2002). Bu çalışmada Levrek balığı hariç tüm balıkların LA seviyeleri yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen bu LA seviyesi ile ilgili elde edilen bu bulgular daha önce rapor edilen kültür balıklarının LA seviyeleri ile uyumluluk göstermektedir (Dobrev vd., 2017; Giogios vd., 2013; Grigorakis vd., 2011; Harlıoğlu vd., 2016;

Hernandez vd., 2009; Özden ve Erkan 2008; Saavedra vd., 2015; Sinanoğlu vd., 2014).

Bu çalışmada kullanılan Alabalık için elde edilen ortalama toplam PUFA değeri (%27.90) ve PUFA'ların genel dağılımı daha önce rapor edilen 300-400 gr arasında değişen Alabalık kas etleri ve aynı çalışmada kullanılan 700-900 gr arasında değişen Alabalık kas etlerine ait değerlerden farklılık göstermiştir (Dobrev vd., 2017).

Çalışmada kullanılan kültür balıklarının ortalama çoklu doymamış yağ asitleri %11.94-21.44 aralığında değişim göstermiştir. Muskar, Çipura ve Alabalık için temel yağ asidi LA iken Levrek balığında bu DHA olmuştur. İlâveten Levrek balığı hariç balıkların omega 6 değerleri omega 3 değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Balıkların omega 6 serisinden LA değerleri birbirlerinden farklılık göstermiştir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Diğer taraftan balıkların içerdiği toplam omega 3 değerleri içerisinde en yüksek yağ asidi Levrek balığındaki DHA içeriği olmuştur.

Bu çalışmada incelenen balıkların toplam omega 6'nın omega3'e (n6/n3) oranı 0.21-1.32 aralığında hesaplanmıştır. İngiltere Sağlık Departmanı'nın bildirdiğine göre balık yağlarında tavsiye edilen maksimum n6/n3 oranı en fazla 4.0 olmalıdır (HMSO, 1994 atf edildiği yer Ozogul vd., 2008). Tavsiye edilen bu değerlerden daha yüksek değerlerin sağlık için bazı olumsuz durumlara neden olabileceği vurgulanmaktadır. Bu çalışmada araştırılan tüm balıkların n6/n3 oranları bahsi geçen 4 değerinden çok daha düşük bulunmuştur. Dolayısı ile çalışılan tüm balıklar tavsiye edilen değerler aralığında tespit edilmiştir.

İncelenen balıkların PUFA/SFA oranları 0.65-1.12 aralığında değişim göstermiştir. Ozogul vd.'nin (2008) belirttiklerine göre, balık yağ asitlerinin minimum PUFA/SFA oranının değeri 0.45 (HMSO, 1994) olması tavsiye edilmektedir (Ozogul vd., 2008). Bu çalışmada incelenen tüm balıkların PUFA/SFA oranları tavsiye edilen minimum değer üzerinde tespit edilmiştir.

## SONUÇ

Sonuç olarak, araştırmada kullanılan yetiştiriciliği yapılan balıkların farklı yağ miktarına, et verimi ve yağ asitlerine sahip oldukları bulunmuştur. Bu makalede bahsi geçen bilgiler bizlere Türkiye’de satın almak istediğimiz yetiştiriciliği yapılan balık çeşitliliği ve besin içeriği hakkında detaylı bilgi sağlamaktadır. Bahsi geçen bu bilgiler, ilk olarak, tüketicilere tüketmek istedikleri balıklar hakkında seçim imkânı sağlamaktadır. İlâveten, balık işleme alanında faaliyet gösteren firmalara nasıl bir işleme seçmeleri konusunda fikir sunarken bu konuda çalışmak isteyen bilim insanlarına literatür oluşturabilecek bilgi sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

Anonymous, (2014). <http://www.tarim.com.tr/Avrupada-Satilan-3-Baliktan-Biri-Turkiye-den-Ihrac-Ediliyor,18022h> (internet erişim 21.06.2018)

Anonymous, (2015). <https://www.perakende.org/avrupada-satilan-3-baliktan-biri-turkiyeden-ihrac-ediliyor-1342802437h.html> (internet erişim 21.06.2018)

FAO, (2014). FishStat]- software for fishery statistical time series. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus\\_regius/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus_regius/en), [http://www.fao.org/fishery/species/Sparus\\_aurata/en](http://www.fao.org/fishery/species/Sparus_aurata/en), [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus\\_labrax/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en), [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/On\\_corhynchus\\_mykiss/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/On_corhynchus_mykiss/en), (Son Erişim Tarihi 25/05/2018).

Ackman, R.G. (1989). Nutritional composition of fats in seafood in progress. *Food Nutr Sci*, 13: 161-241.

Chu, Y.H., Hwang, L.S. (2002). Food Lipids. In: Z. E. Skorski (Ed), Chemical and functional properties of food components, chapter 6, CRS Press, Florida, 115-132 pp.

Dobrev, D. A., Merdzhanova, A., Makedonski, L. (2017). Fat soluble nutrients and fatty acids in skin and fillet of farmed rainbow trout. *Bulg Chem Commun*, Volume 49, Special Issue, 118 –123 pp.

Erkan, N., Özden, Ö. (2007). Proximate composition and mineral contents in aqua

cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chem*, 102(3), 721-725. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.06.004

Giogios, I., Grigorakis, K., Kalogeropoulos, N. (2013). Organoleptic and chemical quality of farmed meagre (*Argyrosomus regius*) as affected by size. *Food Chem*, 141(3), 3153-3159. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.05.154

Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I., Nathanailides, C. (2011). Lipid quality and filleting yield of reared meagre (*Argyrosomus regius*). *Int J Food Sci Technol*, 46(4), 711-716. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02537.x

Hanson, S.W.F., Olley, J. (1963). Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem J*, 89: 101-102.

Harlioğlu, A.G., Yılmaz, Ö., Oray, I.K., Aydin, S. (2016). A comparison of fatty acid, cholesterol and vitamin composition in sea bass [*Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)] and sea bream [*Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)] from three cage farm areas: Antalya and Muğla (Turkey) and İskele (Northern Cyprus). *J Appl Ichthyol*, 32(3): 577-582. DOI: 10.1111/jai.13036

Hernández, M.D., López, M.B., Álvarez, A., Ferrandini, E., García, B.G., Garrido, M.D. (2009). Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food chem*, 114(1): 237-245. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.045

Kayim, M., Öksüz, A., Özyılmaz, A., Kocabas, M., Can, E., Kizak, V., Ates, M. (2011). Proximate composition, fatty acid profile and mineral content of wild brown trout (*Salmo trutta* sp.) from Munzur River in Tunceli, Turkey. *Asian J Chem*, 23(8), 3533-3537.

Monfort, M.C., (2010). Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture. *Stud and Rev-Gen Fish Comm Mediter*, 89: 28-31.

- Muñoz-Lechuga, R., Sanz-Fernández, V., Cabrera-Castro, R. (2018). An Overview of Freshwater and Marine Finfish Aquaculture in Spain: Emphasis on Regions. *Rev Fish Sci Aquacult*, 26(2): 195-213. DOI: 10.1080/23308249.2017.1381832
- Oz, M., Dikel, S. (2015). Comparison of body compositions and fatty acid profiles of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Sci Technol*, 3(4): 56-60.
- Ozogul, Y., Duysak, O., Ozogul, F., Özkütük, A.S., Türeli, C. (2008). Seasonal effects in the nutritional quality of the body structural tissue of cephalopods. *Food Chem*, 108(3): 847-852. DOI: 10.13189/fst.2015.030402
- Ozyilmaz, A., Demirci, A., Konuskan, D.B., Demirci, S. (2017). Macro minerals, micro minerals, heavy metal, fat, and fatty acid profiles of European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) caught by gillnet. *J Entomol Zool Stud*, 5(6): 272-275.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A., Turan, C. (2009). Comparative study on fatty acid profiles of anchovy from Black Sea and Mediterranean Sea (*Engraulis encrasicolus* L., 1758). *Asian J Chem*, 21(4): 3081.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A., Küver, Ş. 2011. Fatty acid composition and mineral content of *Upeneus moluccensis* and *Mullus surmuletus*. *Turk J Fish Aquat Sci*, 11(1): 69-75.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A., Sevimli, H. (2010). Element compositions, fatty acid profiles, and proximate compositions of marbled spinefoot (*Siganus rivulatus*, Forsskal, 1775) and dusky spinefoot (*Siganus luridus*, Ruppell, 1878). *J Fish Sci*, 4(2): 177-183.
- Özden, Ö., Erkan, N. (2008). Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). *Int J Food Sci Nutr*, 59(7-8): 545-557. DOI: 10.1080/09637480701400729
- Özyılmaz, A., Palali, B. (2014). Meat Yields, Lipid Levels, and Fatty Acid Components of Some Fish from Atatürk Dam Lake. *Aquac Stud*, 14(3): 029-036. DOI: 10.17693/yunusae.v2014i21953.235724
- Saavedra, M., Pereira, T. G., Grade, A., Barbeiro, M., Pousão-Ferreira, P., Quental-Ferreira, Quental-Ferreira, H., Nunes, M. L., Bandarra, N., Gonçalves, A. (2015). Farmed meagre, *Argyrosomus regius* of three different sizes: what are the differences in flesh quality and muscle cellularity? *Int J Food Sci Tech*, 50(6): 1311-1316. DOI: 10.1111/ijfs.12769
- Sinanoglou, V.J., Proestos, C., Lantzouraki, D.Z., Calokerinos, A.C., Miniadis-Meimaroglou, S. (2014). Lipid evaluation of farmed and wild meagre (*Argyrosomus regius*). *Eur J Lipid Sci Technol*, 116(2): 134-143. DOI: 10.1002/ejlt.201300346
- Taşbozan, O., Gökçe, M.A., Erbaş, C. (2016). The effect of different growing conditions to proximate composition and fatty acid profiles of rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*). *J Appl Anim Res*, 44(1): 442-445. DOI: 10.1080/09712119.2015.1091323
- Toksen, E., Buchmann, K., Bresciani, J. (2007). Occurrence of *Benedenia sciaenae* van Beneden, 1856 (Monogenea: Capsalidae) in cultured meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801)(Teleost: Sciaenidae) from western Turkey. *Bull Euro Assoc Fish Pathol*, 27(6): 250-253.
- TUİK 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005) (Son Erişim Tarihi 21.06.2018)



## EFFECTS OF SOME EDIBLE COATING ON QUALITY OF READY-TO-EAT AMASYA APPLES

Şeyda Karagöz<sup>1\*</sup>, Aslıhan Demirdöven<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Technology, Zile Vocational High School, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat-Zile, Turkey

<sup>2</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey

Received / Geliş: 14.09.2018; Accepted / Kabul: 01.01.2019; Published online / Online baskı: \*\*.\*\*.2019

Karagöz, Ş., Demirdöven, A. (2019). Effects of some edible coating on quality of ready-to-eat Amasya apples. *GIDA* (2019) 44 (\*): \*\*\*-\*\*\* doi: 10.15237/gida.GD18095

Karagöz, Ş., Demirdöven, A. (2019). Bazı yenilebilir kaplama uygulamalarının yemeye hazır Amasya elmasının kalitesine etkileri. *GIDA* (2019) 44 (\*): \*\*\*-\*\*\* doi: 10.15237/gida.GD18095

### ABSTRACT

This study aimed to investigate the changes of some physicochemical and sensory quality of ready-to-eat Amasya apples coated with chitosan and stevia combinations. Cube-shaped apples divided into three sample groups: i- Control (C, without coating); ii- Chitosan (CH, dipped into film mixture consisting of 0.75% chitosan, 1.5% glycerol, 2% ascorbic acid); iii- Chitosan-stevia (CHS, same CH film additionally contains 2.5% stevia extract). Some physicochemical and sensory analyzes were performed. Film coatings decreased respiration rate, increased titration acidity but no weight loss was observed in all samples. CH and CHS increased fruit hardness value at the beginning of storage, but in other days, statistically difference wasn't observed between samples ( $P > 0.05$ ). At the end of storage, a decrease was seen in  $L^*$  values; but an increase was seen in  $a^*$  and  $b^*$  values of samples ( $P \leq 0.05$ ). In addition, CHS samples wasn't approved due to herbaceous smell and taste of stevia.

**Keywords:** Apple, chitosan, edible film, shelf life, stevia.

## BAZI YENİLEBİLİR KAPLAMA UYGULAMALARININ YEMEYE HAZIR AMASYA ELMASININ KALİTESİNE ETKİLERİ

### ÖZ

Bu çalışmada, kitosan ve kitosanın stevia içeren kombinasyonları ile kaplanmış yemeye hazır Amasya elmalarında oluşan bazı fizikokimyasal ve duyuşsal değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Küp doğranan elma örnekleri üç gruba ayrılmıştır: i- Kontrol (C, kaplanmamış); ii- Kitosan (CH, %0.75 kitosan, %1.5 gliserol, %2 askorbik asit içeren filme daldırılmıştır); iii- Kitosan-stevia (CHS, %2.5 stevia ekstraktı içeren aynı CH filmi kullanılmıştır). Bazı fizikokimyasal ve duyuşsal analizler yürütülmüştür. Film kaplamalar solunum hızını azaltmış, titrasyon asitliğini arttırmış, ancak örneklerde ağırlık kaybı gözlenmemiştir. CH ve CHS, depolama başlangıcında meyve sertlik değerini arttırmış, ancak diğer günlerde örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). Depolama sonunda,  $L^*$  değerlerinde bir azalma görülmüş; ancak örneklerin  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde bir artış görülmüştür ( $P \leq 0.05$ ). Ayrıca, otsu kokusu ve stevia tadı nedeniyle CHS örneği kabul görmemiştir.

**Anahtar kelimeler:** Elma, kitosan, yenilebilir film raf ömrü, stevia.

\* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar;

✉ seyda.karagoz@gop.edu.tr,

☎ (+90) 356 317 5078-6257,

☎ (+90) 356 317 5079



## INTRODUCTION

As it stated in the report of the World Health Organization and specific dietary guidelines of Turkey; it is recommended to consume at least five portions of fruit and vegetables per day for control of body weight and adequate and balanced nutrition. According to this recommendation, consumption of fruits and vegetables in our country is inadequate (Anonymous, 2015). For this reason, it has been observed that edible films and coatings have been studied especially for slicing and selling fruits and vegetables in recent years. Edible coatings are packages that surround food externally and can be consumed with food. They can be obtained from proteins, lipids and polysaccharides (Chiabrando et al., 2016). One of the polysaccharide based edible film/coating is chitosan. It is obtained by deacetylation of chitin (Taştan and Baysal, 2013). This biopolymer can also be the carrier of many materials such as antioxidants, antimicrobials, etc. Thus, the efficiency of chitosan can be increased. The use of edible films with modified atmosphere packaging (MAP) is indicated in studies. By MAP application, the O<sub>2</sub> concentration in the package is limited and the respiration rate of the product is controlled and accordingly the shelf life of the product can be extended (Farber et al., 2003; Müftüoğlu, 2010).

*Stevia rebaudiana* plant originating in South America, which is known for its sweetening properties and also has antioxidant and antimicrobial properties, has recently been on the agenda (Gantait et al., 2015; Barba et al., 2015). The dry extract of *Stevia rebaudiana* leaves contains phenolic compounds, flavonoids and other antioxidant compounds. However, there are few studies on the antioxidant activity of stevia extracts (Criado et al., 2015).

In this study, it was aimed to investigate the changes of some physicochemical and sensory quality of ready-to-eat Amasya apples coated with chitosan and stevia combinations under passive-MAP (polypropylene-PP, 30µm) storage at +1 °C for 3 days.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

'Amasya' variety apples were purchased from a local wholesale distributor (Tokat, Turkey) in October (2017) and stored at +1±2 °C until processing. For film formulations, high density chitosan (>400 m Pa.s, 1% acetic acid (AS), Sigma) and dried stevia leaves (from a local herbalist) were used. In addition, glycerol (Sigma-Aldrich, Germany) was added as plasticizer and ascorbic acid (1.65 g / cm<sup>3</sup>, E300, Tito, China) was added as an antioxidant agent. In the MAP phase, polypropylene (PP-30 µm) packaging materials (20x30 cm<sup>2</sup>, by Packtech, impulse sealer FS 400 for PP/PE) were brought to the appropriate sizes with a heat sealer.

**Chitosan film formulation:** For chitosan film production, 0.75% (w/v) chitosan was dissolved in 1% (v/v) acetic acid (Sigma-Aldrich, Germany). Then 1.5% (v/v) glycerol was added to the film as the plasticizer. In addition, 2% ascorbic acid was added to enrich antioxidant properties. The film formulation was homogenized at 40 °C for one hour and then subjected to degassing for 30 min (Duran, 2013) by an ultrasonic bath (Elmasonic S 100 (H), Elma, Germany). Dried *Stevia rebaudiana* leaves were added to pure water at 100 °C and left for 30 min (8.33 g stevia/100 ml). This extract was added to the chitosan film formulation as it will be a final concentration of 2.5%. This ratio showed the best antimicrobial activity in previous studies (Carbonell-Capella et al., 2015).

### Application of Edible Films to Apple Slices:

The apples were washed with tap water, dried, the core houses removed and cut shelly into cube-shape (1.8x1.8x1.8 cm<sup>3</sup>, with laboratory knife). The sliced apples were dipped in the edible films for 30 min by dipping method. The coated apples with film was filtered for 20 min and then dried for 60 min in drying oven (Memmert 100-800, Schwabach, Germany, at room temperature). Coated and uncoated samples were stored in PP packaging materials under passive-MAP conditions at +1±2 °C (at the beginning gas composition: 21% O<sub>2</sub>, 0.03% CO<sub>2</sub> and other

gases) for 3 days (Capri, CSS 501, 1.38 m<sup>3</sup> ±2, Turkey, 80-90% relative humidity).

**Respiration rate:** All samples were stored in jars at +1±2 °C and gas measurements were made by using Gaspac2 (England) gas analyzer. For each measurement 1 kg sample was used, and at the end of 24 h, the O<sub>2</sub>% and CO<sub>2</sub>% concentrations were determined and this concentrations were used for calculation of respiration rates. Detailed information is provided by Demirdöven (2003).

**Titration acidity:** 15 g apple sample pulped with Ultraturax and placed in a 150 ml erlenmeyer and topped with hot water and kept for 2 hours, filtered. The titration acidity of prepared sample was calculated as “%” malic acid (g/100 fruit) considering the dilution factor (Stevens et al., 1979).

**Weight loss:** It was expressed as “%” by weighing at the beginning and at the end of shelf life of the apples (Tokatlı, 2016).

**Texture value:** The maximum force required to drill 10 mm of the apples from the vertical dimension was determined by measuring in Newtons. In the measurement, Zwick Z 0.5 Tester (USA) with 10 mm diameter stainless steel head was used (Anonymous, 2002).

**Color:** Color of the apples were measured on the fruit skin free surface with Minolta color meter (Chroma meter, CR-300, Japan). First it was calibrated on a standard plate of white and black; L\* (brightness), a\* (red, green), b\* (yellow, blue), then values were determined at three different points on the apple using Hunter color measurement parameters (Anonymous, 1991). ΔE, ΔC and Hue angle values were calculated using L\*, a\* and b\* values, as follows (calculations were made with reference of the L\*, a\* and b\* values of 0<sup>th</sup> day of the control sample):

$$\Delta E = [(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta C = [(a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$\text{Hue angle} = \tan^{-1} (b^* / a^*) \quad (3)$$

**Sensory analysis:** The samples were evaluated in terms of sweetness, sourness, apple flavor, brittleness, hardness and general acceptability. Sensory analysis was performed by 9 panelists using a graph scale of 0-5 points for each feature. The sections marked by the panelist are based on their average values in the scale (Altuğ and Elmacı, 2005).

**Statistical analysis:** Statistical evaluations were carried out using the SPSS 16 packet program. Differences in practice were assessed according to the "One-Way Anova for Repeated Measures" analysis for the related samples. The mean values were compared with the "Tukey" multiple comparison test at 95% confidence level (Tokatlı, 2016).

## RESULTS AND DISCUSSION

**Respiration rate:** O<sub>2</sub> consumption was highest in the CH coated samples ( $P < 0.05$ ) among the C and CHS coatings and CO<sub>2</sub> production was highest in C samples ( $P \leq 0.05$ ). According to the interaction between respiration rates and shelf life of fruits and vegetables, the storage life is shortened when the respiration rate of a product increases (Cemeroğlu et al., 2001). However, edible coatings reduce the respiration rate by providing a semi-permeable structure against the motion of oxygen, carbondioxyde, moisture and solid materials (Baldwin et al., 1995; Perez-Gago et al., 2010; Öz and Süfer, 2012).

As seen in Figure 1, the film coating slowed down the respiration rate. In a related study, the respiration rate of sponge pumpkin samples treated with 0.5% and 1% chitosan stored at 25 °C for 10 days were detected as 65.43 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> in the control samples, 48.66 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> in coated with 0.5% chitosan and 41.37 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> in 1% chitosan-coated samples (Han et al., 2014; Tokatlı, 2016). Petriccione et al., (2015) found that the respiration rate of cherries coated with chitosan (0.5% chitosan) at 24 °C is lower than the control sample. In this study the minimum O<sub>2</sub> consumption value of C, CH and CHS samples was seen in the sample of CHS with 19.75 ml/kg.s (24 h).

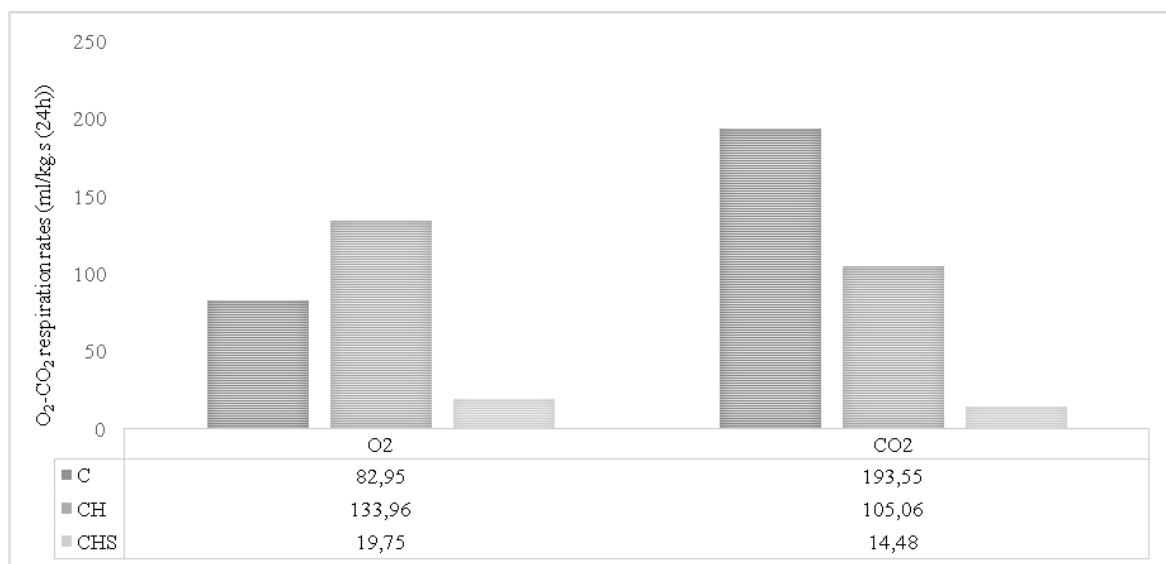
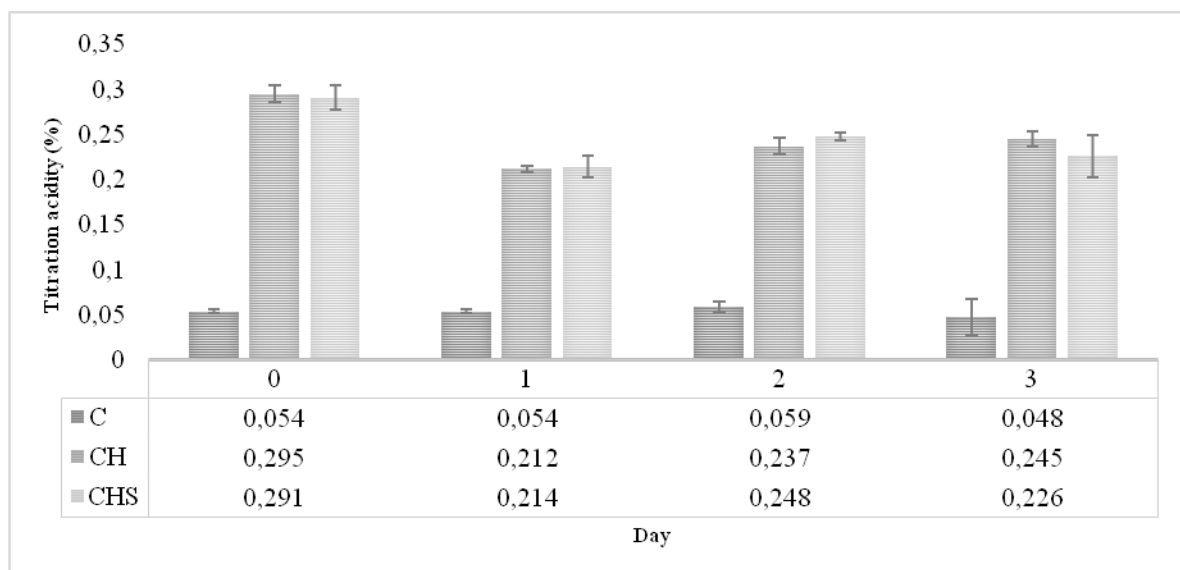


Figure 1. O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> respiration rates (ml/kg.s(24h)) of C (Control), CH (Chitosan), CHS (Chitosan-Stevia) samples in MAP

**Titration acidity:** The titration acidity values of all samples were decreased at the end of storage. This was not significant in the control sample ( $P > 0.05$ ) but it was significant in the CH and CHS samples ( $P \leq 0.05$ ) (Figure 2). Saraçoğlu (2007) also stated that during the storage of apples, titratable acidity is decreased in contrast to pH

value. Şumnu and Bayındırlı (1995) stated that the malic acid value of Amasya apple in postharvest was determined as 3.24 g / kg, and showed a significant decrease after one week of harvest. This is expressed by the consumption of organic acids as a substrate during respiration.



\* n=4, (T standard deviation)

Figure 2. Titration acidity (%) values of C (Control), CH (Chitosan) and CHS (Chitosan-Stevia) samples

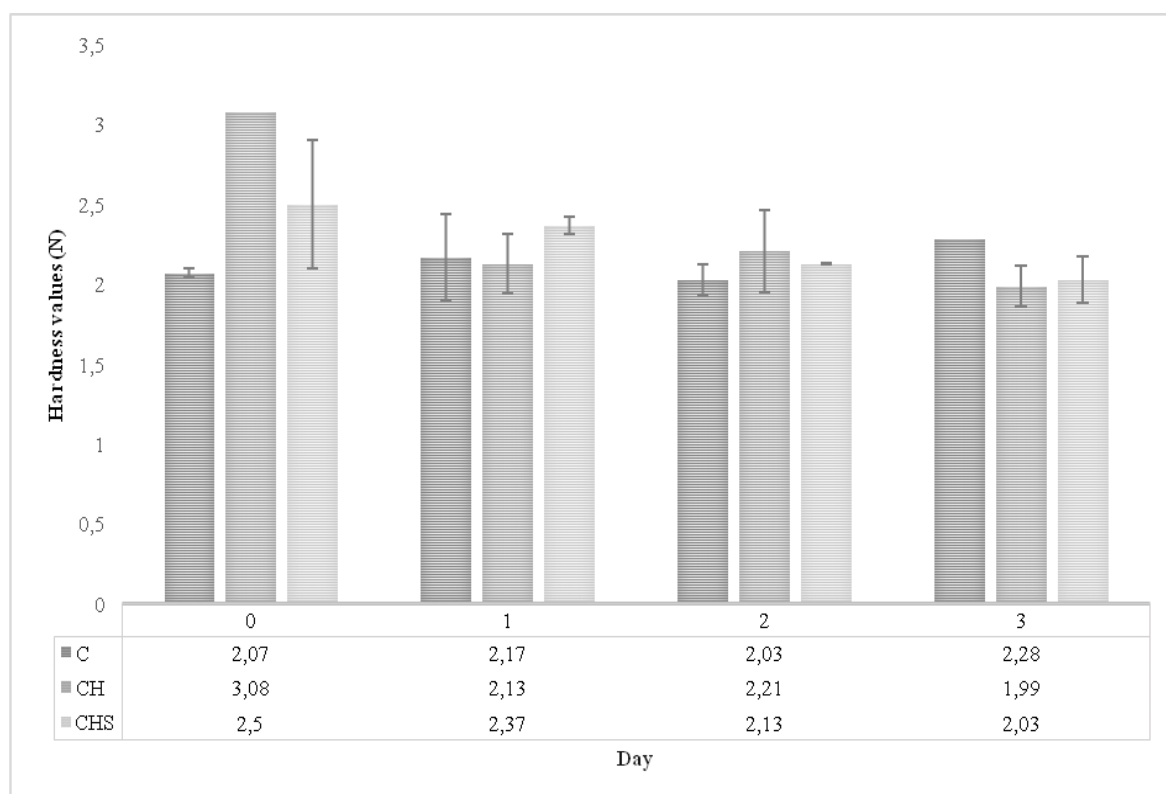
Titration acidity values from day 0 to day 1 showed a higher decrease compared to other days. However, the titration acidity of the CH and CHS samples showed a decrease at the end of storage. This is thought to be due to the degradation of ascorbic acid that available in edible film formulations. For this reason, the titratable acidity of the film-coated samples decreased more than the C samples. It is supported by the fact that despite the respiration of the C sample is rapid, the decrease in titratable acidity at the end of storage is not significant. Gardesh et al. (2016) reported that the titration acidity of nanochitosan-coated samples was slightly slower than control fruits during storage period, and this was due to the slow respiration of the coated samples. They also indicated that the titration acidity values of the coated samples were significantly higher than the values of the control samples.

The difference between the titration acidity values of the CH and CHS samples and the control samples was found to be statistically significant ( $P \leq 0.05$ ). It is thought that dissolution of CH in 1% acetic acid and the addition of ascorbic acid into the film formulations composed this difference. However, there is no statistical difference between CH and CHS samples ( $P > 0.05$ ). El Ghaouth et al., (1991) was determined that the titration acidity of strawberries coated with 1% and 1.5% chitosan and stored at 4 °C was higher during the storage period.

**Weight loss:** The weight of fruits and vegetables was reduced due to the on-going respiration after harvest and the water loss. These reductions in the weight of the products cause huge damages to the economy during the shelf life. For this reason, the shelf life determined for fruits and vegetables is important. Since the storage time is as short as 3 days, the weights of the apple slices coated with CH and CHS film were not changed. In other words, it was determined under the critical limit of 4-6% (Kays, 1991).

**Hardness value:** In CH coated samples, a decrease in the fruit hardness value was detected at the end of storage ( $P \leq 0.05$ ) (Figure 3). In addition, at the end of storage, the values of fruit hardness of the CHS and C samples did not show any statistically significant differences ( $P > 0.05$ ). The respiration increased the softening. Even though the CH sample has lower respiration rate than C sample, it was determined that of the CH sample showed more softening. Ponting et al. (1971) reported that the softening observed in fresh apples may result from pectic acid passing through the acid hydrolysis process. In addition, the respiration rate also reduces the hardness (Kartal, 2010). However, the oxygen in the ambience increases the activities of pectolytic enzymes and causes softening in hardness (Cemeroğlu et al., 2001).

CH and CHS coating increased fruit hardness in comparison with control samples after coating ( $P \leq 0.05$ ). Xiao et al., (2011) have stated that the hardnesses formed may be affected by other factors, and that, when evaluating the results, it is not true to say that the application of chitosan coating protects the fresh-cut fruit hardness. Thus; the obtained data showed that the fruit hardness value of 3.08 on the chitosan decreased to 2.13 on the next day and gave almost the same value as the control sample. It is thought that this increase in the beginning of storage may be due to the resistance developed after the drying of the chitosan. In a study on papaya, it was detected that the hardness loss of chitosan coating was decreased and the hardness value increased due to the increase of chitosan concentration (Ali et al., 2011). Qi et al., (2011) reported that softening of chitosan coating was retarded and hardness loss was minimized. As seen in this study, chitosan increased the hardness value of fruit at the beginning of storage but on other days there was no statistically difference among the control sample ( $P > 0.05$ ).



\* n=4, (T) standard deviation

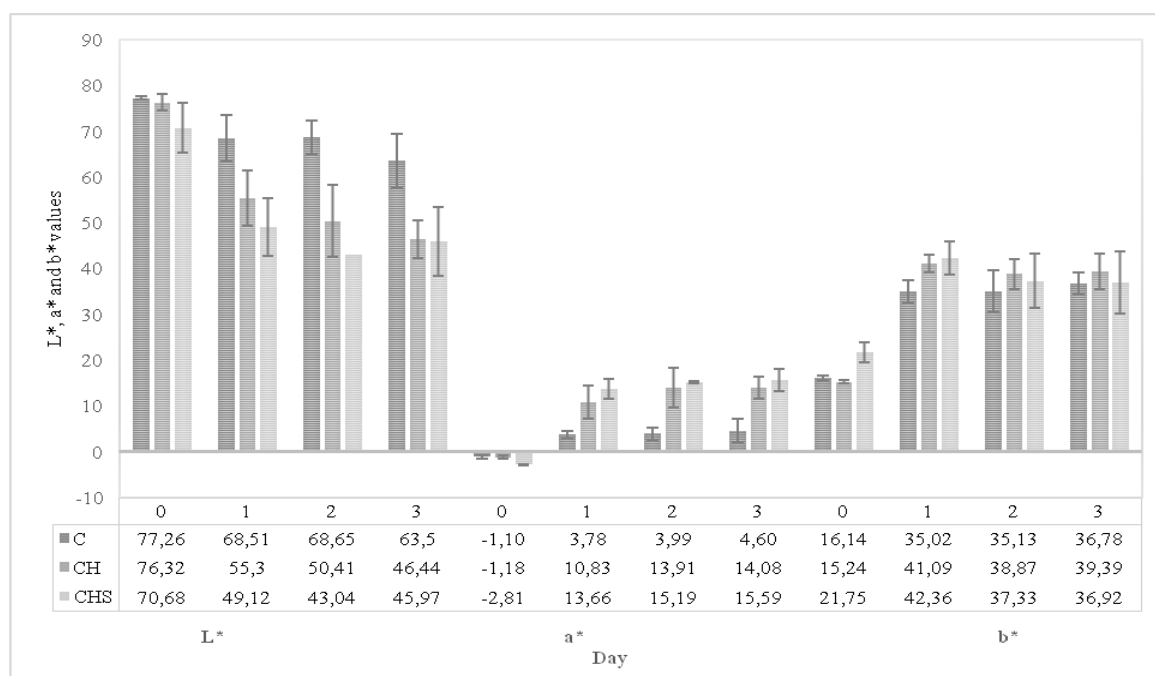
Figure 3. Hardness values of C (Control), CH (Chitosan) and CHS (Chitosan-Stevia) samples

**Color values:** Browning of fresh cut apples are mainly indicated by a decrease in the brightness of the fruit hardness ( $L^*$  value) and an increase in the  $a^*$  (redness) value which means a decrease in the hue angle value (Soliva-Fortuny et al., 2001). In this direction, according to the results, a decrease in  $L^*$  value of fruit and an increase in fruit  $a^*$  and  $b^*$  value of C, CH and CHS samples were seen at the end of storage period ( $P \leq 0.05$ ) (Figure 4). In addition, the most significant decrease in fruit  $L^*$  values and the most significant increase in fruit  $a^*$  and  $b^*$  values in all samples were seen between 0<sup>th</sup> and 1<sup>st</sup> day. However, it is clear that  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of the CHS coated samples were different from the other samples. It is thought that this difference due to the fact that the film formulation has different  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values.

At the beginning of storage, the lowest fruit  $a^*$  and  $L^*$  values and the highest fruit  $b^*$  values were observed in the CHS coated samples, and the

difference between C sample was statistically significant ( $P \leq 0.05$ ). At the end of the storage, the  $L^*$  value of C sample is higher than other samples.

On the other hand, it was stated that in rose apples the chitosan coating decreased the  $L^*$  value and caused the fruit to become a little darker. However, because of chitosan application can reduce the respiration rate and ethylene production, a decrease in color change may occurred (Ali et al., 2011). Qi et al. (2011) reported that a decrease in  $L^*$  and an increase in the value of  $a^*$  occurred due to the enzymatic browning during storage of the apple slices. Compared to the control samples, the apples coated with chitosan were discovered to exhibit almost stable  $L^*$  and  $a^*$  values at 20 °C for 24 hours, and they indicated that chitosan inhibited browning in apple pieces, and that ascorbic acid and citric acid effectively increased anti-browning activity.



\* n=4, (T standard deviation)

Figure 4. L\*, a\* and b\* values of C (Control), CH (Chitosan) and CHS (Chitosan-Stevia) samples

Table 1. ΔE, ΔC and Hue° values of C (Control), CH (Chitosan) and CHS (Chitosan-Stevia) samples

Samples	Storage time (day)					
	0			1		
	ΔE	ΔC	Hue°	ΔE	ΔC	Hue°
C	0.00±0 <sup>aA</sup>	0.00±0 <sup>aA</sup>	82.96±1 <sup>aA</sup>	21.64±3 <sup>bA</sup>	19.7±1 <sup>bA</sup>	83.82±1 <sup>aA</sup>
CH	1.39±0 <sup>aB</sup>	1.21±0 <sup>aB</sup>	85.56±2 <sup>aA</sup>	35.52±4 <sup>bB</sup>	28.10±1 <sup>bB</sup>	75.23±4 <sup>bB</sup>
CHS	8.48±0 <sup>aC</sup>	5.67±0 <sup>aC</sup>	82.62±0 <sup>aA</sup>	41.08±2 <sup>bB</sup>	30.14±3 <sup>bB</sup>	69.93±10 <sup>bB</sup>
	2			3		
C	21.64±6 <sup>bA</sup>	19.91±5 <sup>bA</sup>	83.30±1 <sup>aA</sup>	25.66±5 <sup>bA</sup>	21.67±2 <sup>bA</sup>	83.30±3 <sup>aA</sup>
CH	38.82±4 <sup>bB</sup>	27.92±1 <sup>bB</sup>	70.92±6 <sup>bB</sup>	41.63±1 <sup>bB</sup>	28.27±1 <sup>bB</sup>	70.32±3 <sup>bB</sup>
CHS	42.45±2 <sup>bB</sup>	25.43±4 <sup>bB</sup>	56.79±0 <sup>bC</sup>	41.36±2 <sup>bB</sup>	26.71±5 <sup>bB</sup>	67.10±6 <sup>bB</sup>

n = 4, (± standard deviation), <sup>a, b, ...</sup> ≤0.05 represent the differences in the same column, <sup>A, B, C</sup> ≤0.05, respectively, on the same line.

Findings of changes in fruit  $\Delta E$ ,  $\Delta C$ , hue angle values were seen in Table 1. When the fruit  $\Delta E$  and  $\Delta C$  values of C, CH and CHS samples were examined, an increase was observed in all samples ( $P \leq 0.05$ ). At the storage end  $\Delta E$  and  $\Delta C$  values of all samples, it was seen that the film-coated samples show higher values than the C sample ( $P \leq 0.05$ ). In addition, during the storage period the largest color change was seen between the 0<sup>th</sup> and 1<sup>st</sup> days. During the storage period of the CH and CHS coated samples, the fruit hue angle values decreased per day ( $P \leq 0.05$ ). However, in the C sample, the difference is not statistically significant ( $P > 0.05$ ). At the beginning of storage there was no statistically significant difference between the hue angle values of the film-coated and control samples ( $P > 0.05$ ), but there was a statistically significant difference between the storage end values ( $P \leq 0.05$ ). The storage end hue angle values of film coated samples were lower

than control sample. There is no statistical difference between storage end values of CH and CHS coated samples ( $P > 0.05$ ). Sánchez et al. (2015) reported that the decrease in hue angle showed a similar tendency in all treatments, and after 10 days, they observed only a slight difference between control and chitosan coated pear slices. In addition, similar effects of chitosan were observed in color preservation of fresh cut fruits such as strawberry, papaya, peach, pear, kiwi and mango (Du et al., 1997; Chien et al., 2007; Campaniello et al., 2008; Gonzalez-Aguilar et al., 2008).

**Sensory analysis results:** Sensory evaluation results of film-coated and uncoated samples at the beginning of storage are given in Table 2. Sensory analysis was not performed on the other days of storage due to deterioration of sensory quality.

Table 2. Sensory analysis values of C (Control), CH (Chitosan), and CHS (Chitosan-Stevia) samples starting from storage (0-5p)

Samples	Sweetness	Sourness	Aroma	Brittleness	Hardness	Acceptability
C	4.8±0.4 <sup>B</sup>	0.4±0.7 <sup>A</sup>	4.7±0.5 <sup>C</sup>	4.1±0.3 <sup>B</sup>	3.3±0.8 <sup>A</sup>	4.8±0.4 <sup>B</sup>
CH	3.4±0.5 <sup>A</sup>	2.3±1 <sup>B</sup>	3.8±1 <sup>B</sup>	4±0.7 <sup>A</sup>	3.4±0.7 <sup>A</sup>	3.8±1 <sup>B</sup>
CHS	3.0±0.7 <sup>A</sup>	2.6±0.9 <sup>B</sup>	2.2±0.5 <sup>A</sup>	3.6±0.7 <sup>A</sup>	3.1±0.7 <sup>A</sup>	1.9±0.8 <sup>A</sup>

\* n = 9, ( $\pm$  standard deviation), A, B, C  $\leq 0.05$  represent the differences in the same column respectively.

In general, CH and CHS coated apples tasted by the panelists are found to be sour due to acetic acid and ascorbic acid that present in the film. So, the degree of sweetness is thought to be lower than the control sample. The sourish taste is more significant. For this reason, although it is not look like the control samples taste, it is accepted and liked by the sour apple lovers. However, panelists stated that samples are similar with the control samples in terms of hardness and brittleness. CHS coated apples have not much acceptable by the panelists. This is because of herbaceous smell and harsh taste of stevia. Stevia suppressed the flavor of the apple and affected its flavor. However, in terms of other characteristics, they stated that they are similar to chitosan coated sample.

South American origin stevia plant extracts have been used for years in many countries including Japan, China, Korea and Brazil as a calorie-free, natural sweetener (especially sweetening traditional drinks) (İnanç and Çınar, 2009). However, evaluations of the sweetness ratio were differing by the idea that stevia-containing coatings were sweeter. Because of the harsh and sour taste of stevia negative evaluation were made by the panelists in terms of sweetness. However, the control sample was selected as the sweetest sample with 4.8p. The smell of stevia and harsh taste also affected the aroma of apples.

## CONCLUSION

Film coating slowed down the respiration rate and stevia was effective on respiration rate. It is effective in prolonging the shelf life of a product.

So, this effect of film coating should be considered. However, the acetic acid and ascorbic acid in the film coating increased the titration acidity. This acidity has also been shown in sensory analysis and perceived as sour by panelists. This may seem negative for Amasya apple, but acceptable for sour apple varieties. There is no weight loss was observed in all samples is one of the important result. Because weight loss is associated with respiration and moisture loss and it will reduce economic losses to minimum. This is an indication that the storage period has been correctly selected. However, fruit hardness is important for consumer to prefer the fruits, especially as apple. CH and CHS increased fruit hardness value at the beginning of storage but in other days, no statistically difference was observed between coated and control samples ( $P > 0.05$ ). But chitosan did not increase the fruit hardness in other days and it protected the hardness. Fruit color changed with enzymatic browning in a very short time in the control samples. However, enzymatic browning occurred in film-coated products after 6-9 hours. This period can be extended by complementary studies. At the end of storage period, a decrease was observed in the fruit  $L^*$  value of C, CH and CHS samples; and an increase in  $a^*$  and  $b^*$  values ( $P \leq 0.05$ ). The fruit  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of the CHS coated samples were different from the other samples ( $P \leq 0.05$ ). This is due to specific color of stevia. In addition, this property has negative effect on sensorial quality. Other negative effect is herbaceous taste and smell of stevia. For this reason, these negative features of stevia can be eliminated with further studies. And in order to extend the shelf life of the film coating, auxiliary agents can be added or the active-MAP can be applied on the coated apples.

## REFERENCES

- Anonymous (2015). Türkiye'ye özgü besin ve beslenme rehberi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik bölümü, 96 s, Ankara.
- Anonymous (2002). Zwick Z0,5 Universal Tester Operator'S Instruction Manual.
- Anonymous (1991). Minolta CR-300 Chromameter Operator' S Instruction Manual. Minolta Crop., Ramsey, NJ.
- Anonymous (1996). Hunter lab color scale applications note, Hunter associates Lab., Virginia, 8(9): 1-4.
- Altuğ, T., Elmacı, Y. 2005. *Gıdalarda dnyusal değerlendirme*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova-İzmir, Türkiye, 133 s. ISBN: 9944566087.
- Ali, A., Mahmud, T.M.M., Kamaruzaman, S., Yasmeeen, S. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food Chem*, 124: 620-626.
- Barba, F.J, Grimi, N., Vorobiev, E. (2015). Evaluating the potential of cell disruption technologies for green selective extraction of antioxidant compounds from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. *J Food Eng*, 149: 222-228.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Baker, R.A. (1995). Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *Hortscience*, 30: 35-38.
- Chiabrando, V., Giacalone, G. (2016). Effects of edible coatings on quality maintenance of fresh-cut nectarines. *Emir J Food Agric*, 28(3): 201-207.
- Chien, P., Sheu, F., Lin, H. (2007). Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chem*, 100: 1160-1164.
- Criado, M.N., Civera, M., Martínez, A., Rodrigo, D. (2015). Use of weibull distribution to quantify the antioxidant effect of *Stevia rebaudiana* on oxidative enzymes. *LWT – J Food Sci Technol*, 60: 985-989.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M. (2001). Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 24, 328 s, Ankara.
- Campaniello, D., Bevuacqua, A., Sinigaglia, M., Corbo, M.R. (2008). Chitosan: antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. *Food Microbiol*, 25: 992-1000.



- Demirdöven, A. (2003). Tokat'ta yetiştirilen bazı önemli meyve ve sebzelerin solunum hızlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat, Türkiye, 98 s.
- Duran, M. (2013). Doğal antimikrobiyal katkılı kitosan kaplama ile çileğin raf ömrünün arttırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, Türkiye, 98 s.
- Du, J.M., Gemma, H., Iwahori, S. (1997). Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. *J Jpn Soc Hort Sci*, 66: 15-22.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., Boulet, M. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J Food Sci*, 56: 1618-1620.
- Farber, J.M., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H., Busta, F.F. (2003). Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. *Comp Rev Food Sci Food Safety*, 2: 142-160.
- Gantait, S., Das, A., Mandal, N. (2015). Stevia: a comprehensive review on ethnopharmacological properties and in vitro regeneration. *Sugar Tech*, 17(2), 95-106.
- Gardesh, A.S.K., Badii, F., Hashemi, M., Ardakani, A.Y., Maftoonazad, N., Gorji, A.M. (2016). Effect of nanochitosan based coating on climacteric behavior and postharvest shelf-life extension of apple cv. Golab Kohanz. *LWT - Food Sci Technol*, 70: 33-40.
- González-Aguilar, G.A., Valenzuela-Soto, E., Lizardi-Mendoza, J., Goycoolea, F., Martínez Téllez, M., Villegas-Ochoa, M., Monroy-García, I., Ayala-Zavala, J.F. (2008). Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya 'Maradol'. *J Sci Food Agric*, 89: 15-23.
- Han, C., Zuo, J., Wang, Q., Xua, L., Zhaia, B., Wang, Z., Dong, H., Gao, L. (2014). Effects of chitosan coating on postharvest quality and shelf life of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) during storage. *Sci Hort*, 166: 1-8.
- İnanç, A.L., Çınar, İ. (2009). Alternatif doğal tatlandırıcı: Stevia. *Gıda*, 34(6): 411-415.
- İzli, N., Polat, A. (2016). Dondurarak kurutma yönteminin zencefilin kurutma karakteristikleri, renk, mikroyapı ve rehidrasyon özellikleri üzerine etkisi. *GOP Üni Ziraat Fak Derg*, 33(Ek sayı): 126-136.
- Kartal, S. (2010). Çileğin raf ömrünün mikroperfore filmler ve oksijen tutucular kullanılarak denge modifiye atmosfer ile arttırılması. 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, Türkiye, 115 s.
- Kays, S.J. (1991). *Postharvest physiology of perishable plant products*. Van Nostrand Reinhold, London, 75-142 p. ISBN: 0442239122.
- Luo, M.R. (2006). Applying colour science in colour design. *Optics Laser Technol*, 38: 392-398.
- Müftüoğlu, F. (2010). Yenilebilir kaplama ve modifiye atmosfer paketlemenin kayısının (kabaası) kalite özelliklerine ve muhafazasına etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Hatay, Türkiye, 48 s.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27: 1254-1255.
- Öz, A.T., Süfer, Ö. (2012). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası kalite üzerine yenilebilir film ve kaplamaların etkisi. *Akademik Gıda*, 10(1): 85-91.
- Perez-Gago, M.B., Gonzalez-Aguilar, G.A., Olivas, G.I. (2010). Edible coatings for fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Rev*, 6: 1-4.
- Petriccione, M., Sanctis, F.D., Pasquariello, M.S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, M., Mencarelli, F. (2015). The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. *Food Bioprocess Technol*, 8: 394-408.
- Ponting, J.D., Jackson, R., Watters, G. (1971). Refrigerated apple slices: effects of pH, sulphites and calcium on texture. *J Food Sci*, 36: 349-350.

- Qi, H., Hu, W., Jiang, A., Tian, M., Li, Y. (2011). Extending shelf-life of fresh-cut 'Fuji' apples with chitosan-coatings. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 12: 62-66.
- Saraçoğlu, O. (2007). Modifiye atmosferde elma depolanmasında değişik ambalaj filmlerinin uygunluğunun belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat, Türkiye, 117 s.
- Sánchez, C., Lidon, F.C., Vivas, M., Ramos, P., Santos, M., Barreiro, M.G. (2015). Effect of chitosan coating on quality and nutritional value of fresh-cut 'Rocha' pear. *Emir J Food Agric*, 27(2): 206-214.
- Stevens, M.A., Kader, A.A., Albright, M. (1979). Potential for increasing apple flavour via increasing sugar and acid content. *J Amer Soc Hort Sci*, 104: 40-42.
- Şumnu, G., Bayındırlı, L. (1995). Effects of coatings on fruit quality of Amasya apples. *LWT-Food Sci Technol* 28: 501-505.
- Taştan, Ö., Baysal, T. (2013). Meyve-sebze işleme endüstrisinde kitosan kullanımı. *GIDA*, 38(3): 175-182.
- Tokatlı, K. (2016). Karides atıklarından kitosan üretim koşullarının optimizasyonu ve kitosandan elde edilen yenilebilir film kaplamanın kirazların raf ömrüne etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tokat, 202 s.
- Xiao, Z.L., Luo, Y.C., Luo, Y.G., Wang, Q. (2011). Combined effects of sodium chlorite dip treatment and chitosan coatings on the quality of fresh-cut d'Anjou pears. *Postharvest Biol Technol*, 62: 319-326.



**DETERMINATION OF OPINIONS ON PLANT AND ANIMAL BASED  
NUTRITION OF STUDENTS IN A FOUNDATION UNIVERSITY, AND  
EVALUATION OF RESULTS FOR FOOD SUSTAINABILITY**

**Açelya Gül, Arzu Durukan\***

Yeditepe University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics Department, Kayisdagi Campus,  
Atasehir/Istanbul, Turkey

Received / Geliş: 28.09.2018; Accepted / Kabul: 09.01.2019; Published online / Online baskı: 05.02.2019

Gül, A., Durukan, A. (2019). Determination of opinions on plant and animal based nutrition of students in a foundation university, and evaluation of results for food sustainability. GIDA (2019) 44 (1): 71-85 doi:10.15237/gida.GD18102

Gül, A., Durukan, A. (2019). Bir vakıf üniversitesi öğrencilerinin bitkisel ve hayvansal beslenme ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi ve sonuçların sürdürülebilir gıda açısından değerlendirilmesi. GIDA (2019) 44 (1): 71-85 doi:10.15237/gida.GD18102

**ABSTRACT**

This study was conducted with 310 students of a university, to determine the approach of new generations to the plant-based diet and/or animal-based diet, and to examine the contribution of this approach to sustainable food. The data were evaluated using descriptive statistics in the computer. In the study, 97.7% of the participants had a mixed diet, 63.5% preferred to consume animal products for a healthy eating pattern. 79.7% stated that animal-based products cause more harm to nature. 66.5% of the participants stated that they could change their diet to protect nature. While it is not possible to transition wholly to plant-based nutrition culturally and geographically, as a result of this research, it can be said that nutrition and environmental education needs to be enriched through state and international organizations in order to achieve sustainability at every stage of the line from production to consumption.

**Keywords:** Animal based nutrition, plant based nutrition, sustainability, environment.

**BİR VAKIF ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİNİN BİTKİSEL VE HAYVANSAL  
BESLENME İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ VE SONUÇLARIN  
SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**ÖZ**

Bu çalışma, yeni kuşakların bitkisel ve/veya hayvansal beslenme konusundaki yaklaşımlarını tespit etmek ve bu yaklaşımın sürdürülebilir gıdaya katkısını değerlendirmek için bir üniversitenin 310 öğrencisiyle yapılmıştır. Veriler bilgisayar ortamında tanımlayıcı istatistikler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, katılımcıların % 97.7'si karışık bir diyetle sahip olduğu, % 63.5'i sağlıklı bir beslenme modeli için hayvansal ürünleri tüketmeyi tercih ettiği belirlenmiştir. %79.7'si hayvansal ürünlerin doğaya daha fazla zarar verdiğini belirtmiştir. % 66.5'i, doğayı korumak için diyetlerini değiştirebileceklerini belirtmiştir. Tamamen bitkisel temelli beslenme, kültürel ve coğrafi olarak mümkün olmamakla birlikte, bu araştırmanın sonucunda, üretimden tüketime her aşamada sürdürülebilirliği sağlamak için, devlet ve uluslararası örgütler aracılığıyla beslenme ve çevre eğitiminin zenginleştirilmesi gerekmektedir denilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Hayvansal beslenme, bitkisel beslenme, sürdürülebilirlik, çevre.

\* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar;

✉ arzudurukan65@yahoo.com,

☎ (+90) 216 578 0000-3967

☎ (+90) 216 578 1496

## INTRODUCTION

World population is increasing day by day (Ulaszewska et al., 2017). World population is expected to reach 9 billion from 7 billion from the year 2010 to 2050 (Smith et al., 2013). Along with the increasing population, per capita food consumption is also increasing. From 2000 to 2050 it is predicted that the consumption of meat in the world will be 2 times higher and cereal consumption will increase by 60% (Smith et al., 2013). According to Food and Agriculture Organization (FAO), global food demand is expected to increase by 60% from 2007 to 2050 (Meybeck et al., 2017). However, humankind needs to cope with global challenges that play significant roles on shaping food habits. Problems such as power supply and increases in long term energy prices, climate change, poverty and world hunger, water scarcity, the reduction of biodiversity can be given as examples of global difficulties (Von Koerber et al., 2017). As natural resources are limited and obesity increases with the population, future generations may face the problem of rapid depletion of natural resources (Seves et al., 2017). Moreover, The influence of food, along with sourcing, on both the local and global environment is great (Davis et al., 2010). The production, processing, preservation and distribution of food constitutes 20-60% of environmental impacts such as greenhouse effect, eutrophication and acidification (Hallström et al., 2014). The greenhouse effect caused by human activities has increased by 70% in the last 40 years. The increase in global average temperature, will cause adverse effects, including serious environmental impacts and future food and water availability (Solomon et al., 20017).

The impact of agriculture and food production, along with human activities, on the issues of the use of natural resources and environmental sustainability is rather high (Ulaszewska et al., 2017; Foley et al., 2011). Factors such as greenhouse gases generated during the food production, land use, water pollution have adverse effects on the environment. The adverse effects of food production on the environment is increased by consumers' demands and consumers' eating habits (Ulaszewska et al., 2017). However, differences in agricultural production,

transport distances and transport methods, can change the overall picture of environmental impact for plant and animal-based products per kilograms (Davis et al., 2010). For example, Life Cycle Assessment (LCA) studies indicate that plant based products have less negative impact on environment when compared to animal-based products. Even though the environmental impact of fruits and vegetables is less, the damage to the environment can be made even less by using wheat instead of products like potato as a carbohydrate source. In general, the reason for this is the greenhouse gas produced by fruits and vegetables and the amount of soil they use is much higher than cereals and less than meat and dairy products (Westhoek et al., 2014).

The impact of food on both the local and global environment is major (Davis et al., 2010). Changes in land cover and land use, have increased carbon emissions by 12.5%. This qualifies land use as the second most important source in carbon emissions after burning fossil fuels (Houghthon et al., 2012; Weindl et al., 2017). The livestock sector is an important indicator of human intervention in land use. The total land use in livestock production constitutes 80% of the agricultural area (Weindl et al., 2017). Deforestation is one of the critical points in land use issue. Factors such as establishment of new pastures for animal grazing or expansion of arable land to increase animal feed, such as soy, are greatly responsible for deforestation (Herrero et al., 2009; Naylor et al., 2005). Decreasing animal based calorie intake by 15%, by the year 2050, is expected to decrease the carbon emissions resulting from land use by 78% (Weindl et al., 2017).

The other environmental impact of food production is water use. Water footprint calculation is a tool that calculates water consumption of products. Water footprint measures freshwater consumption and pollution throughout product supply chains (Aldaya et al., 2012). Nowadays, the global water footprint of animal production is almost one third of the water footprint of total agricultural production, and this rate is likely to increase (Hoekstra et al., 2012; Liu et al., 2008). Animal based products have a

particularly larger water requirement compared to plant based products. For example, the total water footprint of pigs is two times larger than the water footprint of legumes, four times larger than the water footprint of grains (Mekonnen et al., 2012).

Climate change is the most alarming problem for our species and our planet. The greenhouse gases in the earth's atmosphere constitute greenhouse gas effect by absorbing infrared radiation which is meant to be radiated into space (Cleveland et al., 2017). Greenhouse gas effect, increases global average temperature and excessive rainfall by altering the radiation balance of the Earth's climate system and increasing the amount of retained heat (Cleveland et al., 2017). If temperatures continue to rise, climate change will cause decrease in food productivity by affecting food production negatively (Meyer et al., 2017). In order to reduce climate change, is a way to reduce meat consumption (De Boer et al., 2013). The concept of Sustainable Diet takes these factors into account and aims reduction of greenhouse gas emissions by influencing consumer behaviors (Cleveland et al., 2017).

The sustainable food system is a food system that provides people with food safety and nutrition on an economic, social and environmental basis, and does not jeopardize the feeding of future generations. Sustainable diet is a diet that contributes to sustainable food systems that contribute to good nutrition and long-term good health for the individual and the community, thereby is a diet that contributes to the long-term food safety and nutrition of food (Meybeck et al., 2017). Although the concept of sustainable food systems is not new, interest in how food and dietary patterns are linked to ecosystems and how natural resources are used in environmental, economic, social and culturally in sustainable ways has recently been increasing (Ulaszewska et al., 2017). The combination of problems of sustainability and nutritional imbalance constituted by population growth and changing climate and environmental conditions that will make food production in the coming years increasingly difficult and unpredictable (Davis et al., 2010). Long-term food safety can only be achieved if we consider the sustainability of our

food supply (Nerlson et al., 2016). Sustainable diets are defined by FAO as “protective and respectful of biodiversity and ecosystems, culturally acceptable, accessible, economically fair and affordable; nutritionally adequate, safe and healthy; while optimizing natural and human resources” (Food-based dietary guidelines, 2018). According to Meyer et.al, sustainability is important as to meet the needs and aspirations of the present generation without compromising the ability of the future generations to meet their needs and aspirations (Meyer et al., 2017). Sustainable diets are diets that have low environmental impact and contribute to food and nutritional safety and that are a healthy life for the present and future generations (Nerlson et al., 2016). In this study, it is aimed to determine the approach of new generations to plant-based nutrition and to examine the contribution of this to sustainable food. For this purpose, a research based on the attached informative data form has been conducted on the sample of students of Faculty of Health Sciences at a foundation university.

### **MATERIAL AND METHOD**

The research was conducted at Yeditepe University Faculty of Health Sciences between March 2018 and April 2018. 310 students of Faculty of Health Sciences from Yeditepe University constitute the universe of the study. In the study, the stratified random sampling method was used. The overall sample consists of some members from different departments of the faculty and they were chosen randomly. With this method, members from each group represented in the study. Participants are between the ages of 18-25. Approval of the Ethics Committee of the study was taken from Yeditepe University Hospital on 15.02.2018. Data Form was prepared after searching with related keywords of this research. Science Direct, PubMed databases and the Turkish and international journals were used as sources. That form including information on “Animal and Plant Based Diets” was used to collect the data of the study. The informed Volunteer Consent Form has been read and signed before filling out. A statistical data analysis program called IBM SPSS Statistics 24 is used.

Frequency tables and descriptive statistics were also used in the interpretation of findings. In the analysis of the relations between two qualitative variables, " $\chi^2$ -cross tables" were used according to the expected value levels (Pearson, Yates-continuity correction). Significance in the study was accepted as  $p < 0.05$ .

## RESULTS

The research was conducted on 310 students studying at Yeditepe University Faculty of Health Science. 276 participants (89.0%) were females and 34 participants (11.0%) were males. It was stated in the Table 1. It was determined that, the mean age of the participants was  $21.16 \pm 1.22$  (years).

Table 1. General Distribution of Participants

Variable (n=310)	n	%
Age [ $\bar{X} \pm S.S. \rightarrow 21, 16 \pm 1, 22$ (yıl)]		
20 years and below	92	29.7
21-22 years	182	58.7
23 years and over	36	11.6
Department		
Dietetics	116	37.4
Physiotherapy and Rehabilitation	119	38.4
Nursing	75	24.2
Grade		
Freshmen	41	13.2
Sophmores	104	33.5
3rd Graders	164	52.9
Final Year	1	0.3
Gender		
Female	276	89.0
Male	34	11.0
Marital Status		
Married	1	0.3
Single	309	99.7
Place of Residence		
Family	193	44.8
Students house	116	37.4
Dormitory	55	17.8

As seen in Table 2, 303 people (97.7%) who participated in the study had a mixed eating pattern. 197 (63.5%) of the participants responded the question of healthy eating pattern as animal-based. In terms of protein quality, 291 (93.9%) of the participants believed that animal-based products are richest. A statistically significant relationship was found between the healthy eating pattern and the choice of the richest food group in terms of protein quality ( $\chi^2 = 5064$ ,  $P = 0.024$ ).

As it can be seen in the Table 3, in terms of protein contents; 57 of the participants (18.4%)

said soybeans are the richest plant-based products in protein. 181 participants (61.0%) supported the idea that the foods they consumed were not harmful to nature, and 121 people (39%) supported the idea that the foods they consumed harmed nature. It was determined that 242 participants (79.7%) preferred animal-based products that cause more harm to the environment. 168 participants (55.3%) claimed cattle to be animals with the largest environmental impact of the animal-based products. In terms of protein sources, 177 participants (58.2%) stated animal milk stated eggs to be environmentally

harmful products. It was determined that 206 participants (66.5%) could change the way of feeding for less harm to nature. It was determined

that 128 participants (71.2%) believed that the eating pattern to be preferred for less harm to the nature was plant-based.

Table 2. Distribution of Eating Patterns

Variable (n=310)	n	%
Diet Pattern		
Mixed Feeding	303	97.7
Vegetarian	7	2.3
Vegetarian subclass		
Lakto	2	28.6
Ova	1	14.3
Lakto – Ova	4	57.1
Healthy eating Pattern		
Animal-based	197	63.5
Plant-based	113	36.5
Reason for preferring animal-based products		
Considering as healthy	197	63.5
Like the taste	63	20.3
Not feeling sense of satiety	34	11.0
Family factors	16	5.2
Reason for preferring plant-based products		
Being popular	7	2.3
Weight control	112	36.1
Like the taste	156	50.3
Family habit	35	11.3
Most frequently consumed meat group		
Red meat	118	38.9
Chicken	170	56.1
Fish	15	5.0
Frequency of the most consumed meat products		
Every day	57	18.8
Several times a week	223	73.6
Several times a month	23	7.6
Preference of diary products consumption		
Animal milk	300	96.8
Plant milk	10	3.2
Consumption of meat substitutes like soybean		
Yes	55	17.7
No	255	82.3
Consumption of food items like Legumes, cereals		
Every day	43	13.9
Several times a week	222	71.6
Several times a month	45	14.5
The richest food in protein		
Animal-based	291	93.9
Plant-based	19	6.1
Animal-based food that is richer in protein		
Meat products	206	66.5
Dairy	37	11.9
Egg	67	21.6

Table 3. Distribution of findings related to research

Variable (n=310)	n	%
Plant-based product richer in protein		
Soybeans	57	18.4
Legumes	200	64.5
Bulghur	10	3.2
Kinoa	21	6.8
Chia	22	7.1
Consumed foods' damage to the nature of		
Yes	121	39.0
No	189	61.0
Products that cause more damage to nature		
Animal-based	242	79.3
Plant-based	63	20.7
Environmentally more harmful meat group products		
Cattle	168	55.3
Sheep	31	10.2
Chicken	45	14.8
Fish	60	19.7
Environmentally harmful protein sources		
Cheese	73	24.0
Animal milk	177	58.2
Egg	54	17.8
Environmentally more harmful plant-based product		
Rice		
Bulghur	202	67.3
Legumes	22	7.4
	76	25.3
Change of diet for less harm to nature		
Yes	206	66.5
No	104	33.5
Eating pattern that should be preferred for less harm to the nature		
Animal-based	63	29.2
Only herbal	25	11.5
Plant based	128	59.3

As shown in Table 4, a statistically significant relationship was detected between the healthy eating pattern and the choice of food group that causes more harm to the nature ( $\chi^2 = 11286$ ;  $P = 0.001$ ). It has been found that 142 participants (73.2%), whose choice of healthy eating pattern was animal-based, selected food product that harms the nature more as animal-based products. A statistically significant relationship was found between the healthy eating pattern and environmentally more harmful meat group products. ( $\chi^2 = 12757$ ;  $P = 0.005$ ). It was found

that 95 participants (49.0%) who chose animal-based products as the healthy eating pattern, regard cattle products more harmful. A statistically significant relationship was found between the healthy eating pattern and the selection of the food group to be preferred for less harm to the nature ( $\chi^2 = 25490$ ;  $P = 0.000$ ). It has been determined that 57 participants (29.2%) who chose animal-based products to be preferred for less harm to the nature, chose animal-based diet as the healthy eating pattern.



Table 4. Investigation of some findings related to research

Variable (n=310)	Healthy Eating Pattern			Statistical analysis * Probability
	Animal-based	Plant-based	Total	
The richest in terms of protein quality				
Animal-based	190 (%96.4)	101 (%89.4)	291 (%93.9)	$\chi^2=5.064$ $P=0.024$
Plant-based	7 (%3.6)	12 (%10.6)	19 (%6.1)	
Animal-based products richer in protein				
Meat products	137 (%69.5)	69 (%61.1)	206 (%66.5)	$\chi^2=2.812$ $P=0.245$
Milk	23 (%11.7)	14 (%12.4)	37 (%11.9)	
Egg	37 (%18.8)	30 (%26.5)	67 (%21.6)	
Plant-based products richer in protein				
Soybean	31 (%15.7)	26 (%23.0)	57 (%18.4)	$\chi^2=6.875$ $P=0.143$
Legume	125 (%63.5)	75 (%66.4)	200 (%64.5)	
Bulghur	7 (%3.6)	3 (%2.7)	10 (%3.2)	
Kinoa	17 (%8.6)	4 (%3.5)	21 (%6.8)	
Chia	17 (%8.6)	5 (%4.4)	22 (%7.1)	
The kind of food that gives more harm to the nature				
Animal-based				
Plant-based	142 (%73.2)	100 (%90.1)	242 (%79.3)	$\chi^2=11.286$ $P=0.001$
	52 (%26.8)	11 (%9.9)	63 (%20.7)	
Environmentally more harmful of the meat group products				
Cattle	95 (%49.0)	73 (%66.4)	168 (%55.3)	$\chi^2=12.756$ $P=0.005$
Sheep	25 (%12.9)	6 (%5.4)	31 (%10.2)	
Chicken	36 (%18.6)	9 (%8.2)	45 (%14.8)	
Fish	38 (%19.5)	22 (%20.0)	60 (%19.7)	
More harmful to nature in terms of protein				
Cheese	53 (%27.5)	20 (%18.0)	73 (%24.0)	$\chi^2=5.347$ $P=0.069$
Animal milk	103 (%53.4)	74 (%66.7)	177 (%58.2)	
Egg	37 (%19.1)	17 (%15.3)	54 (%17.8)	
Plant-based product more harmful to the nature				
Rice	127 (%66.5)	75 (%68.8)	202 (%67.3)	$\chi^2=0.271$ $P=0.873$
Bulghur	15 (%7.9)	7 (%6.4)	22 (%7.3)	
Legume	49 (%25.6)	27 (%24.8)	76 (%25.4)	
The product that should be preferred for less harm to the environment				
Animal-based	57 (%29.2)	6 (%5.4)	63 (%20.6)	$\chi^2=25.490$ $P=0.000$
Only Herbal	12 (%6.2)	13 (%11.7)	25 (%8.2)	
Plant based	126 (%64.6)	92 (%82.9)	218 (%71.2)	

As shown in Table 5, there is a statistically significant relationship between the eating pattern that causes more harm to the nature and the environmentally more harmful meat group products ( $\chi^2 = 26332$ ;  $P = 0.000$ ). It was determined that 151 participants (62.7%) who think that cattle products are the meat group products that have the greatest harm to the nature, indicated that the most harmful eating pattern is animal-based diet. There is a statistically

significant relationship between the eating pattern that is more harmful to nature and the eating pattern that should be preferred for less harm to nature ( $n = 28760$ ;  $P = 0.000$ ). The participants who think that the product that should be preferred for less harm to the environment is only herbal, or plant based, at a very high rate state that the most harmful eating pattern to the nature is animal-based diet.

Table 5. Investigation of some findings related to research

Variable (n=310)	Eating Pattern that causes more harm to the nature			Statistical analysis * Probability
	Animal-based	Plant-based	Total	
Environmentally more harmful meat group products				
Cattle	151 (%62.7)	17 (%27.0)	168 (%55.3)	$\chi^2=26.332$ $P=0.000$
Sheep	19 (%7.9)	12 (%19.0)	31 (%10.2)	
Chicken	30 (%12.4)	15 (%23.8)	45 (%14.8)	
Fish	41 (%17.0)	19 (%30.2)	60 (%19.7)	
More harmful to nature in terms of protein sources				
Cheese	54 (%22.5)	19 (%30.2)	73 (%24.1)	$\chi^2=3.579$ $P=0.167$
Animal milk	146 (%60.8)	30 (%47.6)	176 (%58.1)	
Egg	40 (%16.7)	14 (%22.2)	54 (%17.8)	
Plant-based product more harmful to the nature				
Rice	162 (%68.3)	40 (%63.5)	202 (%76.3)	$\chi^2=1.013$ $P=0.603$
Bulghur	18 (%7.6)	4 (%6.3)	22 (%7.3)	
Legume	57 (%24.1)	19 (%30.2)	76 (%25.4)	
The product to prefer for less harm to the nature				
Animal-based	35 (%14.5)	28 (%45.2)	63 (%20.8)	$\chi^2=28.760$ $P=0.000$
Only Herbal	23 (%9.6)	2 (%3.2)	25 (%8.2)	
Plant based	183 (%75.9)	32 (%51.6)	215 (%71.0)	

As it can be seen in Table 6, a statistically significant relationship was found between gender and the type of food that is more harmful to the nature ( $\chi^2 = 8699$ ;  $P = 0.003$ ). It was determined that 223 women (81.7%) and 19 men (59.4%) participating in the survey thought that animal-based products cause more harm to the nature. A statistically significant relationship was detected between gender and environmentally more harmful meat group product ( $\chi^2 = 19906$ ;  $P = 0.000$ ). It was determined that 158 women

(58.1%) participating in the survey think products of cattle meat, and 10 men (31.3%) think products of both cattle and sheep are more harmful to the nature. A statistically significant relationship was found between gender and change of eating pattern status for less harm to nature ( $\chi^2 = 13396$ ;  $P = 0.000$ ). It was determined that 191 women participating in the survey (69.7%) could support this change and 21 men (61.8%) would not.

Table 6. Investigation of some findings related to research

Variable (n=310)	Gender		Total	Statistical analysis * Probability
	Female	Male		
Foods that cause more harm to the nature				
Animal-based	223 (%81.7)	19 (%59.4)	242 (%79.3)	$\chi^2=8.699$
Plant-based	50 (%18.3)	13 (%40.6)	63 (%20.7)	$P=0.003$
Environmentally more harmful meat group product				
Cattle	158 (%58.1)	10 (%31.3)	168 (%55.3)	$\chi^2=19.906$
Sheep	21 (%7.7)	10 (%31.3)	31 (%10.2)	$P=0.000$
Chicken	41 (%15.1)	4 (%12.4)	45 (%14.8)	
Fish	52 (%19.1)	8 (%25.0)	60 (%19.7)	
More harmful to nature in terms of protein sources				
Cheese				
Animal milk	64 (%23.4)	9 (%29.0)	73 (%24.0)	$\chi^2=0.482$
Egg	160 (%58.7)	17 (%54.8)	177 (%58.2)	$P=0.786$
	49 (%17.9)	5 (%16.2)	54 (%17.8)	
Plant-based product more harmful to the nature				
Rice				
Bulghur	184(%68.4)	18 (%58.1)	202 (%67.3)	$\chi^2=1.884$
Legume	20 (%7.4)	2 (%6.4)	22 (%7.3)	$P=0.390$
	65 (%24.2)	11 (%35.5)	76 (%25.4)	
Change of eating pattern for less harm to the nature				
Yes	191 (%69.7)	13 (%38.2)	204 (%66.2)	$\chi^2=13.396$
No	83 (%30.3)	21 (%61.8)	104 (%33.8)	$P=0.000$

As shown in Table 7, there is a statistically significant relationship between the departments and environmentally more harmful nutritions ( $\chi^2 = 6648$ ;  $P = 0.036$ ). It was found that 100 participants (87.0%) who think that animal-based products are more harmful to the nature are in Dietetics Department.

## DISCUSSION

Animal-based products contain high levels of protein in high biological value and high amounts of saturated fatty acids, as well as significant amounts of micronutrients. As noted in Schönfeldt et al.'s work, the dietary contribution

of products obtained from animals can be beneficial or harmful (Schönfeldt et al., 2013). In this study, it was stated that 303 of the participants (97.7%) had mixed nutrition style. As a reason for this, western diet can be addressed as it is widespread in our country. The role of meat in healthy diet is not clear. In many healthy nutrition perception, meat consumption is required to be limited. In a study conducted in Canada, participants were reported to try to limit the intake of meat, particularly red meat, to redirect healthy eating by replacing red meat with chicken or fish (Paquette et al., 2005).

Table 7. Investigation of some findings related to research

Variable (n=310)	Department			Total	Statistical analysis * Probability
	Dietetics	Physiotherapy and Rehabilitation	Nursing		
Nutrition that is more harmful to the nature					
Animal-based	100 (%87.0)	85 (%73.9)	57 (%76.0)	242 (%79.3)	$\chi^2=6.648$ $P=0.036$
Plant-based	15 (%13.0)	30 (%26.1)	18 (%24.0)	63 (%20.7)	
Environmentally more harmful meat group product					
Cattle	67 (%58.3)	58 (%50.9)	43 (%57.3)	168 (%55.3)	$\chi^2=11.811$ $P=0.066$
Sheep	5 (%4.3)	20 (%17.5)	6 (%8.0)	31 (%10.2)	
Chicken	19 (%16.5)	14 (%12.3)	12 (%16.0)	45 (%14.8)	
Fish	24 (%20.9)	22 (%19.3)	14 (%18.7)	60 (%19.7)	
Product more harmful to the nature in terms of protein sources					
Cheese	23 (%20.2)	33 (%28.7)	17 (%22.7)	73 (%24.0)	$\chi^2=4.351$ $P=0.361$
Animal milk	74 (%64.9)	61 (%53.0)	42 (%56.0)	177 (%58.2)	
Egg	17 (%14.9)	21 (%18.3)	16 (%21.3)	54 (%17.8)	
Plant-based product more harmful to the nature					
Rice	77 (%67.5)	76 (%68.5)	49 (%65.3)	202 (%67.3)	$\chi^2=1.358$ $P=0.851$
Bulgur	7 (%6.2)	10 (%9.0)	5 (%6.7)	22 (%7.3)	
Legume	30 (%26.3)	25 (%22.5)	21 (%28.0)	76 (%25.4)	
Change of eating pattern for less harm to the nature					
Yes	81 (%70.4)	73 (%61.9)	50 (%66.7)	204 (%66.2)	$\chi^2=1.921$ $P=0.383$
No	34 (%29.6)	45 (%38.1)	25 (%33.3)	104 (%33.8)	

It was determined that dairy product preference of 300 participants (96.8%) was animal milk. As stated by Güler in her study of Culinary Culture and Eating and Drinking Habits the formation of Turkish food culture dates back to the Central Asian Turks. Sheep and dairy products are among the basic nutrients of ancient Turks. Sheep, goat and cattle are used for milk production (Güler, 2010). Preference of animal milk which is an ancestral habit, is related to Turkish eating and drinking taste and culture.

It was determined that 291 of the participants (93.9%) thought that the richest nutritional

product in terms of protein quality was animal-based products, and 206 of them (66.5%) preferred meat products as richer protein sources. In a conference about "excessive and inadequate nutrition: challenges and approaches" it was directly related to the amount of protein intake and protein quality of animal-based products. However, it has been reported that meat products contain all the amino acids such as lysine, isoleucine, valine, threonine; and amino acid scores of animal-based proteins are very high (Millward et al., 2010). According to De Boer, Helms and Aiking, the premier protein source of

Europe is meat (De Boer et al., 2006). Also, Protein digestibility-corrected amino acid score is 0.92 for beef and 1.00 for eggs and milk (Hoffman et al., 2004). According to the Protein digestibility-corrected amino acid score value, black bean is 0.75 while soy is 1.00 (Hoffman et al., 2004). Among the plant-based proteins, soy is the richest in terms of protein quality. In addition, animal metabolism uses an average of 6 kg of plant-based protein to produce 1 kg of meat protein; which means that only 15% of the protein in the feed crops is converted to food for human consumption, and 85% is spent in this process (De Boer et al., 2011).

It was shown in the survey that 189 participants (61.0%) suggested the notion that the products they consume did not harm the nature, 242 participants (79.7%) stated that animal-based products are more harmful to the nature. Recent reports by the Pew Commission for the United Nations and Industrial Livestock Production have shown that livestock cause more global warming, by 40%, than all transport combined (Rothgerber et al., 2013). The United Nations report has described the livestock industry as one of the most important causes of various environmental problems such as biodiversity loss, water shortage and pollution (Rothgerber et al., 2013). Ulaszewska et al. reported in their study that factors such as greenhouse gas, land use, water pollution during food production adversely affect the environment (Ulaszewska et al., 2017). In addition, according to LCA studies, the greenhouse effect of grains, legumes, soy, fruit and vegetables is lower than that of red meat, chicken, fish and dairy products (Tilman et al., 2014).

It was determined that 168 of the participants (55.3%) stated that animals who have the greatest harm to the environment are cattle, 177 participants (58.2%) stated animal milk as the most harmful animal-based protein source for the nature. Cattle beef is the product with the highest greenhouse effect among all the animal-based products, (Cleveland et al., 2017). De Vries and De Boer reported in their studies that higher use of soil and energy is required for the production

of 1 kg of beef, than for production of 1 kg of pork, eggs and milk (De Vries et al., 2010). Schiessl and Schwagerl have shown in their study that those who eat meat contribute 7 times more to greenhouse gas emissions than vegans (Schiessl et al., 2008). In Carlsson-Kanyama et al.'s study of carbon dioxide, methane and nitrogen oxide emissions from farm to table for 22 commonly consumed products in Sweden, the total CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> equivalents of cheese were found to be 11 and 1.00 for milk (Carlsson Kanyama et al., 2009). It was determined that 202 participants (67.3%) chose rice to be the plant-based product which causes more harm to the nature. The CH<sub>4</sub> gas is released when it is resolved from the rice grown under water conditions (Gonzalez et al., 2011). CH<sub>4</sub> emissions of most of the plant-based products are very low, except for rice (Turner McGrievy et al., 2016).

A statistically significant relationship was detected between the healthy eating pattern and the choice of the richest food group in terms of protein quality ( $\chi^2 = 5064$ ,  $P = 0.024$ ). It has been determined that 190 of the participants (96.4%) who think that animal-based diet is the healthy eating pattern, also think that animal-based products are the richest in terms of protein quality. The Pew Commission for Industrial Livestock Production has announced the issue of a number of public health problems caused by meat production and consumption. Meat production exposes us to a number of adverse health conditions such as increasing the potential for pathogenic and transmissible disease transmission, increasing the risk of foodborne infections, non-therapeutic antimicrobial use and increasing resistance (Rothgerber et al., 2013). Foodborne epidemics and exposure of humans to dioxins and exogenous hormones are often associated with intensive meat production (Graça et al., 2016).

It has also been stated in a conference on Sustainable Food Consumption that excessive meat consumption can lead to obesity, diabetes, cardiovascular diseases and cancer (Salter, 2017). As mentioned in the conference on "sustainable food consumption", plant-based products have a

much more positive contribution to health than animal-based products, due to the high levels of complex carbohydrates, and low levels of saturated fat, cholesterol and purine content (Von Koerber et al., 2017). As stated by Rogerson in his study, cardiovascular disease, hypertension, type 2 diabetes, cholesterol and cancer are less common in vegans (Rogerson, 2017).

A statistically significant relationship was found between the healthy eating style and preference for food group that is harmful to the nature ( $\chi^2 = 11286$ ;  $P = 0.001$ ). It has been determined that 142 participants (73.2%), whose healthy eating pattern is animal-based, chose animal based-products as harmful to nature, and 52 participants (26.8%) stated the notion that plant-based products cause more harm to the nature.

A statistically significant relationship was detected between healthy eating pattern and choice of food group for less harm to the nature ( $\chi^2 = 25490$ ;  $P = 0.000$ ). It has been determined that 126 participants (64.6%) who responded the products to be preferred for less harm to the nature as plant-based products, chose the healthy eating pattern as animal-based.

There is a statistically significant relationship between the eating pattern that causes more harm to the nature and products to be preferred for less harm to the nature, ( $\chi^2 = 28760$ ;  $P = 0.000$ ). Those who think that the products to be preferred for less harm to the nature are only herbal products or plant-based products, in grate rate, have marked animal-based products to be more harmful to the nature. The questions assessed in this section used positive and negative statements of similar questions to determine whether the participants would respond consistently. As a result of the evaluation, the participants gave consistent responses that gave statistically significant results. Westhoek et al. in their study of switching 25-50% of animal-based products with plant-based products in European Union to examine effects on the basis of dietary energy, have found that reducing the consumption of meat, dairy products and eggs by half, provides significant benefits both in terms of environment

and health. As a result of the work, it is expected that such a dietary change will have a substantial improvement in both air and water quality in the European Union (Westhoek et al., 2011).

A statistically significant relationship was found between the healthy eating pattern and the environmentally more harmful meat group product ( $\chi^2 = 12757$ ;  $P = 0.005$ ). It was found that 95 participants (49.0%) whose healthy eating pattern is animal-based, cattle is more harmful to the nature. Beef production has impacts such as climate change, acidifying and consumption of natural resources (Berton et al., 2017). Reducing beef consumption and preferring plant-based products instead of beef could reduce the greenhouse effect by 35% (Meyer et al., 2017).

There is a statistically significant relationship between environmentally more harmful eating pattern and environmentally more harmful meat group product ( $\chi^2 = 26332$ ;  $P = 0.000$ ). Hallström et al. found that the most effective way to reduce greenhouse gas effect was the vegan diet. In the study, it was stated that vegan diets reduced the greenhouse effect by 50%. In the same study, it was stated that lacto-ova is second in reducing greenhouse effect among vegetarian diets (Hallström et al., 2015). In addition, other studies have also indicated that more global-based transition towards plant-based dieting is vital for reducing the ecological footprint of food systems, and for meeting the regulatory capacity of the earth (Graça et al., 2016).

A statistically significant relationship was found between gender and the type of food that is more harmful to nature ( $\chi^2 = 8699$ ;  $P = 0.003$ ). A statistically significant relationship was found between gender and meat group products that are more harmful to the nature ( $\chi^2 = 19906$ ;  $P = 0.000$ ). A statistically significant relationship was found between gender and Change of eating pattern status for less harm to the nature ( $\chi^2 = 13396$ ;  $P = 0.000$ ). It was determined that 191 female (69.7%) participants could support this change and 21 male participants (61.8%) would not support this change. In a survey of 1046 UK citizens, more than 25% of respondents

said that they were thinking of reducing meat consumption. However, less than 25% of those claiming to reduce meat consumption actually do so (Richardson et al., 1993). Likewise in Denmark, negative attitudes towards meat are increasing, but no changes in the behaviour has been reported. (Holm et al., 2000). Chin, Fisak, and Sims found low-level anti-vegetarian feelings in the study with American university students (Chin et al., 2002). Gender is an outstanding factor in attitudes towards vegetarianism. Compared to males, females have stronger negative attitudes towards animal use (Knight et al., 2004). Although the link between meat and the environmental impact is lacking as a result of the study of the perceptions of the environmental impact of the food system and the willingness to reduce environmental meat consumption with young people at five different schools in Scotland during the 2013-2014 period in which a total of 103 participants attended, when provided with this information, participants were still reluctant to consider reducing meat consumption. If the diet needs to be changed to improve health and reduce environmental impacts, cultural, social and personal values around the meat should be accepted and integrated into the scientific debate on sustainable diets (Campbeel et al., 2016). Gender is generally regarded as a strong indicator of meat consumption and shows that men generally have a higher consumption level than women (Graça, 2016). Many men in North America do not think that a meal without meat is a "real" meal [51] (Sobal, 2005). In the world, men consume more meat than women (Rothgerber et al., 2013). Several studies have also shown that consumption of meat is related to male gender. For example, those who consume meat are perceived as more masculine than those who don't (Graça, 2016). Stibbe's review of six issues related to Men's Health between June and December 2000 has linked the fact that meat, especially red meat, is associated with positive images of masculinity, as one of the characteristics of ideal man, especially with increasing muscle strength (Rothgerber et al., 2013).

A statistically significant relationship was found between the Nutrition and Dietetics, Physical Therapy and Rehabilitation and Nursing

Departments in terms of food products causing more harm to the nature ( $\chi^2 = 6648$ ;  $P = 0.036$ ). This result may stem from the fact that information about animal and plant-based eating patterns are referred during the training of the students of the Department of Nutrition and Dietetics.

## CONCLUSION

It is concluded that most people think that animal-based products are healthy but these products harm the nature. They are of the same opinion particularly on the notion that cattle harm the nature more. Many of the participants say that they can change their eating habits to protect nature and lessen the harm to the environment. It is seen that men are more abstaining in this regard. In short, it is obvious that the plant-based diet is more climate-friendly compared to the omnivorous diet. In order to achieve more sustainable consumption patterns, commitment and action are required throughout the entire food system from producers and retailers to government. It should be known that the concept of "Foodways" being used in the world is important here, and that every stage of food delivery to the consumer is important for sustainability.

## REFERENCES

- Aldaya, M. M., Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.
- Campbell, J., Macdiarmid, J. I., & Douglas, F. (2016). Young people's perception of the environmental impact of food and their willingness to eat less meat for the sake of the environment: a qualitative study. *Proc Nutr Soc*, 75(OCE3).
- Carlsson-Kanyama, A., & González, A. D. (2009). Potential contributions of food consumption patterns to climate change. *Am J Clin Nutr*, 89(5), 1704S-1709S.
- Chin, M. G., Fisak Jr, B., & Sims, V. K. (2002). Development of the attitudes toward vegetarians scale. *Anthropoös*, 15(4), 332-342.

- Cleveland, D. A., & Gee, Q. (2017). Plant-based diets for mitigating climate change. In *Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention* (pp. 135-156).
- Davis, J., Sonesson, U., Baumgartner, D. U., & Nemecek, T. (2010). Environmental impact of four meals with different protein sources: case studies in Spain and Sweden. *Food Res Int*, *43*(7), 1874-1884.
- de Boer, J., Helms, M., & Aiking, H. (2006). Protein consumption and sustainability: diet diversity in EU-15. *Ecological Economics*, *59*(3), 267-274.
- De Boer, J., Schösler, H., & Boersema, J. J. (2013). Climate change and meat eating: An inconvenient couple?. *J Environ Psychol*, *33*, 1-8.
- de Vries, M., & de Boer, I. J. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livest Sci*, *128*(1-3), 1-11.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Balzer, C. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, *478*(7369), 337.
- Food-based dietary guidelines. (2018, 12 6). Food and Agriculture Organization of the United Nations: [http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/background/sustainable-dietary-guidelines/en/ adresinden alındı](http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/background/sustainable-dietary-guidelines/en/)
- González, A. D., Frostell, B., & Carlsson-Kanyama, A. (2011). Protein efficiency per unit energy and per unit greenhouse gas emissions: potential contribution of diet choices to climate change mitigation. *Food Policy*, *36*(5), 562-570.
- Graça, J. (2016). Towards an integrated approach to food behaviour: Meat consumption and substitution, from context to consumers. *Psychology, Community & Health*, *5*(2), 152-169.
- Hallström, E., Rööös, E., & Börjesson, P. (2014). Sustainable meat consumption: A quantitative analysis of nutritional intake, greenhouse gas emissions and land use from a Swedish perspective. *Food Policy*, *47*, 81-90.
- Hallström, E., Carlsson-Kanyama, A., & Börjesson, P. (2015). Environmental impact of dietary change: a systematic review. *J Clean Prod*, *91*, 1-11.
- Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P., & Reid, R. S. (2009). Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *1*(2), 111-120.
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *109*(9), 3232-3237.
- Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein—which is best?. *J Sports Sci Med*, *3*(3), 118.
- Holm, L., & Möhl, M. (2000). The role of meat in everyday food culture: an analysis of an interview study in Copenhagen. *Appetite*, *34*(3), 277-283.
- Houghton, R. A., House, J. I., Pongratz, J., Van Der Werf, G. R., DeFries, R. S., Hansen, M. C., Ramankutty, N. (2012). Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences*, *9*(12), 5125-5142.
- Knight, S., Vrij, A., Cherryman, J., & Nunkoosing, K. (2004). Attitudes towards animal use and belief in animal mind. *Anthrozoös*, *17*(1), 43-62.
- Liu, J., Yang, H., & Savenije, H. H. G. (2008). China's move to higher-meat diet hits water security. *Nature*, *454*(7203), 397.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, *15*(3), 401-415.
- Meybeck, A., & Gitz, V. (2017). Sustainable diets within sustainable food systems. *Proc Nutr Soc*, *76*(1), 1-11.
- Meyer, N., & Reguant-Closa, A. (2017). "Eat as If You Could Save the Planet and Win!" Sustainability Integration into Nutrition for Exercise and Sport. *Nutrients*, *9*(4), 412.
- Naylor, R., Steinfeld, H., Falcon, W., Galloway, J., Smil, V., Bradford, E., Mooney, H. (2005). Losing the links between livestock and land. *Science*, *310*(5754), 1621-1622.



- Nelson, M. E., Hamm, M. W., Hu, F. B., Abrams, S. A., & Griffin, T. S. (2016). Alignment of healthy dietary patterns and environmental sustainability: a systematic review. *Adv Nutr*, 7(6), 1005-1025.
- Richardson, N. J., Shepherd, R., & Elliman, N. A. (1993). Current attitudes and future influence on meat consumption in the UK. *Appetite*, 21(1), 41-51.
- Rothgerber, H. (2013). Real men don't eat (vegetable) quiche: Masculinity and the justification of meat consumption. *Psychology of Men & Masculinity*, 14(4), 363.
- Schiessl, M., & Schwagerl, C. (2008). Meat's contribution to global warming. Spiegel Online International.
- Seves, S. M., Verkaik-Kloosterman, J., Biesbroek, S., & Temme, E. H. (2017). Are more environmentally sustainable diets with less meat and dairy nutritionally adequate?. *Public Health Nutr*, 20(11), 2050-2062.
- Smith, P., & Gregory, P. J. (2013). Climate change and sustainable food production. *Proc Nutr Soc*, 72(1), 21-28.
- Sobal, J. (2005). Men, meat, and marriage: Models of masculinity. *Food and Foodways*, 13(1-2), 135-158.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Averyt, K., & Marquis, M. (Eds.). (2007). *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC* (Vol. 4). Cambridge university press.
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518.
- Turner-McGrievy, G. M., Leach, A. M., Wilcox, S., & Frongillo, E. A. (2016). Differences in environmental impact and food expenditures of four different plant-based diets and an omnivorous diet: results of a randomized, controlled intervention. *J Hunger Environ Nutr*, 11(3), 382-395.
- Ulaszewska, M. M., Luzzani, G., Pignatelli, S., & Capri, E. (2017). Assessment of diet-related GHG emissions using the environmental hourglass approach for the Mediterranean and new Nordic diets. *Sci Total Environ* 574, 829-836.
- von Koerber, K., and Bader N., Leitzmann, C. Wholesome Nutrition: an example for a sustainable diet. *Proc Nutr Soc*. 2017. 76(1): p. 34-41.
- Weindl, I., Popp, A., Bodirsky, B. L., Rolinski, S., Lotze-Campen, H., Biewald, A., Stevanović, M. (2017). Livestock and human use of land: Productivity trends and dietary choices as drivers of future land and carbon dynamics. *Global and Planetary Change*, 159, 1-10.
- Westhoek, H., Lesschen, J. P., Rood, T., Wagner, S., De Marco, A., Murphy-Bokern, Oenema, O. (2014). Food choices, health and environment: effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 26, 196-205.

## COMPARISON OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY AND HYDROXYMETHYLFURFURAL (HMF) LEVELS IN HONEY TAKEN FROM HIVES AND MARKETS

Serap Ünübol Aypak<sup>1\*</sup>, Aslıhan İnci<sup>1</sup>, Sema Bakırcı<sup>1</sup>, Evrim Dereli Fidan<sup>2</sup>, Mert Soysal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Faculty of Veterinary Medicine, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey

<sup>3</sup>Aydın Vocational School of Health Services, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey

Received / Geliş: 17.05.2018; Accepted / Kabul: 28.12.2018 Publishedonline / Online baskı: 14.02.2019

Unübol Aypak, S., İnci, A., Bakırcı, S., Dereli Fidan, E., Soysal, M. (2019). Comparison of the antioxidant activity and hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey taken from hives and markets. GIDA (2019) 44 (1): 86-92 doi: 10.15237/gida.GD18056

Ünübol Aypak, S., İnci, A., Bakırcı, S., Dereli Fidan, E., Soysal, M. (2019). Kovanlardan ve marketlerden alınan ballardaki antioksidan aktivite ve hidroksimetilfurfural (HMF) düzeylerinin karşılaştırılması GIDA (2019) 44 (1): 86-92 doi: 10.15237/gida.GD18056

### ABSTRACT

In this study, the antioxidant activity and HMF levels of 20 honey samples directly taken from hives and 20 of those offered for sale in the stores in the province of Aydın, which were total of 40 honey samples. The antioxidant activity in the honey samples directly taken from hives was found as  $16.54 \pm 1.52$ , HMF content was found as  $26.94 \pm 2.07$  mg/kg. The antioxidant activity was found as  $22.04 \pm 0.59$ , HMF content was found as  $56.70 \pm 3.83$  mg/kg. The difference between the antioxidant activity ( $P < 0.01$ ) and the HMF values ( $P < 0.001$ ) of the honey samples was found statistically significant. The HMF level in the honey collected from the hives were found to comply with the specifications set by the Turkish Food Codex Communiqué on Honey, whereas the HMF level of the market honey was higher than the level specified in the communiqué.

**Keywords:** Antioxidant activity, Aydın province, diastase number, honey, hydroxymethylfurfural (HMF).

## KOVANLARDAN VE MARKETLERDEN ALINAN BALLARDAKİ ANTIÖKSİDAN AKTİVİTE VE HİDROKSİMETİLFURFURAL (HMF) DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

### ÖZ

Bu çalışmada; Aydın İlinde üretilen, doğrudan kovandan alınmış 20 adet çiçek balı örneği ile marketlerde satılan 20 adet çiçek balı örneği olmak üzere toplam 40 adet bal örneğinde antioksidan aktivite ve HMF düzeyleri belirlenmiştir. Kovanlardan doğrudan alınan bal örneklerinde antioksidan aktivite  $16.54 \pm 1.52$ , HMF düzeyi  $26.94 \pm 2.07$  mg/kg olarak, market ballarında ise antioksidan aktivite  $22.04 \pm 0.59$ , HMF düzeyi  $56.70 \pm 3.83$  mg/kg olarak tespit edilmiştir. Balların antioksidan aktivitesi ( $P < 0.01$ ) ve HMF düzeyi için ( $P < 0.001$ ) gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kovan ballarının HMF düzeyinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olduğu, market ballarının HMF düzeyinin ise tebliğde belirtilen düzeyden yüksek olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Aydın İli, antioksidan aktivite, bal, diastaz sayısı, hidroksimetilfurfural (HMF).

\*Corresponding author /Yazışmalardan sorumlu yazar;

✉sunubol@adu.edu.tr

☎ (+90) 256 247 0700/264

☎ (+90) 256 247 0720

### INTRODUCTION

Honey is a highly viscous product produced by honey bees (*Apis mellifera*). This production of honey involves, in brief, the bees collecting nectar from flowering plants, from the sugary substances secreted by the living parts of plants or from the bugs of the Homoptera genus and then modifying the composition of the substances in their bodies before depositing the honey into hive cells (Anon., 2002). The chemical composition of honey includes a number of compounds, such as sugar (70-80 %), water (10- 20 %), organic acid, minerals, vitamins, protein, phenolic compounds, and free amino acids (Aydın et al., 2008). The well-known antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, antitumoral, and antimutagenic properties of honey stem from these compounds. Honey bee breeding, which is quite prevalent in Turkey, results in the production of physically and chemically different honeys, depending on the flora constituting the honey bees surrounding environment. In addition, various other factors, such as the processing, heating, and storage applied during harvest also affect the quality of honey (Karkacier et al., 2000). The substances that give honey its antioxidant properties are flavonoids, polyphenols, vitamins, salicylic acid, sulfhydryl groups, carotenoid derivatives, enzymes, organic acids, amino acids, proteins, and end products of the Maillard reaction (Gheldof et al., 2002; Mandal and Mandal, 2011). Among the end products of the Maillard reaction, melanoidins have radical scavenging properties. The antioxidant property of honey depends on the vegetable origin of the nectar, as well as seasonal and environmental factors. Most of the molecules that give honey its antioxidant properties may be lost during the processing, transport, and storage of honey (Wang et al., 2004; Türkmen et al., 2006; Bertoneclj et al., 2007; Khalil et al., 2011).

Hydroxymethylfurfural (HMF) is a cytotoxic, genotoxic and organotoxic compound (Shapla et al., 2018). Furthermore, HMF is a byproduct formed during hexose decomposition in an acidic environment or during the Maillard reaction (Batu et al., 2013). HMF formation is used as a chemical index to determine the storage time of honey and

to confirm whether the appropriate heat treatment method was employed (Küplülü and Kahraman, 2011).

The primary enzymes in honey are diastase, invertase, and beta-glucosidase. Fresh honey contains diastase, which is an enzyme responsible for starch decomposition and is degraded due to heating and storage. Diastase number is defined as the starch amount hydrolyzed by amylase in 100 g of honey under test conditions at 38-40°C until reaching a prespecified finishing point in an hour. Diastase number measurements are used to evaluate honey freshness. The optimum pH of diastase is accepted to be 5.3 (Aydın et al., 2008).

Heat treatment is a mandatory process that should be applied prior to putting the honey onto the market. Through heat treatment, the growth of spoilage microorganisms, especially sugar-resistant osmophilic yeast, is prevented, and the water in honey is reduced to levels that can delay fermentation. In addition, heat treatment enables the viscosity of honey to be reduced and prevents crystallization. However, the improper application of heat treatment can negatively affect the quality of honey. The storage time and storage conditions of honey are also of great importance in terms of maintaining the quality of the honey. Honey that is stored for an extended period of time and exposed to heat and light, results in an increase of the HMF level and a decrease in the diastase number (Aydın et al., 2008; Silva et al., 2009; Karadal and Yıldırım, 2012)

Honey has acidic properties derived from the gluconic, butyric, acetic, formic, lactic, succinic, malic, citric, and oxalic acids of the vegetable and animal components it contains. The most common organic acid in honey is gluconic acid, and organic acids are partially responsible for the characteristic taste of honey (D'arcy, 2007). The pH value of honey is within the range of 3.5-5.5. The acetic acid formed through the fermentation activated by microorganisms during storage results in a decrease in the pH of honey (Aydın et al., 2008; Kahraman et al., 2010).

The aim of this study is to compare directly taken hive honey and market honey in Aydın province, in terms of antioxidant activity, HMF levels, diastase number and pH values and to evaluate it in terms of compliance with The Turkish Food Codex Honey Communique (Resmî Gazete, 2012).

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

In the study, the antioxidant activity, HMF levels, diastase number, and pH of a total of 40 honey samples, which included 20 blossom honey samples that were produced in Aydın and directly collected from the hives, and 20 blossom honey samples collected from the honeys sold on the market, were determined, and the results from the samples were compared. HMF levels and diastase number were evaluated for their compliance to the specifications set by the Turkish Food Codex Communique on Honey.

### Methods

#### Antioxidant activity measurement

Antioxidant activity was measured by applying the DPPH method (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging capacity method). DPPH is stable organic nitrogen radical. Proton transfer by the antioxidant to the DPPH free radical results in decreased absorbance at 517 nm (Okan et al., 2013). A honey sample of 2 gram was diluted to 10 mL with distilled water. To the 0.1 mL honey solution, 1.9 mL of DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and 1 mL of sodium acetate buffer solution were added, and the mixture was kept in darkness for 90 minutes at room temperature. Measurements were made with a spectrophotometer at 517 nm. The standard curve for antioxidant activity was prepared using Trolox (Ferreira et al., 2009).

#### HMF analysis

HMF analysis was performed using the White method approved by the International Honey Commission (White, 1979). Following completion of the White method, 5 grams of honey were dissolved in 25 mL of pure water, adding 0.5 mL Carrez - I and 0.5 mL Carrez - II solutions before being diluted to 50 mL with pure

water. After filtration with a filter paper, 5 mL of the filtrate was put in two separate tubes. The sample in one of the tubes was mixed with 5 mL of pure water, while the sample in the other tube was mixed with 5 mL of % 0.2 sodium bisulfite; the absorbances of the samples were measured at 284 nm and 336 nm with a spectrophotometer.

HMF was calculated using the following formula:

$$\text{HMF (mg/kg)} = A_{284} - A_{336} \times 149.7$$

$A_{284}$ : Absorbance at 284 nm

$A_{336}$ : Absorbance at 336 nm

#### Diastase measurement

The diastase measurement was carried out according to the writing by Bogdanov (2009). A honey solution of 10 mL was prepared with the acetate buffer, mixed with a 5 mL starch solution, and kept for 15 minutes at 40°C. The diastase number was measured by adding 1 drop of 0.1 N iodine solution every 5 minutes to the solution and calculated by the absorbance at 600 nm at the 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, and 20<sup>th</sup> minute.

#### pH measurement

A honey sample of 10 grams was dissolved in 100 mL of CO<sub>2</sub> free distilled water, and the pH of the sample was measured with a pH meter.

## RESULTS AND DISCUSSION

Statistical calculations for the antioxidant activity, HMF level, diastase number, and pH values of the honey samples were performed with the SPSS 22.0 package program. In the statistical evaluation, to reveal the differences among the groups with respect to the investigated properties, the significance test (t-test) for the difference between two averages was applied. The significance levels for the antioxidant activity, HMF levels, diastase number, and pH of the honey samples were  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$ ,  $P < 0.01$ , and  $P < 0.01$ , respectively, and the differences among the groups were found to be statistically significant.

The antioxidant activity of the fresh honey samples collected from districts in Aydın was  $16.54 \pm 1.52$  mg/kg, while the antioxidant activity of the honey samples from the market was  $22.04 \pm 0.59$  mg/kg. In the relevant scientific literature,

although there are a great number of studies on determining the antioxidant content of honeys of different origin (Bertoncelj et al., 2007; Ferreira et al., 2009; Korkmaz and Küplülü, 2017; Meda et al., 2005; Lachman et al., 2010; Kishorea et al., 2011; Flores et al., 2015; Dzugan et al., 2017), no studies for which honey from hives were compared with honey from the market were found. Türkmen et al. (2006) reported increased antioxidant activity in honey samples on which heat treatments at 50°C, 60°C, and 70°C were applied. Brudzynski and Miotto (2011) applied a 30-minute heat treatment at 121°C to honey samples and reported that the melanoidin content and antioxidant activity in dark-colored honey samples increased 2 fold. Wang et al. (2004), who applied heat treatment to honey samples at 60°C for 12-16 hours and at 82°C for 10-12 minutes, which are the optimum temperatures for the heat treatment of honey, reported that the antioxidant activity of the honeys decreased after removing the foam of the samples, re-heating, filtering, and

storing for 6 months. Kowalski (2013) found in his study that heat treatment to honey samples of different origins increased the antioxidant activity in lemon honey and buckwheat honey, did not affect the activity in acacia honey, and reduced the activity in secreted honey. The antioxidant levels, both in the honey samples from the hives and in the honey samples from the market, were higher than those reported by Meda et al. (2005), Bertoncelj et al. (2007), and Kishore et al. (2011), while they were lower than those reported by Ferreira et al. (2009), Lachman et al. (2010), Flores et al. (2015), and Dzugan et al. (2017). The results obtained in the study were similar to those obtained by Jimenez et al. (2016). The higher level of antioxidant activity in the market honeys compared to that in fresh honeys was attributed to the end products of the Maillard reaction, which occurred as a result of subjecting the honeys to improper heat treatment; but HMF, which is a byproduct of this reaction, is considerably harmful to human health.

Table 1. Antioxidant activity, HMF, diastase number and pH values in honey samples from hives and markets

	Groups of honey samples				
	n	Hive honey $\bar{X} \pm s\bar{x}$	n	Market honey $\bar{X} \pm s\bar{x}$	t
Antioxidant activity (mg/kg)	20	16.64 ± 1.52	20	22.05 ± 0.59	-3.371 <sup>a</sup>
HMF (mg/kg)	20	26.94 ± 2.07	20	56.70 ± 3.83	-6.836 <sup>b</sup>
Diastase number	20	9.68 ± 0.71	20	7.43 ± 0.24	3.003 <sup>a</sup>
pH	20	3.85 ± 0.07	20	4.22 ± 0.12	-2.723 <sup>b</sup>

a:  $P < 0.01$ , b:  $P < 0.001$

HMF levels and the presence of the diastase enzyme are among the chemical quality criteria which have been used for honey for 75 years. Given that long-term storage of honey and exposure to extreme temperatures change the HMF and diastase amounts, HMF analysis and determination of the diastase number are recognized as being the most practical ways to determine the freshness of honey. There are a large number of studies focusing on this subject, both from Turkey and from other regions of the

world. Table 2 presents a summary of some of these studies.

The results obtained in the study revealed that the fresh blossom honey samples directly collected from the hives were in compliance with the specifications of the Turkish Food Codex Communique on Honey. However, the HMF levels of the market honeys were higher than the standard level of 40 mg/kg specified in the standards put forth by the Turkish Food Codex

Communique on Honey. The diastase number of the fresh honey samples was higher than the diastase number specified by the standards in the Turkish Food Codex Communique on Honey, which states that the minimum diastase number for honey should be 8. The diastase numbers of the fresh honey were therefore in compliance with the communique. The diastase number in market honeys was; however, lower than the

communique-specified levels. The results suggest that the honey samples sold in the market were subjected to improper heat treatment during packaging after harvest or were stored for a prolonged period. Although the acceptable pH range for honey has not yet been specified by the Turkish Food Codex, the results obtained in the study are within the range (3.2-4.5) determined by the International Honey Commission.

Table 2. Literature summary

Literature	HMF (mg/kg)	Diastase number	pH
Pasias et al. (2017) <sup>a</sup>	2.4-51	7-22	-
Abdulkhalıq and Swaileh (2017) <sup>a</sup>	2.1-34.2	-	3.03-5.98
Boussaid et al. (2014) <sup>a</sup>	12.07-27.43	-	-
Manzanares et al. (2014) <sup>a</sup>	5.36-15.00	11.50-45.80	-
Juan-Borrás et al. (2014) <sup>a</sup>	3.30-23.40	8.70-19.10	-
Tornuk et al. (2013) <sup>a/b</sup>	0.09-3.01 <sup>a</sup> 0.05-4.12 <sup>b</sup>	-	3.68 -4.65 <sup>a</sup> 3.90-6.42 <sup>b</sup>
Batu et al. (2013) <sup>a</sup>	0.15-24.39	8.3-17.9	3.76-4.90
Yücel and Sultanoğlu (2013) <sup>a</sup>	5.22-7.49	5.33-13.77	3.37-3.89
Chakir et al. (2011) <sup>a</sup>	7.16-30.43	6.05-19.10	-
Aydın et al. (2008) <sup>b</sup>	2.496-205.152	0-13.9	2.21- 3.54
Kayacıer and Karaman (2008) <sup>b</sup>	-	-	3.67- 4.57
Moreira et al.(2007) <sup>a</sup>	2.80-7.40	10.55-12.40	-

a: Hive honey, b: Market honey

To analyze the HMF levels of the honeys in the market, increasing the number of the samples collected by the Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock will prove beneficial. Raising awareness among the commercial enterprises that are responsible for the sale and distribution of honey will increase the quality of honey and thus, improve its compliance with the international standards and contribute to the export potential of Turkey. To raise their awareness of this issue, beekeepers and honey suppliers should receive education on honey quality. Furthermore, as alternatives to heat treatment, high-pressure and ultrasonic processes should be promoted, and their applications should be initiated.

## REFERENCES

Abdulkhalıq, A., Swaileh, K.M. (2017). Physico-chemical properties of multi-floral honey from the West Bank, Palestine. *Int J Food Prop* 20(2): 447-454.

Anonymous (2002). Bal Türk Standardı TS 3036 Mart 2002, 1.Baskı ICS 67.180.10.

Aydın, B.D., Sezer, Ç., Oral, N.B. (2008). Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması. *Kafkas Üni Vet Fak Der* 14(1): 89-94.

Batu, A., Küçük, E., Çimen, M. (2013). Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi. *GIDA* 8(1), 52-62.

Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem* 105(2):822-8.

Bogdanov S (2009): Harmonised methods of the international honey commission. <http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf> (Accessed: 10 December 2017)

Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsı, F., Ferrari, G., Hamdi, S. (2014).

- Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arab J Chem* <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.08.011> (Accessed:12 November 2017)
- Brudzynski, K., Miott, D. (2011). The recognition of high molecular weight melanoidins as the main components responsible for radical scavenging capacity of unheated and heat treated Canadian honeys. *Food Chem* 125(2): 570–575.
- Chakir, A., Romane, A., Barbagianni, N., Bartoli, D., Ferrazzi, P. (2011). Major and trace elements in different types of Moroccan honeys. *AJBAS* 5: 223–231.
- D'arcy, B. (2007). High-power ultrasound to control of honey crystallisation. Rural industries research and development corporation. ISBN 1 74151 541 6. ISSN 1440-6845. Australia. p.140.
- Dzukan, M., Sowa, P., Kwasniewska, M., Wesolowska, M., Czernicka, M. (2017). Physicochemical Parameters and Antioxidant Activity of Bee Honey Enriched With Herbs. *Plant Foods Hum Nutr* 72(1): 74–81.
- Ferreira, ICFR., Aires, E., Barreira, J.C.M., Estevinho, L.M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chem* 114(4): 1438-1443.
- Flores, M.S.R., Escuredo, O., Seijo, C.M. (2015). Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food Chem* 166(1): 101-106.
- Gheldof, N., Wang, X.F., Engeseth, N.J. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J Agric Food Chem* 50(21): 5870–7.
- Jimenez, M., Beristain, C.I., Azuara, E., Mendoza, R.M., Pascual, L.A. (2016). Physicochemical and antioxidant properties of honey from *Scaptotrigona mexicana* bee. *J Apic Res* 55(2): 151–160.
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M., Escriche, I. (2014). Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and *Tilia* honeys. *Food Res Int* 60: 86–94.
- Kahraman, T., Buyukunal, S.K., Vural, A., Altunatmaz, S.S. (2010). Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chem* 123(1): 41–44.
- Karadal, F., Yıldırım, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 9(3):197-209.
- Karkacier, M., Gürer, F., Özdemir, F. (2000). Farklı balların HPLC yöntemi ile belirlenen şeker içerikleri kullanılarak tanımlanması. *GIDA* 25(1): 69-73.
- Kayacier, A., Karaman, S. (2008). Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys. *J Text Stud* 39(1): 17-27.
- Khalil, M.I., Alam, N., Moniruzzaman, M., Sulaiman, S.A., Gan, S.H. (2011). Phenolic Acid Composition and Antioxidant Properties of Malaysian Honeys. *J Food Sci* 76(6): 921-928.
- Kishorea, R.K., Halima, A.S., Syazanaa, M.S.N., Sirajudeen, K.N.S. (2011). Tualang honey has higher phenolic content and greater radical scavenging activity compared with other honey sources. *Nutr Res* 31(4): 322–325.
- Korkmaz, S.D., Küplülü, Ö. (2017). Effects of storage temperature on HMF and diastase activity of strained honeys. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 64: 281-287.
- Kowalski, S. (2013). Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave processing. *Food Chem* 141(2): 1378-1382.
- Küplülü, Ö., Kahraman, S.D. Süzme Ballarda Muhafaza Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi- Ankara Üniversitesi. Bilimsel Araştırma Projesi. Proje, 2011.
- Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, A., Kovarova, E. (2010). Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *Food Sci Technol* 43(1): 52–58.

- Mandal, M.D., Mandal, S. (2011). Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *APJTB* doi:10.1016/S2221-1691(11)60016-6.
- Manzanares, A.B., García, H., Galdón, B.R., Rodríguez, E.R., Romero, C.D. (2014). Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *Food Sci Technol* 55(2): 572–578.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J., Nacoulma, O.G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem* 91(3): 571–577.
- Moreira, R.F.A., Maria, C.A.B., Pietroluongo, M., Trugo, L.C. (2007). Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chem* 104(3): 1236–1241.
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. (2013). Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler. *J For Fac* 13(1): 48-59.
- Pasias, I.N., Kiriakou, I.K., Proestos, C. (2017). HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. *Food Chem* 229: 425–431.
- Resmi Gazete. (2012). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Tebliğ No: 2012/58, Sayı: 28366.
- Shapla, U.M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M.I., Gan, S.H. (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chem Cent J* 12:35, 2-18.
- Silva, L.R., Bideriya, R., Monteiro, A.P., Valentao, P., Andrade, B. (2009). Honey from Luso region (Portugal) physicochemical characteristic and mineral contents. *Microchem J* 93(1): 73-77.
- Tornuk, F., Karaman, S., Öztürk, I., Toker, O.S., Tastemur, B., Sağdıç, O., et al. (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Ind Crops Prod* 46: 124–131.
- Türkmen, N., Sarı, F., Poyrazoglu, E.S., Velioglu, Y.S. (2006). Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chem* 95(4): 653–7.
- Wang, X.H., Gheldof, N., Engeseth, N.J. (2004). Effect of processing and storage on antioxidant capacity of honey. *J Food Sci* 69(2): 96–101.
- White, J.W. (1979). Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey. *J AOAC Int* 62(3):509-514.
- Yücel, Y., Sultanoğlu, P. (2013). Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Biosci* 1: 16–25.





## CONTINUOUS ETHANOL FERMENTATION FROM CAROB POD EXTRACT MEDIUM AT DIFFERENT HYDRAULIC RESIDENCE TIME (HRT)

**Ercan Yatmaz\***

Göynük Culinary Arts Vocational School, Akdeniz University, Antalya, Turkey  
Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Akdeniz University, Antalya, Turkey

Received / Geliş: 08.08.2018; Accepted / Kabul: 11.12.2018; Published online / Online baskı: 14.02.2019

Yatmaz, E. (2019). *Continuous ethanol fermentation from carob pod extract medium at different hydraulic residence time (HRT)*. GIDA (2019) 44 (1): 93-103 doi: 10.15237/gida. GD18085

Yatmaz, E. (2019). Farklı hidrolik alıkonma sürelerinde keçiboynuzu ekstraktı besiyerinde sürekli etanol fermantasyonu. GIDA (2019) 44 (1): 93-103 doi: 10.15237/gida. GD18085

### ABSTRACT

Production of bioethanol is one of the important bioprocesses for the energy industry to provide inexpensive renewable resources all over the world. In this context, this research was organized for continuous ethanol fermentation from carob pod extract which is an inexpensive carbon source by free or immobilized *S. cerevisiae* cells. Continuous ethanol fermentations were performed with different HRT (from 4 to 20 h) and optimal HRT were 8 h for the free cell, and 6.67 h for immobilized cell, respectively. The highest volumetric ethanol productivities for free cell and immobilized cell fermentations were 3.12 g/L/h and 3.37 g/L/h at HRT of 5.71 h, respectively. All kinetic parameters clearly showed that both cell types can be used for ethanol fermentation, and immobilized *S. cerevisiae* ethanol fermentation can be operated at higher dilution rates independent of biomass than a free cell.

**Keywords:** Continuous fermentation, free and immobilized cells, stirred tank bioreactor

## FARKLI HİDROLİK ALIKONMA SÜRELERİNDE KEÇİBOYNUZU EKSTRAKTI BESİYERİNDE SÜREKLİ ETANOL FERMANTASYONU

### ÖZ

Enerji endüstrisinin tüm dünyada ucuz yenilenebilir kaynaklar sağlaması için önemli biyoproseslerden birisi biyoetanol üretimidir. Bu çalışmada serbest veya immobilize edilmiş *S. cerevisiae* hücreleri ile ucuz bir karbon kaynağı olan keçiboynuzu ekstraktından sürekli etanol fermantasyonları amaçlanmıştır. Sürekli etanol fermantasyonları farklı hidrolik alıkonma sürelerinde (4-20 saat) gerçekleştirilmiştir. Optimum hidrolik alıkonma süreleri, serbest haldeki hücreler için 8 sa ve immobilize edilmiş hücreler için 6.67 sa olarak belirlenmiştir. Serbest ve immobilize hücre fermantasyonları için en yüksek etanol üretim oranları sırasıyla 3.12 g/L/sa ve 3.37 g/L/sa olarak hidrolik alıkonma süresi 5.71 saatte elde edilmiştir. Tüm kinetik parametreler, her iki hücre tipinin etanol fermantasyonu için kullanılabileceğini ve immobilize edilmiş *S. cerevisiae* hücreleri ile gerçekleştirilen etanol fermantasyonunun, süspansiyon haldeki hücelere kıyasla biyokütleden bağımsız olarak daha yüksek seyreltme oranlarında gerçekleştirilebileceğini açıkça göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sürekli fermantasyon, serbest ve immobilize hücreler, karıştırmalı tank tipi biyoreaktör

\* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar

✉ ercanytmz@gmail.com ; ercanyatmaz@akdeniz.edu.tr ☎ (+90) 242 815 3037 📠 (+90) 242 815 3038

## INTRODUCTION

The carob tree (*Ceratonia siliqua* L.), which is mostly grown in Mediterranean countries (Yousif and Alghzawi, 2000), could be grown in mild and dry places with poor soils. It could be used as an alternative tree for diversification and revitalization in dryland areas of forests in Mediterranean-climate countries (Sánchez et al., 2010). Although the tree is grown in poor land areas, the carob pods have enough amount and type of sugar for biotechnological applications with its high total soluble content (62–67%) (Ayaz et al., 2007). These soluble solids consist of macro elements such as sucrose, glucose, and fructose; and microelements such as amino acids, minerals, and phenolic compounds (Ayaz et al., 2007). Higher carbohydrate contents make the carob pod and its extract valuable for fermentation processes. So, carob pod extract was used to produce lots of microbial value-added products such as citric acid (Roukas, 1998; Alani et al., 2007), succinic acid (Carvalho et al., 2014), lactic acid (Turhan et al., 2010a),  $\beta$ -mannanase (Yatmaz et al., 2016a; Yatmaz et al., 2016b), and ethanol (Roukas, 1993; Turhan et al., 2010b; Yatmaz et al., 2013; Germec et al., 2015) etc.

Renewable energy sources such as wind turbine, solar panels, bioethanol, biodiesel, their combinations etc. have been started to use in the last decade because of the high carbon emissions and ever decreasing fossil fuels. As a result of the decisions taken by some developed countries, the use of vehicles that work with petroleum products will be limited in the future. Using renewable sources to produce bioethanol, that is an environmental and simple bioprocess, is one of the most important process for the energy industry in the last 30 years (Yatmaz et al., 2013). *Pichia stipitis*, *Zymomonas mobilis*, and *Saccharomyces cerevisiae* are the most commonly used microorganisms for industrial bioethanol production from starch, sugar or cellulose (Brethauer and Wyman, 2010). Using industrial crops and food wastes or cheap materials for fermentation is very important to decrease cost values of the products. Worldwide, corn and sugar cane extracts are generally used as carbon sources for bioethanol production because of

high sugar content and availability of these industrial crops (Cardona and Sánchez, 2007). World total fuel ethanol production in 2009, 2012, and 2015 were 20303, 21812, and 25682 million gallons, respectively (AFDC, 2017). And also, 85.27% of the total fuel ethanol production was done by the two major bioethanol producers; USA and Brazil in 2015 (AFDC, 2017). These statistical values clearly showed that the bioethanol production increases every year. Additionally, it is clearly seen that the bioethanol is one of the most important resources for fossil fuel substitution.

Previous fermentation studies about carob pod extract showed that different microorganisms could be used as free or immobilized for bioethanol production. Some of the used microorganisms by researchers are *Saccharomyces cerevisiae* (Roukas, 1994; 1996; Sánchez et al., 2010; Sánchez-Segado et al., 2012; Saharkhiz et al., 2013) , *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 36858) (Turhan et al., 2010b; Yatmaz et al., 2013; Germec et al., 2015; Germec et al., 2016) , *Saccharomyces cerevisiae* (F13A) (Lima-Costa et al., 2012; Raposo et al., 2017) , *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 7754) (Bahry et al., 2017) , and *Zymomonas mobilis* (PTCC 1718) (Vaheed et al., 2011; Mazaheri et al., 2012; Saharkhiz et al., 2013) .

The first work is about the global process of ethanol production from carob pod. They used different stages to produce ethanol such as aqueous extraction of sugars, acid or alkaline hydrolysis and fermentation of the hydrolysate. The results showed that 95 g/L of ethanol was acquired after 24h at 30 °C, 125 rpm, 200 g/L of initial sugar concentration by *Saccharomyces cerevisiae* (Sánchez et al., 2010).

Different microorganisms were used for batch and fed-batch ethanol fermentation from carob pod extract. *Saccharomyces cerevisiae* (F13A) was used for ethanol fermentation; final ethanol concentrations were 100-110 g/L in all the batch runs and 130 g/L for fed-batch strategy (Lima-Costa et al., 2012). Researchers used *Saccharomyces cerevisiae* (F13A) for evaluating a cost-effective ethanol production with different organic and

inorganic nitrogen sources in a stirred tank bioreactor system by batch fermentation strategy. They carried out that urea can be used as a nitrogen source for ethanol fermentation with 44% ethanol yield and 115 g/L ethanol concentration (Raposo et al., 2017). Ethanol fermentation from carob pod extract by *Zymomonas mobilis* was performed to optimize medium composition and fermentation conditions, and maximum ethanol production was obtained to be 0.34 g ethanol/g initial sugar (Vaheed et al., 2011).

*Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 36858) was also studied for ethanol fermentation with different fermentation techniques. Firstly, free cells were used for ethanol fermentation in a stirred tank bioreactor system. Maximum production rate was 3.48 g/L/h with a meat-bone meal (Turhan et al., 2010b). Immobilized cells in Ca-alginate beads were used for batch ethanol fermentation in a stirred tank bioreactor and the validation results for ethanol concentration, yield, production rate and sugar utilization rate were 40.10 g/L, 46.32%, 3.19 g/L/h and 90.66%, respectively (Yatmaz et al., 2013).

Biofilm reactor was performed for ethanol fermentation. Ethanol concentration and production rate were found to be 24.51 g/L, and 2.14 g/L/h (Germec et al., 2015). Packed bed reactor system had been also investigated for continuous ethanol fermentation by immobilized *Saccharomyces cerevisiae*. Maximum ethanol productivity was obtained at 0.4 h<sup>-1</sup> dilution rate with 150 g/L substrate concentration (Roukas, 1994). The continuous ethanol fermentation from non-sterilized carob pod extract by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* was studied by one and two reactor systems. A maximum volumetric ethanol productivities were 9.6 g/L/h for one-reactor system, and 11.4 g/L/h for two-reactor system at 0.4 h<sup>-1</sup> dilution rate and 200 g/L initial sugar concentration (Roukas, 1996).

These studies have been carried out under different fermentation conditions and strategies with different strains. Batch, fed-batch, and continuous fermentations were performed with

free or immobilized cells. The aims of this research are to study the continuous ethanol producing capability of free and immobilized *S. cerevisiae* (ATCC 36858) cells in carob pod extract medium in a modified stirred tank bioreactor system and to determine the best dilution rates (or hydraulic residence time: HRT) for free and immobilized cells.

## MATERIALS AND METHODS

### Microorganism

*S. cerevisiae* (ATCC 36858) was grown in glucose medium at 30°C for 24 h (Turhan et al., 2010b; Yatmaz et al., 2013). 50 g of glucose, 6 g of yeast extract, 0.3 g of CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 4 g of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 g of MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, and 1.5 g of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> were added per liter of deionized water to form glucose medium. Stock culture was stored at 4°C for short-term storage, and -80°C in 20% glycerol for long-term storage, respectively. The culture was renewed monthly to provide high cell viability.

### Carob pod extraction and fermentation medium

The chopped carob pods (without seed) were supplied from a local manufacturer (Yenigun Food Inc., Antalya, Turkey). Carob pods were mixed with water (1:4 ratio), incubated for 2 h at 80°C, and filtrated to obtain particle-free carob pod extract (Turhan et al., 2010b). Then, carob pod extract enriched with 6 g/L of yeast extract, 0.3 g/L of CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 4 g/L of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 g/L of MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, and 1.5 g/L of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> to obtain Carob Pod Extract Fermentation Medium (CPEM).

### Immobilization

Immobilized beads were prepared with 2% alginate solution by mixing 5% pre-culture of total working volume (Yatmaz et al., 2013). For this purpose, pre-culture (12.51±0.13 g dry biomass/L) was centrifuged in 50 ml sterile centrifuge tubes at 1582 g and 4°C for 20 min. The supernatant was removed. The cells were mixed with 20 ml 2% alginate solution and mixed carefully (Yatmaz et al., 2013). The mixture was dropped into a sterile 0.1 M CaCl<sub>2</sub> solution with a syringe (3P21G 0.80×38 mm) while the solution was stirred continuously. After beads formation,

the solution was replaced with 0.05 M sterile  $\text{CaCl}_2$  solution to harden the beads for overnight. Finally, the beads were washed with 0.85% NaCl sterile solution to remove  $\text{CaCl}_2$  ions and non-adherent cells used for inoculation (Lee et al., 2011; Razmovski and Vučurović, 2011).

### Continuous ethanol fermentation in a 2L fermenter

CPEM was used for the initial batch phase and the continuous phase of the ethanol fermentation. All fermentations were performed in a reorganized continuous stirred tank bioreactor system (Sartorius Biostat A, Germany) with a 2L vessel (working volume of 1.5L) (Fig 1).

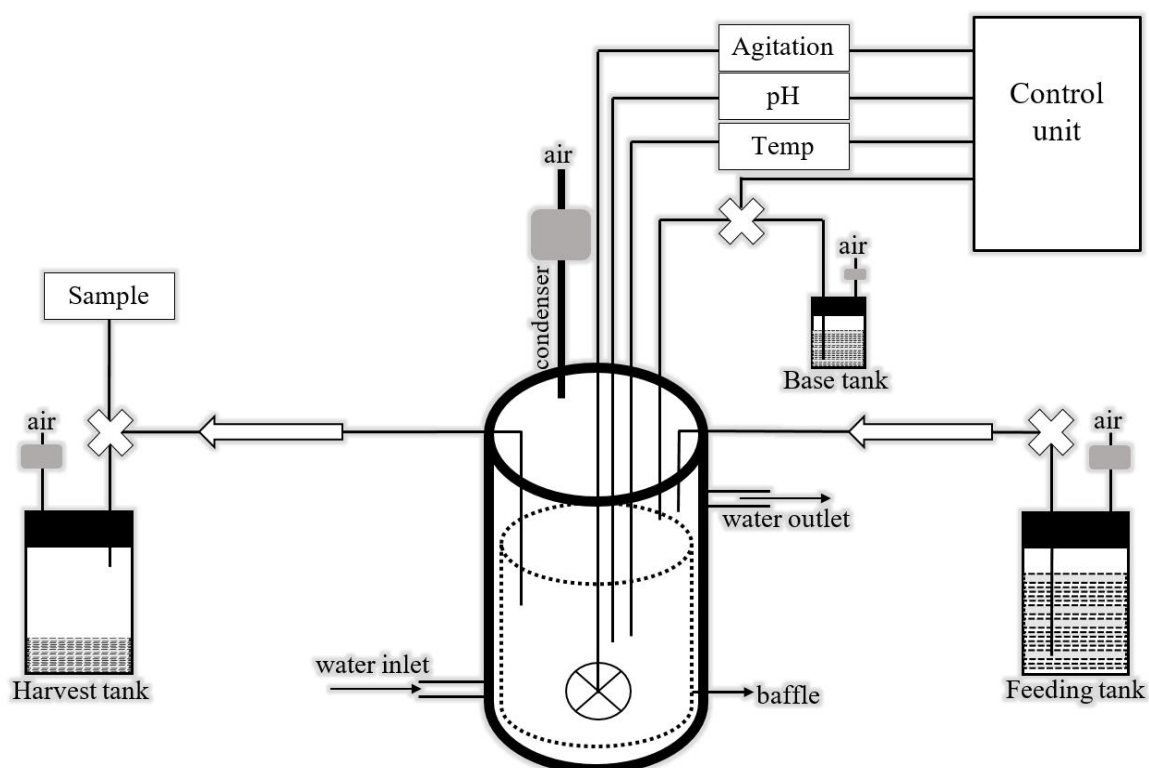


Fig 1. Continuous ethanol fermentation system for free or immobilized cells

The temperature, pH, and agitation were adjusted to 30°C, 5.5, and 150 rpm, respectively (Turhan et al., 2010b; Yatmaz et al., 2013). pH was controlled using fermenter automatic control unit by addition of 2N NaOH. Inoculum size was chosen to be 3% for submerged free cell fermentation (Turhan et al., 2010b) and 5% for preparing immobilized beads with 2% alginate solution (Yatmaz et al., 2013). Fermentations were started as a batch for fermentation till late log phase by sugar utilization for immobilized cell fermentation and biomass concentration for free

cell fermentation. Then, the systems were switched to continuous fermentation by switching on inlet and outlet pumps at the different HRT values for each dilution rate were 20 h, 13.33 h, 10 h, 8 h, 6.67 h, 5.71 h, 5 h, 4.44 h, and 4h which calculated from specified dilution rates ( $D$ ) (0.05  $\text{h}^{-1}$ , 0.075  $\text{h}^{-1}$ , 0.10  $\text{h}^{-1}$ , 0.125  $\text{h}^{-1}$ , 0.15  $\text{h}^{-1}$ , 0.175  $\text{h}^{-1}$ , 0.20  $\text{h}^{-1}$ , 0.225  $\text{h}^{-1}$ , and 0.25  $\text{h}^{-1}$ ) respectively ( $D=1/HRT$ ). 5 L autoclavable bottles were used to feed the sterile fresh medium to the fermenter and the fermented broth was collected into 5 L bottles.

### Analysis

All samples for continuous fermentation were taken at steady-state conditions and analyzed in duplicate.

### Biomass

Biomass analyses were done by measuring optical cell density at 620 nm (Thermo Scientific Evolution 201, Waltham, MA, USA). Samples were diluted with deionized water. Absorbance values were converted to biomass concentration (g dry biomass/L) by a standard curve (Turhan et al., 2010b; Yatmaz et al., 2013).

### Residual sugar and ethanol

Residual sugar and ethanol concentrations were determined by using a Dionex Ultimate 3000 Ultra High-Pressure Liquid Chromatography (Thermo Scientific Corp., Germering, Germany) equipped with a RefractoMax520 refractive index detector (ERC, Germering, Germany). An ICsep ICE-ORH-801 column (300 × 6.5 mm) (Transgenomic Inc., Omaha, Nebraska, USA) was used to analyze sugars and ethanol from samples by using 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as the mobile phase. The flow rate was adjusted as 0.5 ml/min with a 20 µL injection volume at 70°C column oven temperature. The samples were diluted with HPLC grade water and filtered through 0.20 µm filters to remove all solid particles.

### Kinetic parameters

The kinetic parameters were calculated by the following equations:

$$\Delta S = S_o - S_e \quad (1.1)$$

Where;  $\Delta S$  is the total amount of the sugar utilized (g/L),  $S_o$  is the feed sugar concentration (g/L),  $S_e$  is the effluent sugar concentration (g/L).

$$\Delta P = P_e - P_o \quad (1.2)$$

Where;  $\Delta P$  is the total amount of the ethanol produced (g/L),  $P_o$  is the feed ethanol concentration (g/L),  $P_e$  is the effluent ethanol concentration (g/L).

$$\Delta X = X_e - X_o \quad (1.3)$$

Where;  $\Delta X$  is the total amount of the biomass (g/L),  $X_o$  is the feed biomass concentration (g/L),  $X_e$  is the effluent biomass concentration (g/L).

$$Y_P = \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad (1.4)$$

Where;  $Y_P$  (g ethanol/g sugar) is the yield coefficient.

$$HRT = 1 / D \quad (1.5)$$

Where;  $HRT$  is hydraulic residence time (h), and  $D$  is dilution rate (h<sup>-1</sup>).

$$Productivity (g / L / h) = DX \quad (1.6)$$

$$Ethanol\ productivity (g / L / h) = DP \quad (1.7)$$

### Statistical analysis

Statistical Analyses System (SAS University Edition, Online Version) was used for analysis of variance using the General Linear Models. All analyses and fermentations were performed in duplicate. The significance was given at  $p < 0.05$  (Data was given as mean ± std deviation).

## RESULTS AND DISCUSSION

This study was designed with two goals in mind. First, effects of free or immobilized cells on the continuous ethanol fermentation from CPEM. In addition, fermentations were performed at nine different HRT levels between 4 and 20 h at 1.5 L constant vessel volume to evaluate the effects of HRT on ethanol production from CPEM.

### Sugar consumption, ethanol production and ethanol productivity for free cells

Free cell continuous ethanol fermentation from CPEM were performed at seven different HRT (from 5 h to 20 h). Figure 2 shows the percent sugar utilization, effluent sugar concentration and biomass content with the HRT for a constant feed sugar content ( $S_{feed} = 69.75 \pm 2.42$  g/L). Percent sugar utilization increased from 61.24% to 87.23% and the effluent sugar decreased from 27.39 g/L to 9.18 g/L when the HRT increased from 5 to 20 h. The highest percent sugar utilization and the lowest effluent sugar content were calculated to be 87.70% and 8.99 g/L respectively at HRT of 13.33 h. Biomass content increased from 6.46 to 12.39 g/L when the HRT increased from 5 to 20 h. Effluent sugar concentration was dramatically increased in lower HRT because of the reduction of biomass concentration (Fig 2). And also, HRT of 8 h or over was not statistically important for effluent sugar content, percent sugar utilization and

biomass concentration for free cell fermentation ( $p < 0.05$ ). Effluent sugar concentration increases not only because of the reduction of biomass

concentration, but also (and more importantly) due to the low retention time of substrate in the bioreactor.

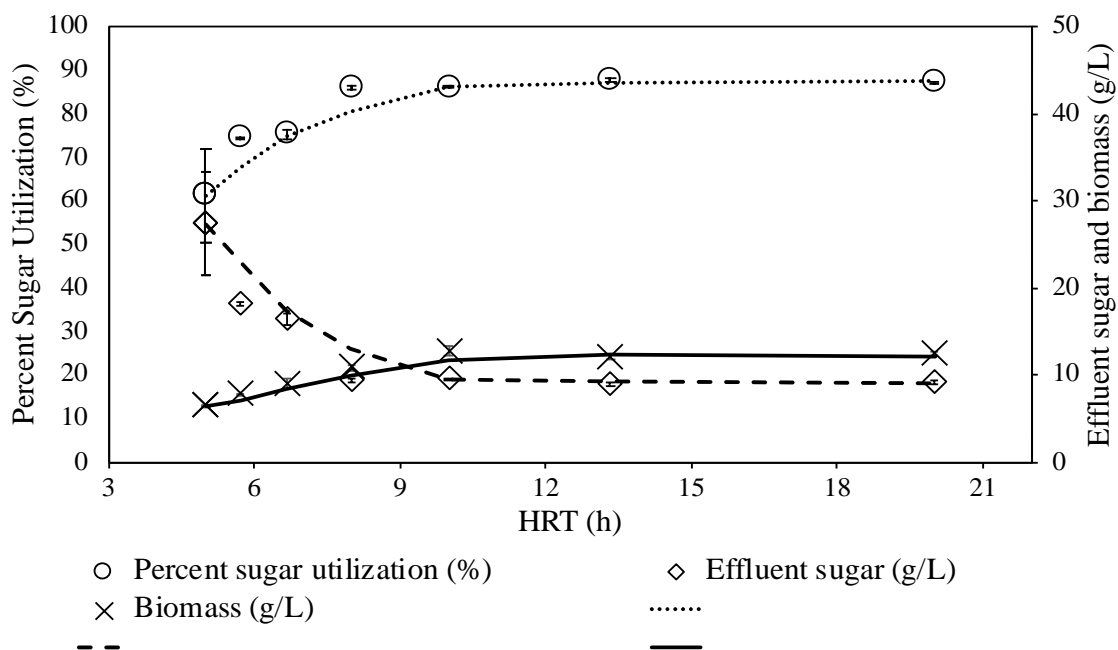


Fig 2. Variation of percent sugar utilization, biomass and effluent sugar concentration for free cell fermentations

Productivity, ethanol productivity and ethanol concentration versus HRT is given in Fig 3. Although ethanol concentration increased at higher HRT levels due to higher sugar consumption values, ethanol productivity values decreased. The highest ethanol productivity value was calculated to be 3.12 g/L/h at HRT of 5.71 h. HRT was statistically important for ethanol productivity, but there was no significant difference in ethanol productivity lower than HRT of 8 h ( $p < 0.05$ ). HRT was also not statistically important for ethanol concentration at higher than HRT of 8 h ( $p < 0.05$ ). Ethanol concentration remained in the same range from 19.31 g/L to 22.60 g/L, respectively, when HRT changed from 8 to 20 h in free cell submerged continuous fermentation (Fig 3). For a free cell continuous ethanol fermentation from CPEM, the highest feasible or applicable ethanol productivity was 2.41 g/L/h at HRT of 8 h, because the wash out started to appear in lower HRT (DX values are nearly same between HRT

of 5 to 10 h because biomass values also decreased from 10.82 to 6.46 g/L when HRT changed from 8 to 5 h).

#### Sugar consumption, ethanol production and ethanol productivity for immobilized cells

Nine different HRT (from 4 to 20 h) were used for immobilized cell continuous ethanol fermentation from CPEM. Effluent sugar concentration and percent sugar utilization are given in Fig 4. Percent sugar utilization and effluent sugar varied in inverse proportion with increased HRT (constant feed sugar content,  $S_{\text{feed}} = 64.69 \pm 3.17$  g/L). Lower values than HRT of 5.71 h was statistically important for effluent sugar and percent sugar utilization ( $p < 0.05$ ). Percent sugar utilization increased from 41.15% to 83.71% and the effluent sugar decreased from 37.92 g/L to 10.18 g/L when the HRT increased from 4 to 20 h. The highest feasible dilution rate or lower HRT value for immobilized cell ethanol fermentation from CPEM was  $0.175 \text{ h}^{-1}$  or 5.71 h.

Because over values than HRT of 5.71 h caused the effluent sugar concentration increased rapidly

which mean that the productivity or sugar consumption rate started to decrease.

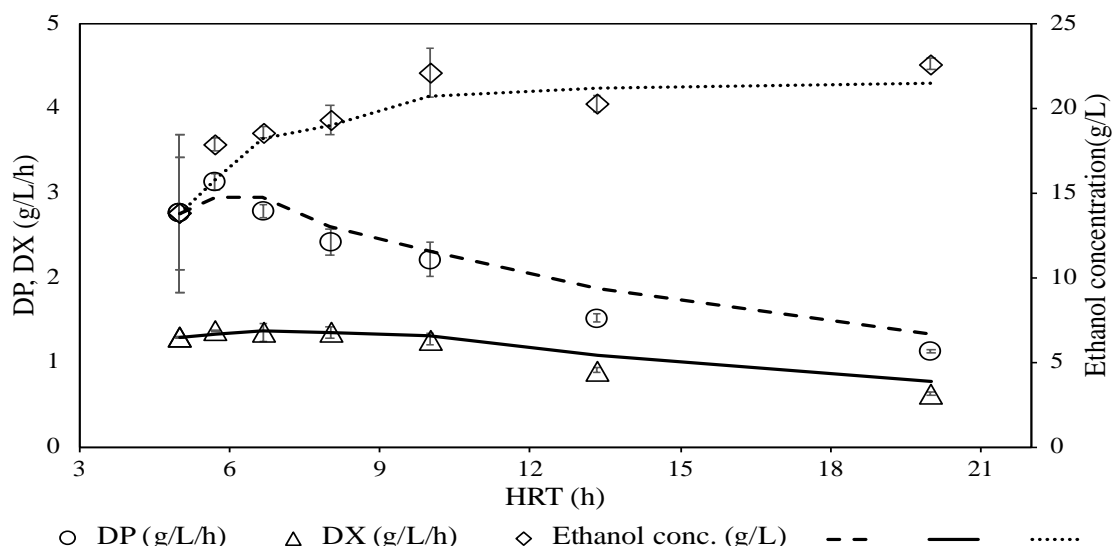


Fig 3. Variation of ethanol productivity (DP), productivity (DX) and ethanol concentration for free cell fermentation

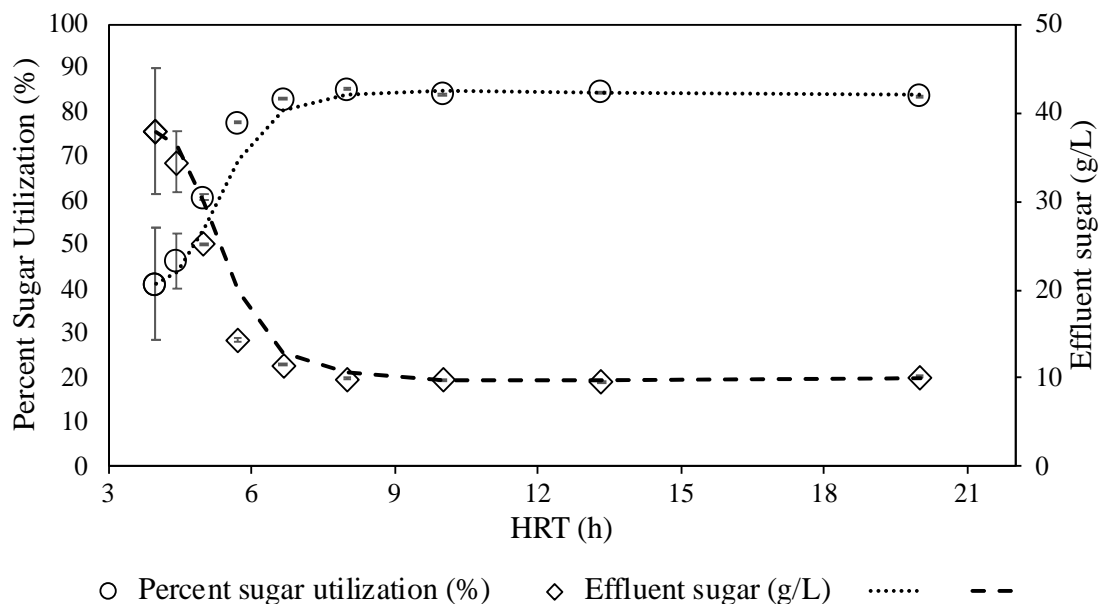


Fig 4. Variation of percent sugar utilization and effluent sugar concentration for immobilized cell fermentations

Ethanol productivity and ethanol concentration are given in Fig 5 to evaluate the effect of HRT. HRT was not statistically important for ethanol concentration which varied from 21.69 to 22.29

g/L, when HRT changed from 6.67 to 20 h ( $p < 0.05$ ). But lower HRT values had a significant effect on ethanol concentration because of high dilution rate ( $p < 0.05$ ). The highest ethanol

productivity was calculated as 3.37 g/L/h at HRT of 5.71 with 19.27 g/L ethanol concentration. 6.67 h was the lowest feasible HRT value for continuous ethanol fermentation from CPEM with ethanol productivity of 3.25 g/L/h and ethanol concentration of 21.69 g/L (It could be

seen from the effluent sugar concentration in Fig 4 as well). It meant that immobilized cell could be used lower HRT than free cell for continuous ethanol fermentation from CPEM in a modified stirred tank bioreactor.

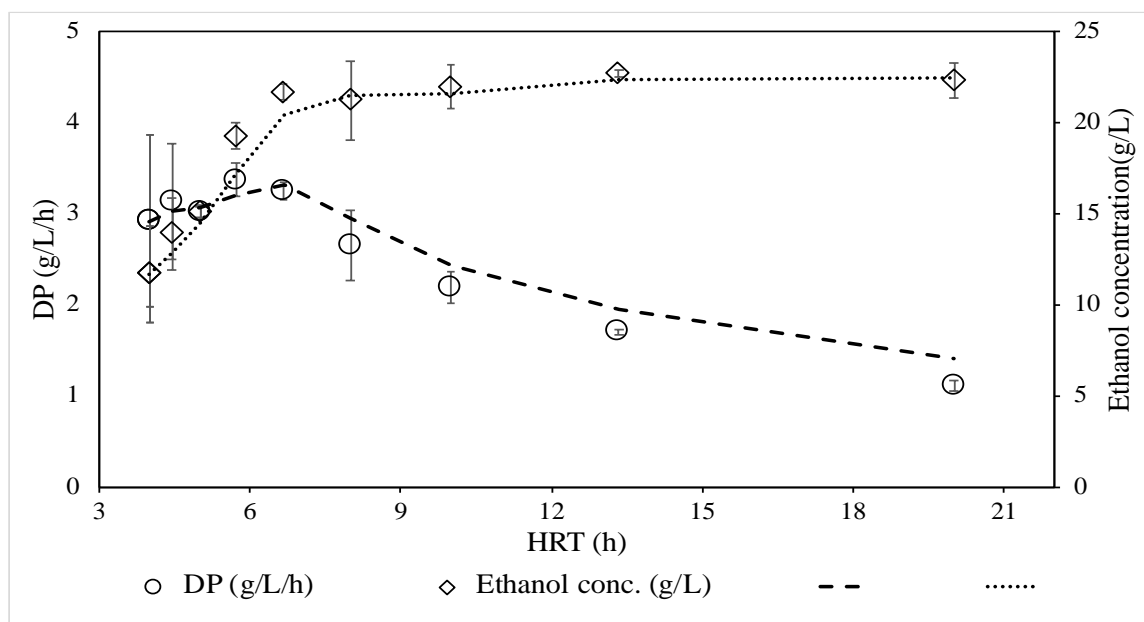


Fig 5. Variation of ethanol productivity (DP) and ethanol concentration for immobilized cell fermentation

### Continuous ethanol fermentation from CPEM

Both free and immobilized cell ethanol fermentations were accomplished successfully. Kinetic parameters of percent sugar utilization and ethanol productivity results are given in Fig 6, and ethanol productivity values of immobilized cell fermentation were higher than free cell fermentation for all HRT levels. It meant that immobilized cells could be used more effectively for continuous ethanol production than free cells. Immobilized cell continuous ethanol fermentation could be operated until HRT of 6.67 h which was lower than the free cell (HRT of 8 h). The highest ethanol productivity values were 3.12 g/L/h for the free cell and 3.37 g/L/h for the immobilized cell at HRT of 5.71 h.

The researches about ethanol production from CPEM by using free *S. cerevisiae* cells showed that maximum production rates were 3.70 g/L/h for batch fermentation in a stirred tank bioreactor (STB) (Turhan et al., 2010b), 2.04 g/L/h for batch fermentation in a STB (Lima-Costa et al., 2012), 3.64 g/L/h for fed-batch fermentation in a STB (Lima-Costa et al., 2012), 1.604 g/L/h for batch fermentation (Raposo et al., 2017) when it was 3.12 g/L/h in this research. Some of the results obtained by the researchers were lower than ours, though this outcome is expected as continuous fermentation with free cells are used for carob pod extract ethanol fermentation.



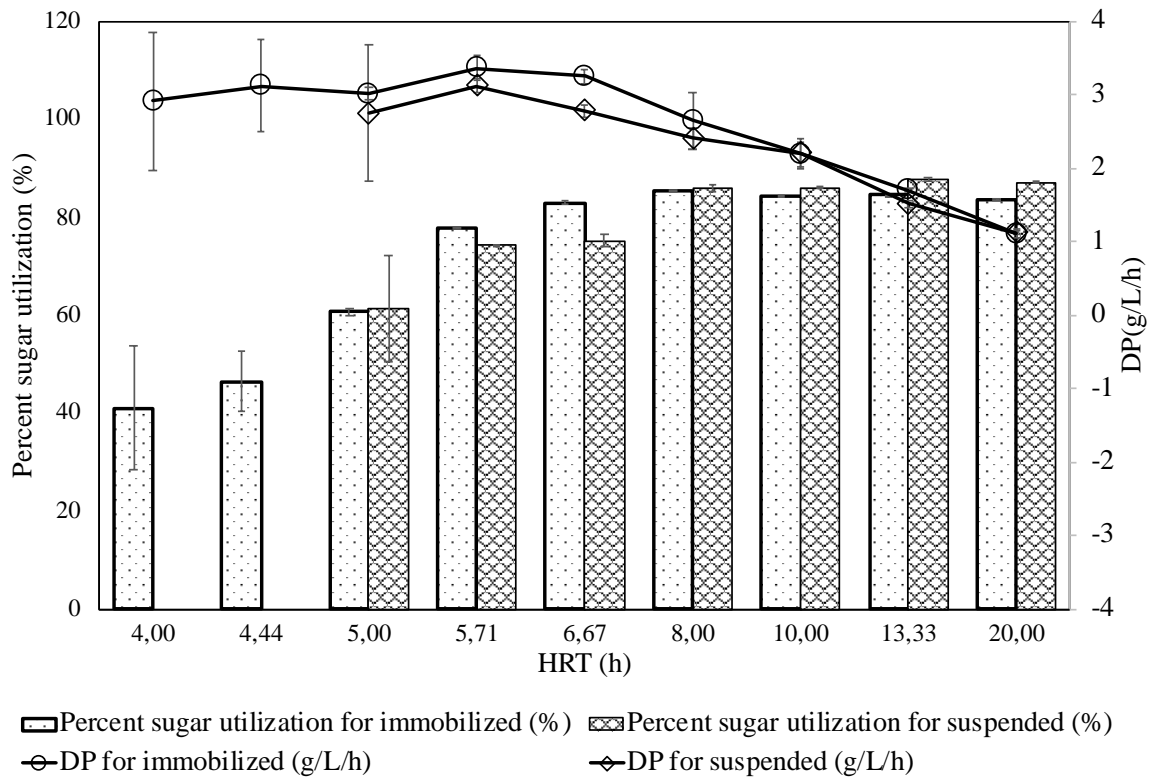


Fig 6. Comparison of immobilized and free cell continuous ethanol fermentations from carob pod extract

Roukas (1994) used immobilized *S. cerevisiae* in a packed bed reactor and the maximum ethanol productivity was 24.5 g/L/h at HRT of 20 h and 200 g/L initial sugar concentration. They also used immobilized yeast in a two-reactor system, and maximum ethanol productivity of 11.4 g/L/h was obtained at HRT of 2.5 h and 200 g/L initial sugar concentration (Roukas, 1996). Yatmaz et al. (2013) also conducted a study with immobilized cells in a STB, and maximum ethanol productivity was determined to be 3.19 g/L/h for batch fermentation. STB biofilm system was used by *S. cerevisiae*, and maximum ethanol productivity of 2.14 g/L/h obtained at 7.71 °Bx, pH 5.18, and 120 rpm (Germec et al., 2015). The maximum production rate of immobilized cells in this research was higher than what was obtained by Yatmaz et al. (2013), and Germec et al. (2015). So, these results also show that immobilized cell continuous ethanol fermentation from CPEM is compatible for ethanol production.

## CONCLUSION

The results showed that CPEM could be used successfully for continuous ethanol fermentation with free or immobilized *S. cerevisiae* cells. The lowest non-wash out HRT (6.67 h) and maximum volumetric ethanol productivity (3.37 g/L/h) were obtained from immobilized cell fermentation. 6.67 h was the feasible HRT value for continuous ethanol fermentation from CPEM with ethanol productivity of 3.25 g/L/h. As a result, all kinetic parameters clearly showed that immobilized *S. cerevisiae* cell could be operated at lower HRT independent of biomass than a free cell ethanol fermentation from CPEM in a modified stirred tank bioreactor system.

## ACKNOWLEDGEMENT

The author is gratefully thankful to Yenigun Food, Inc. (Antalya, Turkey) for supplying chopped carob pods.

## REFERENCES

- AFDC (2017). Alternative Fuels Data Center, U.S. Department of Energy. <http://www.afdc.energy.gov> (Accessed: 20 October 2017)
- Alani, F., Moo-Young, M., Anderson, W., Bataine, Z. (2007). Optimization of citric acid production from a new strain and mutant of *Aspergillus niger* using solid state fermentation. *Food Biotechnol* 21(1-2): 169-180, doi: 10.1080/08905430701410597
- Ayaz, F.A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P.J., Alaiz, M., Sanz, C., Grúz, J., Strnad, M. (2007). Determination of chemical composition of anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.): Sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. *J Food Quality* 30(6): 1040-1055, doi: 10.1111/j.1745-4557.2007.00176.x
- Bahry, H., Pons, A., Abdallah, R., Pierre, G., Delattre, C., Fayad, N., Taha, S., Vial, C. (2017). Valorization of carob waste: Definition of a second-generation bioethanol production process. *Bioresour Technol* 235: 25-34, doi: 10.1016/j.biortech.2017.03.056
- Brethauer, S., Wyman, C.E. (2010). Review: Continuous hydrolysis and fermentation for cellulosic ethanol production. *Bioresour Technol* 101(13): 4862-4874, doi: 10.1016/j.biortech.2009.11.009
- Cardona, C.A., Sánchez, Ó.J. (2007). Fuel ethanol production: Process design trends and integration opportunities. *Bioresour Technol* 98(12): 2415-2457, doi: 10.1016/j.biortech.2007.01.002
- Carvalho, M., Roca, C., Reis M.A.M. (2014). Carob pod water extracts as feedstock for succinic acid production by *Actinobacillus succinogenes* 130Z. *Bioresour Technol* 170: 491-498, doi: 10.1016/j.biortech.2014.07.117
- Germec, M., Turhan, I., Karhan, M., Demirci, A. (2015). Ethanol production via repeated-batch fermentation from carob pod extract by using *Saccharomyces cerevisiae* in biofilm reactor. *Fuel* 161: 304-311, doi: 10.1016/j.fuel.2015.08.060
- Germec, M., Turhan, I., Demirci, A., Karhan, M. (2016). Effect of media sterilization and enrichment on ethanol production from carob extract in a biofilm reactor. *Energy Source Part A* 38(21): 3268-3272, doi: 10.1080/15567036.2015.1138004
- Lee, K.H., Choi, I.S., Kim, Y.G., Yang, D.J., Bae, H.J. (2011). Enhanced production of bioethanol and ultrastructural characteristics of reused *Saccharomyces cerevisiae* immobilized calcium alginate beads. *Bioresour Technol* 102(17): 8191-8198, doi: 10.1016/j.biortech.2011.06.063
- Lima-Costa, M.E., Tavares, C., Raposo, S., Rodrigues, B., Peinado, J.M. (2012). Kinetics of sugars consumption and ethanol inhibition in carob pulp fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* in batch and fed-batch cultures. *J Ind Microbiol Biotechnol* 39(5): 789-797, doi: 10.1007/s10295-011-1079-4
- Mazaheri, D., Shojaosadati, S.A., Mousavi, S.M., Hejazi, P., Saharkhiz, S. (2012). Bioethanol production from carob pods by solid-state fermentation with *Zymomonas mobilis*. *Appl Energy* 99: 372-378, doi: 10.1016/j.apenergy.2012.05.045
- Raposo, S., Constantino, A., Rodrigues, B., Lima-Costa, M.E. (2017). Nitrogen Sources Screening for Ethanol Production Using Carob Industrial Wastes. *Appl Biochem Biotechnol* 181(2): 827-843, doi: 10.1007/s12010-016-2252-z
- Razmovski, R., Vučurović, V. (2011). Ethanol production from sugar beet molasses by *S. cerevisiae* entrapped in an alginate–maize stem ground tissue matrix. *Enzyme Microb Technol* 48(4): 378-385, doi: 10.1016/j.enzmictec.2010.12.015
- Roukas, T. (1993). Ethanol-production from carob pods by *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Biotechnol* 7(2): 159-176, doi: 10.1080/08905439309549854
- Roukas, T. (1994). Continuous ethanol-production from carob pod extract by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* in a packed-bed reactor. *J Chem Technol Biotechnol* 59(4): 387-393, doi: 10.1002/jctb.280590412
- Roukas, T. (1996). Continuous ethanol production from nonsterilized carob pod extract by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* on mineral kissiris using a two-reactor system. *Appl Biochem*

- Biotechnol* 59(3): 299-307, doi: 10.1007/BF02783571
- Roukas, T. (1998). Carob pod: A new substrate for citric acid production by *Aspergillus niger*. *Appl Biochem Biotechnol* 74(1): 43-53, doi: 10.1007/BF02786885
- Saharkhiz, S., Mazaheri, D., Shojaosadati, S.A. (2013). Evaluation of bioethanol production from carob pods by *Zymomonas mobilis* and *Saccharomyces cerevisiae* in solid submerged fermentation. *Prep Biochem Biotechnol* 43(5): 415-430, doi: 10.1080/10826068.2012.741642
- Sánchez, S., Lozano, L.J., Godínez, C., Juan, D., Pérez, A., Hernández, F.J. (2010). Carob pod as a feedstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas. *Appl Energ* 87(11): 3417-3424, doi: 10.1016/j.apenergy.2010.06.004
- Sánchez-Segado, S., Lozano, L.J., de los Ríos, A.P., Hernández-Fernández, F.J., Godínez, C., Juan, D. (2012). Process design and economic analysis of a hypothetical bioethanol production plant using carob pod as feedstock. *Bioresour Technol* 104: 324-328, doi: 10.1016/j.biortech.2011.10.046
- Turhan, I., Bialka, K.L., Demirci, A., Karhan, M. (2010a). Enhanced lactic acid production from carob extract by *Lactobacillus casei* using invertase pretreatment. *Food Biotechnol* 24(4): 364-374, doi: 10.1080/08905436.2010.524485
- Turhan, I., Bialka, K.L., Demirci, A., Karhan, M. (2010b). Ethanol production from carob extract by using *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresour Technol* 101(14): 5290-5296, doi: 10.1016/j.biortech.2010.01.146
- Vaheed, H., Shojaosadati, S.A., Galip, H. (2011). Evaluation and optimization of ethanol production from carob pod extract by *Zymomonas mobilis* using response surface methodology. *J Ind Microbiol Biotechnol* 38(1): 101-111, doi: 10.1007/s10295-010-0835-1
- Yatmaz, E., Turhan, I., Karhan, M. (2013). Optimization of ethanol production from carob pod extract using immobilized *Saccharomyces cerevisiae* cells in a stirred tank bioreactor. *Bioresour Technol* 135: 365-371, doi: 10.1016/j.biortech.2012.09.006
- Yatmaz, E., Karahalil, E., Germec, M., Ilgin, M., Turhan, I. (2016a). Controlling filamentous fungi morphology with microparticles to enhanced beta-mannanase production. *Bioprocess Biosyst Eng* 39(9): 1391-1399, doi: 10.1007/s00449-016-1615-8
- Yatmaz, E., Karahalil, E., Germec, M., Oziyci, H.R., Karhan, M., Duruksu, G., Ogel, Z.B., Turhan, I. (2016b). Enhanced  $\beta$ -mannanase production from alternative sources by recombinant *Aspergillus sojae*. *Acta Aliment* 45(3): 371-379, doi: 10.1556/066.2016.45.3.8
- Yousif, A.K., Alghzawi, H.M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food Chem* 69(3): 283-287, doi: 10.1016/S0308-8146(99)00265-4

## ÇÖREK OTU BALI KULLANIMI İLE FONKSİYONEL SET TİPİ YOĞURT ÜRETİMİ

Özge Duygu Okur\*, Feyza Nur Dayıoğlu, Merve Duman, Pınar Köten

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

Geliş / Received: 14.11.2018; Kabul / Accepted: 07.02.2019; Online baskı / Published online: 15.02.2019

Okur, Ö. D., Dayıoğlu, F. N., Duman M., Köten, P. (2019). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurt üretimi. *GIDA* (2019) 44 (1): 104-117 doi:10.15237/gida.GD18116

Okur, Ö. D., Dayıoğlu, F. N., Duman M., Köten, P. (2019). Production of functional set type yogurt with the use of black cumin honey. *GIDA* (2019) 44 (1): 104-117 doi:10.15237/gida.GD18116

### ÖZ

Bu çalışmada çörek otu balı ilavesiz (kontrol, K) ve farklı oranlarda (%2.5, %5, %10, %15) çörek otu balı ilaveli set tipi yoğurtların depolamanın 1, 7, 14 ve 28. günlerinde analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı; fonksiyonel bir ürün elde edebilmek için karakteristik özellikleri olan çörek otu balının yoğurdun duyuşal, bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini incelemektir. Yoğurt üretiminde çörek otu balı kullanımının pH ve serum ayrılması değerleri üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli saptanmıştır. Çörek otu balı ilavesi *Streptococcus thermophilus* (*Str. thermophilus*) sayısını etkilerken, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*Lb. del. subsp. bulgaricus*) sayısını önemli düzeyde etkilememiştir. Hedonik değerlendirme sonuçlarına göre depolamanın 1, 7. ve 14. günlerinde en yüksek beğeni alan yoğurt örnekleri %10 ve %15 bal içeren set tipi yoğurt örnekleri olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Çörek otu balı, Yoğurt, Fonksiyonel

## PRODUCTION OF FUNCTIONAL SET TYPE YOGURT WITH THE USE OF BLACK CUMIN HONEY

### ABSTRACT

This study analyses yogurt with varying degrees of black cumin honey (*Nigella sativa*-honey) addition (0, 2.5%, 5%, 10%, 15%). The mixtures were analyzed on days 1, 7, 14 and 28. This study aims to investigate the effects of *Nigella sativa*-honey on the texture, some physicochemical and microbiological properties of yogurt. The obtained data can be used for the development of a functional product. It was found that the administration of *Nigella sativa*-honey to yogurt caused statistically significant changes in the pH and syneresis values of yogurt. The addition of the *Nigella sativa*-honey affected the *Str. thermophilus* count. However, the numbers of *Lb. del. subsp. bulgaricus* remained unaffected. The hedonic evaluation results were as follows: the favorite samples on days 1, 7 and 14 were the samples with 10% and 15% *Nigella sativa*-honey content.

**Keywords:** Black Cumin Honey, Yogurt, Functional

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ oduyguokur@beun.edu.tr,

☎ (+90) 372 6436601/5077,

☎ (+90) 372 6436599

## GİRİŞ

Çörek otu (*Nigella sativa* L.), *Ranunculaceae* (düğün çiçeğigiller) familyasına dahil olan günümüzde başta Doğu Akdeniz ülkeleri olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılan, tek yıllık, otsu, 20-50 cm boyunda bir bitkidir (İlisulu, 1992). Ülkemizde çörek otunun 12 farklı türü yetiştirilmektedir. Bunlardan *Nigella sativa*, *Nigella damascena* ve *Nigella arvensis*'sin tohumları alternatif tıpta ve baharat olarak daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kar vd., 2007). Tohumlarının yapısında, uçucu yağlar (% 0.4-0.45), sabit yağlar (% 32-40), proteinler (% 16-19.9), aminoasitler, alkaloidler, tanenler, saponinler, lifler (% 5.5), karbonhidratlar (% 33.9), mineraller (% 1.79-3.44), askorbik asit, tiamin, niasin, pridoksin ve folik asit bulunmaktadır (Baytop, 1984; Randhawa ve Al-Ghamdi, 2002). Çörek otu tohumları potansiyel yağ ve protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda çörek otu yağı özellikle sağlık alanında ve gıda teknolojisinde sık kullanılan maddelerden biridir (Rooney ve Ryan 2005; Bourgou vd., 2012). Baharat olarak kullanılmalarının yanı sıra gıda sanayinde unlu mamulleri süslemek ve ürünlere lezzet kazandırmak için de çörek otu tohumlarından yararlanıldığı da bilinmektedir (Özel vd., 2009). Çörek otu tohumları macun, pasta, peynir, turşu ve fırıncılık ürünleri gibi bazı gıdaların üretiminde aroma verici olarak kullanılmaktadır (D'Antuono vd., 2002; Cheikh-Rouhou vd., 2007). Günümüze kadar çörek otu ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda; çörek otu yağının besleyici ve aroma yönünden zengin özelliği yanında antibakteriyel, antifungal koruyucu özellikleri nedeniyle gıda sanayinde kullanılabilecek çok önemli bir gıda olduğu bildirilmiştir (Salemai, 2005). Çörek otunun çeşitli kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkili olduğu (Swamy ve Tan, 2000), hücrel aktivasyonu ve tümöre özel antikor üretimini artırdığı bildirilmiştir (Medenica vd., 1993). Çörek otu tohumlarının, serum ve yumurta sarısı toplam kolesterolünü, LDL (düşük yoğunluklu lipoproteinler) kolesterol ve trigliserit içeriğini azalttığı; HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) kolesterolü arttırdığı belirtilmiştir (Akhtar vd., 2003).

Ülkemiz nektarlı bitkilerce zengin bir flora sahne sahip olması nedeniyle arıcılığa çok uygun bir ülkedir (Özmen ve Alkın, 2006). Bal, TS 3036 Bal Standardı'na göre; "Bitkilerin çiçeklerinde ya da diğer canlı kısımlarında bulunan nektar bezlerinden salgılanan nektarın ve bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin, bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak salgıladığı tali maddelerin, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir ürün" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2010). Bal; bileşiminde bulunan çeşitli vitaminler, mineraller, organik asitler ve enzimler sebebiyle sindirimi kolay, besleyici ve birçok hastalığa karşı koruyucu ve aynı zamanda tedavi edici özellik gösteren fonksiyonel bir gıdadır (Sıralı, 2002). Balın bileşimi arının nektarını aldığı çiçeklerin türüne, iklim koşullarına, arının cinsi ve yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986; Güneş, 2001). Bu noktada özellikle çörek otu bitkisi nektarlarından üretilen çörek otu ballı bitkinin temel yararlılıklarını bünyesinde bulundurmakta ve fonksiyonelliğini arttırmaktadır. Bal, flavonoidler, fenolik asitler ve bu maddelerin türevlerini içermektedir. Balın yapısında bulunan bu tür polifenoller balın görünüşü ve fonksiyonel özellikleri üzerine de etkili olmaktadır (Karadal ve Yıldırım, 2012; Escuredo vd., 2012). Balın kimyasal bileşimi ise coğrafi konumu ve botanik kaynağına göre değişiklik göstermektedir. Fakat temel olarak bal; yaklaşık %82 karbonhidrat, %17 su, %0.7 mineral madde, %0.3 protein, vitamin, organik asit, fenolik bileşikler ve serbest aminoasit gibi makro ve mikro bileşenlerden meydana gelmektedir (Özmen ve Alkın, 2006; İslam vd., 2012; Karabagias vd., 2014; Moniruzzaman vd., 2014). Bal, doğal olarak antioksidan özelliği olan bir gıdadır. Balın bu özelliği; üretildiği nektarın toplandığı bitkisel kaynağı, mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Spilioti vd., 2014). Balın antioksidan özelliği yapısında bulunan glikoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimlerin yanı sıra flavonoidler, fenolik asitler karotenoidler, tokoferoller ve tiamin, riboflavin ve askorbik asit gibi vitaminlerden

kaynaklanmaktadır (Khalil vd., 2012; Alzahrani vd., 2012).

Bal son derece özel, besleyici ve sağlıklı bir gıda maddesidir. Balın yararları nedeniyle her gün düzenli olarak tüketilmesi, yalnız alerji, diyabet, obezite gibi özel durumlarda balın tüketiminin dikkatli ve kontrollü yapılması önerilmektedir (Özmen ve Alkın, 2006). Tüm bu yararlı özelliklerine rağmen bal, yalnızca kahvaltılık gıda olarak çoğunlukla yetişkinler tarafından tüketilmektedir. Bu nedenle bal kaynaklı yeni ürünlerin geliştirilmesiyle toplum sağlığına ve özellikle çocukların beslenmesine daha fazla katkıda bulunulabileceği düşünülmektedir (Mutlu vd., 2017).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği meyveli yoğurdur; “Çeşnili fermente süt ürünleri: Ağırlıkça en fazla % 50’si kadar şeker ve/veya tatlandırıcı, meyve ve sebzeler ve bunların suları, püreleri, pulpları ve bunlardan üretilen preparatlar ve konserveler, tahıllar, bal, çikolata, sert kabuklu yemişler, kahve, baharat ve diğer taklit ve tağşıse neden olmayan lezzet verici gıdalar gibi süt bazlı olmayan bileşenler içeren kompozit süt ürünü” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2009). Yapımı sırasında ilave edilen bileşenler yoğurdun besleyici özelliğini arttırmaktadır (Şireli ve Onaran, 2012). Günümüzde tüketiciler düzenli, sağlıklı ve dengeli beslenme amacıyla diyetlerinde kullandıkları ürünlere daha çok dikkat etmektedirler. Bu nedenle düşük kalorili gıdaların yanında fonksiyonel ürünlere de diyetlerinde yer vermektedirler. Sağlık üzerine yapılan pek çok araştırmaya yoğurdun mükemmel bir gıda olduğunu ortaya koymaktadır. Tercih edilen bir fermente süt ürünü olmasının sebebi, yüksek kalitede besin değerine sahip olmasıdır. Doğal kaynaklardan elde edilen bileşenlerce zenginleştirilen yoğurt, sağlık açısından tüketiciler için uygun bir gıda formatı oluşturmaktadır. Tüm araştırmalar yoğurdu daha besleyici ve daha fazla tüketilebilecek bir ürün haline getirmek için yapılmaktadır (Öztürk ve Akyüz 1995; Tarakçı ve Küçüköner, 2003; Salwa vd., 2004; Bartoo ve Badrie, 2005; Çelik vd., 2006; Çelik vd., 2009; Sert vd., 2011; Arslan ve Özel, 2012).

Bu çalışmada, farklı oranlarda çörek otu balı ilave edilmiş set tipi yoğurt üretim yöntemi ve oluşan ürünün karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar dahilinde, çörek otu balı ilavesiyle zenginleştirilen set tipi yoğurdun, tüketicilere hitap edecek yeni bir fonksiyonel ürün olma niteliğinde olduğu gözlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Organik çörek otu balı piyasadan (Destek Tarımsal Üretim İşletmeleri San. Ve Tic. A.Ş.), tam yağlı UHT kutu süt ve yağsız süt tozu yerel marketlerden temin edilmiştir. Yoğurt üretiminde starter kültür olarak DVS YC-180 (Termofilik kültür: *Lb. del. subsp. bulgaricus*, *Lb. del. subsp. lactis*, *Str. thermophilus*) (Peyma-Chr. Hansen, İstanbul) yoğurt kültürü kullanılmıştır. Yoğurt üretimleri Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

### Yöntem

#### Yoğurt Üretimi

Sütlerde kurumadde standardizasyonunu (%15) takiben çörek otu balı, %2.5, %5, %10, %15 oranlarında ayrılmıştır. Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra homojenizasyon işlemi (IKA T 65 D Ultra-Turrax Package) gerçekleştirilmiştir. Homojenize edilen sütler 85 °C’de 20 dakika ısıl işleme tabi tutulmuştur. Süre bitiminde 42-45 °C’ye düşürülen yoğurt sütü yoğurt kaplarına aktarılmıştır. Önceden hazırlanan rekonstitüe kültür %2 oranında kaplara ilave edilerek karıştırılmıştır. Kültür ilavesinden sonra örnekler 42 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. Yoğurt örneklerinin pH değerleri 4.6’ya düştüğünde inkübasyon işlemi sonlandırılmıştır. Inkübasyonu tamamlanan yoğurtlar 4 °C’de depolanmış, depolamanın 1, 7, 14 ve 28. günlerinde depolama analizleri yapılmıştır (Tamime ve Robinson, 2007).

#### Fizikokimyasal Analizler

Hazırlanan çörek otu balı ilaveli set tipi yoğurtlarda pH, serum ayrılması, mikrobiyolojik ve duyu analizi depolamanın 1, 7, 14 ve 28. günlerinde yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin pH değerleri, dijital pH metre (Milwaukee, MI151)

kullanımı ile saptanmıştır. Serum ayrılması tayini  $4\pm 1^\circ\text{C}$ ' deki 25 g yoğurt örneğinin 120 dakikada kaba filtre kağıdından süzülen serum miktarının tartılması ile g cinsinden belirlenmiştir (Atamer ve Sezgin, 1986; Tamime vd., 1996).

### Mikrobiyolojik Analizler

Yoğurt örneklerinde toplam koliform, toplam maya-küf, toplam aerobik mezofilik bakteri, *Lactobacillus* ve *Lactococcus* bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir. Toplam koliform bakteri VRB (Violet Red Bile Agar), toplam maya-küf PDA (Potato Dextrose Agar), toplam aerobik mezofilik bakteri PCA (Plate Count Agar), *Lactobacillus* ve *Lactococcus* bakteri sayımları ise sırası ile MRS ve M17 Agar besiyerleri kullanılarak dökme yöntemi ile yapılmış ve sonuçlar kob/g olarak verilmiştir (Anonim, 1990).

### Duyusal Analiz

Yoğurt örneklerinin duyu analizi için eğitim görmüş 10 kişilik panelist grubu oluşturularak ürünlerdeki tamamlayıcı kelimelerin ne ifade ettiği konusu birebir duyu analiz düzeni kurularak açıklanmıştır. Analizde kullanılan skala 0-10 cm uzunluğunda olup, bu skala üzerinde farklı özellikler için panelistlerin işaretledikleri değerler ölçülerek skala değerleri kaydedilmiştir. Renk,

normal görünüm, normal yoğurt kokusu, bal (çörek otu) kokusu, yabancı koku, homojen yapı, ağız kaplama, viskozite, normal yoğurt tadı, tatlı tat, bitkisel tat, yabancı tat gibi tamamlayıcı ifadeler üzerinden değerlendirme gerçekleştirilmiştir (Lawless ve Heymann, 1999; Özer, 2006; Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011).

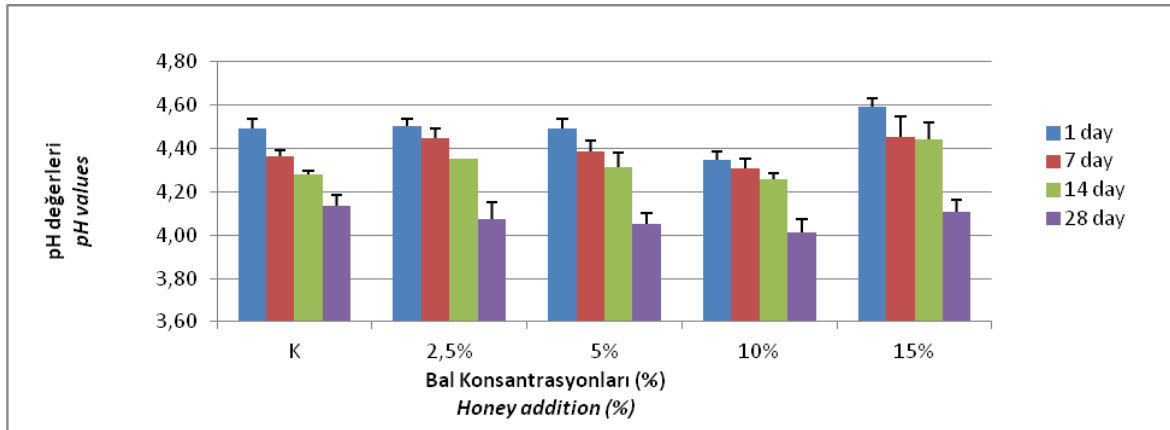
### İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak ANOVA varyans analizine tabi tutulmuştur ve önemli çıkan farklılıklara Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Çalışma iki tekerrürlü olarak yürütülmüş ve analizler iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

### Fizikokimyasal Analiz Sonuçları pH Değerleri

Genel olarak yoğurt üretiminde inkübasyon işleminin tamamlanmasına pH kontrolü yapılarak karar verilmektedir. Depolama koşullarındaki asitlik gelişimi hızına, başlangıç pH değerinin önemli ölçüde etki ettiği bildirilmektedir (Atamer ve Sezgin, 1987). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda pH değerleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda pH analizi sonuçları  
Figure 1. The results of pH analysis in functional set type yogurt with the use of black cumin honey

pH değerleri bakımından analiz sonuçları incelendiğinde K, %2.5 ve %15'lik örnek gruplarında depolamaya göre pH değişimleri önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Farklı gruplardaki

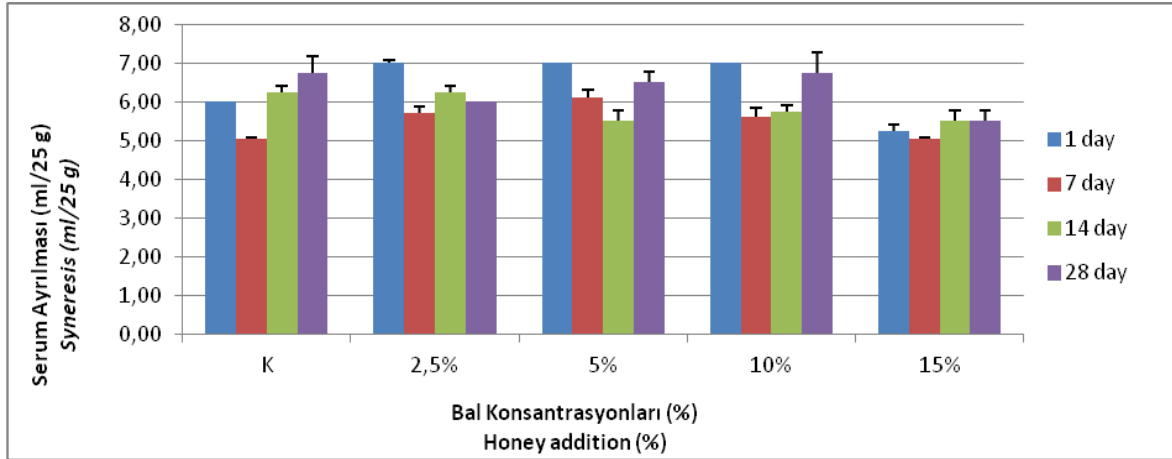
pH değerleri karşılaştırıldığında örnekler arasında gözlemlenen pH değerleri farklılığı, inkübasyon sırasında etüv içi yerleşim ve sıcaklık dalgalanması ile açıklanabilmektedir. Depolamanın ilk

günlerinde örneklerin pH değerlerindeki düşme hızının depolamanın son günlere göre daha az olduğu gözlenmiştir. Hashım (2001), hurmalı yoğurtlarla ilgili çalışmasında, hurma püresi arttıkça yoğurtların pH değerlerinin arttığını bildirmiştir. Kailasapathy ve Harmstorf (2008), çeşitli meyveler (çilek, kiraz, çarkıfelek ve mango) ilave ederek ürettikleri probiyotik yoğurtların pH değerlerinde depolama süresince en fazla düşüşün çarkıfelek meyvesinin ilave edildiği yoğurtlarda gerçekteştiğini bildirmişlerdir. Kullanılan meyve pulplarının yoğurtların pH değerlerini ve probiyotik bakterilerin canlılığını etkilediğini belirtmişlerdir. Kamruzzaman vd., (2002), muzlu yoğurtla ilgili yaptıkları çalışmada, depolama boyunca yoğurtların tümünün pH değerinin azaldığını, yalnız bu azalmanın muzlu yoğurtlarda daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Yoğurdun oluşumu sırasında yoğurt bakterileri çok yüksek metabolik aktiviteye sahip olmakla birlikte, soğutma ile bu aktivite azalmakta; enzimatik faaliyet devam etmektedir. Bu nedenle inkübasyon tamamlandıktan sonra, depolama boyunca yoğurtta laktik asit miktarında artma yani pH değerlerinde azalma görölmektedir (Yaygın, 1999). Çalışmada bal ilave edilmiş yoğurtların başlangıç pH değerleri 4.30-4.50 arasında

değişirken, kontrol örneğinin pH'ı 4.54 bulunmuştur. Sert vd., (2011) tarafından bildirilen sonuçlarda kontrol grubu yoğurdun başlangıç pH'ı 4.43 ve farklı oranlarda ayçiçeği balı ilave edilen yoğurtlarda pH 4.45-4.54 arasında bulunmuştur. Tespit edilen pH değerleri bu sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

### Serum Ayrılması Değerleri

Süt ürünlerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan serum ayrılması, yoğurttaki pıhtı stabilitesinin özelliğini belirlemektedir. Serum ayrılması set tipi yoğurtların dıştan gelen herhangi bir etki olmaksızın jel yapısında belirlenen su ya da serum olarak tanımlanmaktadır (Lucey, 2002). Serum ayrılması, üründeki protein ağında tutulan sıvı fazın jel yapısından kendiliğinden ayrılması şeklinde oluşan yapısal kusurdur. Üreticiler, yoğurt sütünün kuru maddesini arttırarak, stabilizatör ekleyerek veya sütü şiddetli bir ısıl işleme maruz bırakarak su bağlama kapasitesini arttırmaya çalışmaktadırlar (Lucey, 2002; Özcan ve Yıldız, 2016). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda serum ayrılması değerleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda serum ayrılması analizi sonuçları  
Figure 2. The results of syneresis analysis in functional set type yogurt with the use of black cumin honey

1. gün analizlerinde K grubuna göre %2.5, %5 ve %10'luk gruplarda serum ayrılmasında artış görülürken %15'lik grupta azalma gözlemlenmiştir. Depolama analizlerinde 1.gün

%2.5'lük örnek ile 7. ve 14. gün %2.5'lük örnekler arasında önemli değişim vardır ( $p < 0.05$ ). En fazla çörek otu balı ilavesi içeren %15'lik grubun serum ayrılması değerlerinin birbirine çok yakın olduğu



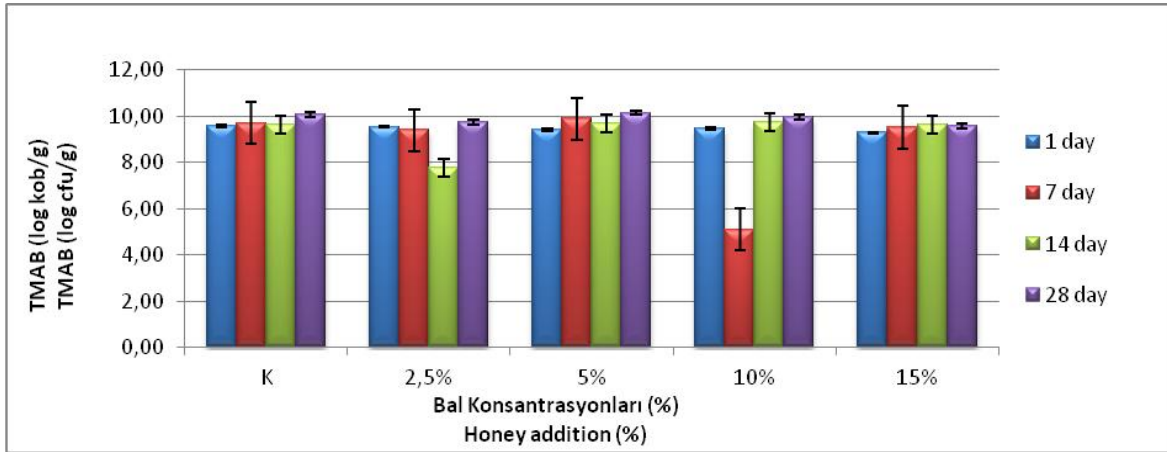
ve hatta 14. ve 28. gün değerlerinin eşit olduğu gözlemlenmiştir. Sütün protein içeriği başta olmak üzere, kuru madde içeriği, homojenizasyon işlemi, ısıtma işlemi uygulaması, serum proteinlerinin denatürasyonu, sütün mineral madde içeriği, yoğurdun asitliği ve soğutma sıcaklığının serum ayrılması üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Koçak ve Aydemir, 1994). Yoğurtlarda yüksek asitlik, serum ayrılmasını arttıran önemli bir etmendir. Laktik asit fermentasyonu asitliğin devamlı olarak artışı ve kazeinin kümeleşmesi ile sonuçlanmaktadır. Bu sırada oluşan büyük partiküller su kaldırma kapasitesinin azalmasına ve belirgin bir serum ayrılmasına neden olmaktadır (Zhang vd., 2012). Bazı araştırmacılar farklı meyvelerle tatlandırılmış yoğurtlarla yaptıkları çalışmada, depolama süresince serum ayrılması değerinin arttığını saptamışlardır (Çelik vd., 2006; Tarakçı ve Küçüköner, 2003). Tamuçay vd., (2002) yağsız yoğurt üretiminde protein kaynaklı yağ ikame maddesi olan Simplese®100 kullanımının duyu ve fiziksel özellikler üzerine

etkilerini araştırmışlardır. Dört farklı deneme yoğurtları (K; kontrol, A; %1, B; %2.5, C; %4) fiziksel, kimyasal ve duyu analizlere tabi tutulmuş ve sonuçlar incelendiğinde, C örneğinde (%4 Simplese®100) bütün depolama sürelerinde en az serum ayrılması değerleri ölçülmüştür.

### Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

#### Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayım Sonuçları

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı gıda güvenliğinin belirlenmesinde kullanılan en basit ve yaygın analiz metodlarından biri olup, fermente gıdalar gibi doğal niteliği yönünden yüksek sayıda mikroorganizma içerenler dışında, birçok gıdada kalite kriteri olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte toplam aerobik mezofilik bakteri olarak değerlendirilen sayının içinde patojenlerin de bulunabileceği belirtilmektedir (Halkman, 2007). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda toplam mezofilik aerobik bakteri değerleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı sonuçları

Figure 3. The results of Total mesophilic aerobic bacteria counts in functional set type yogurt with the use of black cumin honey

%10 bal içeren örneklerin 7. gün analiz değerleri 1, 14 ve 28. günleri arasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı açısından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermiştir ( $p < 0.05$ ). İstatistik sonuçlarına göre 7. gün %10 çörek otu balı içeren grup ile aynı depolama gününde diğer gruplar (K, %2.5, %5 ve %15) arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

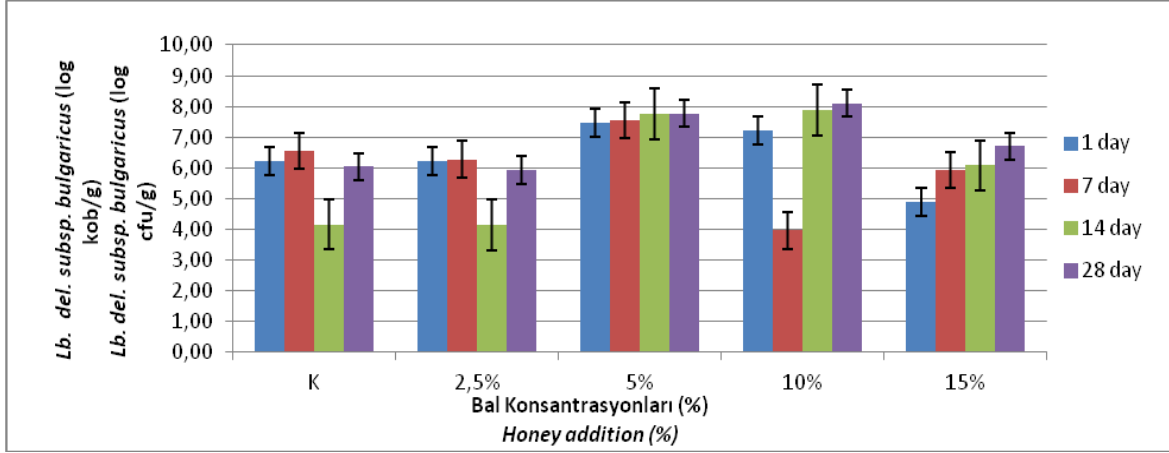
Çalışmada elde edilen değerler Saccaro vd., (2009) ile Sert vd., (2011)'nin yapmış olduğu çalışmada elde edilen sonuçlarla benzer bulunmuştur.

#### *Lb. del. subsp. bulgaricus* Sayım Sonuçları

Süt ürünlerinde laktik asit bakterilerinin canlılığı; pH, asitlik, üretim parametreleri, yoğurdun bileşimi ve katkıları, depolama sıcaklığı, oksijen

içeriği, kullanılan bakterinin türü, kültürde bulunan diğer mikroorganizmaların varlığı, kültür hazırlama ve geliştirme koşulları ve ayrıca ortamda bulunan inhibitörlerin etkisi ile değişebilmektedir

(Shah, 2000). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda *Lb. del. subsp. bulgaricus* değerleri Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda *Lb. del. subsp. bulgaricus* sayımı sonuçları

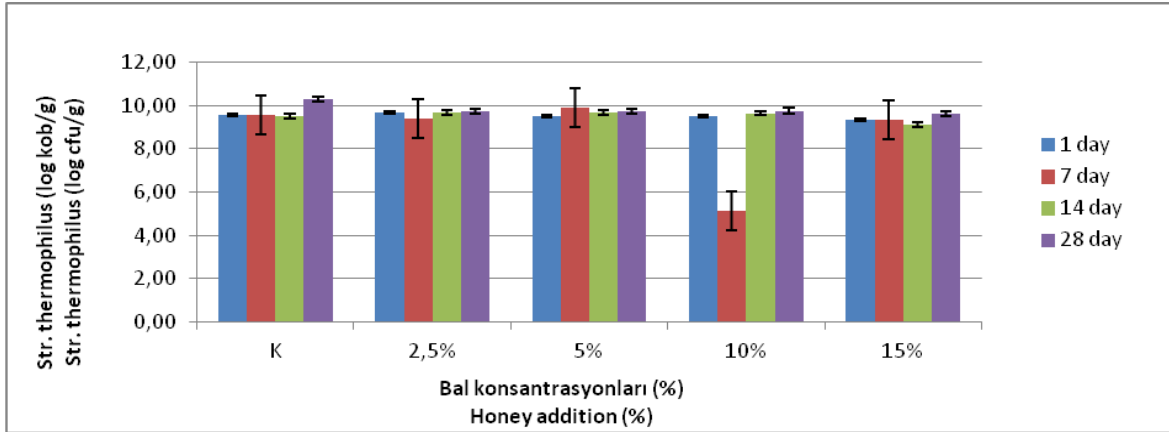
Figure 4. The results of *Lb. del. subsp. bulgaricus* counts in functional set type yogurt with the use of black cumin honey

İstatistik sonuçlarına göre *Lb. del. subsp. bulgaricus* sayısının depolamanın 1, 7, 14 ve 28. gün analiz değerlerinde tüm gruplarda birbiri arasındaki farklılık önemsiz olarak saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Şireli ve Özdemir (1998), Ankara'da tüketime sunulan meyveli yoğurtlar üzerine bir araştırma yapmış ve kayısı katkı yoğurtların  $2.00 \times 10^8$

kob/mL *Lb. del. subsp. bulgaricus* içerdiğini tespit etmişlerdir.

#### ***Str. thermophilus* Sayım Sonuçları**

Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda *Str. thermophilus* değerleri Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda *Str. thermophilus* sayımı sonuçları

Figure 5. The results of *Str. thermophilus* counts in functional set type yogurt with the use of black cumin honey

*Str. thermophilus* sayıları bakımından depolamanın 14. günü %10'luk grup ile çörek otu balı ilavesiz (K grubu) ve farklı oranlarda çörek otu balı ilaveli

gruplar arasındaki değişim önemli olarak saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Yapılan bir çalışmada çeşitli meyve marmelatlarıyla hazırlanan meyveli

yoğurtların mikrobiyolojik sonuçları incelenmiştir. Çilek, vişne ve şeftali marmelatlarıyla ayrı ayrı hazırlanan yoğurtların depolamanın 1. gününde sırasıyla;  $2.23 \times 10^8$ ,  $2.48 \times 10^8$  ve  $1.89 \times 10^8$  (adet/mL) *Str. thermophilus* içerdiği tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda ise (14. gün) sırasıyla;  $1.01 \times 10^8$ ,  $1.16 \times 10^8$  ve  $1.20 \times 10^8$  (adet/mL) olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda örneklerin tamamının *Str. thermophilus* sayılarında azalma görülmüştür (Karagözlü 1997).

### Toplam Maya-Küf Sayım Sonuçları

Toplam maya-küf sonuçları değerlendirildiğinde ürün grupları içerisinde sadece K örneğinde

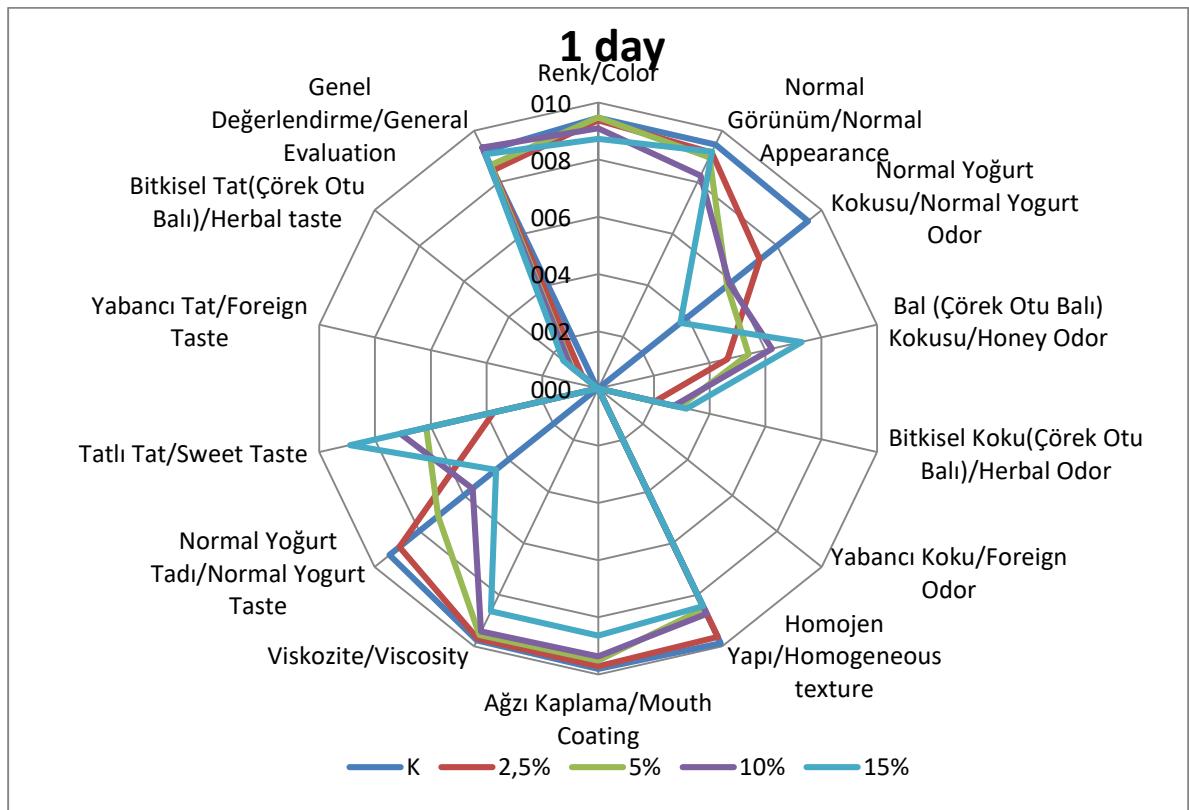
depolamanın 28. gününde sayılamayacak düzeyde maya-küf gelişimi gözlenmiştir. Diğer örnek gruplarında gelişme gözlenmemiştir.

### Koliform Bakteri Sayım Sonuçları

Ürün grupları içerisinde ve depolamaya bağlı olarak herhangi bir koliform bakteri gelişimi gözlenmemiştir.

### Duyusal Analiz Sonuçları

Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda 1. gün duyu analizi sonuçları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda depolamanın 1.günü duyu analizi sonuçları

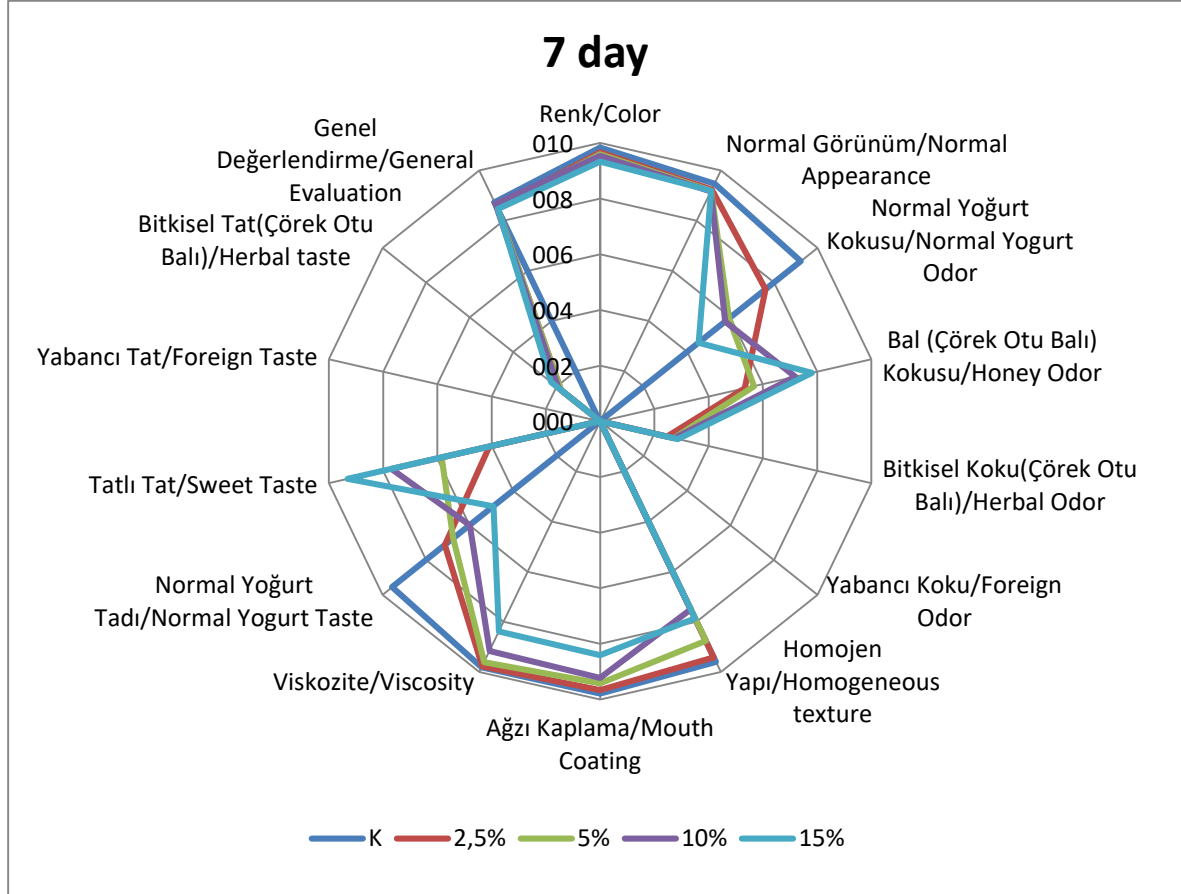
Figure 6. The results of Sensorial analysis in functional set type yogurt with the use of black cumin honey on days 1

Çörek otu balı ilaveli set tipi yoğurt üretiminde 1.gün duyu analizi sonuçlarında en yüksek puanı ağzı kaplama ve homojen yapı bakımından kontrol grubunun aldığı görülmüştür. Örnek grupları arasında ilave edilen çörek otu balı miktarı

arttıkça kontrol grubuna göre daha az puan alındığı görülmüştür. Viskozite açısından %10' luk grubun 1. ve 14. günleri arasındaki değişim önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). %5' lik grupta depolamanın 1. ve 14. günleri arasındaki farklılık

önemli olarak saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Ağzı kaplama tanımlayıcı kriterinde 1. gün %15'lik grup ile 1.gün K (kontrol) ve %2.5' luk gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Homojen yapı açısından 1.gün K grubu

ile 1. gün %15 ve %5 çörek otu balı içeren gruplar arasındaki değişim önemli olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda 7. gün duyusal analiz sonuçları Şekil 7' de verilmiştir.



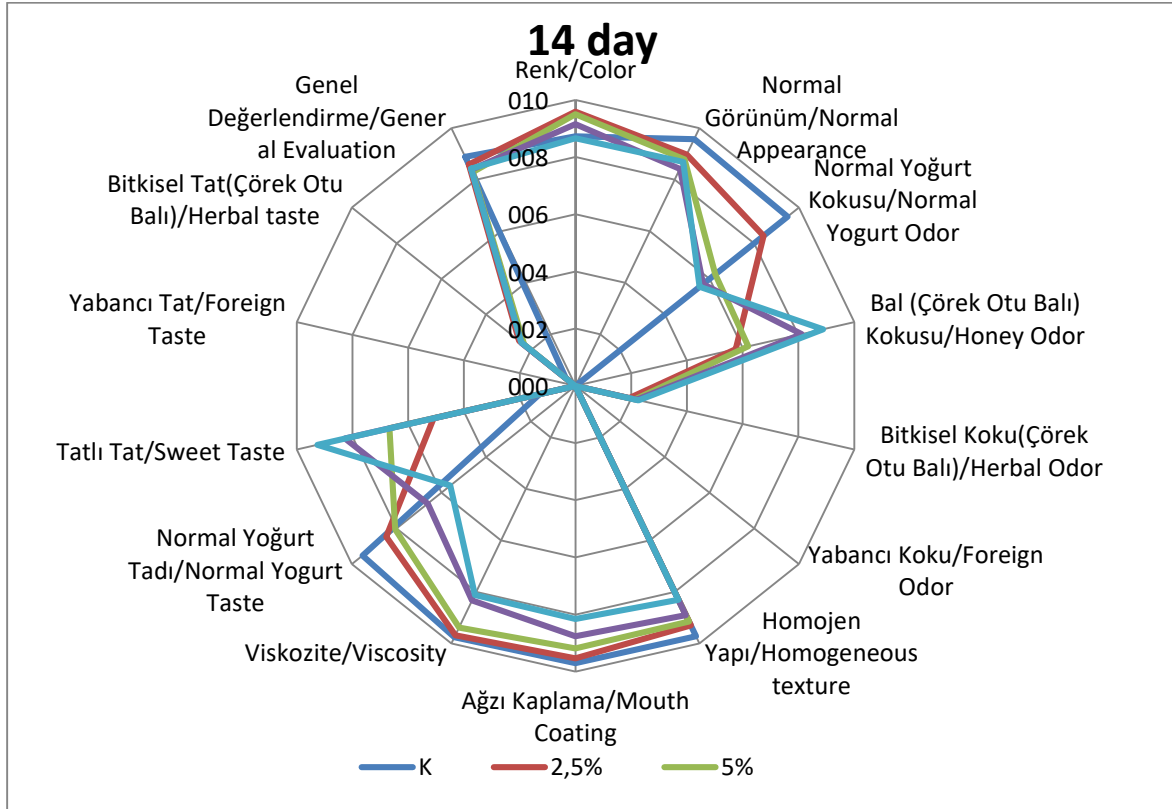
Şekil 7. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda depolamanın 7.günü duyusal analizi sonuçları

Figure 7. The results of Sensorial analysis in functional set type yogurt with the use of black cumin honey on days

Homojen yapı tanımlayıcı kriterinde 7. gün %15' lik grup ile 7. gün %2.5' luk grup arasındaki fark önemli olarak saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Ağzı kaplama ve viskozite tanımlayıcı kriterinde 7. gün %15' lik grup ile 7. gün %5 ve %15' lik gruplar arasındaki değişim önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda 14. gün duyusal analiz sonuçları Şekil 8'de verilmiştir.

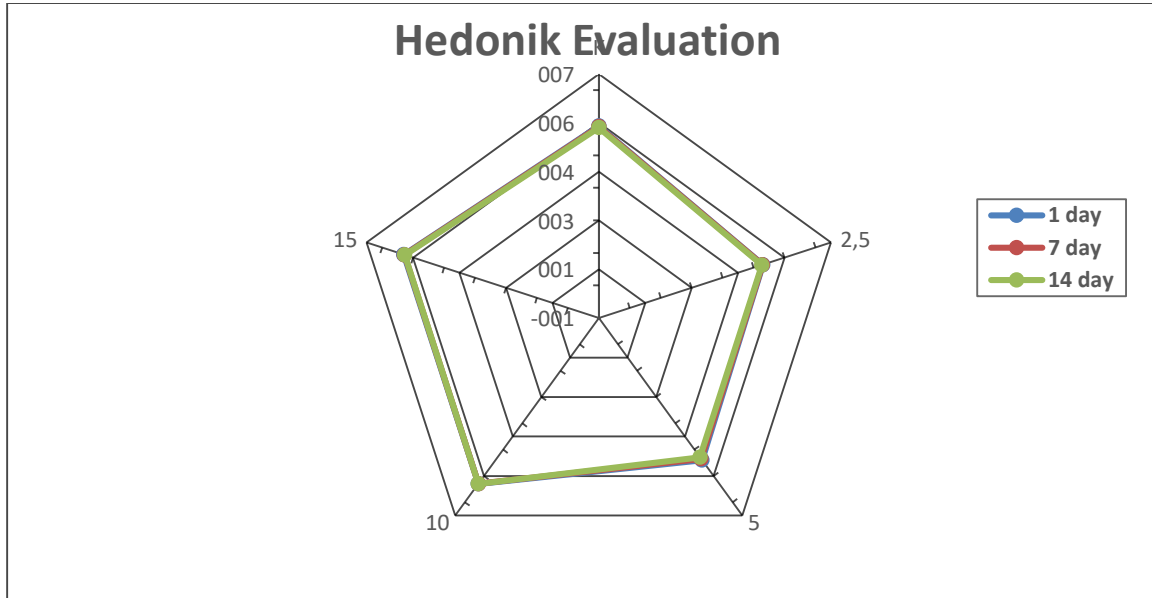
Ağzı kaplama tanımlayıcı kriterine göre 14. gün %15'lik grup ve K, %2.5 ve %15'lik gruplar

arasındaki değişim önemli olarak saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Homojen yapı tanımlayıcı kriteri incelendiğinde 14. gün %15'lik grup ile 14. gün K grubu arasındaki farklılık önemli olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Diğer bir tanımlayıcı kriter olan viskozite değerleri incelendiğinde 14. gün %10'luk grup ile 14. gün K, %2.5 ve %5'lik grupları arasındaki değişimin önemli olduğu gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda genel değerlendirme sonuçları Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda depolamanın 14.günü duyuşal analizi sonuçları

Figure 8. The results of Sensorial analysis in functional set type yogurt with the use of black cumin honey on days 14



Şekil 9. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurtlarda duyuşal analiz kapsamında hedonik değerlendirme sonuçları

Figure 9. The results of Hedonic evaluation in functional set type yogurt with the use of black cumin honey

İstatistik sonuçları incelendiğinde genel değerlendirme kapsamında 1. gün duyuşal analizinde en fazla beğeni alan %10 çörek otu balı içeren grup olmuştur. Depolama süresi ilerledikçe %10 ve %15'lik gruplar farklı oranlarda fakat birbirine yakın değerlerde beğeni almıştır. Depolamanın 14. gününde %5'lik grup en az beğeni alan grup olmuştur. İlerleyen depolama günlerinde tüm gruplarda genel beğeni değerleri, başlangıç depolama günlerine göre azalma göstermiştir.

Duyusal analiz kapsamında değerlendirilen tanımlayıcı analizin yanı sıra genel beğenin ortaya konulması amacıyla örneklere hedonik skala analizi de uygulanmıştır. Duyusal analiz değerlendirmesi kapsamında hedonik skala değerlendirme sonuçlarına göre depolamanın 1, 7. ve 14. günlerinde en yüksek beğeni alan yoğurt örnekleri %10 ve %15 bal içeren set tipi yoğurt örnekleri olmuştur.

Çalışma kapsamında duyuşal analiz değerlendirmeleri depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Depolamanın 28. gününde yoğurtların kriterleri duyuşal değerlendirmeye uygun olmadığı için panelistlere örnek sunumları gerçekleştirilmemiştir.

## SONUÇ

Bu araştırmada çörek otu balı ilavesi ile hazırlanan yoğurtların depolama süresince duyuşal, mikrobiyolojik ve bazı fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada çörek otu balı ilavesinin duyuşal anlamda ürünün kabul edilebilirliğini arttırdığı görülmüştür. Sağlığa verilen değerin arttığı günümüzde besinsel ve fonksiyonel özellikleri yüksek katkıların ilavesi ile alternatif süt ürünlerinin geliştirilmesinin fonksiyonel gıda pazarına yenilikçi bir anlayış getireceği düşünölmektedir. Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurt üretiminin sağlık üzerine olumlu etkileri olabileceği öngörülmektedir. Bu konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması ve toplumumuzun fonksiyonel gıdalar açısından bilgilendirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akhtar, M.S., Nasır, Z., Abid, A.R. (2003). Effect of feeding powdered *Nigella sativa* 4 L. seeds on poultry egg production and their suitability for human consumption. *Vet Arb.* 73 (3):181-190.
- Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. (2011). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme (2.Basım). İzmir: Sidas Yayınları.
- Alzahrani, H.A., Alsabehi, R., Boukraâ, L., Abdellah, F., Bellik, Y., Bakhotmah, B.A. (2012). Antibacterial and antioxidant potency of floral honeys from different botanical and geographical origins. *Molecules*, 17(9): 10540-10549.
- Anonim (1990). AOAC Official Methods of Analysis (15). Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- Anonim (2009). Türk Gıda Kodeksi. Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009/25). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 16 Şubat 2009 tarih ve 27143 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim (2010). TSE 3036 Bal Standardı. 19 Ocak 2010 Kabul Tarihli Bal Standardı, Ankara.
- Arslan, S., Özel, S. (2012). Some properties of stirred yoghurt made with processed grape seed powder, carrot juice or a mixture of grape seed powder and carrot juice, *Milchwissenschaft*, 67 (3), 281-285.
- Atamer, M., Sezgin, E. (1986). Yoğurtlarda kurumadde artımının fiziksel özellikleri üzerine etkisi, *Gıda*, 11 (6), 327-331.
- Atamer, M., Sezgin, E. (1987). İnkübasyon sonu asitliğinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi. *Gıda*, 12 (4), 213-220.
- Bartoo, S.A., Badrie, N. (2005). Physicochemical, Nutritional and Sensory Quality of Stirred 'Dwarf Golden Apple (*Spondias Cytherea* Sonn) Yoghurts. *Int J Food Sci Nutr.* 56(6): 445-454.
- Baytop, T. (1984). Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi. İ.Ü. Yayınları No:3255.
- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., Legault, J. (2012). Antioxidant, Anti-Inflammatory, Anticancer and Antibacterial, activities of extracts from *Nigella sativa* (black cumin) plant parts. *J Food Biochem*, 36: 539-546.

- Cheikh Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Bleker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2007). *Nigella sativa* L. Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food Chem*, 101: 673-681.
- Çelik, S., Bakırcı, I., Şat, I.G. (2006). Physicochemical and Organoleptic Properties of Yogurt with Cornelian Cherry Paste. *Int J Food Prop*, (9): 401-408.
- Çelik, S., Durmaz, H., Şat, İ., Şenocak, G. (2009). Andız Pekmezi İçeren Set Tipi Yoğurtların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, *Gıda*, 34 (4): 213-218.
- D'Antuono, L.F., Moretti, A., Lovato, A.F.S. (2002). Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa*, L., *Nigella damascena*, L. *Ind Crops Prod*, 15: 59-69.
- Escuredo, O., Silva, L.R., Valentão, P., Seijo, M.C., Andrade, P.B. (2012). Assessing Rubus honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. *Food Chem*, 130(3): 671-678.
- Güneş, M.E. (2001). Balın Sağlığımız için Önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2: S.19-20.
- Halkman, K.A. (2007). Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi (05). *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 2007 (5): 2-6.
- Hashım, I.B. (2001). Characteristics and Acceptance of Yogurt Containing Date Palm Products. Second International Conference on Date Palms. Al-Ain, United Arab Emirates, 25-26 May, pp 842-849.
- Hışıl, Y., Börekçioğlu, N. (1986). Balın Bilesimi ve Bala Yapılan Hileler. *Gıda*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı, 2:S.79-82.
- İlisulu, K. (1992). İlaç ve Baharat Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1256, Ankara.
- İslam, A., Khalil, I., Islam, N., Moniruzzaman, M., Mottalib, A., Sulaiman, S.A., Gan, S.H. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year. *BMC Complement Altern Med*, 12(1): 177.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I. (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* in Stirred Fruit Yogurts. *LWT-Food Sci Technol*, 41 (7): 1317-1322.
- Kamruzzaman, M., Islam, M.N., Rahman, M.M. (2002). Shelf Life of Different Types of Dahi at Room and Refrigeration Temperature. *Pakistan J Nutr*, 1 (6): 234-237.
- Kar, Y., Sen, N., Tekeli, Y., (2007) Samsun yöresinde ve Mısır ülkesinde yetiştirilen çörekotu (*Nigella sativa* L.) tohumlarının antioksidan aktivite yönünden incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniv. Fen Edebiyat Fak. Fen Derg (E-Dergi)* 2: 197-203.
- Karabagias, I.K., Badeka, A.V., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, M.G. (2014). Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. *Food Chem*, 165: 181-190.
- Karadal, F., Yıldırım, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 9(3): 197-209.
- Karagözü, C. (1997). Meyveli yoğurt üretimi, meyve karışımı hazırlanması, yoğurtların dayanma süreleri ile bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Khalil, M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.A., Islam, M.N., Sulaiman, S.A., Gan, S.H. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules* 17(9): 11199-11215.
- Koçak, C., Aydemir, S. (1994). Süt Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No: 20*, Ankara.
- Lawless, H.T., Heymann, H. (1999). Sensory evaluation of food: Principles and practices. Ist Edition. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Lucey, J.A. (2002). Foundation scholar award formation and physical properties of milk protein gels. *J Dairy Sci*, 85: 281-294.
- Medenica, R., Mukerjee, S., Huschart, T., Koffskey, J., Corbit, W. (1993). *Nigella sativa* plant

- extract increases number and activity of immune component cell in humans. *Exp Hematol*, 21:1186.
- Moniruzzaman, M., Rodríguez, I., Ramil, M., Cela, R., Sulaiman, S., Gan, S. (2014). Assessment of gas chromatography time-of-flight accurate mass spectrometry for identification of volatile and semivolatile compounds in honey. *Talanta*, 129: 505-515.
- Mutlu, C., Erbaş, M., Arslan Tontul, S. (2017). Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda* 15(1) 75-83.
- Özcan, T., Yıldız, E. (2016). Sebze Püresi İle Üretilen Yoğurtların Tekstürel Ve Duyusal Özelliklerin Belirlenmesi. *Türk Tarm-Gıda Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 4(7): 579-587.
- Özel, A., Demirel, U., Güler, İ., Erden, K. (2009). Farklı Sıra Aralığı ve Tohumluk Miktarlarının Çörek Otunda (*Nigella sativa* L.) Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlere Etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*; 13(1), 17-25.
- Özer, B.H. (2006). Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi (1.Baskı) İzmir: Sidas Yayıncılık.
- Özmen, N., Alkın, E. (2006). Balın antimikrobiyel özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. (4): 155-160.
- Öztürk, S., Akyüz, N. (1995). Meyveli Yoğurt Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Milli Prodükтивite yayınları No: 548, Ankara, 111-121.
- Randhawa, M.A., Al-Ghamdı, M.S. (2002). A review of the pharmaco-therapeutic effects of *Nigella sativa*. *Pak J Med Res*, 41(2): 77- 83.
- Rooney, S., Ryan, M.F. (2005). Effects of alpha-hederin and thymoquinone, constituents of *Nigella sativa*, on human cancer cell lines. *Anticancer Res*, 25, 2199-2204.
- Saccaro, D., Tamime, A., Pilleggi, A., Oliveira, M. (2009). The viability of three probiotic organisms grown with yoghurt starter cultures during storage for 21 days at 4°C. *Int J Dairy Technol*, Vol 62, No 3 August 2009.
- Salemai, M.L. (2005). Immunomodulatory and immunotherapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. *Int Immunopharmacol*, 5: 1749-177.
- Salwa, A.A., Galal, E.A., Neimat, A.E. (2004). Carrot Yoghurt: Sensory, Chemical, Microbiological Properties and Consumer Acceptance. *Pak J Nutr*, 3 (6): 322-330.
- Sert, D., Akın, N., Dertli, E. (2011). Effect of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage, *Int J Dairy Technol*. Vol 64, No 1 February 2011.
- Shah, N.P. (2000). Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. *J Dairy Sci*, 83: 894-907.
- Sıralı, R. (2002). General Beekeeping Structure of Turkey. *Uludağ Arıcılık Dergisi*: S.30-39.
- Spilioti, E., Jaakkola, M., Tolonen, T., Lipponen, M., Virtanen, V., Chinou, I., Kassi, E., Karabournioti, S., Moutsatsou, P. (2014). Phenolic acid composition, antiatherogenic and anticancer potential of honeys derived from various regions in Greece. *PLoS One* 9(4): e94860.
- Swamy, S.M., Tan, B.K. (2000). Cytotoxic and immunopotentiating effects of ethanolic extract of *Nigella sativa* seeds. *J Ethnopharmacol*, 70: 1-7.
- Şireli, U.T., Özdemir, H. (1998). Ankara'da tüketime sunulan meyveli yoğurtların mikrobiyolojik kalitesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 45, 287-293.
- Şireli, U., Onaran, B. (2012). Yoğurt ve Yoğurdun İnsan Sağlığı Açısından Yararları, [www.asuder.org.tr](http://www.asuder.org.tr)
- Tamime, A.Y., Barrentes, E.E. and Sword, A.M. (1996). The Manufacture of Set Type Naturel Yoğurt Containing Different Oils-I. Compositional Quality Microbiological Evaluation and Sensory Properties, *J Soc Dairy Technol*, 49 (1), 201-206.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K., (2007). Yogurt science and technology, Pergamon Press, England.
- Tamuçay, B., Karademir, E., Yetişmeyen, A. (2002). Yağsız yoğurt üretiminde yağ taklidi madde kullanımı. *Gıda*, 27 (4), 265-269.
- Tarakçı, Z., Küçüköner, E. (2003). Physical, Chemical Microbiological and Sensory



Characteristics of Some Fruit-Flavored Yogurt.  
*YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*, (14):10-14.

Yaygın, H. (1999). Yoğurt Yapımında Saf Kültür Kullanımı ve Önemi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Ankara, s. 83-94.

Zhang, T., Zhang, Z.H., Yan, H. (2012). Effects of stabilizers and exopolysaccharides on physiochemical properties of fermented skim milk by *Streptococcus thermophilus* ST1. *Afr J Biotechnol*, 11: 6123-6130.

## ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN PROBIYOTİK BİLGİ DÜZEYİ VE TÜKETİM DURUMLARININ BELİRLENMESİ\*

Tuba Eda Arpa Zembemoğlu<sup>1\*\*</sup>, Elanur Uludağ<sup>2</sup>, Sevda Uzun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

Geliş / Received: 11.10.2018; Kabul / Accepted: 22.01.2019; Online baskı / Published online: 15.02.2019

Arpa Zembemoğlu, T. E., Uludağ, E., Uzun, S. (2019). Üniversite öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi. *GIDA* (2019) 44 (1): 118-130 doi:10.15237/gida.GD18104

Arpa Zembemoğlu, T. E., Uludağ, E., Uzun, S. (2019). Üniversite öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi. *GIDA* (2019) 44 (1): 118-130 doi:10.15237/gida.GD18104

### ÖZ

Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketim durumlarını belirlemek amacıyla Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma Şubat-Mayıs 2018 tarihleri arasında 1287 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırma verileri anket yöntemiyle ve yüz yüze görüşülerek toplanmıştır. SPSS paket programı ile sayı-yüzdeler dağılımı hesaplanmış, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve t-testi uygulanmıştır. Öğrencilerin 896'sı (%69.6) kız, 391'i (%30.4) erkek ve yaş ortalamaları  $20.76 \pm 2.35$  yıldır. Probiyotik terimini bildiği ifade eden öğrenci yüzdesi %55.6 olarak ve probiyotik tüketen öğrenci yüzdesi ise %46.1 olarak bulunmuştur. Kız öğrencilerin probiyotik bilgi düzeyinin daha yüksek olduğu ve erkek öğrencilerin ise probiyotik tüketme durumunun daha yüksek olduğu bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Probiyotik bilgi düzeyi en yüksek bölümün Beslenme ve Diyetetik Bölümü olduğu ve probiyotik tüketim durumu en yüksek olan bölümün ise Hemşirelik Bölümü olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Geleceğin sağlık personeli olacak bu öğrencilere probiyotikler hakkında yeterli bilgi verilmeli, probiyotik tüketimin önemi vurgulanmalı ve öğrencilerin farkındalığı geliştirilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Probiyotik, üniversite öğrencileri, bilgi düzeyi

## PROBIOTIC KNOWLEDGE LEVEL AND CONSUMPTION STATUS OF UNIVERSITY STUDENTS

### ABSTRACT

This research was conducted at Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences to determine the probiotic level and consumption status of university students. It was carried out with 1287 students between February and May 2018. Research data were collected by survey method. The number-percentage distribution was calculated and ANOVA and t-test analyses were applied using SPSS package program. Out of the students, 896 (69.6%) were female and 391 (30.4%) were male and the average age was  $20.76 \pm 2.35$  years. The percentage of students who expressed that they knew the probiotic term was found as 56% and the percentage of students who consumed probiotic was 46%. It was found that the level of probiotic knowledge was higher in female students and probiotic consumption was higher in male students ( $P < 0.05$ ). It was determined that the level of probiotic knowledge was highest in the department of nutrition and dietetics and the probiotic consumption status was highest in the department of the nursing student ( $P < 0.05$ ). Sufficient information about probiotic should be given to the students who will be future health personnel, the importance of probiotic consumption should be emphasized, and the awareness of students should be improved.

**Keywords:** Probiotic, university students, knowledge level

\*Bu çalışmanın bir kısmı 02-05 Mayıs 2018 tarihleri arasında Burdur'da düzenlenen 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özeti yayınlanmıştır.

\*\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉ tubaedarpa@gmail.com,

☎ (+90) 456 233 1172-3877

☎ (+90) 456 233 1179

### GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (WHO); sağlığı, sadece hastalık ve sakatlığın olmaması değil; bedensel, ruhsal ve sosyal bakımdan tam bir iyilik hali olarak tanımlamıştır. Günümüzde sağlığın tüm yönleriyle geliştirilmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Sağlık ve beslenme arasındaki ilişki gündün güne önem kazanmaktadır. Yaşlanan nüfusla birlikte ortaya çıkan antibiyotik direncinin artması, kanser ve alerjik hastalıkların yaygınlaşması sebebiyle beslenmeyle ilgili olarak alternatif tedavi ve korunma yollarının araştırılması zorunlu hale gelmiş ve fonksiyonel besinlere olan ilgi artmıştır. Fonksiyonel besinler vücudumuzun temel besin gereksinimlerini karşılamakla birlikte sağlığın korunması ve sürdürülmesinde önemli etkilere sahiptirler. Fonksiyonel besinlerin en çok bilinen ve tüketilen grubunu probiyotikler oluşturmaktadır (Anonymous, 2002; Hacıoğlu vd., 2012; Koroğlu vd., 2015).

Probiyotik terimi Yunancada "pro bios" kelime köklerinden oluşup, "yaşam için" anlamına gelmektedir. Bugüne kadar probiyotiklerin çok farklı tanımları yapılmıştır ancak kabul edilen tanımına göre; "yeterli miktarda alındığı zaman konakçı üzerinde sağlığa yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalardır" (Anonymous, 2002). Probiyotik besinler, vücut için faydalı canlı mikroorganizma ilave edilmiş gıdalar olarak tanımlanabilir (Roberfroid, 2000). Bu ürünlere; fermente süt ürünleri, kefir, kıymız gibi içerisinde faydalı canlı mikroorganizma içeren ürünler örnek verilebilir (Yağcı, 2002). Yüzyıllardır tüketilen yoğurt ancak içerisinde *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* türü bakteriler içeriyorsa probiyotik ürün olarak kabul edilirken, starter kültür eklenerek elde edilen yoğurtlar içerisinde probiyotik özellik taşımayan *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaris* ve *Streptococcus thermophilus* bakterileri kullanılarak elde edilmektedir. Bu nedenle içerisinde her canlı mikroorganizma içeren gıdanın probiyotik olarak değerlendirilmesi yanlış olacaktır. Bir gıdanın probiyotik olarak kabul edilmesi için içermiş olduğu mikroorganizmaların probiyotik mikroorganizmalardan oluşması gerekmektedir (Viana vd., 2008).

Probiyotik olarak en fazla bilinen mikroorganizmalar *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* cinsi bakteriler ile *Saccharomyces boulardii* maya türleridir (Raghuwanshi vd., 2015; Alkan, 2012). Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmaların taşınması gereken bazı önemli özellikler bulunmaktadır. Bu özellikler şöyle sıralanabilir; probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar patojen olmamalı, toksik yan ürünler üretmemeli, genetik olarak değişime uğramamış olmalı, işlem yapılan üründe canlılığını koruyabilmeli, bağırsak mikroflorasındaki şartlara dayanıklı olmalı, depolama sırasında canlı kalabilmelidir (Klaenhammer vd., 1999).

Sağlıklı bir insanın bağırsak florasında ki mikroorganizmaların büyük çoğunluğu birbiriyle denge halindedir. Bu mikroorganizmaların yararlı olanları insanların bağışıklık sistemini destekler. Probiyotik bakteriler hastalık yapıcı etkenlere karşı bariyer görevi görüp bu mikroorganizmaların vücuda yerleşmesine engel olurlar. Probiyotik bakteriler gastrointestinal sistemde kolonileşerek istenemeyen mikroorganizmaların ürettikleri toksik bileşiklerin elimine edilmesine katkıda bulunurlar. Dengesiz beslenme, stres, enfeksiyonel hastalıklar, antibiyotik kullanımı, ameliyat, kemoterapi ve yaşlılık gibi faktörler, yararlı bakterilerin zarar görmesine ve zararlı bakterilerin bağırsak yüzeyinde çoğalmasına neden olur. Probiyotik mikroorganizmalar bağırsaklardaki koruyucu mukoza yüzeyini güçlendirir ve geçirgenliği azaltarak alerjik maddelerin kana geçmesini önlerler (Balkış, 2011).

Son yıllarda yapılan çalışmalar probiyotiklerin başta enflamatuvar bağırsak hastalıkları olmak üzere birçok gastrointestinal sistem hastalığının tedavisi ve korunmasında etkili olduğunu göstermiştir (Harish vd., 2008; Narayan vd., 2010; Andrews vd., 2012; İnanç vd., 2005). Probiyotik besin tüketimi ile; enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisi, immün sistemin uyarılması ve regülasyonu, enflamatuvar barsak hastalıklarının tedavisi, kan kolesterolünün düşürülmesi, laktoz intoleransının önlenmesi, kanser oluşumunun azaltılması, kadınlarda üriner ve vajinal sistem enfeksiyonlarının tedavisi ve önlenmesi, çocuklarda alerjik reaksiyonların azaltılması

mümkün olmaktadır (Hasler, 2002; Sağdıç vd., 2004).

Toplumda probiyotikler ile ilgili bilgi konusunda karmaşıa bulunmaktadır. Probiyotik kavramı bilinmemekte ya da yanlış bilinmektedir. Çeşitli sebeplerden dolayı geleneksel beslenme yerine özellikle hazır yiyeceklerle beslenmeye yönelimin arttığı bir çağda, besinlerin tüketimi konusunda başta sağlık personellerinin dikkat etmesi ve toplumdaki diğer bireylere iyi model olmaları, rehberlik etmeleri son derece önemlidir (Karadağ vd., 2012).

Bu araştırma ile sağlık bilimleri fakültesinde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeyi ve probiyotik tüketme durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Araştırma Yöntemi ve Örneklemi

Araştırma; Şubat-Mayıs 2018 tarihleri arasında Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesinde ki altı bölümde (Beslenme ve Diyetetik, Hemşirelik, Sağlık Yönetimi, Sosyal Hizmet ve Acil Afet ve Yardım Yönetimi, İş Sağlığı ve Güvenliği) okuyan (n=1600) lisans öğrencilerinin, probiyotik besinler hakkındaki bilgi düzeyleri ve tüketim durumlarını saptamak amacı ile yapılmıştır. Araştırmanın evrenini Sağlık Bilimleri Fakültesinde okuyan (n=1600) öğrenciler oluşturmuştur. Araştırmada örneklem seçimine gidilmemiştir. Çalışmaya katılımda gönüllülük esas alındığı için 1287 anket ile çalışma tamamlanmıştır.

**Araştırmanın Etik Boyutu:** Araştırmanın gerçekleştirileceği Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığından araştırmanın yapılması için gerekli yazılı izin ve üniversitenin etik kurulundan 19 Mart 2018 tarihinde etik onay alınmıştır. Araştırmaya başlamadan önce öğrencilere araştırma ve uygulama hakkında gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra öğrenciler tarafından sözel onam alınmış ve anket uygulanmıştır. Çalışmaya katılma konusunda gönüllülük esas alınmıştır.

### Araştırma Verilerinin Elde Edilmesi

Veriler, araştırmacılar tarafından ilgili literatürden yararlanılarak hazırlanmış anket formuyla ve yüz yüze görüşme tekniğiyle toplanmıştır. Anket formu 3 bölümden oluşmakta olup, 1. bölüm öğrencilere ve ailelerine ilişkin sosyo-demografik özellikleri içeren sorulardan, 2. bölüm probiyotik besin tüketimi ve bilgi durumlarını içeren sorulardan, 3. bölüm ise öğrencilerin probiyotik besinlerle ilgili bilgi düzeylerini ölçmek amacı ile hazırlanan ve 22 madde içeren likert tipi tutum ölçeğinden oluşmaktadır. Çizelgelerdeki bilgiler “katılıyorum”, “kararsızım”, “katılmıyorum” şeklinde belirtilen 3'lü dereceleme ölçeği kullanılarak oluşturulmuştur (Balkış, 2011).

### Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi; Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) 22.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Bulgular, çizelgelerde bölüm bazında sınıflandırılmış, veriler sayı ve yüzde oranları içerecek şekilde verilmiştir. Çizelgelerde verilen bazı yüzdeler oranlar o soruya cevap veren katılımcı sayısı toplamına göre hesaplanmıştır. Bazı sorular ise bir önceki soruya verilen “evet” ya da “hayır” cevabına istinaden farklı sayıda kişi tarafından cevaplanmıştır. Araştırmanın diğer bölümlerinde, değerşkenlerin özelliklerine bağlı olarak t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizinde (ANOVA) anlamlılık için tukey analizinden faydalanılmıştır. Çizelgelerde ise aritmetik ortalama (x), standart sapma (ss) ve p değerleri verilmiştir. Farklılıkların test edilmesi için p değerleri 0.05'ten küçük ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

### Öğrencilere ait Sosyo-Demografik Özellikler

Araştırmaya katılan öğrencilerin % 69.6'sı kız, % 30.4'ü erkektir. Öğrencilerin yaş ortalaması 20.76±2.35 yıldır. Öğrencilerin %25.8'i sağlık yönetimi, %19'u hemşirelik, %17.7'si beslenme ve diyetetik, %17.5 iş sağlığı ve güvenliği, %13.6'sı sosyal hizmet ve %6.4'ü acil yardım ve afet yönetimi bölümünden olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %30.5'i 1.sınıf, %30.3'ü 2.sınıf, %19.6 3.sınıf ve %19.6'sı 4.sınıf öğrencisidir

## Öğrencilerin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketimlerinin tespiti

(Çizelge 1). Öğrencilere yöneltilen “Ailenizin maddi durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz” sorusuna %13.8’inin düşük, %83.8’inin orta, %4.0’inin yüksek cevabı verdiği belirlenmiştir.

Probiyotik bilgi düzeyi ve maddi durum karşılaştırıldığında orta gelirli aileye sahip olan öğrencilerin probiyotik bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ).

Çizelge 1. Öğrenciler Hakkında Genel Bilgiler (n=1287)  
Table 1. General information about the students (n=1287)

	Sayı Number	Toplam% Total%
<b>Cinsiyet Gender</b>		
Erkek / Male	391	30.4
Kadın / Female	896	69.6
<b>Bölümler Departments</b>		
Sağlık Yönetimi Bölümü <i>Department of Healthy Management</i>	332	25.8
Hemşirelik Bölümü <i>Department of Nursing</i>	245	19.0
Beslenme ve Diyetetik Bölümü <i>Department of Nutrition and Dietetics</i>	228	17.7
İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü <i>Department of Occupational Health and Safety</i>	225	17.5
Sosyal Hizmet Bölümü <i>Department of Social Work</i>	175	13.6
Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü <i>Department of Emergency and Disaster Management</i>	82	6.4
<b>Sınıf Class</b>		
1.Sınıf <i>First Class</i>	393	30.5
2.Sınıf <i>Second Class</i>	390	30.3
3.Sınıf <i>Third Class</i>	252	19.6
4.Sınıf <i>Fourth Class</i>	252	19.6
<b>Ailenin Maddi Durumu Family Financial Status</b>		
Düşük <i>Low</i>	178	13.8
Orta <i>Medium</i>	1078	83.8
Yüksek <i>High</i>	31	2.4

### Öğrencilerin Probiyotik Ürünler Hakkında Bilgi Düzeyi, Bu Ürünleri Tüketme Durumları ve Tüketmelerinde Etkili Olan Faktörler

Araştırmaya katılan öğrencilerin “probiyotik nedir biliyor musunuz?” sorusuna %55.6’sı “evet biliyorum” ve %44.4’ü “hayır bilmiyorum” cevabını vermiştir. Bu soruya verilen cevaplar bölüm bazında karşılaştırıldığında %96.5’lik oranla Beslenme ve Diyetetik Bölümü (BDB) en çok bilen, %75.4’lük oranla en az bilen Sosyal Hizmet Bölümü (SHB) olmuştur. “Cevabınız evet ise; probiyotikler ile ilgili bilgi düzeyiniz hangi

seviyededir?” sorusuna cevap veren öğrencilerin %68.6’sı orta ve %25.4’ü düşük bilgi düzeyine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bölüm karşılaştırmasında %37.4’lük oranla bilgi seviyesi en düşük İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü (İSGB) olmuştur. Öğrencilerin %50’sinden fazlası probiyotiklerle ilgili olarak orta düzeyde bilgi seviyesine sahiptir. Probiyotik tüketimi ile bağışıklık sisteminin desteklenmesi, laktoz intoleransının önlenmesi, kan kolesterolünün düşürülmesi, kadınlarda vajinal ve üriner sistem enfeksiyonlarının tedavisi ve önlenmesi, enflamatuvar bağırsak hastalıklarının tedavisi ve

önlenmesi mümkün olabilmektedir (Hasler, 2002; Sağdıç vd., 2004). Öğrencilerin (cevap veren 720 kişi) %82.4'ü "probiyotik besin tüketiyor musunuz?" sorusuna evet, "cevabınız evet ise tüketimde neyin etkisi var?" sorusuna %51.6'sı tavsiye üzerine, %24.6'sı sağlık sorunları ve %11.8'i reklamların etkisi olduğunu ve yine cevabınız "evet ise fayda gördünüz mü?" sorusuna ise öğrencilerin %84.3'ü evet cevabını vermiştir. Ayrıca "probiyotik tüketimini çevrenize önerir misiniz?" sorusuna öğrencilerin %82.4'ü evet, "cevabınız evet ise ne için önerirsiniz?" sorusuna ise öğrencilerin %49.0'ı sindirim sistemi sorunları, %38.6'sı bağışıklık sisteminin güçlenmesine katkı sağlaması ve %8.3'ü ise dolaşım sistemi sorunları için önereceğini belirtmiştir. "Probiyotik besinlerin sağlık üzerine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz?" sorusuna cevap veren öğrencilerin %91.3'ü evet cevabını vermiş, aldığınız probiyotik ürünlerin ambalajını okur musunuz? sorusuna ise %66.8'i okuduğunu belirtmiş ve "probiyotik ilave edilmesini istediğiniz besinler nelerdir?" sorusuna ise öğrencilerin %36.6'sı bisküvi, şeker, çikolata, %35.9'ü içecekler ve %17.5'i makarna, simit cevabını vermiştir (Çizelge 2). Veriler değerlendirildiğinde öğrencilerin en fazla tükettikleri besinler arasında olan bisküvi, şeker ve

çikolata gibi besinlere eklenmesini istedikleri görülmektedir, fakat probiyotik mikroorganizmalar yüksek ısıll işlemlere dayanıklı olmadıkları için bu tip ürünlere katılmaları yapılacak ön denemelerle belirlenebilir. Probiyotik tüketen öğrencilerin bu besin grubunu tüketmesini etkileyen en önemli faktörün tavsiye olduğu görülmektedir, sağlık için tüketimi ise düşük bir yüzdeye sahiptir, oysaki probiyotikler fonksiyonel bir besin grubu olarak değerlendirilip sağlığa faydalı etkileri dolayısıyla tüketilmelidir. Bu sonuçlara bakılarak öğrencilerin probiyotik besinlerin içeriğiyle ilgili olarak kesin bir bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Bu sorulara verilen cevapların bölüm karşılaştırmasında probiyotik besin tüketmeyen bölümün %27.9'la Sosyal Hizmeti Bölümü (SHB) olduğu, tüketimde neyin etkisi var sorusuna Hemşirelik Bölümünün (HB) %40.0'la tavsiye cevabını verdiği, %21.5'le Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü'nün (AYAYB) en az fayda gördüğu, ambalaj paketini en fazla okumayan bölümün %43.8 ile HB olduğu belirlenmiştir. Probiyotik besinleri ne için önerirsiniz sorusuna verilen cevaplar bölüm bazında karşılaştırıldığında; BDB ve HB %54.1'lik oranla sindirim sistemi sorunları için, İSGB %46.7 ile bağışıklık sistemi için önerebileceklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 2. Öğrencilerin probiyotik ürünler hakkında bilgi düzeyi, bu ürünleri tüketme durumları ve tükettmelerinde etkili olan faktörler

Table 2. The level of knowledge of students about probiotic products, the consumption of these products and the factors that affect their consumption

	Sayı	Toplam %	BDB (%)	HB (%)	SHB (%)	SYB (%)	AYAYB (%)	İSGB (%)
	Number	Total%	DND	DN	DSW	DHM	DEDM	DOHS
Probiyotik nedir biliyor musunuz?								
<i>Do you know what probiotic is?</i>								
Bilen <i>Knowing</i>	716	55.6	96.5	60.1	24.6	44.3	67.1	46.7
Bilmeyen <i>Unknowing</i>	571	44.4	3.5	39.9	75.4	55.7	32.9	53.3
Evet ise; probiyotik bilgi düzeyinizin seviyesi?								
<i>If yes; the level of your probiotic knowledge?</i>								
Düşük <i>Low</i>	182	25.4	15	24.7	32.6	28.6	30.9	37.4
Orta <i>Medium</i>	491	68.6	73.6	71.2	60.5	67.3	65.5	61.7
Yüksek <i>High</i>	43	6.0	11.4	4.1	6.9	4.1	3.6	0.9

## Öğrencilerin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketimlerinin tespiti

Çizelge 2. devam  
Table 2. continued

	Sayı	Toplam %	BDB (%)	HB (%)	SHB (%)	SYB (%)	AYAYB (%)	İSGB (%)
	Number	Total %	DND	DN	DSW	DHM	DEDM	DOHS
Probiyotik besin tüketiyor musunuz?								
<i>Do you consume probiotic food?</i>								
Evet Yes	593	82.4	89.1	75.3	72.1	86.5	76.4	79.6
Hayır No	127	17.6	10.9	24.7	27.9	13.5	23.6	20.4
Evet ise tüketimde neyin etkisi var?								
<i>If yes, what is the effect of consumption?</i>								
Reklamlar <i>Advertising</i>	70	11.8	1.4	15.2	18.6	9.5	14.5	13.9
Sağlık sorunları <i>Health problems</i>	146	24.6	16.4	26.2	23.2	22.3	18.2	17.6
Tavsiye <i>Advice</i>	306	51.6	52.2	40.0	25.6	36.5	40.0	42.6
Diğer <i>Other</i>	71	12.0	30.0	18.6	32.6	31.7	27.3	25.9
Evet ise fayda gördünüz mü?								
<i>If yes, would you benefit?</i>								
Evet Yes	500	84.3	91.8	82.2	83.3	84.5	87.3	78.5
Hayır No	93	15.7	8.2	17.8	16.7	15.5	12.7	21.5
Evet ise, ambalaj paketini okurmusunuz?								
<i>If yes, you are read the package?</i>								
Evet Yes	396	66.8	72.3	56.2	65.1	59.2	60.0	62.6
Hayır No	197	33.2	27.7	43.8	34.9	40.8	40.0	37.4
Probiyotik tüketimini önerir misiniz?								
<i>Would you recommend probiotic consumption?</i>								
Evet Yes	588	82.4	93.6	80.1	60.5	78.9	80.0	74.8
Hayır No	126	17.6	6.4	19.9	39.5	21.1	20.0	25.2
Cevabınız evet ise ne için önerir misiniz?								
<i>If yes, what would you suggest for it?</i>								
Dolaşım sistemi sorunları <i>Circulatory system problems</i>	49	8.3	4.1	3.4	7.0	6.8	14.5	13.1
Bağışıklık sistemine destek <i>Support to the immune system</i>	227	38.6	32.2	38.4	41.9	50.0	34.5	46.7
Sindirim sistemi sorunları <i>Digestive system problems</i>	288	49.0	54.1	54.1	51.1	39.2	45.5	36.4
Diğer <i>Other</i>	24	4.1	9.6	4.1	0.0	4.0	5.5	3.8
Probiyotiklerin sağlık üzerine etkisi var mıdır?								
<i>Do probiotics have an impact on health?</i>								
Evet Yes	654	91.3	96.8	88.3	90.2	89.9	90.4	86.4
Hayır No	62	8.7	3.2	11.7	9.8	10.1	9.6	13.6

Çizelge 2. devam  
Table 2. continued

	Sayı	Toplam %	BDB (%)	HB (%)	SHB (%)	SYB (%)	AYAYB (%)	İSGB (%)
	Number	Total %	DND	DN	DSW	DHM	DEDM	DOHS
Probiyotik ilave edilmesini istediğiniz besinler <i>Foods you want to add probiotic</i>								
Bisküvi. şekerleme. çikolata <i>Biscuits. confectionery. chocolate</i>	316	36.6	36.0	36.8	33.8	36.6	44.4	34.9
İçecekler <i>Drinks</i>	310	35.9	44.9	32.8	28.2	31.7	34.9	34.9
Makarna. simit <i>Pasta. bagel</i>	151	17.5	13.3	18.4	21.2	20.8	9.5	20.1
Diğer <i>Other</i>	87	10.0	5.8	12.0	16.8	10.9	11.2	10.1

BDB: Beslenme ve Diyetetik Bölümü - DND: Department of Nutrition and Dietetics, HB: Hemşirelik Bölümü - DN: Department of Nursing, SHB: Sosyal Hizmet Bölümü - DSW: Department of Social Work, SYB: Sağlık Yönetimi Bölümü - DHM: Department of Healthy Management, AYAYB: Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü - DEDM: Department of Emergency and Disaster Management, İSGB: İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü - DOHS: Department of Occupational Health and Safety.

Nijeryalı 62 klinisyen üzerinde probiyotik bilgi düzeyi ile ilgili yapılan bir çalışmada katılımcıların %95.2'si probiyotik terimini bilmediğini ifade etmiştir (Anukam vd., 2006). Yunanistan'da probiyotik bilgi düzeyi ile ilgili yapılan bir çalışmada tüketicilerin %76'sının probiyotik terimini bilmediği belirtilmiştir (Payahoo vd., 2012). Yabancı ve Şimşek (2007) yapmış oldukları çalışmada probiyotik ürünler hakkında bilgi düzeyinin kız öğrencilerde (%69.2) erkek öğrencilere (%40) göre daha yüksek bulmuşlardır. Aynı çalışmada kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha fazla probiyotik ürün tükettiklerini saptamışlardır. Yurttaş ve Yılmaz'ın (2017) çalışmasında ise ebelik ve hemşirelik bölümü arasında anlamlı farklılık olmakla birlikte bölüme göre ( $\chi^2=6.413$   $p=0.011$ ,  $P < 0.05$ ) ebelik bölümü öğrencilerinin %73.1'i, hemşirelik bölümü öğrencilerinin %56.2'si probiyotik kavramını bildiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin %53.5'inin (n=688) probiyotik ürün tükettiği saptanmıştır. Probiyotik ürün tüketen öğrencilerin %23'ü tavsiye üzerine kullandığını ifade etmiştir. Aynı çalışmada öğrencilerin %37.2'si (n=92) probiyotik ürün tükettiğini belirtmiştir. Ürünü tüketen grubun %78.3'ü hastalıklardan korunmak amacı ile probiyotik kullandığını ifade etmiştir. Zeren (2015), çalışmasında katılımcıların %66.4'ünün probiyotik besin tükettiği ve %61.7'sinin sindirim sistemine katkılarından dolayı kullandığını ortaya çıkmıştır.

Son yıllardaki gelişmelere bağlı olarak televizyon, internet ve sosyal medya kullanımındaki artış genç nüfusun herhangi bir ürün tercih etmesinde etkili rol oynamaktadır. Bu etki içerisinde en önemlilerden biri reklamlardır denilebilir. Sevilmiş (2008), yapmış olduğu çalışmada tüketicilerin %32.0'nın televizyon reklamları, %28.0'nın alışveriş yaptıkları markette görmeleri ile %16.0'nın ise gazete dergi vb. de yer alan yazılı reklamlar vasıtasıyla bu ürünlerden haberdar olduklarını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, cinsiyet ile probiyotik ürün bilgi düzeyi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup kız öğrencilerde daha yüksek bulunmuştur ( $P > 0.012$ ). Bölüm ile probiyotik ürün bilgi düzeyi karşılaştırıldığında ise gruplar arasında anlamlı bir fark olup ( $P > 0.000$ ), beslenme ve diyetetik bölümü öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Karşılaştırılan 6 bölüm içerisinde beslenme dersi alan iki bölüm (BDB-HB) bulunmaktadır. Araştırmamızda cinsiyet ile probiyotik tüketme durumu karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup erkek öğrencilerde daha yüksek bulunmuştur ( $P > 0.000$ ). Bu sonuç erkek öğrencilerin de en az kız öğrenciler kadar sağlıklı beslenme konusunda bilinçlendiği şeklinde yorumlanabilir. Literatürdeki benzer çalışmalarda kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha fazla probiyotik besin tükettikleri görülmüştür.



## Öğrencilerin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketimlerinin tespiti

Çizelge 3. Bilgi ortalaması ve gelir ortalamalarına yönelik ANOVA analizi  
Table 3. ANOVA analysis for average information and income

	Gelir düzeyi <i>Income rate</i>	N	X	Sd	f	p
Bilgi ortalaması <i>Information average</i>	Düşük <i>Low</i>	175	2.2166	0.349	3.862	0.021*
	Orta <i>Medium</i>	1078	2.2797	0.299		
	Yüksek <i>Highb</i>	30	2.203	0.348		

\*P < 0.05

Çizelge 4. Cinsiyet ve bilgi ortalama puanlarına yönelik ilişkisiz t-testi  
Table 4. Unrelated t-test for gender and knowledge average scores

Cinsiyet <i>Gender</i>	N	X	S	Sd	t	p
Kız <i>Female</i>	896	2.3024	.379			
Erkek <i>Male</i>	391	2.1923	.426	1285	0.950	0.000*

\*P < 0.05

Çizelge 5. Bilgi ortalaması ve bölüme yönelik ANOVA analizi  
Table 5. ANOVA analysis for average information and departments

	Bölüm <i>Departments</i>	N	X	Sd	f	p
Bilgi ortalaması <i>Information average</i>	BDB <i>DND</i>	228	2.4011	0.216	20.274	0.000*
	HB <i>DN</i>	245	2.3501	0.337		
	SHB <i>DSW</i>	175	2.1712	0.317		
	SYB <i>DHM</i>	332	2.2256	0.289		
	AYAYB <i>DEDM</i>	82	2.2156	0.325		
	İSGB <i>DOHS</i>	225	2.2050	0.312		

\*P < 0.05. BDB: Beslenme ve Diyetetik Bölümü - DND: Department of Nutrition and Dietetics, HB: Hemşirelik Bölümü - DN: Department of Nursing, SHB: Sosyal Hizmet Bölümü - DSW: Department of Social Work, SYB: Sağlık Yönetimi Bölümü - DHM: Department of Healthy Management, AYAYB: Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü - DEDM: Department of Emergency and Disaster Management, İSGB: İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü - DOHS: Department of Occupational Health and Safety.

Balkış (2011), yapmış olduğu çalışmada kız öğrencilerin %31.9'unun, erkek öğrencilerin ise %29.9'unun probiyotik besinleri tükettiğini, tükettikleri probiyotik besinlerden %70.2'sinin fayda gördüğü ve %29.8'inin fayda görmediğini, fayda görenler öğrenciler arasında kız öğrencilerin %71.2, erkek öğrencilerin ise %68.8'inin fayda gördüğünü bulmuşlardır. Aydın ve arkadaşları (2010), probiyotiklerle ilgili yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin %51.2'sinin bu ürünlerden fayda gördüğünü ve %47.6'sının probiyotik ürünlerin mide ve bağırsak sisteminin düzenlenmesinde fayda sağladığını belirtmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada da öğrencilerin bu

ürünü hangi durumlarda önerirsiniz sorusuna %49.0'ı sindirim sistemi sorunları cevabını vermiştir.

Bölüm ile probiyotik tüketme durumu karşılaştırıldığında ise gruplar arasında anlamlı bir fark olup ( $P > 0.000$ ), hemşirelik bölümü öğrencilerinin probiyotik besin tüketme oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ailenin maddi durumu ve probiyotik tüketme durumu karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P < 0.529$ ). Ailenin maddi durumu ve probiyotik ürün bilgi düzeyi karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir

fark olup ( $P > 0.021$ ) orta gelirli ailelerin çocuklarında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Probiyotik besin tüketimi etkileyen faktörler

birbirleriyle kıyaslandığında probiyotik tüketimi ile reklamlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $P > 0.000$ ).

Çizelge 6. Tüketim durumu ve bölümlere yönelik ANOVA analizi  
Table 6. ANOVA analysis for consumption and departments

	Bölüm <i>Departments</i>	N	X	Sd	f	p
Probiyotik tüketme <i>Probiotic consumption</i>	BDB <i>DND</i>	225	1.1200	0.332		
	HB <i>DN</i>	210	1.3905	0.489		
	SHB <i>DSW</i>	88	1.5455	0.500	15.05	0.000*
	SYB <i>DHM</i>	231	1.2900	0.454		
	AYAYB <i>DEDM</i>	73	1.3562	0.482		
	İSGB <i>DOHS</i>	175	1.3657	0.483		

\* $P < 0.05$ . BDB: Beslenme ve Diyetetik Bölümü - DND: Department of Nutrition and Dietetics, HB: Hemşirelik Bölümü - DN: Department of Nursing, SHB: Sosyal Hizmet Bölümü - DSW: Department of Social Work, SYB: Sağlık Yönetimi Bölümü - DHM: Department of Healthy Management, AYAYB: Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü - DEDM: Department of Emergency and Disaster Management, İSGB: İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü - DOHS: Department of Occupational Health and Safety.

Çizelge 7. Cinsiyet ve probiyotik tüketimine yönelik ilişkisiz t-testi  
Table 7. Unrelated t-test for gender and probiotics consumption

Cinsiyet <i>Gender</i>	N	X	S	Sd	t	p
Kız <i>Female</i>	698	1.2474	0.432			
Erkek <i>Male</i>	304	1.4638	0.499	1000	-0.929	0.000*

\* $P < 0.05$

### Öğrencilerin Probiyotik Besinleri Tüketmeme Nedenleri

Çizelge 8 incelendiğinde “probiyotik besin tüketmiyorsanız nedenleri nelerdir?” sorusuna öğrencilerin %75.7’si bilmediğini ve %11.2’sinin ihtiyaç duymadığı cevabını verdiği görölmektedir. “Probiyotiklerle ilgili endişeniz var mı?” sorusuna katılımcıların %73.3’ü hayır cevabını vermiş ve “cevabınız evet ise nedenleri nelerdir?” sorusuna ise katılımcıların %52.2’si hazır paketli probiyotik ürünlerin içeriğinden emin değilim cevabını vermiştir. Derin ve Keskin (2013) yapmış oldukları benzer çalışmada probiyotik ürün tüketmeyen 305 öğrencinin bu ürünleri tüketmeme nedeni olarak; bilmeyenlerin %49.2, ihtiyaç duymayanların %38.7, doğal bulmayanlarının ise %5.9 olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamıza benzer olarak Zeren’in (2015) çalışmasında %51.1’inin probiyotiklerin ne olduğunu bilmediğinden dolayı tüketmediği

saptanmıştır. Tüketmeme nedenlerinin araştırıldığı başka çalışmalarda da oldukça benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır, çalışmaların tamamında tüketmeme nedenlerinin ilk sırasında probiyotiklerin ne olduğunu bilmeme sonucu bulunmuştur (Zeren, 2015). İhtiyaç duymama, doğal bulmama, pahalı ve lezzetsiz bulma nedenleri ise diğer tüketmeme nedenleridir (Yabancı vd., 2007; Aydın vd., 2010; Balkış, 2011; Derin vd., 2013). Aydın vd., (2010)’nin yaptıkları araştırmada probiyotik ürün tüketmeyen öğrencilerin %54.7’si bu ürünleri bilmediklerini, %24.7’si ihtiyaç duymadığını, %10.4’ü doğal bulmadıklarını, %5.8’i lezzetsiz bulduğunu ve %4.4’ünün de pahalı bulduğu belirlenmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin %53.2’si probiyotiklerle ilgili endişe yaşamadığını ifade etmiştir. Probiyotiklerle ilgili endişe yaşadığını ifade eden öğrencilerin %11.5’i hazır paketli probiyotik ürünlerin içeriğinden emin değilim cevabı vermiştir.

## Öğrencilerin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketimlerinin tespiti

Çizelge 8. Öğrencilerin probiyotik ürünleri tüketmeme nedenleri  
Table 8. The reasons of student nonconsumption of probiotic products

	Sayı	Toplam%	BDB	HB	SHB	SYB	AYAYB	İSGB
	Number	Total%	(%) DND	(%) DN	(%) DSW	(%) DHM	(%) DEDM	(%) DOHS
Nedenler Reasons?								
Bilmiyorum <i>I don't know</i>	417	75.7	75.0	69.1	88.5	89.9	38.5	52.3
Doğal bulmuyorum <i>I don't find natural</i>	23	4.1	0.0	6.2	3.1	2.8	7.7	5.4
İhtiyaç duymuyorum <i>I don't need</i>	62	11.2	12.5	14.4	3.1	5.1	30.8	23.4
Pahalı buluyorum <i>I find expensive</i>	26	4.7	0.0	7.2	2.3	0.6	23.0	8.1
Lezzetsiz buluyorum <i>I find tasteless</i>	18	3.3	12.5	2.1	2.3	0.6	0.0	9.9
Diğer Others	5	1.0	0.0	1.0	0.7	1.0	0.0	1.2
Probiyotiklerle ilgili endişeniz var mı? <i>Are you worried about probiotics?</i>								
Evet <i>Yes</i>	249	26.7	22.9	26	28.8	27.8	30.8	28.6
Hayır <i>No</i>	685	73.3	77.1	74	71.2	72.2	69.2	71.4
Evet ise nedenleri nelerdir? <i>If yes what are the reasons?</i>								
Probiyotik ürünlere güvenmiyorum <i>I don't trust probiotic products</i>	48	19.3	16.3	15.3	36.3	16.7	27.8	19.7
İçeriğinden emin değilim <i>I don't sure about its content</i>	130	52.2	50.9	57.6	45.5	63.3	27.8	54.1
Yan etkisi olabilir <i>May have effect harmful</i>	52	20.9	25.5	18.6	9.1	13.3	38.9	21.3
Diğer Others	19	7.6	7.3	8.5	9.1	6.7	5.5	4.9

BDB: Beslenme ve Diyetetik Bölümü - DND: Department of Nutrition and Dietetics, HB: Hemşirelik Bölümü - DN: Department of Nursing, SHB: Sosyal Hizmet Bölümü - DSW: Department of Social Work, SYB: Sağlık Yönetimi Bölümü - DHM: Department of Healthy Management, AYAYB: Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü - DEDM: Department of Emergency and Disaster Management, İSGB: İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü - DOHS: Department of Occupational Health and Safety.

### Öğrencilerin Probiyotik Besin Olarak Kefir ve Boza Tüketim Sıklıkları

Çizelge 9 incelendiğinde öğrencilerin kefirini %7.8'i haftada bir kez tüketirken, %73.1'inin tüketmediğini ve bozayı %86.4'ünün tüketmediği belirlenmiştir.

Yabancı ve Şimşek'in (2007), çalışmasında ise probiyotik ürün tüketen öğrencilerin %95.0'i probiyotik ürün olarak yoğurt, diğerleri ise süt tükettikleri ifade etmiştir. Zeren (2015), yapmış olduğu çalışmada probiyotik ürün tüketenlerin %71.4'ünün yoğurt, %28.6'sının süt, %25.3'ünün peynir, %44'ünün kefir ve %6.6'sının kıymız tükettiğini belirtmiştir. Bu ürünleri tüketen kişilerin probiyotik besin tüketim sıklığı ise %24.4'ünün günde 1 kez, %15.1'inin günde 2-3

kez, %19.8'inin haftada 1 kez, %17.4'ünün ayda 1 kez ve %23.3 nadiren tükettiğini ifade etmiştir. Sağlık için birçok faydası bulunan bu gıdaların günlük beslenmemizde dengeli bir şekilde bulunması gerekmektedir. Yaptığımız çalışmada en önemli probiyotik kaynaklarından biri olan kefir öğrencilerin %73.1'i tarafından tüketilmemektedir. Kefir ile ilgili literatüre bakıldığında, kefirin bağışıklık sistemini destekleyici, antikarsinojenik, antialerjik, kolesterol düzenleyici, antimikrobiyal, sindirim sistemi rahatsızlıkları üzerinde düzenleyici etkileri olduğunu kanıtlayan çalışmalar bulunmaktadır (Maalouf vd., 2011; Adiloğlu vd., 2013; Güzel-Seydim vd., 2011; Ahmed vd., 2013; De Oliveria Leite vd., 2013; De Angelis Pereira vd., 2013).

Çizelge 9 Öğrencilerin Probiyotik Besinleri Tüketme Alışkanlığına ait Bulgular  
Table 9. The findings on habits of students consumption of probiotic foods

	Sayı	Toplam %	BDB	HB	SHB	SYB	AYAYB	İSGB
	Number	Total %	(%) DND	(%) DN	(%) DSW	(%) DHM	(%) DEDM	(%) DOHS
<b>Kefir sıklık <i>Kefir frequency</i></b>								
Günde 1 kez <i>Once a day</i>	17	1.3	3.9	1.2	1.1	0.9	0.0	0.0
Günde 2-3 kez <i>Two and three times a day</i>	26	2.0	3.9	0.8	2.3	1.8	0.0	2.2
Haftada 1 kez <i>Once a week</i>	101	7.8	11.4	9.0	4.6	6.0	6.1	8.9
15 günde bir <i>Two times a month</i>	89	6.9	7.9	5.7	6.9	3.9	14.6	8.9
Ayda bir <i>Once a month</i>	113	8.8	13.2	10.6	5.7	7.2	9.8	6.7
Tüketmem <i>I'm not consuming</i>	941	73.1	59.6	72.7	79.4	80.1	69.5	73.3
<b>Boza sıklık <i>Boza frequency</i></b>								
Günde 1 kez <i>Once a day</i>	8	0.5	0.9	1.2	0.6	0.3	0.0	0.0
Günde 2-3 kez <i>Two and three times a day</i>	14	1.1	0.4	1.2	1.7	0.6	0.0	2.2
Haftada 1 kez <i>Once a week</i>	28	2.2	1.3	3.7	0.6	2.7	3.7	1.3
15 günde bir <i>Two times a month</i>	41	3.2	1.8	2.9	4.6	2.4	6.1	4.0
Ayda bir <i>Once a month</i>	84	6.5	8.3	4.5	5.1	6.6	7.3	7.6
Tüketmem <i>I'm not consuming</i>	1112	86.4	87.3	86.5	87.4	87.3	82.9	84.9

BDB: Beslenme ve Diyetetik Bölümü - DND: Department of Nutrition and Dietetics, HB: Hemşirelik Bölümü - DN: Department of Nursing, SHB: Sosyal Hizmet Bölümü - DSW: Department of Social Work, SYB: Sağlık Yönetimi Bölümü - DHM: Department of Healthy Management, AYAYB: Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü - DEDM: Department of Emergency and Disaster Management, İSGB: İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü - DOHS: Department of Occupational Health and Safety.

## ÖNERİLER

Probiyotiklerin sağlık üzerine olan olumlu etkilerini gösteren çalışmalar son dönemlerde artmasına rağmen sağlık bilimleri fakültesinde okuyan ve farkındalıklarının daha yüksek olması beklenen öğrencilerin %55.6'sının probiyotik terimini bildiği ve terimi bilenlerin ise bilgi düzeyinin orta seviyede olduğu görülmüştür. Probiyotikler hakkında bilgi seviyesinin orta olması öğrencilerin ürün hakkında yeterli bilgiye sahip olmamasına, hangi sağlık probleminin çözümünde kullanılacağını bilmemesine ve bu tür ürünlerden tereddüt duymasına neden olmaktadır. Bu durum probiyotik besinler hakkında daha fazla bilgilendirme çalışması yapılarak ve bu konu hakkında öğrencilerin bilinçlendirilmesi ile giderilebilir. Geleceğin sağlık personeli olacak bu kişilerin sağlığın korunmasında ve tedavi edilmesinde olumlu etkileri olduğu kabul edilen bu ürünler hakkında bilgi sahibi olmaları, bu bilgileri aktarabilmeleri ve bu ürünlerin tüketimini önce kendi beslenme düzenlerine dahil ederek diğer insanlara önerebilmeleri gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adiloğlu, A.K., Gönülateş, N., İşler, M., Şenol, A. (2013). Kefir tüketiminin insan bağışıklık sistemi üzerine etkileri: bir sitokin çalışması. *Mikrobiyol Bul* 47(2): 273-281.
- Ahmed, Z., Wang, Y., Ahmad, A., Khan, S.T., Nisa, M., Ahmad, H., Afreen, A. (2013). Kefir and health: a contemporary perspective. *Crit Rev Food Sci Nutr* 53(5): 422-434, doi: 10.1080/10408398.2010.540360
- Alkan, R., (2012) Probiyotik maya: *Saccharomyces boulardii*. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Dergisi* 5(4): 13-16.
- Andrews, J.M., Tan, M. (2012). Probiotics in luminal gastroenterology: the current state of play. *Intern Med J* 1:1287-1291, doi:10.1111/imj.12015.
- Anonymous (2002). FAO/WHO: Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Joint Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food., London Ontario, Canada.

- Anukam, K.C., Osazuwa, E.O., Reid, G. (2006). Knowledge of probiotics by nigerian clinicals. *Int J Probiotics Prebiotics*,1(1): 57-62.
- Aydın, M., Açıkgoz, İ., Şimşek, B. (2010). Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin probiyotik ürün tüketimlerinin ve probiyotik kavramının bilinme düzeyinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(2):1-6.
- Balkış, M. (2011). Lise öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları, probiyotik süt ürünleri tüketim sıklıkları ve bilgilerinin belirlenmesi: kulu örneği. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Ana Bilim Dalı Beslenme Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 140s.
- De Angelis-Pereira, M.C., Barcelos, M.F.P., Sousa, M.S.B., Pereira, J.A.R. (2013). Effects of the kefir and banana pulp and skin flours on hypercholesterolemic rats. *Acta Cirurgica Brasileira* 28(7): 481-486.
- De Oliveira Leite, A.M., Miguel, M.A., Peixoto, R.S., Rosado, A.S., Silva, J.T., Paschoalin, V.M. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Braz J Microbiol* 44(2): 341-349.
- Derin, D.Ö., Keskin, S. (2013). Gıda mühendisliği öğrencilerinin probiyotik ürün tüketim durumlarının belirlenmesi: Ege Üniversitesi örneği. *GIDA* 38(4):215-222.
- Güzel-Seydim, Z.B., Kok-Tas, T., Greene, A.K., Seydim, A.C. (2011). Review: functional properties of kefir. *Crit Rev Food Sci Nutr* 51(3):261-268, doi: 10.1080/10408390903579029.
- Hacıoğlu, G. Kurt, G. (2012). Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı, kabulü ve tutumları: İzmir ili örneği. *Business and Economics Research Journal* 3(1):161-171.
- Harish, K., Varghese, T., (2006). Probiotics in humans-evidence based review. *Calicut Medical Journal* 4(4):e3:1-11.
- Hasler, CM., (2002). Functional foods: benefits, concerns and challenges – a position paper from the American Council on Science and Health. *J Nutr* 132: 3772-3781, doi: 10.1093/jn/132.12.3772.
- İnanç, N., Şahin, H., Çiçek, B. (2005). Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri. *Erciyes Tıp Dergisi (Erciyes Medical Journal)* 27(3): 122-127.
- Karadağ, G., Aydın, N., Kayaaslan, H. (2012). Gaziantep üniversitesi tıp ve hemşirelik bölümünde okuyan öğrencilerin besin güvenliğine ilişkin duyarlılık ve görüşleri. *TAF Prev Med Bull* 11(4): 436-446, doi:10.5455/ pmb.1309418390.
- Klaenhammer, T.R., Kullen, M.J. (1999). Selection and design of probiotics. *Int J Food Microbiol.* 50: 45-57, doi: 10.1016/S0168-1605(99)00076-8.
- Köroğlu, Ö., Bakır, E., Uludağ, G., Köroğlu, S. (2015). Kefir ve Sağlık. *KSÜ Doğa Bil. Derg* 18(1): 26-30.
- Maalouf, K., Baydoun, E., Rizk, S. (2011). Kefir induces cell-cycle arrest and apoptosis in HTLV-1-negative malignant T-lymphocytes. *Cancer Manag Res* 3: 39-47.
- Narayan, S.S., Jalgaonkar, S., Shahani, S., Kulkarni, V.N. (2010). Probiotics: current trends in the treatment of diarrhoea. *Hong Kong Med J* 16:213-8.
- Payahoo, L., Nikniaz, Z., Mahvadi, R., Jafar-Abadi, M.A. (2012). perceptions of medical sciences students towards probiotics. *Health Promot Perspect* 2(1): 96-102.
- Raghuwanshi, S., Misra, S., Bisen, P.S. (2015). Indian perspective for probiotics: a review. *Indian J. Dairy Sci.* 68(3):1-12.
- Roberfroid, MB. (2000). Prebiotics and probiotics are they functional foods. *Am J Clin Nutr* 71:1682-1687, doi:10.1093/ajcn/71.6.1682S
- Sağdıç, O., Küçüköner, E., Özçelik, S. (2004). Probiyotik ve prebiyotiklerin fonksiyonel özellikleri. *Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg* 35 (3-4): 221-228.
- Sevilmiş, G. (2008). Bazı fonksiyonel gıdalarda tüketici kararları ve bunları etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım

Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, 118s.

Yabancı, N., Şimşek, I. (2007). Üniversite öğrencilerinin probiyotik ürün tüketim durumları. *TSK Korumucu Hekimlik Bülteni* 6(6): 449-454.

Yağcı, R. (2002). Prebiyotikler ve probiyotikler. *Çocuk Sağlığı Hastalıkları Dergisi* 45: 337-344.

Viana, J.V., Cruz, A.G., Zoelner, S.S., Silva, R., Batista, A.L.D. (2008). Probiotic foods: consumer perception and attitudes. *Int Food Sci Technol* 43, 1577-1580, doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01596.x.

Yuttaş, M., Yılmaz, A. (2017). Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinin probiyotik ürünler hakkında bilgi düzeyinin ve tüketim durumunun belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 6(2):64-69.

Zeren, R. (2015). Yetişkin bireylerin probiyotik besinler hakkında bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi. Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme Ve Diyetetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 63 s.



## **GIDALARDA AKILLI AMBALAJLAMA TEKNOLOJİSİ VE GÜNCEL UYGULAMALAR**

**Dilara Konuk Takma, Hilal Şahin Nadeem\***

Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 09010, Aydın, Türkiye

Geliş / *Received*: 27.09.2018; Kabul / *Accepted*: 14.01.2019; Online baskı / *Published online*: 20.02.2019

Konuk Takma, D., Şahin Nadeem, H. (2019). Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar. *GIDA* (2019) 44 (1): 131-144 doi: 10.15237/gida.GD18106

*Konuk Takma, D., Şahin Nadeem, H. (2019). Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar. GIDA (2019) 44 (1): 131-144 doi: 10.15237/gida.GD18106*

### **ÖZ**

Akıllı ambalajlama, gıda ambalajlama teknolojisinde öne çıkan en yeni paketleme sistemidir. Üreticiler, perakendeciler ve tüketiciler tarafından gıda güvenliği ve kalitesinin izlenebilirliği için yenilikçi ambalajlara artan talep, akıllı ambalajlama teknolojisinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. “Akıllı” terimi, ambalajın içinde veya dışında meydana gelen değişikliklere yanıt verebilmesini ve ürünün durumunu tüketicilere aktarabilmesini ifade etmektedir. Akıllı ambalajlama, birincil ambalaj fonksiyonlarının yanı sıra, gıda atıklarının önlenmesi veya azaltılması, gıda güvenliğinin sağlanması, ürün kalitesinin ve besleyici değerinin izlenebilmesini sağlamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, sıcaklığa ve bozulmaya bağlı olarak renk değiştiren barkodlar ve etiketler, modifiye atmosferde paketlenmiş ürünlerde sızıntı kontrolünü sağlayan kolorimetrik indikatörler, taze ürünlerin olgunluk derecesine bağlı olarak renk değiştiren filmler ve biyosensörler gibi akıllı ambalajlama araçlarının geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu derlemede, gıdalarda kullanılan akıllı ambalajlama sistemleri, bu sistemlerin çalışma prensipleri, geliştirilen akıllı ambalajlar ve gıda uygulamaları hakkında güncel bilgilere yer verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** gıda ambalajlama, akıllı ambalaj, akıllı etiket, ambalaj indikatörleri, sensörler

## **INTELLIGENT PACKAGING TECHNOLOGY IN FOODS AND CURRENT APPLICATIONS**

### **ABSTRACT**

Intelligent packaging is the newest packaging system in food packaging technology. Increasing demand for innovative packagings by producers, retailers, and consumers to monitor quality and safety of food has led to arise intelligent packaging. The term “intelligent” refers to the response to changes occurring inside or outside packaging and transferring status of the product to consumers. Intelligent packaging, besides the primary functions of packaging, provides preventing or reducing food waste, ensuring food safety, monitoring quality and nutritional value of product. Recent studies have focused on the development of intelligent packaging devices such as color-changing barcodes and labels based on temperature and deterioration, colorimetric indicators providing leakage control of products packaged in a modified atmosphere, color-changing films depending on the degree of maturity of fresh products, and biosensors. In this review, intelligent packaging systems, the working principles of these systems, and recent information about intelligent packaging and food applications are presented.

**Keywords:** food packaging, intelligent packaging, intelligent label, packing indicators, sensors

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ hilal.nadeem@adu.edu.tr,

☎ (+90) 256 213 7503,

☎ (+90) 256 213 6686

## GİRİŞ

Gıda endüstrisinde ambalaj, gıdaların kalitesinin korunması, kontaminasyonların önlenmesi, taşınması ve depolanması için kullanılan bir çeşit koruma sistemidir (Otle ve Sahyar, 2016). Genel hatlarıyla ambalajın fonksiyonları muhafaza, koruma, iletişim ve kolaylık olmak üzere 4 başlık altında toplanabilir. Ambalaj; gıdanın üretim hattını terk etmesinden itibaren gıdayı içinde bulundurarak tüketiciye ulaşıncaya kadar muhafaza işlemini gerçekleştirmektedir. Ambalaj ürünü fiziksel ve mekanik etkilere karşı koruduğu gibi, aroma kaybını önleme, ışık geçirmezliği sağlama ve mikrobiyolojik koruma da sağlamaktadır. Muhafaza ve koruma fonksiyonları dışında ambalaj tüketici ile ürün arasındaki iletişimi de sağlamaktadır. Ambalajın kolaylık fonksiyonu ise ürünü kolay açma, kapama, boşaltma, taşıma, depolama, raf yerleştirme gibi kolaylıkları kapsamaktadır (Singh ve Heldman, 2014).

Tüketici talepleri, teknolojinin ilerlemesi ve gıda endüstrisinin eğilimleri doğrultusunda gıda ambalajlama teknolojileri sürekli olarak gelişme göstermektedir. Son yıllarda ambalaj materyaline fonksiyonel özelliklerin kazandırıldığı yeni ambalajlama teknolojileri ortaya çıkmıştır. Bunlar aktif ve akıllı ambalajlama teknolojileri olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır (Realini ve Marcos, 2014). Aktif ambalajlama teknolojisinde, gıdadaki bozulma reaksiyonlarının hızının azaltılması ve gıdanın raf ömrünün daha da uzatılabilmesi için oksijen tutucular, nem emiciler, antimikrobiyal ajan salıncıları, etilen tutucular ve koku emiciler gibi çeşitli aktif bileşenlerin ambalaj malzemesine veya ambalaj içine eklenmesinden yararlanır (Shin ve Selke, 2014; Fang vd., 2017). Akıllı ambalajlama teknolojisi ise gıdanın güvenliği ve kalitesi hakkında üretici ve tüketiciye bilgi verebilen ve ürün kalite ve güvenliği hakkında erken uyarılarda bulunan ambalaj sistemleridir (Üçüncü, 2011). Gıda ürünlerinin ve ürünlerin lojistiğinin giderek daha kapsamlı ve karmaşık bir hale gelmesi sonucu belirtilen raf ömrünü, ürün kalitesini, besleyici değerini ve gıda güvenliğini sağlamak için yeni gereksinimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle gıda güvenliğiyle ilgili olarak, küresel gıda güvenliği otoritelerinin son yıllarda

çalıştıkları, gıdalarda izlenebilirlik sistemlerinin uygulaması üzerine konuların desteklendiği açık bir şekilde görülmektedir (Kerry, 2014). Bu derlemede son yıllarda hızla gelişme gösteren akıllı ambalajlama teknolojisi ve gıdalarda güncel uygulamalarına ilişkin bilgiler özetlenmiştir.

## AKILLI AMBALAJLAMA KAVRAMI

Akıllı gıda ambalajı, gıdanın ve etrafındaki çevrenin şartlarını izleyebilen madde ve materyaller olarak ifade edilmektedir. Bu ambalajlar; taşıma ve depolama boyunca gıdayı veya gıdanın çevresini izleyerek meydana gelen bazı değişimler sonucu ürünün tazeliği ve güvenliği hakkında üretici, satıcı ve tüketiciye bilgi sağlamaktadır (Majid vd., 2016; de Kruif vd., 2002). Akıllı ambalajlama sistemleri iki grupta sınıflandırılmaktadır. Bunlar; akıllı etiketler ve ambalaj indikatörleridir. Akıllı etiketler; barkodları ve radyo frekanslı tanımlama etiketlerini (RFID) kapsamaktadır. Ambalaj indikatörleri; sıcaklık-süre indikatörleri, sızıntı (O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> indikatörleri), tazelik indikatörleri ve biyosensörleri içermektedir (Taoukis ve Tsironi, 2016). Akıllı ambalajlama sistemleri, ambalajlanan ürün hakkındaki verilerin, ambalaja akıllılık özelliği kazandıran bu etiketler ve indikatörler aracılığıyla işlenmesi ve elde edilen bilgilerin tüketiciye aktarılması şeklinde çalışır. Tüketiciye ürünün kalitesi, tazeliği, raf ömrü, kullanım koşulları hakkında bilgi verir. Akıllı ambalajlama sistemlerinin çalışma prensipleri; sıcaklık-süre ölçümü, kimyasal veya mikrobiyolojik kalite değişimlerinin ölçümüne dayanır (Yam vd., 2005). Akıllı paketleme sisteminde kullanılan göstergeler, ambalaj üzerine yapıştırılabilir veya paket içerisine entegre edilebilir. Gıda ambalaj malzemesine dahil edilen veya üzerine etiketlenen akıllı ambalajlama sistemleri, tedarik zinciri boyunca ürün kalitesini izlemek, kritik noktaları kontrol etmek ve daha ayrıntılı bilgi vermek için olanaklar sunmaktadır (Dobrucka, 2013). Akıllı ambalajların geliştirilmesinde, gıda kalitesinin veya raf ömrünün tahmininde sensör sinyalinin sağlamak için matematiksel modelleme oldukça önemlidir. Sensör verileri ve gıda kalitesi arasındaki ilişkiyi modellemek için gıda kalitesini etkileyen reaksiyonların kinetiğinin bilgisi gereklidir (Heising vd., 2014).



### Akıllı Etiketler

Ambalaj üzerinde yer alan ve ürünün özelliklerini tanımlamak amacıyla kullanılan bir işaretleme yöntemi olan barkodlara akıllı özellik kazandırılarak, gıdadaki bozulmalara paralel olarak değişimleri sağlanmaktadır. Termokromik pigmentler içeren mürekkep kullanılarak geliştirilen barkodlar, belli sıcaklıklarda renk değişimi göstererek gıdalarda sıcaklık değişimlerini gözlemleyebilmektedir. Özellikle soğukta muhafaza edilen gıda ürünlerinde kullanılmak üzere geliştirilen bu akıllı barkodlar, sıcaklık değişimi gerçekleştiğinde mor renge dönmekte ve barkod tarandığında veri aktarımı yapamaz hale gelmektedir. Bu sayede riskli gıdalarda bozulma durumunda ürünün barkodunun okunmaması sonucu satışının gerçekleşmemesi ve otomatik olarak elenmesi sağlanır (Lee ve Rahman, 2014). Şekil 1.a' da TRACEO firması tarafından tazelik indikatörü olarak geliştirilen ticari barkodlar görülmektedir. Radyo frekanslı tanıma sistemi (Radio frequency information device (RFID)), radyo dalgalarını kullanarak etiket okumayı sağlayan bir teknolojidir. Bu sistemin çalışma prensibi, mikroçiplerin ürüne yerleştirilerek, fiziksel etkileşim yerine, ürünlerin kimliklerini radyo dalgalarıyla okuyabilmesine dayanır (Lee ve Rahman, 2014). RFID etiketler, gıda ile hareket ederek ürün ve ürünün geçmişi hakkındaki tüm bilgileri taşır. RFID etiketleri gıdanın sıcaklık, bağıl nem ve tüketim talimatları gibi bilgilerini taşımakla birlikte, radyo dalgaları aracılığıyla ürünü uzaktan takip edebilmektedir (Karagöz ve Demirdöven, 2017). Bu sistem ile ürün verilerinin uzaktan erişerek okunabilmesi depolama ve stok takibinde kolaylık sağlamaktadır. Disk, cam kapsül, etiket gibi farklı biçimlerde bulunabilen bu etiketlerin diğer indikatörlerle de birleştirilebildiği belirtilmiştir (Yuksel ve Zaim, 2009). RFID uygulamaları, son on yılda üretim ve dağıtım zincirinin tüm aşamalarında iyi izlenebilirlik ile ilgili olarak aşamalı olarak geliştirilmiştir. Gıda ürünlerinin menşei, kalitesi, lojistik aşamaları, muhafaza sıcaklıkları hakkında üreticiden tüketiciye bilgi aktarımını sağlayabilmektedirler (Costa vd., 2013).

### Ambalaj indikatörleri

Ambalaj indikatörleri, bir maddenin varlığına veya yokluğuna, iki veya daha fazla madde arasındaki bir reaksiyonun derecesine veya belirli bir madde veya madde sınıfının konsantrasyonuna bağlı olarak renk yoğunlukları veya gösterge boyunca bir boyanın difüzyonu gibi görsel etkiler ile tüketiciye bilgi vermektedir. Bu bilgiler doğrultusunda gıdanın kalitesi, tazeliği, veya oluşabilecek mikrobiyal bozulmaların varlığı anlaşılmaktadır (Ghaani vd., 2016). Ambalaj indikatörleri, özellikle kısa sürede tüketilen et, tavuk ve balık gibi gıda ürünlerinde mikrobiyal kontaminasyon veya uygunsuz koşullarda muhafaza sonucu mikrobiyal gelişmelerin oluşumunun göstergesi olarak önemli rol oynar ve gıda kaynaklı hastalıkları azaltır (Kerry, 2014).

Gıdaların bozulmasındaki temel nedenlerden biri sıcaklıktır. Gıdaların taşıma ve depolama sırasındaki sıcaklık kontrolü, mikroorganizmaların gelişmesi, metabolik aktiviteler ve diğer kimyasal, duyuşsal ve besinsel reaksiyonlar üzerine olan etkisinden dolayı önemlidir (Karel ve Lund, 2003). Zaman-sıcaklık indikatörleri; gıdanın sıcaklık geçmişinin, kimyasal, elektrokimyasal ve enzimatik reaksiyonlar sonucu geri dönüşümsüz olarak bildirilmesini sağlayan araçlardır (Shimoni vd., 2001). Özellikle dondurulmuş gıdalar, et ve et ürünleri, dondurulmuş meyve ve sebzeler, süt ve süt ürünlerinde sıcaklığın artmasından kaynaklanan mikrobiyal, enzimatik ve biyokimyasal bozulmalara karşı son derece duyarlı indikatörlerdir. Zaman sıcaklık indikatörleri sayesinde soğuk zincir ürünlerin denetimi etkili bir şekilde yapılabilmektedir (Taoukis ve Tsironi, 2016). Şekil 1.b' de Fresh-Check® firması tarafından geliştirilen tazelik indikatörü görülmektedir.

Tazelik indikatörlerinin çalışma prensibi, mikrobiyal bozulma sonucu oluşan organik asitler, etanol, uçucu azot bileşikleri, karbondioksit ve kükürtlü bileşikler gibi metabolitlerin varlığında ambalaj üzerindeki etiketin renk değiştirmesine dayanmaktadır. Amonyak, dimetilamin ve trimetilamin gibi uçucu azot bileşenleri balıklarda bozulmanın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu tip

etiketler özellikle modifiye atmosfer paketlenme (MAP) tekniği ile paketlenen et ürünlerinde kullanılmaktadır (Smolander, 2008). Tazelik indikatörleri, pH değişimine, uçucu azot bileşiklerine, hidrojen sülfüre ( $H_2S$ ), veya mikrobiyal metabolitlere duyarlı olmak üzere çalışma prensiplerine göre 4 gruba ayrılmaktadır. Ambalajın tepe boşluğunda toplanan uçucu azot

bileşiklerinin veya sülfürlerin etkisiyle pH değişmekte ve bu durum pH indikatörlerinde renk değişiminin olmasıyla anlaşılmaktadır (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015). Hidrojen sülfüre ( $H_2S$ ) duyarlı tazelik indikatörleri genellikle et ve et ürünlerinin kalitesini belirlemek için kullanılmaktadır (Ghaani vd., 2016).



Ürün tazelikliğini gösteren şeffaf, okunabilir barkod



Tüketime uygun olmayan ürünü gösteren mat, okunamayan barkod



Şekil 1. TRACEO firması tarafından tazelik indikatörü olarak geliştirilen barkodlar (a) (Kokangül ve Fenercioğlu, 2012) , Fresh-Check® (2018) firması tarafından geliştirilen tazelik indikatörü (b)

Oksijen birçok gıdanın bozulmasından sorumlu ana faktörlerden biridir. Gıdalarda oksijen varlığında gerçekleşen oksidatif reaksiyonlar, ürünlerin besin değeri, aroma ve renk gibi kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilerken, aerobik mikroorganizmaların büyümesine ortam sağlayarak bozulmaya katkıda bulunur (Dalmoro vd., 2017). Özellikle MAP ambalajlı gıdalarda uzaklaştırılan havanın yerine formüle edilmiş bir gaz karışımı ile paketlenmesi ve ürünün herhangi bir sızıntı olmadan tüketiciye ulaşması önemlidir. Sızıntı indikatörleri modifiye atmosferde ambalajlanan gıdalarda gazların varlığını ya da yokluğunu gösteren, ambalaj bütünlüğü ve sızıntıları hakkında bilgi verebilen indikatörlerdir (Heising vd., 2014). Bu indikatörler kimyasal ve enzimatik reaksiyonların bir sonucu olarak renk değiştirirler. İndikatörler; tablet, etiket, baskı

şeklinde olabildiği gibi, polimer film kaplanarak da formüle edilebilmektedir (Üçüncü, 2011). Bu indikatörlerin dezavantajı yüksek hassasiyete sahip olmasıdır. Çok düşük (~0.1 %) oksijen konsantrasyonunda indikatörde değişim olabileceği ifade edilmiştir. Bu durum dikkate alınarak geliştirilen oksijen indikatörleri, ticari olarak bir dizi şirket tarafından üretilmektedir (Kerry vd., 2006).

### Sensörler

Sensörler, fiziksel veya kimyasal bir özelliğin tespiti veya ölçümü sonucu bir sinyal vererek, bir maddenin varlığının tespit edilmesi için kullanılmaktadır (Ghaani vd., 2016). Sensörler zaman alıcı ve maliyetli analizlere bir alternatif sunmasına rağmen, ticari olarak kullanımlarındaki bazı engellerin aşılması gerekmektedir. Bunlar;

boyutunun küçültülmesi, esnekliğin artırılması, üretim maliyetinin azaltılması, sağlamlığın artırılması, mevzuata uygun olması ve gıda güvenliğini göz önünde bulundurmasıdır (Vanderroost vd., 2014). Akıllı ambalaj geliştirmek için özellikle gıda bozulması veya paket sızıntıları ile ilgili uçucu organik bileşikleri ve gaz moleküllerini ( $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ , vd.) izleyebilen küçük ve esnek sensörler son zamanlarda oldukça ilgi çekmektedir (Tang vd., 2010). Akıllı ambalajda kullanılan bazı sensör tipleri, kimyasal sensörler, biyosensörler ve gaz sensörleridir. Kimyasal sensörler, gıda kalitesinin ve ambalaj bütünlüğünün izlenmesinde daha yaygın görülmektedir. Bu sensörler, sıvı veya gaz fazında olan ortamın kimyasal bileşimi hakkında bilgi sağlayabilmektedir. Gaz sensörleri, gaz formundaki bakteri metabolitlerinin konsantrasyonlarında oluşan bir değişikliğe bağlı olarak, karbondioksit üretimi gibi, gıda ürünüde bakteri üremesi gerçekleştiğini göstermektedir (Dalmoro vd., 2017). Özellikle et ürünlerinde mikrobiyal büyüme ile ilgili kimyasal değişikliklerin tespiti amacıyla aminlerin belirlenmesi için amperometrik biyosensörler, hidrojen peroksiti tespit etmek için platin elektrotları, ve enzimlere dayalı sistemler gibi bir takım enstrümental teknikler ile sensörlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Huang vd., 2011). Sensörler, geleceğin akıllı paketleme sistemleri için en umut verici ve yenilikçi teknoloji olarak kabul edilmektedir.

## GÜNCEL UYGULAMALAR

Akıllı gıda ambalajlama uygulamaları ve yeni akıllı indikatör araçlarının geliştirilmesi yönünde yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Özellikle, kullanımının kolay ve düşük maliyetli olması nedeniyle, gıdaların akıllı ambalajında kolorimetrik pH indikatörleri yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Genellikle tazelik indikatörü olarak kullanılan bu indikatörler, gıdalarda mikrobiyal bozulma veya metabolizmanın bir sonucu olarak üretilen metabolitlerin varlığında renk değişimi prensibine dayanmaktadır. Metabolitler gıdanın çeşidine göre farklılık göstermekle birlikte, organik asitler, etanol, karbondioksit, azot bileşikleri veya uçucu diğer bileşikler içermektedir. İndikatör madde duyarlı

olduğu metabolit konsantrasyonunda artış sonucu renk değiştirmektedir. Saliu ve Della Pergola (2018) tarafından geliştirilen lisin/poli-lisin/antosiyantinler içeren kolorimetrik indikatör karbondioksit varlığında mavi renkten pembe renge dönüşerek gıda tazelikindeki azalmayı göstermektedir. Tavuk eti ambalajlarına yerleştirilen bu indikatör, mikrobiyal gelişme ile uyumlu olarak renk değişimi göstermiştir. Ma vd. (2018) tarafından dut ekstraktı, polivinilalkol ve kitosan nanopartiküllerine enkapsüle edilerek geliştirilen akıllı filmler balık bozulmalarının izlenmesinde test edilmiştir. Depolama süresince balıklardaki bozulmaya paralel olarak indikatörün rengi kırmızıdan yeşile dönmüştür. Ambalaj içerisinde biriken azotlu bileşikler ortam pH'sını arttırarak indikatörde renk değişimine neden olmuştur. Zhang vd. (2018) tarafından domuz etlerinde tazelik izlemek amacıyla roselle antosiyantinleri içeren ve biyobozunur polimer olarak nişasta, polivinil alkol ve kitosanın ikili kombinasyonlarının kullanıldığı akıllı filmler geliştirilmiştir. Filmlerin özellikleri incelendiğinde, nişasta/polivinil alkol/roselle antosiyantinleri ile oluşturulan film en yüksek antioksidan aktiviteye sahip iken, polivinil alkol/ kitosan/roselle antosiyantinleri ile oluşturulan film en yüksek çekme mukavemetine sahip olduğu bulunmuştur. Yüksek antioksidan aktivitesi antosiyantinlerin film yapısına immobilize edildiğinin göstergesi olup, bu filmler aynı zamanda en iyi renk stabilitesi göstermiştir. Geliştirilen filmlerde elde edilen yüksek çekme mukavemeti ile kitosan bazlı filmlerin zayıf mekanik özellikleri aşılmıştır. Nişasta/polivinil alkol/roselle antosiyantinleri ile oluşturulan film, 25°C'de muhafaza edilen domuz etinin tazelikini izlemek için kullanıldığında filmin kırmızıdan yeşile doğru renk değişimi gösterdiği görülmüştür. Başka bir çalışmada ise domuz etinin depolanması süresince oluşan aminlerin hassas tespiti için ıspanak, kırmızı turp, kış yasemini ve siyah pirinçten elde edilen dört farklı doğal renk pigmentine dayalı kolorimetrik sensörler geliştirilmiştir. Bozulma boyunca ortamda oluşan amin bileşiklerine karşı siyah pirinç ekstraktının en hassas olduğunu belirlenmiştir. Farklı pigmentlerin uçucu maddelere karşı farklı hassasiyet göstermesi bileşimlerinde bulunan renk pigmentlerine bağlı olup, ıspanakta klorofil, kış

yasemininde karotenoidler, kırmızı turp ve siyah pirinçte ise antosiyaninler rol oynamaktadır. Yapılarında yer alan karbonil ve hidroksil

gruplarının amin bileşiklerini bağlaması nedeniyle antosiyaninlerin daha etkili olduğu belirtilmektedir (Xiao-wei vd., 2014).

Çizelge 1. İndikatör özelliği gösteren akıllı filmlerin bileşimi, kullanım amaçları ve gıda uygulamaları üzerine yapılan güncel çalışmalar

İndikatör Özelliği Gösteren Akıllı Filmlerin Bileşimi	Kullanım Amacı	Gıda Uygulaması	Referans
Lisin/Poli-lisin/Antosiyaninler	Mikrobiyolojik yönden kalitenin değerlendirilmesi	Tavuk eti	Saliu ve Della Pergola (2018)
Polivinil alkol/Kitosan/Dut ekstraktı	Ürün tazeliğinin değerlendirilmesi	Balık	Ma vd. (2018)
Nişasta/Polivinil alkol/Roselle antosiyaninleri	Ürün tazeliğinin değerlendirilmesi	Domuz eti	Zhang vd. (2018)
Nişasta/Polivinil alkol/Limonen	Mikrobiyolojik yönden kalitenin değerlendirilmesi	Pastörize süt	Liu vd. (2017)
Nişasta/Polivinil alkol/Antosiyaninler	Ürün tazeliğinin değerlendirilmesi	Balık	Zhai vd. (2017)
Tara gum/Polivinil alkol/Zerdeçal	Ürün tazeliğinin değerlendirilmesi	Karides	Ma vd. (2017)
Patates Nişastası/ Antosiyaninler	Mikrobiyolojik yönden kalitenin değerlendirilmesi	Domuz eti	Choi vd. (2017)
Kitosan/ Çiçek Ekstraktları	Ürün tazeliğinin değerlendirilmesi	Domuz eti, Balık	Zhang vd. (2014)

İndikatör özelliği gösteren akıllı filmlerin bileşimi, kullanım amaçları ve gıda uygulamaları üzerine yapılan güncel çalışmalar Çizelge 1'de özetlenmiştir. Liu vd. (2017) tarafından geliştirilen limonen ile zenginleştirilmiş filmler pastörize sütlerde 48 saat sonunda pembe renkten kırmızı renge geçişi görülmüştür. Zhai vd. (2017) tarafından geliştirilen antosiyaninler içeren kolorimetrik filmler kullanılarak balıklarda bozulma ile oluşan aminlerin birikimi sonucu antosiyaninlerin pembe-mor rengi mavi renge dönüşerek ürün tazeliği hakkında bilgi vermektedir. Tatlı mor patatesten ekstrakte edilen antosiyanin ekstraktının ilave edildiği patates nişastasından elde edilen filmler domuz etlerinde bozulmayla beraber pembeden yeşile doğru renk

değişimi göstermiştir (Choi vd., 2017). Bir diğer çalışmada, amonyak indikatörü olarak kullanılmak üzere tara gum/polivinil alkol bazlı ve zerdeçal içeren kolorimetrik filmler geliştirilmiştir (Ma vd., 2017). Geliştirilen filmler karideslerde tazelik göstergesi olarak kullanıldığında, mikrobiyal bozulma sonucu oluşan amonyak varlığında gözle görülür bir biçimde sarıdan kahverengiye doğru renk değişimi göstermiştir. Musso vd. (2016) jelatin bazlı filmlere zerdeçal ilave ederek, pH'ya bağlı renk değişimi gösteren akıllı film materyalleri geliştirmişlerdir. pH=6'da sarı renk gösteren filmler, pH=11'de kırmızı renk göstermiştir. *Bauhinia blakeana* Dunn çiçeğinden ekstrakte edilen doğal boyalar kullanılarak kitosan bazlı kolorimetrik pH değişimine duyarlı filmler

geliştirilmiştir. Film rengi, 25 ° C'de muhafaza edilen domuz eti ve balık örneklerinde yaklaşık 12 saat sonra mordan kahverengiye, 24 saat sonra kahverengiden yeşile doğru değişmiştir (Zhang vd., 2014).

Literatürde gıda uygulamalarının gerçekleştirilmediği fakat indikatör özelliği gösteren potansiyel akıllı filmlerin geliştirildiği çalışmalar da yer almaktadır. Luchese vd. (2017) tarafından yaban mersini meyve suyu üretiminden açığa çıkan atıklar kullanılarak, mısır nişastası bazlı pH duyarlı indikatör filmler geliştirilmiştir. Antosiyaninler ve mısır nişastasının oluşturduğu kompleksin pH'ya bağlı renk dönüşümü açığa çıkarılmıştır. Mor tatlı patates antosiyaninleri kullanılarak gellan gum bazlı pH indikatörleri geliştirilmiş ve proteince zengin gıdalarda kullanılabilirliği önerilmiştir (Wei vd., 2017). Benzer şekilde kırmızı lahana antosiyaninleri kullanılarak kitosan ve polivinilalkol bazlı pH indikatörü filmler geliştirilmiş ve taze gıdalarda kullanılabilirliği önerilmiştir (Pereira vd., 2015). Bir başka çalışmada ise indikatör boyalar kullanılarak kitosan, sitrik asit, karboksi-metilselüloz bazlı sülfür ve etil alkole duyarlı uçucu bileşik indikatörü geliştirilmiştir. Bu indikatörlerin özellikle taze meyvelerin olgunlaşma derecesinin göstergesi olarak kullanılabilirliği önerilmiştir (Niponsak vd., 2016). Akıllı ambalajlama uygulaması için kırmızı lahana ve gül ağacı ekstratlarından elde edilen doğal renk pigmentleri kullanılarak kolorimetrik bir sensör tasarlanmıştır. Kırmızı lahana ve gül üzerinde bulunan antosiyaninler, pH arttığında kırmızıdan yeşile doğru değişerek pH sensörleri olarak davranmıştır (Shukla vd., 2016). Yoshida vd. (2014) doğal antosiyaninlerle (1% w/w) zenginleştirilmiş kolorimetrik pH indikatörü olarak kullanılmak üzere kitosan (2% w/w) bazlı akıllı filmler geliştirilmiştir. Farklı pH'lardaki tampon çözeltilerde incelenen filmler asidik koşullarda (pH = 2.0) pembe, nötral koşullarda (pH = 7.0-8.0) mavimsi-yeşil ve bazik koşullarda (pH = 13.0) sarı renk göstermiştir.

Akıllı filmlerin dışında indikatör özelliği gösteren boyaaların farklı materyallere immobilizasyonu ile kullanılan sensörler de geliştirilmektedir.

Kuswandi ve Nurfawaidi (2017) et tazeliğinin değerlendirilmesi amacıyla metil kırmızısı ve bromkrezol pembesi boyalarının immobilizasyonu ile çiftli sensör geliştirilmiştir. Etin bozulmasıyla beraber bromkrezol pembesi mora dönüşürken, metil kırmızısı sarıya dönüşmüştür. Geliştirilen çiftli sensörlerin yanıtı; toplam canlı sayısı ve oluşan uçucu amin bileşikleri ile de uyumlu bulunmuştur. Morsy vd. (2016) tarafından balıklardaki bozulmayı izleyebilecek çoklu bir indikatör araştırması yapılmıştır. Seçilen 16 renk maddesi silika jele eşit miktarda uygulanarak, örneklerin depolanacağı cam ambalajların kapak kısmına yerleştirilmiştir ve 4°C'de 9gün depolanan balık örneklerinde bozulma sonucu oluşan uçucu bileşiklerin sensörlerde meydana getirdiği renk değişimleri incelenmiştir. Aynı zamanda örneklerde pH, tiyobarbitürik asit, toplam uçucu bazik azot tayini ve toplam canlı sayısı analizleri ile indikatör uyumu doğrulanmıştır. Chen vd. (2017) tarafından akıllı barkod geliştirmeye odaklanan bir çalışmada ise düşük maliyetli, kağıt bazlı ve akıllı telefonlara uyumlu bir barkod modeli hedeflenmiştir. Çapraz-reaktif buhar duyarlı boyaaların reçine mikroboncuklar içerisine enkapsüle edilerek ve düşük maliyetli bir kağıt alt-tabakası üzerine emdirilerek elde edilen bir barkod modeline dayanan sensör geliştirilmiştir. Tavuk etinden çıkan gazların algılanmasında "nil kırmızısı", "çinko tetrafenilporfirin (Zn-TTP)" ve "metil kırmızısı" boyaaları kullanılmıştır. Böylece sensörün bir fotoğrafı çekilerek et ürününün durumu akıllı telefonda izlenebilmiştir. Bu şekilde renk bilgisi fotoğraftan çıkarılarak, et kalitesine karar vermek için standart grafik ile karşılaştırılabilmesi sağlanmıştır. Orta nemli hazır tatlılarda akıllı ambalajlama uygulaması ile mikrobiyal bozulmanın izlenebilirliği için, bromtimol mavisi ve metil kırmızısı boyaaları kullanılarak kolorimetrik indikatörler geliştirilmiştir. İndikatör, mikrobiyal metabolitlerden CO<sub>2</sub> oluşumuna bağlı olarak kademeli renk değişimi göstermiştir. Birinci aşamada yeşilden sarıya, ikinci aşamada sarıdan turuncuya renk değişimi göstererek, raf ömrü sona eren ürünlerde turuncu-kırmızı renk belirlenmiştir (Nopwinyuwong vd., 2010).

Salinas vd. (2014) tarafından 13 renk indikatörüne (dimetil sarısı, malakit yeşili, metanil sarı, karminik asit, parlak sarı, m-krezol moru, bromkrezol moru, timol mavisi, fenoltalein ve diğerleri) dayalı bir kromojenik dizi kullanarak, MAP ile paketlenmiş haşlanmış marine edilmiş hindi eti için akıllı araçlar geliştirilmiştir. Kromojenik dizi, renk değişimlerini çıkarmak ve analiz etmek için dijital kamera ve Photoshop gibi araçlarla kombine edilmiştir. Elde edilen veriler, ürünün “taze”, “taze değil” veya “tüketilemez” olarak sınıflandırılmasını sağlamıştır (Salinas vd., 2014). Hidroksipropil selüloz (HPC) içinde kapsüllenmiş tiyazin boyalarının (metilen mavisi, MB) kümelenmesine dayanan bir renk değişimi ile neme duyarlı kolorimetrik indikatör geliştirilmiştir. Başlangıçta mor renkli olan MB/HPC film, ısı ile aktive edilerek mavi renk almaktadır. Isıl işlem görmüş MB/HPC film (mavi), 21°C’de ortamdaki nem değeri %70’i aştığında neme bağlı olarak mor rengine geri dönerek yanıt vermektedir (Mills vd., 2017). Bir diğer çalışmada, soğukta depolanan kalamarın raf ömrünün değerlendirilmesi için hızlı, kullanımı kolay bir optoelektronik sistem geliştirilmiştir. Bu amaçla, farklı boya (timol mavisi, bromtimol mavisi, bromkrezol pembesi, dinükleer rodyum kompleksi, bromfenol mavisi) alüminyum oksit ve silika jel ile birleştirilmesiyle hazırlanan altı algılama materyali içeren bir kolorimetrik diziden oluşan optoelektronik sensör tasarlanmıştır ve kolorimetrik diziyle kalamar tazeliği arasında uyum bulunmuştur (Zaragoza vd., 2015).

Pek çok ticari akıllı ambalajlama, geliştirilen sensörlerin ve indikatörlerin kullanımına dayanmaktadır. Et endüstrisinde sensörlerin yaygın kullanımına yönelik önemli adımlar atılmıştır. Ticari bir örnek olan UPM Raf Ömrü (UPM, Helsinki, Finlandiya) gösterge etiketi, modifiye atmosfer paketlerinin bütünlüğünü izleyebilmektedir. Ambalajın iç kısmına eklenen etiket, şeffaf dış paketten görülebilmektedir ve lamine tabakalar arasında tutulan oksijenle reaksiyona girebilen bir redoks boya içermektedir. Renksiz etiketin maviye doğru bir renk değişimi, paket içinde oksijen varlığını göstererek ambalajı hasar gören veya sızıntı meydana gelen ürünleri belirlemektedir. Başka bir ticari örnek olan

SensorQ™ yapışkan sensör etiketi, tüketiciye ürün tazeliğini açık bir şekilde göstermek için, et ve tavuk ambalaj paketlerinin iç ambalajına uygulanmaktadır. Etiketindeki "Q" harfi iç kısmı portakal rengi olduğunda ürün taze iken, kahverengiye doğru dönüşerek bozulmaya işaret etmektedir (O’Grady ve Kerry, 2008). Smolander vd. (2002) tarafından MAP ile paketlenmiş tavuk eti ürünleri için hidrojen sülfüre duyarlı agaroz immobilize edilmiş miyogloblin bazlı sensörler geliştirilmiştir. Ambalaj materyaline floresan veya fosforan boyalar yerleştirilmesiyle floresans bazlı sensörler de geliştirilmektedir. Bu sensörler ortamda bulunan gazın difüze olarak floresan boyaya ulaşması sonucu ambalajın ışıdamasını sağlamaktadır (Karagöz ve Demirdöven, 2017). Bunlara ek olarak, Toxin Guard™, Toxin Alert (Ontario, Kanada) ve Food Sentinel Systems (SIRA Technologies, Pasadena, CA) tarafından antibody-antiijen reaksiyonlarına dayanan görsel bir sensör geliştirilmiştir. Sensör, polimer ambalaj filmlerine entegre olarak patojenik bakterilerin varlığını göstermektedir (Mohebi ve Marquez, 2015).

## SONUÇ

Gıda ambalajlama, nakliye, depolama ve tüketime kadar gıdaların kalitesini korumak için uygulanan ana işlemlerden biridir. Akıllı ambalajlama, gıda ambalajı alanındaki yeni teknolojilerden biridir. Hızla gelişmekte olan bu teknoloji ticari olarak yaygın olmamasına rağmen, gıda ürünlerinin güvenliğinin ve kalitesinin izlenebilirliği için büyük bir potansiyele sahiptir. Akıllı ambalaj etiketlerindeki görsel değişim, tüketicinin kendi isteklerine dayanarak ürünün kişisel bir değerlendirmesini yapmasına ve ürünü en iyi şekilde tüketmesine olanak sağlamaktadır. Akıllı ambalajlama teknolojisinin gıda endüstrisi tarafından benimsenmesi tüketicilere birçok kolaylık sunacak ve kuşkusuz gıda güvenliğinde iyileştirme sağlayacaktır. Özellikle kolay bozulma özelliği taşıyan gıdalar, akıllı ambalajlama için en önemli hedef gruptur. Depolama sırasında gıda bozulma mekanizmasına bağlı olarak ortaya çıkan asitler, aminler, karbondioksit ve aldehitler sonucu değişen pH’nın gıda ambalajında izlenmesi, gıda maddesinin raf ömrünü gösterebilmektedir. Geliştirilen akıllı ambalaj

materyallerinde, özellikle paket içerisine yerleştirilenler için, gıdaların bileşimi ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi, insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri ve aynı zamanda yasal düzenlemelerdeki yeri gibi faktörler mutlaka dikkate alınmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- Chen, Y., Fu, G., Zilberman, Y., Ruan, W., Ameri, S. K., Zhang, Y. S., Miller, E., Sonkusale, S. R. (2017). Low cost smart phone diagnostics for food using paper-based colorimetric sensor arrays. *Food Control*, 82: 227-232, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.07.003>
- Choi, I., Lee, J. Y., Lacroix, M., Han, J. (2017). Intelligent pH indicator film composed of agar/potato starch and anthocyanin extracts from purple sweet potato. *Food Chemistry*, 218: 122-128, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.050>
- Costa, C., Antonucci, F., Pallottino, F., Aguzzi, J., Sarriá, D., Menesatti, P. (2013). A review on agri-food supply chain traceability by means of RFID technology. *Food and bioprocess technology*, 6(2): 353-366, doi: 10.1007/s11947-012-0958-7.
- Dalmoro, V., dos Santos, J. H. Z., Pires, M., Simanke, A., Baldino, G. B., Oliveira, L. (2017). 4-Encapsulation of sensors for intelligent packaging. In: *Food Packaging*, Grumezescu, A. M. (chief ed.), Academic Press, pp. 111-145, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804302-8.00004-2>.
- de Kruijf, N.N., van Beest, M., Rijk, R., Sipilainen-Malm, T., Paseiro, L.P., De Meulenaer, B. (2002). Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. *Food Additives and Contaminants*, 19 Suppl:144-162.
- Dobrucka, R. (2013). The future of active and intelligent packaging industry. *Logforum*, 9 (2): 103-110. [http://www.logforum.net/pdf/9\\_2\\_4\\_13.pdf](http://www.logforum.net/pdf/9_2_4_13.pdf) (Erişim tarihi: 15.08.2018).
- Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R. D., Johnson, S. K. (2017). Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 61: 60-71, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.002>.
- Fresh-Check® (2018). Self-adhesive Time Temperature Indicator. <http://fresh-check.com/> (Accessed: 28.12.2018).
- Ghaani, M., Cozzolino, C. A., Castelli, G., Farris, S. (2016). An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends in Food Science & Technology*, 51: 1-11, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.02.008>.
- Heising, J. K., Dekker, M., Bartels, P. V., Van Boekel, M. A. J. S. (2014). Monitoring the Quality of Perishable Foods: Opportunities for Intelligent Packaging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(5): 645-654, doi: 10.1080/10408398.2011.600477.
- Huang, X., Xin, J., Zhao, J. (2011). A novel technique for rapid evaluation of fish freshness using colorimetric sensor array. *Journal of Food Engineering*, 105(4): 632-637, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.03.034>.
- Karagöz, Ş., Demirdöven, A. (2017). Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(1), 9-21.
- Karel, M., Lund, D. B. (2003). *Physical Principles of Food Preservation*. 2nd Edition, Marcel Dekker, New York, U.S.A, 603p.
- Kerry, J. P., O'Grady, M. N., Hogan, S. A. (2006). Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*, 74(1): 113-130, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.024>.
- Kerry, J. P., (2014). Chapter 23 - New Packaging Technologies, Materials and Formats for Fast-Moving Consumer Products. In: *Innovations in Food Packaging (Second Edition)*, Han, J. H. (chief ed.), Academic Press, 549-584, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00023-0>.
- Kokangül, G., Fenercioğlu, H. (2012). Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2): 31-43.

- Kuswandi, B., Nurfawaidi, A. (2017). On-package dual sensors label based on pH indicators for real-time monitoring of beef freshness. *Food Control*, 82: 91-100, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.028>.
- Lee, S. J., Rahman, A. T. M. M. (2014). Chapter 8 - Intelligent Packaging for Food Products. In: *Innovations in Food Packaging (Second Edition)*, Han, J. H. (chief ed.), Academic Press, 171-209, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00008-4>.
- Liu, B., Xu, H., Zhao, H., Liu, W., Zhao, L., Li, Y. (2017). Preparation and characterization of intelligent starch/PVA films for simultaneous colorimetric indication and antimicrobial activity for food packaging applications. *Carbohydrate Polymers*, 157: 842-849, doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.10.067>.
- Luchese, C. L., Sperotto, N., Spada, J. C., Tessaro I. C. (2017). Effect of blueberry agro-industrial waste addition to corn starch-based films for the production of a pH-indicator film. *International Journal of Biological Macromolecules*, 104: 11-18, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.149>.
- Ma, Q., Du, L., Wang, L. (2017). Tara gum/polyvinyl alcohol-based colorimetric NH<sub>3</sub> indicator films incorporating curcumin for intelligent packaging. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 244: 759-766, doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.01.035>.
- Ma, Q., Liang, T., Cao, L., Wang, L. (2018). Intelligent poly (vinyl alcohol)-chitosan nanoparticles-mulberry extracts films capable of monitoring pH variations. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108: 576-584, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.049>.
- Majid, I., Nayik, G. A., Dar, S. M., Nanda, V. (2016). Novel food packaging technologies: Innovations and future prospective. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.11.003>.
- Mills, A., Hawthorne, D., Burns, L., Hazafy, D. (2017). Novel temperature-activated humidity-sensitive optical sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 240: 1009-1015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.08.182>.
- Mohebi, E., Marquez, L. (2015). Intelligent packaging in meat industry: An overview of existing solutions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7): 3947-3964, doi: 10.1007/s13197-014-1588-z.
- Morsy, M. K., Zór, K., Kostesha, N., Alstrøm, T. S., Heiskanen, A., El-Tanahi, H., Sharoba, A., Papkovsky, D., Larsen, J., Khalaf, H., Jakobsen, M. H., Emnéus, J. (2016). Development and validation of a colorimetric sensor array for fish spoilage monitoring. *Food Control*, 60: 346-352, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.07.038>.
- Musso, Y. S., Salgado, P. R., Mauri, A. N. (2016). Gelatin based films capable of modifying its color against environmental pH changes. *Food Hydrocolloids*, 61: 523-530, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.013>.
- Niponsak, A., Laohakunjit, N., Kerdchoechuen, O., Wongsawadee, P. (2016). Development of smart colourimetric starch-based indicator for liberated volatiles during durian ripeness. *Food Research International*, 89: 365-372, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.08.038>.
- Nopwinyuwong, A., Trevanich, S., Suppakul, P. (2010). Development of a novel colorimetric indicator label for monitoring freshness of intermediate-moisture dessert spoilage. *Talanta*, 81(3): 1126-1132, doi: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.02.008>.
- O'Grady, M. N., Kerry, J. P. (2008). Smart Packaging Technologies and Their Application in Conventional Meat Packaging Systems. In: *Meat Biotechnology*, Toldrá, F. (chief ed.), Springer, New York, 425-451, doi: 10.1007/978-0-387-79382-5\_19.
- Otles, S., Sahyar, B. Y. (2016). Chapter 13 - Intelligent Food Packaging. In: *Comprehensive Analytical Chemistry*, Scognamiglio, V., Rea, G., Arduini, F., Palleschi, G. (ed.), Elsevier, 377-387, doi: <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.04.010>.
- Öksüztepe, G., Beyazgül, P. (2015). Akıllı Ambalajlama Sistemleri ve Gıda Güvenliği. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29(1): 67-74.



- Pereira, V. A., de Arruda, I. N. Q., Stefani, R. (2015). Active chitosan/PVA films with anthocyanins from Brassica oleraceae (Red Cabbage) as Time–Temperature Indicators for application in intelligent food packaging. *Food Hydrocolloids*, 43: 180-188, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.05.014>.
- Realini, C. E., Marcos, B. (2014). Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Science*, 98(3): 404-419, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.031>.
- Salinas, Y., Ros-Lis, J. V., Vivancos, J., Martínez-Mañez, R., Aucejo, S., Herranz, N., Lorente, I., Garcia, E. (2014). A chromogenic sensor array for boiled marinated turkey freshness monitoring. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 190: 326-333, doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2013.08.075>.
- Salinas, Y., Ros-Lis, J. V., Vivancos, J., Martínez-Mañez, R., Marcos, M. D., Aucejo, S., Herranz, N., Lorente, I., Garcia, E. (2014). A novel colorimetric sensor array for monitoring fresh pork sausages spoilage. *Food Control*, 35(1): 166-176, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.043>.
- Saliu, F., Pergola, R. D. (2018). Carbon dioxide colorimetric indicators for food packaging application: Applicability of anthocyanin and poly-lysine mixtures. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 258: 1117-1124, doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.12.007>.
- Shimoni E., Anderson E. M., Labuza T. P. (2001). Reliability of time temperature indicators under temperature abuse. *Journal of Food Science*, 66: 1337–1340, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15211.x>.
- Shin, J., Selke, S. E. M. (2014). 11-Food Packaging. In: *Food Processing: Principles and Applications (Second Edition)*, Clark, S., Jung, S., Lamsal, B. (ed.), John Wiley & Sons, 249-273.
- Shukla, V., Kandeepan, G., Vishnuraj, M. R., Soni, A. (2016). Anthocyanins Based Indicator Sensor for Intelligent Packaging Application. *Agricultural Research*, 5(2): 205-209, doi: [10.1007/s40003-016-0211-0](https://doi.org/10.1007/s40003-016-0211-0).
- Singh, R. P., Heldman, D. R. (2014). Chapter 15 - Packaging Concepts. In: *Introduction to Food Engineering (Fifth Edition)*, San Diego: Academic Press, 767-791.
- Smolander, M., Hurme, E., Latva-Kala, K., Luoma, T., Alakomi, H. L., Ahvenainen, R. (2002). Myoglobin-based indicators for the evaluation of freshness of unmarinated broiler cuts. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3(3): 279-288, doi: [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(02\)00043-7](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(02)00043-7).
- Tang, Z., Yang, J., Yu, J., Cui, B. (2010). A Colorimetric Sensor for Qualitative Discrimination and Quantitative Detection of Volatile Amines. *Sensors*, 10(7): 6463, doi: <https://doi.org/10.3390/s100706463>.
- Smolander, M. (2008). Freshness indicators and food packaging. In: *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*, Kerry, J., Butler, P. (ed.), John Wiley & Sons, England, 111-127.
- Taoukis, P., Tsironi, T. (2016). 5 - Smart Packaging for Monitoring and Managing Food and Beverage Shelf Life. In: *The Stability and Shelf Life of Food (Second Edition)*, Subramaniam, P., Wareing, P., Woodhead Publishing, 141-168.
- Üçüncü, M. (2011). *Gıda Ambalajlama Teknolojisi*. Ambalaj Sanayicileri Derneği İktisadi İşletmesi, İstanbul, Türkiye, 896 s.
- Vanderroost, M., Ragaert, P., Devlieghere, F., Meulenaer, B. D. (2014). Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology*, 39(1): 47-62, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.009>.
- Wei, Y., Cheng, C., Ho, Y., Tsai, M., Mi, F. (2017). Active gellan gum/purple sweet potato composite films capable of monitoring pH variations. *Food Hydrocolloids*, 69: 491-502, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.010>.
- Xiao-wie, H., Xiao-bo, Z., Ji-yong, S., Yanin, G., Jie-wen, Z., Jianchun, Z., Limin, H. (2014). Determination of pork spoilage by colorimetric gas sensor array based on natural pigments. *Food Chemistry*, 145: 549-554, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.101>.

- Yam, K. L., Paul, T., Miltz, J. (2005). Intelligent Packaging: Concepts and Applications. *Journal of Food Science*, 70(1): 1–9, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09052.x>.
- Yoshida, C. M. P., Maciel, V. B. V., Mendonça, M. E. D., Franco, T. T. (2014). Chitosan biobased and intelligent films: Monitoring pH variations. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1): 83-89, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.015>.
- Yüksel, M. E., Zaim, A. H. (2009). Yeni nesil teknoloji olarak RFID, RFID sistem yapıları ve bir RFID sistem tasarımı yaklaşımı. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.
- Zaragoza, P., Fuentes, A., Ruiz-Rico, M., Vivancos, J., Fernández-Segovia, I., Ros-Lis, J.V., Barat, J. M., Martínez-Máñez, R. (2015). Development of a colorimetric sensor array for squid spoilage assessment. *Food Chemistry*, 175: 315-321, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.156>.
- Zhai, X., Shi, J., Zou, X., Wang, S., Jiang, C., Zhang, J., Huang, X., Zhang, W., Holmes, M. (2017). Novel colorimetric films based on starch/polyvinyl alcohol incorporated with roselle anthocyanins for fish freshness monitoring. *Food Hydrocolloids*, 69: 308-317, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.02.014>.
- Zhang, J., Zou, X., Zhai, X., Huang, X., Jiang, C., Holmes M. (2018). Preparation of an Intelligent pH Film Based on Biodegradable Polymers and Roselle Anthocyanins for Monitoring Pork Freshness. *Food Chemistry*, 272: 306-312, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.041>.
- Zhang, X., Lu, S., Chen, X. (2014). A visual pH sensing film using natural dyes from *Bauhinia blakeana* Dunn. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 198: 268-273, doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2014.02.094>.



**THERMAL PROPERTIES AND ESTIMATED GLYCEMIC INDEX OF  
DIFFERENT COMPOSITE FLOURS AND THEIR GLUTEN-FREE BREAD  
MAKING PERFORMANCES**

**Aslı Yıldırım, Hilal Şahin Nadeem\***

Adnan Menderes University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 09010, Aydın, Turkey

Received / Geliş: 04.09.2018; Accepted / Kabul: 09.01.2019; Published online / Online baskı: 20.02.2019

*Yıldırım, A., Şahin Nadeem, H. (2019). Thermal properties and estimated glycemic indexes of different composite flours and their gluten-free bread making performances. GIDA (2019) 44 (1): 143-152 doi: 10.15237/gida.GD18105*

Yıldırım, A., Şahin Nadeem, H. (2019). Farklı un bileşimlerinin termal özellikleri ile glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi ve glutensiz ekmeğin yapımındaki performansları. GIDA (2019) 44 (1): 143-152 doi:10.15237/gida.GD18105

**ABSTRACT**

This study aimed to investigate thermal properties and estimated glycemic index of various gluten-free flours (rice, chestnut, chickpea and bean). Gluten-free bread was prepared by mixing chestnut, chickpea and bean flours with rice flour at different ratio (0:100, 25:75, 50:50) using straight dough bread making process. Bean flour reflected the lower estimated glycemic index as compared to the other gluten-free flours. The chestnut-rice flour (50:50) bread exhibited the highest texture firmness after 8 days of storage, followed by the rice flour bread. Chestnut-rice flour (25:75) bread was the swellest comparatively. Future studies may be focused on developing the sensorial characteristics of gluten-free breads prepared from chickpea and bean flours.

**Keywords:** Bean flour, chestnut flour, chickpea flour, gluten-free, estimated glycemic index

**FARKLI UN BİLEŞİMLERİNİN TERMAL ÖZELLİKLERİ İLE GLİSEMİK  
İNDEKS DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ VE GLUTENSİZ EKMEK  
YAPIMINDAKİ PERFORMANSLARI**

**ÖZ**

Çalışmanın amacı glutensiz pirinç, kestane, nohut ve fasulye unlarının termal özellikleri ile tahmini glisemik indeks değerlerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda kestane, nohut ve fasulye unları pirinç unu ile farklı oranlarda (0/100, 25/75, 50/50) karıştırılarak glutensiz ekmeğin üretilmiştir. Çalışmada direkt hamur metodu kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, fasulye ununun glisemik indeks değerinin diğer unlara göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Glutensiz ekmeğin tekstür analizi sonuçları, 8 günlük depolamanın sonunda en sert ekmeğin sırasıyla kestane-pirinç unundan (50:50) elde edilmiş ekmeğin ve pirinç unundan elde edilmiş ekmeğin olduğunu göstermiştir. Kestane-pirinç unundan (25:75) elde edilmiş ekmeğin hacmi diğer glutensiz ekmeğlerden daha yüksek bulunmuştur. Yapılacak yeni çalışmalarda, özellikle glutensiz nohut ve fasulye unlarından elde edilen ekmeğin duyu özelliklerinin geliştirilmesi üzerine odaklanılması uygun olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Fasulye unu, glisemik indeks, glutensiz, kestane unu, nohut unu

\* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar;

✉ hilal.nadeem@adu.edu.tr,

☎ (+90) 256 213 7503

☎ (+90) 256 213 6686

## INTRODUCTION

Celiac disease (CD) is known as a chronic enteropathy that is caused by the consumption of gluten protein; originated mostly from barley, rye, wheat, etc. (Moore et al., 2006). CD is described as an intolerance to the gliadin fraction of wheat and the prolamins of barley (hordeins), possibly oats (avidins) and rye (secalins) (Murray 1999; Fasano and Catassi 2001; Farrell and Kelly 2002; Fasano, 2005; Moore et al., 2007). Gluten consumption produces an inflammatory response to the CD patients that damages the villous structure of the small intestine (Shan et al., 2002; Moore et al., 2007).

Today, the only known remedy against CD is to take gluten-free diet throughout the lifespan (Gallagher et al., 2004; Lazaridou et al., 2007). Studies show that 11% of the consumers buy gluten-free products for health, 27 % for weight loss while 65 % consumers think that gluten-free products are healthy (Witczak et al., 2016). The number of CD patients are increasing day by day (Houben et al., 2012), therefore, gluten-free diet is necessary to prevent severe intestinal damage (Sciarini et al., 2008; Torbica et al., 2010). There are different reports of gluten-free formulations prepared from various flours including rice, corn, soybean, chestnut, cassava, and chickpea, starches together with enzymes, proteins, and hydrocolloids to mimic the viscoelastic structure of gluten (Gujral and Rosell 2004; Sanchez et al., 2004; Toufeili et al., 1994; Anton and Artfield, 2008; Demirkesen et al., 2010a; Torbica et al., 2010).

Chestnut flour is used in gluten-free bread formulations due to its functional benefits (Demirkesen et al., 2010a). Additionally, chestnut flour is a source of dietary fiber, starch, sugar, fat, high quality proteins with essential amino acids, vitamin B groups, vitamin E, magnesium, potassium and phosphorus (Sacchetti et al., 2004; Chenlo et al., 2007; Demirkesen et al., 2010a). As most of the gluten-free bread formulations lacks these constituents, chestnut flour is a beneficial alternative (Moroni et al., 2009; Demirkesen et al., 2010a).

Chickpea flour may also be used in gluten-free formulations; thanks to its functional properties. Miñarro et al. (2012) found better physicochemical characteristics among the gluten-free bread formulations tested. They also stated that chickpea flour could be used as soya protein substitute in gluten-free bread formulations. Giuberti et al. (2015) successfully introduced bean flour into gluten-free spaghetti formulation. Kohajdová et al. (2013) investigated the influence of bean flour on specific properties and rheological characteristics of wheat dough. They reported that the addition of legume flours to bread formulation provides high levels of bioactive compounds; thus nutritional and functional properties to the final product (Angioli et al., 2012; Rizzello et al., 2014).

A fundamental insight for the development of novel gluten-free functional formulations lies in the effects of individual ingredients on internal bread characteristics. Therefore, the present study was designed to use different flours such as chestnut, chickpea, bean and rice flours in the gluten-free bread making. The chemical characterizations of gluten-free flours were also carried out. Moreover, the estimated glycemic index of both the gluten-free breads and flours were determined during this study.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

Bean (pre-cooked, dried, white), chestnut, chickpea and rice flours were purchased from Naturelka (Aydın, Turkey). The instant (Dr. Oetker, Turkey) natural dough yeast (*S. cerevisiae*), sugar, margarine, salt and baking powder were bought from local markets. Xanthan gum and emulsifier DATEM (diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides) were purchased from Tito (İstanbul/Turkey).

Hexane, sulphuric acid, boric acid, hydrochloric acid, methylene blue, methylene red, sodium hydroxide, potassium sulfate and copper sulfate were purchased from Sigma (St-Louis, USA). All the chemicals used were of analytical grade.

## Methods

### Chemical analyses

Moisture and ash content of gluten-free flours were determined according to the methods (925.10 and 923.3) of AOAC (1990). The total fat content was determined using Soxhlet method (AOAC, 1990). Nitrogen content was determined according to the Kjeldahl method and converted to protein with a factor of 6.25. All experiments in the study were carried out in duplicate.

### Determination of thermal properties

The gelatinization properties of gluten-free flours were determined using differential scanning calorimetry (Perkin-Elmer DSC 6000) according to the method of Chung et al. (2008a). The samples were kept at -20 °C for 1 min, then heated to 250 °C (with 20 °C/min). Thermograms were analysed in terms of glass transition temperatures and enthalpy values.

### Determination of the estimated glycemic index

Estimated glycemic index of gluten-free flours and breads were determined according to the method of Chung et al. (2008a). 0.1 g of gluten-free flour was incubated with porcine pancreatic  $\alpha$ -amylase (10 mg) and amyloglucosidase in 4 mL of 0.1 mol L<sup>-1</sup> sodium maleate buffer (pH 6.0) in a shaking water bath that was adjusted at 37 °C (0.5–16 h). After incubation, ethanol (95 %) was added and the sample was centrifuged at 2000 rpm for 10 min. Glucose content of supernatant was measured using glucose oxidase–peroxidase (GOPOD) kit.

Hydrolysis index (HI) was determined by dividing the area under the curve of the samples by the area obtained for white bread. The estimated glycemic index (eGI) was calculated using the equation described by Goñi et al. (1997) as given in equation 1:

$$eGI = 39.71 + 0.549 (HI) \quad (\text{eq. 1})$$

### Gluten-free bread making

In the first step, chestnut, chickpea and bean flours were mixed with rice flour at different ratio (0:100, 25:75, 50:50, respectively). The remaining dry ingredients (instant yeast, salt, sugar, xanthan

gum, and emulsifier) were added to the formulation. After the addition of melted margarine, water was added, and mixed for 2 minutes using a hand mixer (Fakir, Stuttgart/Germany). The water content of gluten-free formulations was determined according to the results of preliminary experiments for each formulation. The dough was fermented at 30 °C for 40 min. After fermentation, the dough samples were baked at 220 °C for 30 minutes in a domestic oven (Arçelik, Turkey). Dough samples containing only rice flour were used as controls. The produced gluten-free pan breads were stored in a refrigerator at 4 °C totally for 8 days. The breads were produced in duplicate.

### Determination of specific volume of gluten-free breads

The specific volume of gluten-free breads was determined using the rapeseed displacement method (AACC, 1995).

### Texture analysis

The firmness of gluten-free breads during storage period (at 4 °C for 8 days) was tested according to the standard method (AACC, 2000, 74-09.01) using Stable Micro Systems Texture Analyzer, equipped with a 25 kg load cell and a 3.5 cm aluminium cylindrical probe. Freshly prepared gluten-free breads (day 0) and stored gluten-free breads (day 4 and 8) were placed on the texture analyzer's platform. The breads were compressed with a round compression probe. The peak force of the first penetration was termed as firmness.

### Sensory evaluation

The produced gluten-free breads were evaluated by 8 panellists for flavor, odor, color, texture and general acceptability. A 9-point hedonic scale quality analysis was used (Annett et al., 2008).

### Statistical analysis

Statistical evaluation was performed using SPSS 15 statistical software (SPSS Inc., Chicago, USA). The results were evaluated by one-way ANOVA using Duncan's multiple range test to check the significant difference among the analyzed parameters. The level of significance was set at  $p < 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

The chemical compositions of the gluten-free flours are presented in Table 1. The moisture contents of the flours were found in the range of 7.95 and 9.67%. Protein contents of the bean and chickpea flours were similar and higher than the others as expected. The chemical compositions of gluten-free flours were found as similar to previous reports. Chestnut flour has 3.80 % fat, 4.61 % protein, 1.99 % ash and 10.79 % moisture

content (Demirkesen et al., 2010), whereas the rice flour has 1.26 % fat, 7.27 % protein and 0.63 % ash content (Ji et al., 2007). Additionally, Debnath et al. (2003) has reported that chickpea flour contains 4.7 % fat, 26.7 % protein, 9.9 % moisture and 3.3% ash contents, whereas Dzuide and Hardy (1996) found 2.2 % fat, 21.2 % protein, 2.1 % ash and 4.7 % moisture contents in bean flour.

Table 1. Chemical composition of gluten-free flours

	Fat content (%)	Protein content (%)	Ash content (%)	Moisture content (%)
Chestnut flour	2.83±0.02 <sup>b</sup>	7.44±0.31 <sup>a</sup>	2.87±0.05 <sup>c</sup>	7.95±0.07 <sup>a</sup>
Chickpea flour	5.02±0.07 <sup>c</sup>	22.09±0.15 <sup>c</sup>	2.05±0.00 <sup>b</sup>	9.67±1.14 <sup>a</sup>
Bean flour	2.07±0.02 <sup>a</sup>	22.75±0.00 <sup>c</sup>	3.92±0.00 <sup>d</sup>	8.95±0.38 <sup>a</sup>
Rice flour	2.22±0.06 <sup>a</sup>	8.97±0.15 <sup>b</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	9.37±0.05 <sup>a</sup>

± Standard error of the mean. Lowercase superscript letters in the same column indicate the significant differences among gluten-free flours ( $P < 0.05$ ).

Thermal properties of gluten-free flours are presented in Table 2. Glass transition temperature was the highest in rice flour (52.84 °C) while the least was found in bean flour (47.93 °C). Singh et al. (2000) has found the glass transition temperature of different rice flours ranged from 209.3 to 221.8 °C. However, Cham and Suwannaporn (2010) reported that the glass transition temperature of heat-moisture treated rice flour was 58 °C. According to Khamthong and Lumdubwong (2012), heat-moisture

treatment led to a decrease in glass transition temperature. This situation was attributed to an increase in the free volume of polymers that caused a decrease in the glass transition temperature of the samples (Chung et al., 2004). The gluten-free flours analysed throughout the current study were moisture-treated before DSC analysis. Therefore, the low glass transition temperatures can be attributed to the observed condition.

Table 2. Thermal properties of gluten-free flours

	T <sub>g</sub> (°C)	ΔH (J/g)
Chestnut flour	51.16±0.94 <sup>b</sup>	166.61±2.23 <sup>a</sup>
Chickpea flour	48.21±0.01 <sup>a</sup>	206.85±1.57 <sup>c</sup>
Bean flour	47.93±0.15 <sup>a</sup>	190.93±0.37 <sup>b</sup>
Rice flour	52.84±0.77 <sup>b</sup>	225.09±1.77 <sup>d</sup>

± Standard error of the mean. Lowercase superscript letters in the same column indicate the significant differences among gluten-free flours ( $P < 0.05$ ).

The enthalpy values of gluten-free flours ranged from 166.61 (chestnut) to 225.09 J/g (rice). Correia and Beirão-da-Costa (2012) stated that the enthalpy values of chestnut flours belonging to two different cultivars were 24.8 and 27.6 J/g. However higher ΔH values were reported by Attanasio et al. (2004) for chestnut flour, where

they connected the high enthalpy values to the low water content of flours. Singh et al. (2000) found the ΔH value of different rice flours between 178.1 and 320.8 mj/mg. Kaur and Singh (2005) stated that gelatinization enthalpy of chickpea flours from different cultivars was between 3.5 and 4.9 (J/g). Chung et al. (2008a)

reported that gelatinization enthalpy of pea, lentil and chickpea flours were around 3.0-5.1 (J/g). Table 3 summarizes the existing research about the estimated glycemic index value of gluten-free flours and breads. The estimated glycemic index value of gluten-free flours ranged from 47.26 (bean flour) to 52.08 (rice flour), while the glycemic index value of gluten-free breads was between 56.67 (50:50 CPF/RF) and 70.42 (25:75 BF/RF). Higher estimated glycemic index values

of gluten-free breads, when compared to gluten-free flours, may be attributed to the incorporation of sugar into gluten-free bread formulations. Considering gluten-free flours, lower glycemic index values were reported by Chung et al. (2008a) for pea (44.4-48.9), lentil (41.4-41.5) and chickpea (48.9-56.1) flours. Kim and White (2012) reported the glycemic index values of different oat flours between 61.1-66.7.

Table 3. Estimated glycemic index of gluten-free flours and breads

Gluten free flours	Estimated glycemic index
Chestnut flour	49.55±1.12 <sup>ab</sup>
Chickpea flour	49.06±0.90 <sup>ab</sup>
Bean flour	47.26±0.42 <sup>a</sup>
Rice flour	52.08±0.25 <sup>b</sup>
<b>Gluten free breads</b>	
50:50 CF/RF	56.84±0.19 <sup>c</sup>
25:75 CF/RF	58.35±0.43 <sup>c</sup>
50:50 CPF/RF	56.67±0.21 <sup>c</sup>
25:75 CPF/RF	56.90±0.21 <sup>c</sup>
50:50 BF/RF	64.90±1.90 <sup>d</sup>
25:75 BF/RF	70.42±1.27 <sup>e</sup>
100 RF	58.42±1.10 <sup>c</sup>

± Standard error of the mean. Lowercase superscript letters in the same column indicate the significant differences among gluten-free flours and breads ( $P < 0.05$ ). CF: Chestnut flour, RF: Rice flour, CPF: Chickpea flour, BF: Bean flour.

The results demonstrated that bean flour showed lower estimated glycemic index when compared to other gluten-free flours. Similarly, different studies highlighted that the beans can reduce glycemic and insulinemic responses and thus they have been considered as low glycemic index foods (Reyes-Moreno and Paredes-Lopez, 1993; Foster-Powell and Brand Miller, 1995; Chung et al., 2008b). Different studies shows that the incorporation of different legume flours to gluten-free cake formulation based on rice flour, reduces both the hydrolysis index and predicted glycemic index (Arocha Gualarte et al., 2012). According to Osorio-Díaz et al. (2008), hydrolysis index and predicted glycemic index can be decreased by the addition of legume flour to pasta formulation. However, considering the gluten-free formulations tested, a general trend regarding the estimated glycemic index by the addition of different gluten-free flours could not be observed.

The specific volumes of gluten-free breads were between 1.43 (50:50 CF/RF) and 2.12 (25:75 CF/RF) mL/g (Figure 1). The specific volume of the breads increased as rice flour content was increased from 50 to 75 %. Higher loaf specific volume may be due to the massive holes in breadcrumb as an earlier report shows (Sanchez et al., 2002). McCarthy et al. (2005) reported the specific volume of gluten-free bread based on rice flour and potato starch as 3.03 mL/g. Gallagher et al. (2003) reported the specific volume of wheat-starch-based gluten-free bread as 2.57 mL/g. Demirkesen et al. (2010b) stated that the specific volume of different gluten-free breads based on rice flour was lower than 2.5 g/cm<sup>3</sup>. Lower bread specific volume was reported by Hager and Arendt (2013) for rice (1.93 mL/g), teff (1.47 mL/g) and buckwheat (1.77 mL/g) containing gluten-free breads. Additionally, Schober et al. (2005) reported the specific volume

of gluten-free sorghum breads between 1.77-1.84 mL/g, whereas López et al. (2004) reported specific volumes of breads prepared with corn

and cassava starch and rice flour as 2.53, 2.04 and 1.92 cm<sup>3</sup>/g, respectively.

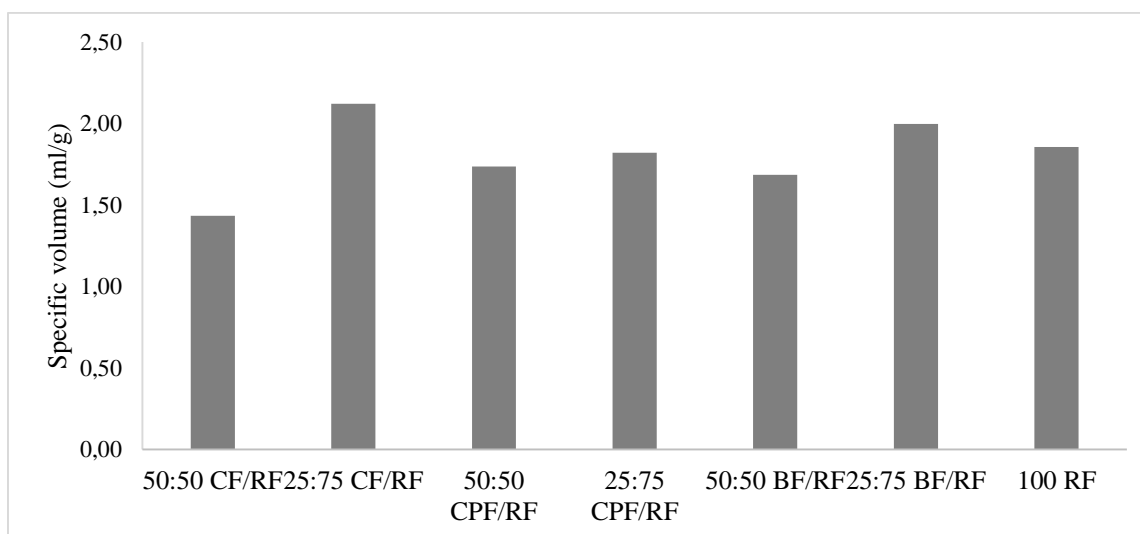


Figure 1. Specific volume (mL/g) of gluten-free breads  
CF: Chestnut flour, RF: Rice flour, CPF: Chickpea flour, BF: Bean flour.

Crumb firmness is defined as the peak force of the first compression of the product (Moore et al., 2007). The crumb firmness of all-gluten-free breads increased upon storage (Table 4). Breads supplemented with chestnut-rice flour (50:50) exhibited the highest firmness at the end of 8

days, which was followed by rice flour bread. Additionally, crumb firmness increased as the amount of rice flour increased considering day 0 and day 4. At the end of the storage period, the significant softer crumb was found for chickpea-rice flour (50:50) bread when compared to the other formulations.

Table 4. Firmness of gluten-free breads during storage period

Gluten-free bread	Firmness (N)		
	Day 0	Day 4	Day 8
50:50 CF/RF	5.18 <sup>a,x</sup>	11.02 <sup>a,x</sup>	31.82 <sup>e,y</sup>
25:75 CF/RF	6.83 <sup>a,x</sup>	16.28 <sup>ab,x</sup>	20.06 <sup>abc,x</sup>
50:50 CPF/RF	5.44 <sup>a,x</sup>	12.25 <sup>a,x</sup>	14.30 <sup>a,x</sup>
25:75 CPF/RF	7.88 <sup>a,x</sup>	21.53 <sup>b,x</sup>	22.94 <sup>abc,x</sup>
50:50 BF/RF	7.59 <sup>a,x</sup>	13.06 <sup>a,xy</sup>	19.54 <sup>ab,y</sup>
25:75 BF/RF	7.73 <sup>a,x</sup>	16.16 <sup>ab,x</sup>	29.81 <sup>bc,y</sup>
100 RF	7.73 <sup>a,x</sup>	16.92 <sup>ab,xy</sup>	30.66 <sup>bc,y</sup>

Uppercase letters indicate the differences in the same column, while “x-y” indicate the differences between storage periods ( $P < 0.05$ ). CF: Chestnut flour, RF: Rice flour, CPF: Chickpea flour, BF: Bean flour.

Sensory analyses of gluten-free breads were carried out by 8 panellists. All gluten-free formulations received scores higher than 5 regarding overall acceptability. However, the

panellists gave the highest score for overall acceptability to the gluten-free formulation based on chestnut-rice flour (25:75) formulation (Table 5).



Table 5. Sensory analysis of gluten-free breads

	Flavour	Odour	Colour	Texture	Overall acceptability
50:50 CF/RF	6.19±0.51 <sup>c</sup>	6.94±0.35 <sup>b</sup>	6.63±0.29 <sup>a</sup>	6.63±0.37 <sup>bc</sup>	6.25±0.49 <sup>ab</sup>
25:75 CF/RF	6.44±0.26 <sup>c</sup>	6.88±0.23 <sup>b</sup>	7.13±0.26 <sup>a</sup>	7.06±0.24 <sup>c</sup>	6.75±0.30 <sup>b</sup>
50:50 CPF/RF	5.19±0.46 <sup>abc</sup>	5.81±0.39 <sup>ab</sup>	6.94±0.31 <sup>a</sup>	5.94±0.32 <sup>ab</sup>	5.81±0.40 <sup>ab</sup>
25:75 CPF/RF	4.88±0.34 <sup>ab</sup>	5.81±0.46 <sup>ab</sup>	6.50±0.34 <sup>a</sup>	5.50±0.39 <sup>a</sup>	5.50±0.32 <sup>a</sup>
50:50 BF/RF	4.44±0.35 <sup>a</sup>	5.25±1.25 <sup>a</sup>	6.75±0.36 <sup>a</sup>	5.25±0.37 <sup>a</sup>	5.19±0.28 <sup>a</sup>
25:75 BF/RF	5.63±0.29 <sup>abc</sup>	6.06±0.32 <sup>ab</sup>	7.00±0.36 <sup>a</sup>	6.63±0.28 <sup>bc</sup>	5.88±0.30 <sup>ab</sup>
100 RF	6.06±0.48 <sup>bc</sup>	6.00±0.44 <sup>ab</sup>	7.56±0.32 <sup>a</sup>	7.06±0.38 <sup>c</sup>	6.38±0.43 <sup>ab</sup>

Hedonic scale ratings: 9 = extremely like and 1 = extremely dislike

± Standard error of the mean. Lowercase superscript letters in the same column indicate the significant differences among gluten-free bread samples ( $P < 0.05$ ). CF: Chestnut flour, RF: Rice flour, CPF: Chickpea flour, BF: Bean flour.

It must also be highlighted that the gluten-free breads based on chestnut, chickpea, bean and rice flours were unfamiliar for nonceliac panellists, since the bread characteristics related with their expectations were mainly based on products made from wheat flour (Haque and Morris 1994). The low sensory scores may comparatively be attributed to this phenomenon (McCarthy et al., 2005), since people with no CD are usually unfamiliar with the organoleptic properties of gluten-free products.

## CONCLUSION

The formulation and production of gluten-free bread with a high quality presents a challenge since gluten is responsible for basic crucial dough-forming properties of the flour. Different flours including chestnut, chickpea, bean and rice flours were used within the present study to produce gluten-free-breads. Additionally, estimated glycemic index and thermal properties of the flours were also analyzed. Rice flour provided the highest enthalpy ( $\Delta H$ : 225.09 J/g) while chestnut flour (166.61 J/g) showed the least. Glass transition temperature of gluten-free flours was observed between 47.93 and 52.84 °C. The gluten-free breads showed significant differences in estimated glycemic indices ranged from 56.67 (50:50 CPF/RF) to 70.42 (25:75 BF/RF). The crumb firmness of all-gluten free breads increased in general when stored, however, it was higher in chestnut and rice flour (50:50). The specific volume of gluten-free breads increased with the increase in rice flour content (50 to 75 %) around 1.43 mL/g. In terms of overall acceptability,

gluten-free breads based on chestnut-rice flour (25:75) formulation were mostly accepted by the panellists.

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to acknowledge the financial support given by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Adnan Menderes University (Project Number: MF-17004) and Dr. Said Nadeem for proofreading.

## REFERENCES

- AACC, American Association of Cereal Chemists. (1995). *Approved methods of the AACC*. (9th ed.) Method 10-09.
- AACC, American Association of Cereal Chemists. (2000). *Approved methods of the AACC* (10th ed.). Method 74-09.
- Angioloni, A., Collar, C. (2012). High legume-wheat matrices: an alternative to promote bread nutritional value meeting dough viscoelastic restrictions. *Eur Food Res Technol*, 234(2): 273-284, doi: 10.1007/s00217-011-1637-z.
- Annett, L. E., Muralidharan, V., Boxall, P. C., Cash, S. B., Wismer, W. V. (2008). Influence of health and environmental information on hedonic evaluation of organic and conventional bread. *Journal of Food Sci*, 73(4): 50-57, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00723.x>.
- Anton, A. A., Artfield, S. D. (2008). Hydrocolloids in gluten-free breads: a review. *Int*

- J Food Sci Nutr*, 59(1): 11-23, doi: 10.1080/09637480701625630.
- Arocha Gularte, M., Gómez, M., Rosell, C. M. (2012). Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8): 3142–3150, doi: 10.1007/s11947-011-0642-3.
- Attanasio, G., Cinquanta, L., Albanese, D., Di Matteo, M. (2004). Effects of drying temperatures on physico-chemical properties of dried and rehydrated chestnuts (*Castanea sativa*). *Food Chem*, 88(4): 583-590, doi: 10.1016/j.foodchem.2004.01.071.
- Cham, S., Suwannaporn, P. (2010). Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality. *J Cereal Sci*, 51(3), 284-291, 10.1016/j.jcs.2010.01.002.
- Chenlo, F., Moreira, R., Pereira, G. Silva, C.C. (2007). Evaluation of the rheological behaviour of chestnut (*castanea sativa* mill) flour pastes as function of water content and temperature. *Electronic Journal of Environmental Agriculture and Food Chemistry*, 6: 1794–1802.
- Chung, H. J., Woo, K. S., Lim, S. T. (2004). Glass transition and enthalpy relaxation of cross-linked corn starches. *Carbohydr Polym*, 55(1), 9-15, doi: 10.1016/j.carbpol.2003.04.002.
- Chung, H. J., Liu, Q., Hoover, R., Warkentin, T. D., Vandenberg, B. (2008a). In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars. *Food Chem*, 111(2): 316-321, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.03.062.
- Chung, H. J., Liu, Q., Pauls, K. P., Fan, M. Z., Yada, R. (2008b). In vitro starch digestibility, expected glycemic index and some physicochemical properties of starch and flour from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Canada. *Food Res Int*, 41(9): 869-875, doi: 10.1016/j.foodres.2008.03.013.
- Correia, P., Beirão-da-Costa, M. L. (2012). Effect of drying temperatures on starch-related functional and thermal properties of chestnut flours. *Food and Bioproducts Processing*, 90(2): 284-294, doi: 10.1016/j.fbp.2011.06.008.
- Debnath, S., Bhat, K. K., Rastogi, N. K. (2003). Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. *LWT-Food Sci and Technol*, 36(1), 91-98, doi: 10.1016/S0023-6438(02)00186-X.
- Demirkesen, I., Mert, B., Şumnu, G., Şahin, S. (2010a). Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. *J Food Eng*, 101(3): 329-336, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.07.017.
- Demirkesen, I., Mert, B., Şumnu, G., Şahin, S. (2010b). Rheological properties of gluten-free bread formulations. *J Food Eng*, 96(2): 295-303, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.08.004.
- Dzudie, T., Hardy, J. (1996). Physicochemical and functional properties of flours prepared from common beans and green mung beans. *J Agr Food Chem*, 44(10), doi: 3029-3032, 10.1021/jf9504632.
- Farrell, J. R., Kelly, P. C. (2002). Coeliac sprue. *The New England Journal of Medicine*, 346(3): 180-188. doi: 10.1056/NEJMra010852.
- Fasano, A., Catassi, C. (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120(3): 636-651, doi: 10.1053/gast.2001.22123.
- Fasano, A. (2005). Clinical presentation of coeliac disease in the pediatric population. *Gastroenterology*, 128(4): 68-73, doi: 10.1053/j.gastro.2005.02.015.
- Foster-Powell, K., Brand Miller, J. (1995). International tables of glycemic index. *Am J Clin Nutr*, 62(4): 871–893, doi: 10.1093/ajcn/62.4.871S.
- Gallagher, E., Gormley, T. R. Arendt, E. K. (2003). Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *J Food Eng*, 56(2-3): 153-161, doi: 10.1016/S0260-8774(02)00244-3.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15(3-4): 143–152, doi: 10.1016/j.tifs.2003.09.012.

- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., Masoero, F. (2015). Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chem*, 175: 43-49, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.127.
- Goñi, I., Garcia-Alonso, A., Saura-Calixto F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutr Res*, 17(3): 427-37, doi: 10.1016/S0271-5317(97)00010-9.
- Gujral, H. S., Rosell, C. M. (2004). Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Res Int*, 37(1): 75-81. doi: 10.1016/j.foodres.2003.08.001.
- Hager, A. S., Arendt, E. K. (2013). Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocoll*, 32(1): 195-203, doi: 10.1016/j.foodhyd.2012.12.021.
- Houben, A., Höchstätter, A., Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *Eur Food Res Technol*, 235(2): 195-208, doi: 10.1007/s00217-012-1720-0.
- Haque, A., Morris, E. R. (1994). Combined use of ispaghula and HPMC to replace or augment gluten in breadmaking. *Food Res Int*, 27(4): 379-393, doi: 10.1016/0963-9969(94)90194-5.
- Ji, Y., Zhu, K., Qian, H., Zhou, H. (2007). Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chem*, 104(1), 53-58, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.10.072.
- Kaur, M., Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chem*, 91(3): 403-411, doi: 10.1016/j.foodchem.2004.06.015.
- Khamthong, P., Lumdubwong, N. (2012). Effects of heat-moisture treatment on normal and waxy rice flours and production of thermoplastic flour materials. *Carbohydr Polym*, 90(1), 340-347, doi: 10.1016/j.carbpol.2012.05.049.
- Kim, H. J., White, P. J. (2012). In vitro digestion rate and estimated glycemic index of oat flours from typical and high  $\beta$ -glucan oat lines. *J Agric Food Chem*, 60(20): 5237-5242, doi: 10.1021/jf300429u.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., Magala, M. (2013). Effect of lentil and bean flours on rheological and baking properties of wheat dough. *Chemical Papers*, 67(4): 398-407, doi: 10.2478/s11696-012-0295-3.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Eng*, 79(3): 1033-1047, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032.
- López, A. C. B., Pereira, A. J. G., Junqueira, R. G. (2004). Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. *Braz Arch Biol Technol*, 47(1): 63-70, doi: 10.1590/S1516-89132004000100009.
- McCarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J., Arendt, E. K. (2005). Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chem*, 82(5): 609-615, doi: 10.1094/CC-82-0609.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., Capellas, M. (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *J Cereal Sci*, 56(2): 476-481, doi: 10.1016/j.jcs.2012.04.012.
- Moore, M. M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H. M., Arendt, E. K. (2006). Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chem*, 83(1): 28-36, doi: 10.1094/CC-83-0028.
- Moore, M. M., Juga, B., Schober, T. J., Arendt, E. K. (2007). Effect of lactic acid bacteria on properties of gluten-free sourdoughs, batters, and quality and ultrastructure of gluten-free bread. *Cereal Chem*, 84(4): 357-364, doi: 10.1094/CCHEM-84-4-0357.
- Moroni, A.V., Bello, F.D., Arendt, E.K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology*, 26(7): 676-684, doi: 10.1016/j.fm.2009.07.001.

- Murray, J. A. (1999). The widening spectrum of coeliac disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(3): 354-365, doi: 10.1093/ajcn/69.3.354.
- Osorio-Díaz, P., Agama-Acevedo, E., Mendoza-Vinalay, M., Tovar, J., Bello-Pérez, L. A. (2008). Pasta added with chickpea flour: Chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 6(1): 6–12, doi: 10.1080/11358120809487621.
- Reyes-Moreno, C., Paredes-Lopez, O. (1993). Hard-to-cook phenomenon in common beans – A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 33(3): 227–286, doi: 10.1080/10408399309527621.
- Rizzello, C. G., Calasso, M., Campanella, D., De Angelis, M., Gobbetti, M. (2014). Use of sourdough fermentation and mixture of wheat, chickpea, lentil and bean flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread. *Int J Food Microbiol*, 180: 78-87, doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.04.005.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G.G., Guidolin, E. Dalla-Rosa, M. (2004). Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chestnut and rice flour-based snack-like products. *Food Res Int*, 37(5): 527–534, doi: 10.1016/j.foodres.2003.11.009.
- Sanchez, H. D., Osella, C. A., De La Torre, M. A. (2002). Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch. *Journal of Food Sci*, 67(1): 416-419, doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb11420.x.
- Sanchez, H. D., Osella, C. A., De La Torre, M. A. (2004). Use of response surface methodology to optimize gluten-free bread fortified with soy flour and dry milk. *Food Sci Technol Int*, 10(1): 5-9.
- Schober, T. J., Messerschmidt, M., Bean, S. R., Park, S. H., Arendt, E. K. (2005). Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chem*, 82(4): 394-404.
- Sciarini, S. L., Ribotta, D. P., León, E. A., Pérez, T. G. (2008). Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, 3(4): 577-585, doi:10.1007/s11947-008-0098-2. doi: 10.1094/CC-82-0394.
- Shan, L., Molberg, O., Parrot, I., Hausch, F., Filiz, F., Gray, G. M., Sollid, L. M., Khosla, C. (2002). Structural basis for gluten intolerance in coeliac sprue. *Science*, 297(5590): 2275-2279, doi: 10.1126/science.1074129.
- Singh, V., Okadome, H., Toyoshima, H., Isobe, S., Ohtsubo, K. I. (2000). Thermal and physicochemical properties of rice grain, flour and starch. *J Agric Food Chem*, 48(7): 2639-2647, doi: 10.1021/jf990374f.
- Torbica, A., Hadnadev, M., Dapčević, T. (2010). Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocoll*, 24(6-7): 626-632, doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.03.004.
- Toufeili, I. M. A. D., Dagher, S. H. A. W. K. Y., Shadarevian, S. O. S. S. Y., Noureddine, A. B. I. R., Sarakbi, M., Farran, M. T. (1994). Formulation of gluten-free pocket-type flat breads: Optimization of methylcellulose, gum arabic, and egg albumen levels by response surface methodology. *Cereal Chem*, 71(6): 594-600.
- Witczak, M., Ziobro, R., Juszczak, L., Korus, J. (2016). Starch and starch derivatives in gluten-free systems—A review. *J Cereal Sci*, 67: 46-57, doi: 10.1016/j.jcs.2015.07.007.

## YAZILI, GÖRSEL VE SOSYAL MEDYADA GIDA İLE İLGİLİ BİLGİ KİRLİLİĞİNİN HALKIN GIDA TERCİHİ ÜZERİNE ETKİLERİ\*

Kübra Sağlam<sup>2\*\*</sup>, Tuncay Gümüş<sup>3</sup>

<sup>2</sup> İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup> Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Geliş/Received: 28.10.2018; Kabul/Accepted: 09.02.2019; Online baskı/Published online: 20.02.2019

Sağlam, K., Gümüş, T. (2019). Yazılı, görsel ve sosyal medyada gıda ile ilgili bilgi kirliliğinin halkın gıda tercihi üzerine etkileri. *GIDA* (2019) 44 (1): 153-162 doi: 10.15237/gida.GD18108

Sağlam, K., Gümüş, T. (2019). *The effects of food-related misconception in printed, visual and social media on the consumer. GIDA* (2019) 44 (1): 153-162 doi: 10.15237/gida.GD18108

### ÖZ

Teknolojinin gelişmesi, sanayileşme, eğitim düzeyinin, ekonomik ve sosyal refahın artması insanların gıdalara ve sağlıklı beslenmeye olan ilgisini arttırmıştır. Ancak doğru ve yeterli bilgi sahibi olmayan kişilerce yapılan yanlış açıklamalar tüketicide kafa karışıklığına neden olabilmektedir. Bu çalışma, beslenme ile ilgili halkın bilinç düzeyini ölçmek, günümüzün en büyük sorunlarından biri haline gelen bilgi kirliliğinin ortadan kaldırılması ve doğru bilginin doğru uzman kaynağından elde edilebilmesi konusunda halkın bilinçlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, sosyal medya üzerinden toplumun farklı kesimlerinden, farklı bölge ve eğitim düzeyinden toplam 616 kişi ile anket yapılmış ve sonuçlar SPSS.20 programı ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tüketici doğru bilgi kaynağını bilemediğinden özellikle medyadaki bilgi kirliliğinin, onların beslenme konusunda çok daha büyük yanlışlar yapmasına yol açtığı tespit edilmiştir. Yazılı, görsel ve sosyal medyada gıda ile ilgili yorumların alanında uzman olan kişiler tarafından yapılması dolayısıyla halkın doğru bilgi kaynaklarına yönlendirilmesi çok önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Gıda Bilinci, Bilgi Kirliliği, Sosyal Medya

### THE EFFECTS OF FOOD-RELATED MISCONCEPTION IN PRINTED, VISUAL AND SOCIAL MEDIA ON THE CONSUMER

#### ABSTRACT

The development of technology, industrialization, the increase of economic and social prosperity and the level of education, have increased the interest of people in food and healthy nutrition. However, misrepresentations made by the people who do not eligible and have sufficient information on the subject can cause more confusion in the consumer. This study was conducted in order to measure people's level of consciousness about the food and nutrition, to remove the misinformation that has become one of the biggest problems in nowadays and to make the public aware of the correct information from the right experts or the source. For this purpose, a total of 616 people from different parts of the society, different regions and education levels were surveyed via social media, and the results were evaluated with the SPSS.20 program. According to the results of the research, it has been determined that the misinformation in the media caused more confusion among the consumers who does not know the correct source of information. Therefore, it is important that the information about the food and nutrition in written, visual and social media should be given by the experts in the field, so that people may acquire correct information from those platforms.

**Keywords:** Food Consciousness, Information Pollution, Social Media

\* Kübra Sağlam'ın Yüksek Lisans Tezinden Üretilmiştir

\*\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ kubrasaglam1453@gmail.com,

☎ (+90) 282 250 4400,

☎ (+90) 282 250 9930

## GİRİŞ

Medya, kültürün ulusal ve uluslararası düzeyde bireylere ulaştırılması noktasında önemli bir görev üstlenmektedir. Özellikle toplumsal hayatta bireylerin çeşitli sosyal ihtiyaçlarını gidermek için sıklıkla başvurdukları önemli bir kaynaktır (Kocadaş, 2006). Sosyal medya ise; yeni nesil web teknolojilerinin kullanıcıya getirdiği kolaylık ve iletişim hızı sayesinde eş zamanlı bilgi paylaşımının bireylerce takip edildiği dijital bir platformdur (Tezgüler, 2016). Sosyal medyanın gıda ile ilgili olarak gıda kaynaklı hastalık gözetimi için potansiyel olarak zengin bir veri kaynağı olduğu ve sosyal medyanın kasıtlı ve kasıtsız gıda kirliliğinin tespitini kolaylaştırabileceği yeni yolları oluşturabildiği bildirilmiştir (Newkirk ve ark. 2012).

Teknolojinin gelişmesi, sanayileşme, eğitim düzeyinin, ekonomik ve sosyal refahın artması insanların gıdalara ve sağlıklı beslenmeye olan ilgisini arttırmış, bilinçli beslenme günümüzde toplumun ilgisini çeker hale gelmiştir. Bu durum sosyal medyada gıda ile ilgili açıklama ve haber sayısını da arttırmıştır. Ancak doğru ve yeterli bilgi sahibi olmayan kişilerce yapılan yanlış açıklamalar tüketicide kafa karışıklığına neden olabilmektedir. Tüketici doğru bilgi kaynağını bilememekte dolayısıyla bilgi kirliliği oranı beraberinde artarak, tüketicinin beslenme konusunda daha büyük yanlışlar yapmasına yol açmaktadır.

Bilgi kirliliği, genelde, gıdada var olan etkinin abartılarak yansıtılması, gıdada var olmayan fonksiyonların varmış gibi ifade edilmesi, gıdanın sağlıklı veya tehlikeli olduğunun bilimsel olmayan bir çerçevede ifadesi olarak gelişmektedir ve bu gelişimler, tüketicilerin kamu otoritelerine olan güvenlerinin sarsılması ve mevzubahis gıdaları tüketmekten bir süreliğine veya tamamen vazgeçmeleri ile neticelenmektedir. (Sungur, 2014).

Gıda ve beslenme konusunda tam anlamı ile günümüzde gerek sosyal medyada gerek basılı yayınlarda büyük bir bilgi kirliliği mevcuttur. İnsanlar ne yiyip ne yemeyeceği konusunda endişe etmesinin nedeni, konu üzerinde bilgisi olmayan ve medya tarafından büyütülen kişilerin yanlış

yönlendirmesinden kaynaklanmaktadır. Yapılan algı araştırmalarına göre bu verilere inanışın temel nedenleri arasında yönlendirmeyi yapanların bir kısmının toplum tarafından güvenilir kabul edilen mesleklerle (tıp doktoru vb.) sahip olmasından ileri gelmektedir. TV programlarında bu kişilerin artık aileden biri gibi kabul edilmesi de etkindir. Her insan kendi beslenme inanışlarına/ alışkanlıklarına devam etmekte özgürdür. Ancak kimse başkalarının beslenme tarzına bilimselliği kanıtlanmamış yönlendirmelerde bulunma hakkına sahip değildir. Bilgi farklı bir şeydir, bilimsel temellerle uyum sağlamak zorundadır. (Halkman, 2015).

Gıdaların üretim teknolojileri ve ürün özellikleri hakkında bilimsel-mesleki yetkinliğe sahip olmayan kişiler tarafından popüler olmak, kitaplarının reklamını yapmak, satışını arttırmak ve muayenelerine gelen hasta sayısının arttırmak amacıyla bilgi sahibi olmadığı halde herhangi bir bilimsel temele dayanmadan açıklama yaptıkları görülmektedir. Bu asılsız, hiçbir bilimsel temeli olmayan ve etik kurallara uymayan açıklamalar, süt, ekmek, yumurta gibi temel gıdalarla ilgili olarak bile yapılmakta, tüketicilerin kaygı düzeyini yükselterek, beslenmeleri konusunda hatalar yapmalarına yol açmaktadır. Beslenmede yapılan hatalar, sağlıkla ilgili geri dönüşsüz birçok tehlikeyi ortaya çıkarmaktadır. Tüm bu rahatsız edici durumların yanında bu kişilerin bazı gıda gruplarına karşı kuşku olmasına sebep olan yanlış ve gerçeklikten uzak açıklamalarının sorgulanmadan, işin gerçek uzmanlarına danışılmadan medya tarafından yüksek reyting beklentisiyle kamuoyuna aktarılmasıdır (Songül, 2015).

Medyada gıda konusundaki bilgi kirliliği; gereksiz ve yanlış bilgilerle “bilgi obezitesi” olan toplumun, bilimi temel alan “bilgi diyetine” ihtiyacı vardır. Günümüzde medya aracılığı ile istenilen bilgiye istenilen zamanda ulaşabilmekte “Kuşkusuz bilgiye bu kadar kolay ve hızlı bir şekilde ulaşmak zamanın verimli kullanılması açısından çok önemli bir rahatlıktır. Besleyici değeri yüzyıllardır bilinen gıdalar hakkındaki yanlış bilgilendirmelerin, ülkemizde zaten yetersiz ve dengesiz beslenme alışkanlığı olan halkımızın

daha fazla beslenme sorunlarıyla karşı karşıya kalmasına zemin hazırlamaktadır (Artık, 2014).

Kitleler, gıda güvenliği ve halk sağlığını ilgilendiren konuları yoğunlukla yazılı ve görsel basın aracılığı ile takip ederler (Avşar ve ark. 2006). Sosyal medya da gıda ile ilgili yoğunlaşan bilgi kirliliği sebebiyle güvenilir bilgi için daha seçici yaklaşımlarda bulunmak gerekmektedir. Sosyal medyada gıda alanında yetkinliği olmayan bazı kişilerce yapılan bilimsel olmayan açıklamalar neticesinde toplum araştırma yöntemlerini kullanmamakta ve toplumun çoğu sosyal medyada yapılan her beslenme tavsiyesine uyar hale gelmiştir. Bu durum halkın sağlığını tehlikeye atmakta ve yüzlerce 'Doğru Bilinen Yanlışlar' kavramını karşımıza çıkarmıştır.

Karaali'nin (2012) gıda riskleri konusunda yapılan bilgilendirmelere duyulan güven hususuna dair yapmış olduğu anket çalışmasına göre; Türkiye'de bilim insanlarına duyulan güvenin % 53, hekimlere % 41, gıda üreticilerine % 20, tüketici örgütlerine % 16, yazılı veya görsel bilgi veren medyaya güvenin % 14, sivil toplum kuruluşlarına % 13, yasal otoritelere % 13 olduğu saptanmıştır.

Sosyal medyada yer alan beslenme alışkanlıkları ve gıda maddeleri ile ilgili haberlerin bireylerin beslenme alışkanlıklarında değişiklik yapmaları ile ilişkisini saptamaktır. Günümüzde her yaş, her sosyokültürel ve her eğitim düzeyinden çok sayıda insanın sosyal medya kullanıcısıdır. Sosyal medyanın pazarlamadaki rolü yadsınamaz olduğundan, çalışmanın sosyal medya üzerindeki beslenme alışkanlıkları ile ilgili haberlere ilgisi, bu haberlere karşı duyduğu güven/güvensizlik, bu haberler neticesinde beslenme alışkanlıklarında değişiklik yapma isteği gibi konuların çalışılması insan sağlığı açısından da önem arz etmektedir. Bu çalışma beslenme ile ilgili halkın bilinç oranını ölçmek, günümüzün en büyük sorunlarından biri haline gelen bilgi kirliliğinin ortadan kaldırılması ve doğru bilginin doğru uzman kaynağından elde edilebilmesi konusunda tüketicileri bilinçlendirme amacıyla yapılmıştır. Sosyal medya kullanıcıları arasından değişik yaşam standartlarına sahip olan 616 kişilik tesadüfi olarak seçilen grubun, beslenme, çeşitli besin maddeleri ve önemi

konularında ne kadar bilgi sahibi olduklarının anlaşılması ve medyanın gıda tüketim tercihlerinde ne kadar etkili olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada ölçeği geliştirilirken yapılan hesaplamalar sonucunda anketin sosyal medya kullanıcıları arasından farklı yaş gruplarındaki 600 kişiye uygulanması hedeflenmiştir. Türkiye'de "Internet World State" verilerine göre; 2015 nüfus sayısı 77.695.904 kişi, 2014 Aralık tarihinde internet kullanıcısı sayısı 46.282.850 kişidir. İnternet kullananlar nüfusun %60'ı kadardır. Facebook kullanan kişi sayısı ise ortalama 32 milyon dolayındadır (Anonim 2015). Araştırmanın evreni Türkiye'deki 18-24, 25-24 ve 55+ yaş aralığında ki sosyal medya kullanıcıları olarak tespit edilmiştir. Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasına dair çeşitli formüller verilmekle birlikte bu çalışmada örneklem sayısının belirlenmesinde Yamane (2001) tarafından belirtilen örneklem formülü kullanılmıştır. Örneklem formülü aşağıdaki gibidir.

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{N \cdot d^2 + z^2 \cdot p \cdot q}$$

n= Örnek çapı (Araştırma için uygulama yapılacak kişi sayısı)

N= Evren (yığındaki birim sayısı)

z= Standart normal dağılım tablo değeri (Araştırmada istenilen güvenilirlik düzeyi %95 gibi)

d= Duyarlılık (Araştırma için kabul edilebilir hata payı - 0,05)

p = Araştırmaya konu olan özellikleri taşıyan bireylerin oranı

q= Araştırmaya konu olan özellikleri taşımayan bireylerin oranı(p+q=1)

Araştırmaya 616 kişi katılmış ve kitlesel hedefe ulaşılmıştır. Kişiler Tesadüfî örnekleme yöntemi ile seçilmiştir.

Çalışmada bireylerin beslenme alışkanlıklarını değiştirme ve sosyal medyadaki ilgili haberlerin ilişkisini saptayabilmek amacıyla anket yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada genel tarama

modeli kullanılmış olup, genel tarama modelleri çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacıyla evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup üzerinde yapılan tarama düzenlemeleridir. (Karasar, 2000). Araştırma materyalini toplama online anket formları kullanılmıştır. Anket formunda tüketicilere gıda bilinci ile ilgili bilgileri beş değişkenle (Kesinlikle Katılıyorum, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum, Kesinlikle Katılmıyorum) değerlendirmeleri istenmiştir. Yapılan anket uygulaması çerçevesinde elde edilen veriler; faktör analizi, Varyans Analizi (ANOVA) ve T Testine tabi tutulmuştur. Analizler SPSS Statistics 20.0 paket programında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca verilerin faktörleşmeleri faktör analizi ile incelenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Ankete katılan tüketici profili çizelge 1’de verilmiştir. Field (2009)’ın yaptığı yeterlilik ölçütü değerlendirmesine göre sonuç 0.8-0.9 arasında tespit edilmiş olup istatistiki olarak güvenilirlik anlamında ‘çok iyi’ grubunda kabul edilmektedir. Yapmış olduğumuz anket çalışmasında ise KMO ve Bartlett’s Test tablosu incelendiğinde KMO örneklem yeterliliğinin 0.8-0.9 arasında tespit edildiğinden (0.847) uygun olduğu belirlenmiş ve böylelikle ilk olarak faktör analizinin anketimize uygunluğu tespit edilip ispatlanmıştır. Uygun olan anket çalışması için faktör analizi yapılarak 13 faktör belirlenmiştir. Bu faktörler; (Ambalaj), Gıda Katkı Maddesi (Katkı), Gıdanın Tavsiye edilmesinden Etkilenme (Tavsiye), Sağlık ve Gıda (Sağlık), Organik Pazarlara Güven (Organik Pazarlar), Medyada Açıklama Yapan Kişilerin Mesleği (Kimlik, meslek), Medyada Açıklama Yapan Kişilerin Ünlü Olması (Ün), Gıdaları Satın Alırken Dikkat Edilmesi Gerekenler (Satın Alma), Doğal Gıdalar (Doğal), Yasak Olan Gıdalar (Yasak), Hayvansal Gıdalar (Hayvansal), Gıdaların Tazeliliğinin Belirlenmesi (Tazelik) ve Gıdaların Tercihinde Reklamın Etkisi (Reklam)’dır. (Çizelge 1)

Gıda ambalajlarının kalitesini gösteren üç önemli unsur ambalajın koruyuculuğu, pazarlama unsuru ve tüketiciyi bilgilendirmektir. Tüketicilerin çoğunluğunun gıda ambalajlarında son kullanma

tarhini kontrol etme noktasında daha bilinçli olduğu görülmektedir. Gıdalara katkı maddeleri katılmasının doğruluğu üretici ve özellikle tüketicileri ikiye bölen konulardan biri olmaktadır.

Sosyal medyada her meslek grubunun yaptığı açıklamaların ve yayınların kafa karışıklığı yaratabildiği bilinmektedir. Sonuçlar genel olarak tüketicinin katkı maddelerine ve hazır ürünlere kesinlikle güvenmediğini ve özellikle son yıllarda tartışma konusu olan sütlerde katkı maddesi olduğunu düşünenlerin sayısının hiç de azımsanmayacak oranda olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar katkı maddeleri ile ilgili bilgi kirliliğinin varlığını göstermektedir. Sosyal medyada bazı meslek gruplarınca gıda ile ilgili yapılan açıklamalar doğrultusunda tüketicinin tutumunun incelendiği 3. Faktör olan tavsiye faktörü altı soru ile belirlenmiştir. 3. Faktör olan tavsiye faktöründe tüketicinin uzmanlık alanını sorgulamaksızın, beslenme noktasında belirli mesleklerden toplumun etkilendiği ya da bazı açıklamalar sonucunda kararsız kalarak kafa karışıklığı yaşadığı tespit edilmiştir. En önemlisi sosyal medyanın beslenme tercihleri üzerinde büyük rol oynadığı yön verebilen bir unsur olduğu görülmüştür.

Sosyal medya da bilimsel bir veriye dayanmayan bazı beslenme tutumlarının sağlık üzerine etkisi ile ilgili yapılan açıklamaların tüketiciye etkisi doğrultusunda 4. faktörde, Besin grubu olarak bile aynı kategoride olmayan gıdalar hakkında kıyaslama yapılması doğru bir yaklaşım olmadığı düşünülmektedir. Süt teknolojisi ve bitkisel yağ teknolojisi birbirinden farklı alanlar olmakla birlikte gıda kimyası bakımından incelendiğinde de zaten benzerlik göstermemektedir. Organik pazarlar ile ilgili yapılan haber ve reklamların etkisinin ölçüldüğü 5. faktörde verilen cevaplar incelendiğinde ve özellikle kararsız kitlenin fazla olmasını da göz önünde bulundurduğumuzda organik pazar kavramı hakkında tüketici de kafa karışıklığı olduğu tespit edilmiştir.



Çizelge 1: Demografik veriler

<u>CİNSİYET</u>	<u>Kişi Sayısı</u>	<u>EĞİTİM</u>	<u>Kişi Sayısı</u>
Bayan	355	İlkokul/ortaokul	4
Bay	261	Lise	20
Toplam	616	Ön Lisans	47
		Lisans	285
<u>YAŞ</u>		Yüksek Lisans	204
13-17	1	Doktora	56
18-24	272	Toplam	616
25-54	333		
55+	10	<u>BÖLGE</u>	
Toplam	616	Marmara	279
		Akdeniz	32
<u>MESLEK</u>		Karadeniz	57
Akademisyen	129	Ege	76
Doktor	6	İç Anadolu	126
Ev Hanımı	8	Doğu Anadolu	28
Memur	23	Güney Doğu Anadolu	18
Mühendis	104	Toplam	616
Öğrenci	176		
Öğretmen	53	<u>AYLIK GELİR</u>	
Serbest Meslek	6	300-999 TL	169
Tekniker	15	1000-1499 TL	58
Diğer	96	1500-2499 TL	144
Toplam	616	2500-3499 TL	121
		3500 ve Üzeri	124
<u>MEDENİ DURUM</u>		Toplam	616
Evlü	131		
Bekâr	485		
Toplam	616		

Meslek durumunun irdelendiği 6. faktörün sonuçlarına göre 3 değişkene de verilen %80 civarında ki olumlu cevaplar göstermektedir ki tüketici gerek TV, gerek internet üzerinden besin ve beslenme ile ilgili açıklamaları dinlerken, okurken bilgilendirme yapan kişinin mesleğine ve kimliğine dikkat etmekte ve Gıda Mühendislerini daha çok sosyal medyada görmek istemektedir. Sosyal medyada toplumda gerek mesleği gerekse günlük yaşamı ile ün kazanmış, son yıllarda kısa sürede ciddi kilo verip ilginç diyet listelerini sosyal

medyada paylaşan kişilerden etkilenme durumunun incelendiği 7. Faktörde Diyet kitabı olarak piyasaya sürülen kişiye özel bir liste oluşturmadan tüm insanları aynı kefeye koyup besin tavsiyeleri veren kitaplara karşı tüketicinin ilgisi olmadığı ve daha bilinçli olduğu görülmektedir. Bunlara ilave olarak, promosyon ürünler tüketici için sadece bir tercih meselesi olduğu görülmekte, alışverişte ciddi anlamda satın almayı etkilememektedir. Doğallık kavramı ile ilgili son soruda ise maden suyu ve soda

karşılaştırması yapılmış, çoğu tüketici aynı olmadığını bilincindeyken, beşte birlik bu kitlenin kararsız olması az da olsa bu konuda da kafa karışıklığı olduğunu göstermektedir. Sosyal medya da bazı meslek gruplarınca bilimsel bir veriye dayandırılmadan gıda hakkında yapılan açıklamaların tüketici üzerindeki etkisinin incelendiği 10.faktörde tüketicinin en yüksek paydalarına kesinlikle ile başlayan yargılarda rastlanması da tüketicinin bu konuda keskin değerler ile birbirinden ayrıldığını göstermektedir. Hayvansal gıdalar ile ilgili sosyal medyada yapılan

çeşitli tüketim tavsiyelerinin tüketici üzerine etkisi incelendiğinde tüketicinin çığ yumurtaya karşı daha duyarlı olduğu görülmektedir. Tazelik faktörünün tüketici üzerine olan etkisi iki değişken ile incelenmiştir. En çok yapılan hatalardan bir tanesi olan küflü gıdaların küflü kısmını atıp gerisini tüketme durumu ile ilgili soruya ise tüketicilerin %36.9'u kesinlikle katılmamaktadır. Bu konuda tüketicinin günümüzde daha bilinçli olduğu söylenebilir. Reklamların tüketicinin gıda tercihi üzerinde ki etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2: 616 kişinin faktörlere göre X<sup>2</sup> sonuçları

FAKTÖRLER	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
	Kesinlikle Katılmıyorum	% f	Katılmıyorum	% f	Kararsızım	% f	Katılıyorum	% f	Kesinlikle Katılıyorum	% f
<b>FAKTÖR 1 (Ambalaj)</b>										
Gıda alışverişinde ilk olarak etiket bilgilerini kontrol ederim.	31	5	45	7.3	52	8.4	276	44.8	212	34.4
Satın aldığım gıdanın son kullanma tarihini okurum.	22	3.6	16	2.6	27	4.4	166	26.9	385	62.5
Satın aldığım gıdanın içindekiler kısmını okurum.	36	5.8	54	8.8	103	16.7	247	40.1	176	28.6
Gıda alışverişi yaparken sağlıklı(besin değeri yüksek) olanları tercih ederim.	28	4.5	68	11	129	20.9	240	39	151	2.5
Gıda satın alırken, gıda ürününün üzerindeki kalite güvence işaretine dikkat ediyorum.	42	6.8	93	15.1	123	20	213	34.6	145	23.5
Gıda alışverişinde etikette gıda katkı maddelerini kontrol ederim.	44	7.1	93	15.1	115	18.7	195	31.7	169	27.4
<b>FAKTÖR 2 (Katkı)</b>										
Sokakta satılan sütler, UHT sütler göre daha sağlıklıdır.	150	24.4	162	26.3	175	28.4	92	14.9	37	6
Doğal ürünler daha sağlıklıdır teknolojik yolla üretilmiş gıdalar yeterince sağlıklı değil.	51	8.3	77	12.5	87	14.1	236	38.3	165	26.8
Kutu sütlerin içine bozulmalarını önlemek için zararlı katkı maddeleri koyuyorlar.	103	16.7	75	12.2	151	24.5	162	26.3	125	20.3
Pakette satılan Toz baharatlara güvenmiyorum, boya maddeleri katılmış olabilir.	45	7.3	91	14.8	158	25.6	203	33	119	19.3
Yoğurdumu evde yaparım, ambalajlı ürünlere güvenmem.	70	11.4	141	22.9	130	21.1	147	23.9	128	20.8

Çizelge 2 devam

<u>FAKTÖR 3 (Tavsiye)</u>										
Diyet kitapları olan bir doktor çikolata kanserojendir diye açıklama yaptı, doktor sonuçta bir bildiği vardır, çikolata tüketmem artık.	258	41.9	186	30.2	129	20.9	30	4.9	13	2.1
Son zamanlarda belirli gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda yapılan açıklamalara göre tüketim alışkanlıklarım değişti.	99	16.1	126	20.5	166	26.9	176	28.6	49	8
Gazete veya dergilerde yeterli ve dengeli beslenmek üzerine yazılan yazıları özellikle okurum.	70	11.4	127	20.6	146	23.7	215	34.9	58	9.4
Tv de ki sağlıklı beslenme ile ilgili programları kaçırmam	169	27.4	215	34.9	152	24.7	64	10.4	16	2.6
Doktorlar bir şeyi yiyin ya da yemeyin derse dinlerim mutlaka.	128	20.8	145	23.5	203	33	122	19.8	18	2.9
Salam, sucuk gibi gıdaları tüketmem.	104	16.9	167	27.1	108	17.5	127	20.6	110	17.9
<u>FAKTÖR 4 (Sağlık)</u>										
Bir doktor istediğiniz kadar kebab yiyebilirsiniz diyor, ne düşünüyorsunuz?	271	44	231	37.5	58	9.4	33	5.4	23	3.7
Çikolata kanser yapar.	229	37.2	204	33.1	147	23.9	25	4.1	11	1.8
Anne sütüyle zeytinyağı aynı şeydir.	330	53.6	173	28.1	85	13.8	20	3.2	8	1.3
Her gün 40 zeytin ye hastaneyi unut.	236	38.3	178	28.9	150	24.4	41	6.7	11	1.8
<u>FAKTÖR 5 (Organik Pazarlar)</u>										
Organik Pazarlardan alışveriş yaparım.	88	14.3	211	34.3	117	19	161	26.1	39	6.3
Organik pazarlarda satılan gıdalar daha sağlıklıdır.	39	6.3	106	17.2	205	33.3	199	32.3	67	10.9
Televizyon veya internette organik pazar yeri söylenirse özellikle organik pazarı tercih eder oradan alışveriş yaparım.	115	18.7	231	37.5	174	28.2	79	12.8	17	2.8
Organik pazarlar para tuzağıdır.	65	10.6	153	24.8	240	39	102	16.6	56	9.1
<u>FAKTÖR 6 (Kimlik- Meslek)</u>										
Tv'de beslenme ile ilgili haberlerde açıklama yapan kişilerin mesleğine dikkat ederim.	38	6.2	35	5.7	33	5.4	250	40.6	260	42.2
Gıda mühendislerinin Tv'de açıklama yaptığını görmek istiyorum.	32	5.2	19	3.1	71	11.5	222	36	272	44.2
Beslenme ile ilgili bir açıklama izlerken açıklamayı yapan kişinin kimliği önemlidir.	33	5.4	36	5.8	48	7.8	234	38	265	43
<u>FAKTÖR 7 (Ün)</u>										
Televizyonda bir bitkinin zayıflattığı hakkında haber izleyince ismini not eder ve alır denerim.	294	47.7	196	31.8	66	10.7	45	7.3	15	2.4
Tv'de reklamları yapılan zayıflama haplarına güvenir satın alırım.	510	82.8	81	13.1	12	1.9	8	1.3	5	0.8
Ünlülerin nasıl zayıfladığını merak eder öğrenince uygulırım.	385	62.5	146	23.7	50	8.1	27	4.4	8	1.3
Ünlü yazarların diyet kitaplarını satın alırım.	296	48.1	220	35.7	58	9.4	32	5.2	10	1.6

Çizelge 2 devam

<b>FAKTÖR 8 (Satın Alma)</b>										
Gıda alışverişi yaparken lezzetli olan gıdalara yönelirim.	30	4.9	53	8.6	104	16.9	320	51.9	109	17.7
Gıda alışverişi yaparken fiyat önemlidir.	35	5.7	62	10.1	105	17	304	49.4	110	17.9
Promosyon ürünler marka tercihim etkiler.	86	14	159	25.8	156	25.3	166	26.9	49	8
<b>FAKTÖR 9 (Doğal Gıda)</b>										
Margarin doğal bir gıdadır.	365	59.3	166	26.9	61	9.9	17	2.8	7	1.1
Margarin tereyağı kadar besleyicidir.	380	61.7	152	24.7	65	10.6	11	1.8	8	1.3
Gıdaların ışınlanması güvenlidir.	162	26.3	127	20.6	244	39.6	57	9.3	26	4.2
Soda ile Maden suyu aynı şeydir, tatları da etkileri de aynı sonuçta.	263	42.7	176	28.6	123	20	34	5.5	20	3.2
<b>FAKTÖR 10 (Yasak)</b>										
Sağlıklı yaşamak için 3 beyaz olan tuz, şeker ve undan uzak durmalıyız.	55	8.9	97	15.7	112	18.2	212	34.4	140	22.7
Şeker zehirdir.	101	16.4	163	26.5	163	26.5	119	19.3	70	11.4
Ekmek yememeliyiz.	143	23.2	216	35.1	131	21.3	89	14.4	37	6
Güvendiğiniz din alimleri Midye tüketilmesinin haram olduğunu açıkladı. Artık tüketmem o zaman.	188	30.5	111	18	82	13.3	106	17.2	129	20.9
<b>FAKTÖR 11 (Hayvansal Gıdalar)</b>										
Sütü hayvandan geldiği gibi, kaynatmadan içmek en sağlıklı olanıdır.	354	57.5	150	24.4	68	11	26	4.2	18	2.9
Yumurta hayvandan alır almaz çiğ olarak içmek çok faydalıdır. Önemli olan yumurtanın çatlamamış yani sağlam olmasıdır.	280	45.5	168	27.3	125	20.3	33	5.4	10	1.6
<b>FAKTÖR 12 (Tazelik)</b>										
Yemeğin tadı ve kokusu bozulmamışsa zehirlemez, rahatlıkla tüketebilir.	201	32.6	165	26.8	129	20.9	98	15.9	23	3.7
Küflenmiş gıdaların küflü kısmı kesip atılarak gerisi tüketilebilir.	227	36.9	160	26	131	21.3	83	13.5	15	2.4
<b>FAKTÖR 13 (Reklam)</b>										
Televizyonda reklamı yapılan markalar benim seçimimde önemlidir.	122	19.8	199	32.3	147	23.9	137	22.2	11	1.8
Reklamlarda oynayan kişiler marka tercihim etkiler.	317	51.5	155	25.2	77	12.5	52	8.4	15	2.4

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilinçli tüketici; örgütlü olan, bir mal ya da hizmeti satın alırken, ondan azami derecede yarar sağlamayı amaçlayan, gerçek gereksinimlerini göz önünde tutan, planlı ve belgeli alışveriş yapan, alışverişin nesnesi değil öznesi olduğunun bilincinde olan kişidir. Ayrıca kalitesi, standardı

yüksek, sağlıklı, güvenli, çevreci ürünü seçme olgunluğunu taşıyan, tüm bunlarla birlikte bütçesine en uygun ürünü seçip tasarrufa önem veren kişidir. Aynı zamanda kaliteyi denetleyen, dolayısıyla, giderek ekonomiyi verimliliğe yönlerecek olan yadsınmaz bir sosyoekonomik unsurdur (Topuzoğlu ve ark., 2007). Gelişmekte

olan ülkelerde, medyanın siyasi, ekonomik, teknolojik, mesleki unsurlardan bağımsız ve tarafsız olarak toplumun doğru ve anlaşılır bilgiye erişimi, toplumun bu yöndeki bilincinin artırılmasında daha etkin rol oynaması gerektiği bilinen bir gerçektir. Risk iletişim kanalları web siteleri, basılı ve dijital yayınlar, toplantılar ve çalıştaylar, halk ile istişareler, ortak/paydaş ağları, sosyal ağlar, blog'lar vb. medya türleri olarak değerlendirilmektedir (Aytekin, 2015). İnsanların birçok konuda faydalandığı bu basın araçlarının, beslenmenin önemi ve gıda maddelerinin tanıtımları konularında doğru ve sürekli bilgi vermeleri gerekmektedir (Yılmaz ve ark. 2007).

Yazılı, görsel ve sosyal medyanın tüketicinin gıda bilincini olumlu ve olumsuz etkilerinin bulunduğu gerek önceki yapılan çalışmalarda gerekse yapmış olduğumuz anket çalışmasında ortaya çıkmaktadır. Bilimsel verilere dayanmadan bazı şahsi yorumlamalardan tüketici etkilenerek beslenme konusunda endişeye kapılmakta, 'kanser yapar', 'zehirdir' gibi keskin cümlelerin tüketiciler üzerinde kafa karışıklığı yaşattığı görülmektedir. Ancak medya reyting gibi endişelerle bu can alıcı açıklamaları ekranlara ve sosyal medyaya taşımaktadır. Bilimsel verilere bağlı olmadan bir gıdanın tek başına kanser yapması yerine, hastalıkların birçok etkene bağlı olduğu, bir gıdanın tam olarak etkisinin anlaşılabilmesi için belirli sayıda gruplara homojen olarak testlerinin yapılması ve sonuçlarının benzerliği baz alınarak ancak bilimsel olarak yorumlanabilmektedir. Besin etkileri insanların metabolizmasına, cinsiyetine, yaşına, boyuna, kilosuna, genetik yapısına, günlük harcadığı kalori miktarına dolayısıyla mesleğine, yaşadığı bölgedeki coğrafyada yetişen bitki örtüsüne ve yapılan hayvancılığa gibi daha uzatabilecek birçok etkene bağlıdır. Dolayısıyla her gıda her insanın metabolizması gıdalara tam olarak aynı biyolojik tepkiyi veremeyecektir. Diyet listeleri oluşturulurken diyetisyenler kişiye özel besin tavsiyeleri listeleri oluşturmaktadır. Toplu ortak beslenme ancak yeterli ve dengeli beslenme tavsiyeleri ile her metabolizma için aynı olan besin öğeleri (Karbonhidrat, yağ, protein, vitamin, mineral, su) ile ortalama değerlere bağlı olarak yapılabilir.

Günümüzde yaşanan gıda ile ilgili bilgi kirliliğinden dolayı tüketicinin kafasının karışıklığının bir nedeni de tüketiciye tavsiyede bulunan kişilerin ünlü olması, mesleği, kimliği gibi sebeplerden dolayı etkilenmektedir. Bazı meslek gruplarından kişilerin özellikle medya tarafından "doğru söyleyen insan", "yalanlarla mücadele eden bilim insanı" olarak tanıtılması tüketici tarafından her söylenenin kanun olarak kabul edilmektedir. Doğru bilgi ancak doğru uzman kaynağı aracılığıyla bilimsel verilere dayalı olarak verilebilir. Yazılı, görsel ve sosyal medya da bu sebepten dolayı gıda ile ilgili yorumlarda mutlaka alanında uzman olan kişilere yer verilmelidir.

Gıda ile ilgili TV yayınları, internet kaynakları Gıda Tarım ve Hayvancılık bakanlığı tarafından denetlenmelidir. Yine bakanlığa bağlı olan Alo174 Gıda hattında çalışanların halkın sorunlarına bilimsel ve güvenilir yanıtlar verebilmesi için Gıda Mühendisleri olmalıdır. Alanında uzmanlaşmış olan Gıda Mühendislerinin Gıda üretimi yapılan her alanda aktif bir şekilde çalıştırılması zorunlu bir hale getirilmeli ve denetlenmelerin daha sık yapılması sağlanmalıdır. Halkı Gıda ve beslenme konusunda bilinçlendirecek gerçek TV programları yapılmalı ve halkın gıda konusunda sorusu olduğunda doğru kaynaklara yönlenebilmesi sağlanmalıdır. Halk Gıda Mühendisliği mesleğini daha iyi tanımalı ve Gıda Tarım bakanlığından onaylı olmayan hiçbir gıdayı satın almaması noktasında bilinçlendirilmelidir. 2015 yılından itibaren sosyal medyada bilgi kirliliğinin fazlalaşması ile önü alınamayan yanlış bilgilendirmelere karşı düzenlenmeye başlayan kongre ve sempozyumların sayısı artırılarak oturumlar halka açık yapılmalı ve hatta canlı TV yayını ya da online internet yayınları ile desteklenmeli, halkın anlayabileceği sade bir dil ile doğru bilinen yanlışlara karşı bilinçlendirme çalışmaları sıklıkla yapılmalıdır. Beslenme ile ilgili yapılan TV yayınları RTÜK tarafından incelenmeli halk sağlığını tehlikeye atacak yanlış bilgilendirmeler yapan bireyler, yayınlar veya kanallar caydırıcı cezalar ile cezalandırılmalı ve gerekirse yayından men edilmelidir.

"Gıda bilinci" ilkökul, ortaokul, lise ve üniversitelere zorunlu seçmeli ders olarak

okutulmalıdır. Her ilde bu eğitimi verecek gıda mühendisleri görevlendirilmeli halkın küçüklükten itibaren okul öğrenimi süresince doğru dengeli ve yeterli beslenme konusunda bilinçlendirilmelidir.

#### KAYNAKLAR

Aytekin, N. D., (2015). A.B. Gıda Güvenilirliğinde Risk İletişimi, Kamuoyunun Bilgilendirilmesi ve Türkiye'nin Durumu. AB Uzmanlık Lisans Tezi, T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

Artık N., (2014). Gıdada Bilgi Kirliliği Bilimsel Gerçekler Paneli. [Http://www.Ukon.Org.Tr/Duyurular/Pdf/GidAdabilgikirliligivebilimselgerceklerpanelibilginotu.Pdf](http://www.ukon.org.tr/Duyurular/Pdf/GidAdabilgikirliligivebilimselgerceklerpanelibilginotu.Pdf)

Avşar, T.A., Avşar, Y. K., Evrendilek, G.A. (2006). Gıda Güvenliği ve Başarılı Risk İletişimi: Medyanın (Yazılı, Sözlü, Görsel Basımın) Sorumluluğu. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu, Ss. 11-14.

Halkman, A. K., (2015). Gıda Konusunda Yanlış Yönlendirmeler. Gazi Üniversitesi Öğretim Üyeleri Derneği, Akademik Bülten, Ss. 16-20.

Karaali, P. (2012). Gıda Güvenliği İçin Risk İletişim Stratejileri. 4. Gıda Güvenliği Kongresi, İstanbul.

Kocadaş, B. (2006). Kültür ve Medya International Journal Of Human Sciences, 1(1).

Newkirk, R. W., Bender, J. B., & Hedberg, C. W. (2012). The Potential Capability Of Social Media As a Component Of Food Safety and Food Terrorism Surveillance Systems, Food borne Pathogens and Disease, 9(2), Ss. 120-124.

Songül, Y., (2015). Gıdalarda Bilgi Kirliliği Ve Gıda Mühendisliği. <https://www.Tarimdanhaber.com/Haber/Gida/Gidada-Bilgi-Kirliligi-Ve-Gida-Muhendisligi/> (Erişim Tarihi: 13.06.2015)

Sungur, H. (2014). Gıda Sektörünün Baş Edemediği Sorun: Bilgi Kirliliği. Ankara.

Solak, B. B.(2016). Televizyon Reklamlarında Ünlü Kullanımının Satın Alma Davranışı Üzerine Etkisi: Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Öğrencilerine Yönelik Araştırma. Gümüşhane Üniversitesi, İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi, Ss. 253-278.

Tezgüder S., (2016). Sosyal Medya Nedir? [Http://Sosyalmedyakulubu.Com.Tr/Sosyalmedya/Sosyal-Medya-Nedir.Html](http://sosyalmedyakulubu.com.tr/Sosyalmedya/Sosyal-Medya-Nedir.Html)

Topuzoğlu, A., Hıdıroğlu, S., Ay, P., Önsüz, F., & İkişık, H. (2007). Tüketicilerin Gıda Ürünleri İle İlgili Bilgi Düzeyleri Ve Sağlık Risklerine Karşı Tutumları. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6(4), 253-258.

Türkel, F., (2016). Gıda Algısını Yönlendiren Gıda Dışı Etkiler. Gıda Hattı E-Dergi, Köşe Yazısı. [https://www.Gidahatti.Com/Gida-Algisini-Yonlendiren-Gida-Disi-Etkiler-6407/](https://www.gidahatti.com/Gida-Algisini-Yonlendiren-Gida-Disi-Etkiler-6407/) (Erişim Tarihi: 26.06.2016)

Yamane, T.; (2001). Temel Örneklem Yöntemleri. (İngilizceden Çeviren: Alptekin Esin, M. Akif Bakır Celal Aydın Ve Esen Gürbüzsel), Literatür Yayıncılık, İstanbul, Ss.116-117.

Yılmaz İ., Uran H. (2007). Gıda Maddeleri Tüketiminde Medyanın Rolü: Tekirdağ İli Örneği, ISSN: 1306-7648, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Ss.9-17.

## LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN SÜT TÜKETİM ALIŞKANLIKLARININ VE DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ

**Murat Emre Terzioğlu\* İhsan Bakırcı**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

Geliş / Received: 03.08.2018; Kabul / Accepted: 22.01.2019; Online baskı / Published online: 22.02.2019

Terzioğlu, M. E., Bakırcı, İ. (2019). Lisans öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının belirlenmesi. *GIDA* (2019) 44 (1): 163-172 doi: 10.15237/gida.GD18080

Terzioğlu, M. E., Bakırcı, İ. (2019). *Determination of milk consumption habits and behaviors of undergraduate students. GIDA* (2019) 44 (1): 163-172 doi: 10.15237/gida.GD18080

### ÖZ

Bu çalışmada, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Erzincan Üniversitesi'nin Eğitim Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Mühendislik Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören 400 öğrenciye anket uygulanarak elde edilen verilerin kullanılmasıyla öğrencilerin süt tüketim alışkanlıkları ve davranışları incelenmiştir. Araştırmaya katılan öğrenciler ana kitle oranlarına dayalı kümelendirilmemiş tek aşamalı tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Anket sonucunda elde edilen veriler tablolar halinde verilmiştir. Araştırmada öğrencilerin %67'sinin sütü sevdiği, haftalık kişi başına yaklaşık 1.3 litre süt tükettiği, bunun gelişmiş ülkelere oranla yeterli olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin süt satın alırken bakkal ve pazarların yerine genellikle marketleri tercih ettiği ve markaya, fiyata, üretim ve son kullanma tarihine dikkat ettiği görülmüştür. Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencileri haricinde diğer öğrencilerin genellikle süt ile bulaşan hastalıklar konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin süt tüketmede ilk sebep olarak sütün besleyici özelliğini ön plana çıkardığı, genel olarak süt tüketiminde herhangi bir sorunla karşılaşmadığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Süt, süt tüketim alışkanlıkları, lisans öğrencileri

## DETERMINATION OF MILK CONSUMPTION HABITS AND BEHAVIORS OF UNDERGRADUATE STUDENTS

### ABSTRACT

In this study, a questionnaire to 400 students studying at Faculty of Education, Faculty of Arts and Sciences, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Faculty of Engineering and faculty of Health Sciences in Erzincan University in 2016-2017 academic year was applied and the students' milk consumption habits and behaviors were investigated through the obtained data. Students participating in the study were identified by a single, unclustered random probability sampling method based on population ratios. The data obtained through the questionnaire are given in tables. It was determined that 67% of the students in the survey liked milk, consumed about 1.3 liters of milk per week, which is not enough compared to developed countries. It has been seen that students prefer to supermarkets instead of groceries and shops when buying milk and pay attention to brand, price, production and expiry date. It has been determined that other students, except for the students of the Faculty of Health Sciences, generally do not have enough knowledge about milk-borne diseases. We determined that the first reason of milk consumption is the students were aware of milk having nutritional function and did not encounter any problems in milk consumption in general.

**Keywords:** Milk, milk consumption habits, undergraduate students

\* Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author

✉ murat.terzioglu@atauni.edu.tr

☎ (+90) 442 231 2485

(+90) 442 236 0958

## GİRİŞ

Bu çalışma, Erzincan Üniversitesi'ndeki çeşitli fakültelerde öğrenim gören öğrencilerin, çeşitli parametreler göz önünde bulundurularak süt tüketim alışkanlıklarını, bu alışkanlıkları etkileyen faktörleri ve süt tüketimi hakkındaki bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda üniversite öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve bu konudaki bilgi düzeylerinin ortaya konması ve elde edilen bu veriler doğrultusunda üniversite öğrencilerinin süt tüketimi konusunda bilinçlendirilmesi, karşılaştıkları sorunların belirlenmesi, sorunlara dair gerekli önlemlerin alınması, süt tüketimini arttırıcı çözüm önerilerinin sunulması ve bu sayede daha sağlıklı bireyler için atılacak adımlara zemin oluşturulması bakımından önem taşımaktadır.

Beslenmede temel gıda maddesi olarak kabul edilen süt; yaşamın her evresinde gerekli olup, yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanmasında, enerji alınımında, kemik sağlığının korunmasında, obezite, kanser ve hipertansiyon gibi kronik hastalıkların önlenmesinde önemli bir faktördür (Tönük vd., 1984; Arabacıoğlu Özbilen, 1993; Christopher ve Nordin, 1997; Jain, 1998; Heaney vd., 1999; Miller vd., 2000; Black vd., 2002; Weinberg vd., 2004; Ünal ve Besler, 2008). Süt, zengin besin içeriği (protein, kalsiyum, fosfor, A, B<sub>2</sub> ve B<sub>12</sub> vitamini) yönüyle ön plana çıkmakta (Ünal ve Besler, 2008; Bıyıklı, 2011) ve doğada kazein, laktoz, süt yağı,  $\alpha$ -laktalbumin ve  $\beta$ -laktoglobulin sadece sütte bulunmaktadır (Metin, 2014). Bünyesinde yer alan esansiyel aminoasitler vasıtasıyla bilhassa çocuklarda büyüme ve gelişmeyi arttırmakta, galaktoz vasıtasıyla beyin hücrelerinin gelişimini sağlamakta ve kalsiyum vasıtasıyla kemik sağlığının korunmasında önemli bir rol oynamaktadır (Çapraz ve Yılmaz, 2005; Bıyıklı, 2011).

Süt, beslenmede bu denli önemli bir gıda olmasına rağmen ülkemizdeki tüketim oranları gelişmiş ülkelere oranla düşük seviyelerde bulunmakta, kişi başına yıllık süt tüketim miktarı AB ülkelerinde 89 kg, ABD'de 83 kg ve Avustralya'da 107 kg iken, Türkiye'de 26 kg olduğu bildirilmektedir (Asüd, 2010).

Öğrencilere erken yaşlardan itibaren süt tüketim alışkanlığı kazandırmak amacıyla ilk olarak 2011-2012 eğitim öğretim yılında uygulanmaya başlayan Okul Sütü Programı kapsamında 1. yıl Türkiye genelinde 136 milyondan fazla kutu süt, 2. yıl ülke genelindeki bütün ilkokullara yayılarak yaklaşık 296 milyondan fazla kutu süt dağıtımı yapılmıştır. 9 Şubat 2015'ten itibaren ise yaklaşık 34 bin okulda haftada 3 gün (Pazartesi, Çarşamba, Cuma) olmak üzere güvenilir ve sağlıklı ambalajlarda süt dağıtımı gerçekleştirilmektedir. Okul Sütü Programı, AB üyesi 26 ülkede (Yunanistan ve Hırvatistan hariç) 2011-2012 yılları arasında, Rusya'da 2005'te, Çin'de ise 2000 yılında uygulanmaya başlamıştır (Anonymous, 2018).

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Mühendislik Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören öğrencilerden örnekleme yöntemiyle 400 kişi seçilmiştir. Örnek hacmi, ana kitle oranlarına dayalı kümelendirilmemiş tek aşamalı tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir (Collins, 1986). Seçilen bu öğrencilere anket formu dağıtılarak ve gerekli açıklamalar yapılarak anketi doldurmaları istenmiştir. Anket çalışması ile elde edilen veriler bilgisayar ortamında SPSS 20 paket programı (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0, USA) ve istatistiksel analiz olarak Ki-Kare testi (Şahinöz ve Özdemir, 2017) ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular tablolar haline getirilerek yorumlanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzincan Üniversitesi lisans öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının belirlenmesi konulu anket çalışması için tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilen 400 öğrencinin anket sorularına verdiği cevapların yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 1-Çizelge 7'de gösterilmektedir.

Öğrencilere "süt içmeyi seviyor musunuz?" sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %67'si süt içmeyi sevdiğini belirtmiştir. Ayar ve Demirulus



(2000) eğitim çağındaki gençlerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarını araştırdıkları çalışmada, öğrencilerin %80'inin süt içmeyi sevdiğini belirlemişlerdir. Durmaz vd. (2002) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yüksekokul öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları üzerine yaptıkları çalışmada, öğrencilerin %77.41'inin süt içmeyi sevdiğini ortaya koymuşlardır. Tarakçı vd. (2003) Yüzüncü Yıl Üniversitesi lisans öğrencilerinin içme sütü

tüketim alışkanlıklarını inceledikleri çalışmada, öğrencilerin %78.96'sının süt içmeyi sevdiğini saptamışlardır. Şimşek ve Açıkgöz (2011) Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları üzerine yaptıkları çalışmada, öğrencilerin %69.7'sinin süt içmeyi sevdiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarla bu anket çalışması sonuçlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Katılımcıların "Fakülteniz" sorusuna vermiş olduğu cevapların yüzde ve frekans dağılımları  
Table 1. Percentages and frequency distributions of participants' responses to the question of "What is your Faculty?"

	Frekans / Frequency	Yüzde / Percent
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	81	20.3
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	80	20.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	79	19.8
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	80	20.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	80	20.0
Toplam / Total	400	100.0

Çizelge 2. Fakülteye göre katılımcıların "Süt içmeyi seviyor musunuz?" sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Table 2. Frequency and percentage distributions of respondents, according to the faculty, to the question of "Do you like to drink milk?"

		Evet / Yes	Hayır / No	Toplam / Total
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	Fakülte içinde / In faculty %	%76.5	%23.5	%100.0
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%66.2	%33.8	%100.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%55.7	%44.3	%100.0
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	Fakülte içinde / In faculty %	%68.8	%31.2	%100.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%67.5	%32.5	%100.0
Toplam / Total	Fakülte içinde / In faculty %	%67.0	%33.0	%100.0

Çizelge 3. Fakülteye göre katılımcıların “Haftalık ortalama ne kadar süt tüketiyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Table 3. Frequency and percentage distributions of respondents, according to the faculty, to the question of "How much milk do you consume in average weekly?"

		1 LT'nin altı / under 1 LT	1-2 LT arası / between 1LT-2 LT	2-4 LT arası / between 2 LT-4 LT	4 LT ve üzeri / over 4 LT	Toplam / Total
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	Fakülte içinde / In faculty %	%24.7	%42.0	%29.6	%3.7	%100.0
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%22.5	%52.5	%18.8	%6.2	%100.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%41.8	%44.3	%8.9	%5.1	%100.0
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	Fakülte içinde / In faculty %	%35.0	%30.0	%30.0	%5.0	%100.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%37.5	%41.2	%18.8	%2.5	%100.0
Toplam / Total	Fakülte içinde / In faculty %	%32.2	%42.0	%21.2	%4.5	%100.0

Öğrencilere “haftalık ortalama ne kadar süt tüketiyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %74.2’sinin haftalık 2 litreden daha az süt tükettiği görülmüştür. Tüm fakültelerde 4 litrenin üstünde süt tüketen öğrencilerin oranının %4.5 gibi düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır. Karagözlü vd. (2005) Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğrencilerinde süt ve ürünleri tüketim alışkanlıkları ve beslenme bilinçleri üzerine yaptıkları araştırmada, öğrencilerin %53.09’unun haftada 1-3 litre süt içtiğini belirtmişlerdir. Bu anket çalışması, Karagözlü vd. (2005)’in bulgularıyla aynı doğrultuda sonuçlanmıştır. Cevger vd. (2008) Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi intern öğrencilerinde hayvansal ürünlerin tüketim durumunu inceledikleri araştırmada, öğrencilerin kişi başına aylık ortalama 4 litre süt tükettiğini belirlemişlerdir. Çetinkaya (2010) Kafkas Üniversitesi öğrencilerinin içme sütü ve süt ürünlerini tüketim alışkanlıkları üzerine yaptığı çalışmada, öğrencilerin %25’inin günlük 1 bardak, %5’inin günlük 2 bardak, %3’ünün 3 bardak içtiğini, %67’sinin hiç süt tüketmediğini ortaya koymuştur. Uzunöz ve

Gülşen (2007)’nin Gaziosmanpaşa Üniversitesi öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, öğrencilerden %28.67’sinin, Şimşek ve Açıkgöz (2011)’in yaptığı çalışmada ise öğrencilerden %34.2’sinin sütü düzenli olarak tükettiğini saptamışlardır. Stefanikova vd. (2006) tıp fakültesi öğrencilerine uyguladığı anket çalışmasında öğrencilerin günlük ortalama 230 gram süt tükettiğini saptamışlardır. Manaf vd. (2012) ise çalışmasında süt tüketiminin öğrencilerin %87.3’ünde düşük seviyelerde (süt tüketiminin haftada 1-3 kere veya daha az) olduğunu belirlemişlerdir. Bu anket çalışmasında, üniversite öğrencilerinin ülke geneline kıyasla daha fazla süt tükettiği görülmektedir. Bunun başlıca nedenleri arasında eğitim düzeyi ve öğrenciye özgü günlük yaşam koşullarının etkileri olduğu söylenebilir. Gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında ise öğrencilerin süt tüketim oranlarının istenilen seviyelerde olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarla anket çalışmamız arasındaki farklılık ise sorularda kullanılan farklı parametrelerden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. Fakülteye göre katılımcıların “Sütü nereden alıyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Table 4. Frequency and percentage distributions of respondents, according to the faculty, to the question of "Where do you get milk?"

		Market / Market	Bakkal / Shop	Pazar / Bazaar	Kantin / Canteen	Diğer / Other	Toplam / Total
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	Fakülte içinde / In faculty %	%67.9	%2.5	%0.0	%4.9	%24.7	%100.0
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%47.5	%7.5	%2.5	%12.5	%30.0	%100.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%49.4	%6.3	%1.3	%11.4	%31.6	%100.0
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	Fakülte içinde / In faculty %	%51.2	%15.0	%3.8	%11.2	%18.8	%100.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%63.8	%1.2	%2.5	%18.8	%13.8	%100.0
Toplam / Total	Fakülte içinde / In faculty %	%56.0	%6.5	%2.0	%11.8	%23.8	%100.0

Öğrencilere “sütü nereden alıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %56’sının sütü marketten aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, Mühendislik Fakültesinde okuyan öğrencilerin diğer fakültelerde okuyan öğrencilere oranla süt alırken bakkalı daha çok tercih ettiği ve Sağlık Bilimleri Fakültesinde okuyan öğrencilerin diğer fakültelerde okuyan öğrencilere oranla “diğer” seçeneğini daha az tercih ettiği görülmüştür ( $\chi^2=36.805$ ,  $sd=16$ ,  $P=0.002$ ). Durmaz vd. (2002) yaptıkları çalışmada öğrencilerin %57.06’sının, Tarakçı vd. (2003) öğrencilerin %60.64’ünün sütü marketten aldığını ortaya koymuşlardır. Durmaz vd. (2002) ve Tarakçı vd. (2003)’ün yaptıkları çalışmalarla bu anket çalışması sonuçları benzerlik göstermektedir. Uzunöz ve Gülşen (2007) yaptıkları çalışmada süt ve süt ürünleri alırken öğrencilerin %93.33’ünün marketi, Cevger vd. (2008) ise süt alırken öğrencilerin %95.1’inin süpermarketi tercih ettiğini belirtmişlerdir. Şeker vd. (2012) Elazığ ili merkez ilçede yapmış oldukları çalışmada, üniversite mezunlarının %76.2’sinin süt satın alırken marketi

tercih ettiğini saptamışlardır. Uzunöz ve Gülşen (2007), Cevger vd. (2008) ve Şeker vd. (2012)’nin bulguları bu anket çalışması sonuçlarıyla kıyaslandığında marketi tercih eden öğrencilerin oranının çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Hasipek vd. (1988) Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim sıklığı ve bunu etkileyen faktörler üzerine yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin %50’sinin sütü sokak sütçülerinden temin ettiğini belirtmişlerdir. Yapmış olduğumuz bu çalışma ve yakın dönemde literatürde yer alan diğer çalışmalar, Hasipek vd. (1988)’in yapmış olduğu anket çalışmasıyla kıyaslandığında zamana bağlı olarak öğrencilerin süt satın alma konusunda bilinçlendiği, marketlerde eskiye oranla içme sütünün daha fazla yer aldığı ve günümüzde sokak sütçüleri yerine marketlerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir.

Öğrencilere “süt alırken markaya dikkat eder misiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %79.2’si evet, %20.8’i hayır yanıtını vermiştir.

Topcu (2006) Erzurum ilinde süt ürünlerindeki marka rekabeti ve tüketici davranışlarını araştırdığı çalışmada, süt satın alırken %35.64'lük oranla en çok markaya dikkat edildiğini saptamıştır. Öğrencilerin Uzunöz ve Gülşen (2007) %70.33'ünün, Çetinkaya (2010) %74.5'inin ve Şeker vd. (2012) %83.6'sının süt satın alırken markaya dikkat ettiğini ortaya koymuşlardır. Yine Yabancı Ayhan vd. (2018) üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketimi üzerine yaptıkları araştırmada süt satın alırken öğrencilerin %75.9'unun markaya dikkat ettiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarla araştırma bulgularımızın uyumlu olduğu görülmektedir.

Öğrencilere “süt tüketiminizi fiyatlar etkiler mi?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %55.8'i evet, %44.2'si hayır yanıtını vermiştir. Literatürdeki anket çalışmalarında, Durmaz vd. (2002) öğrencilerin %51.42'sinin süt fiyatlarını pahalı bulduğunu belirtirken, öğrencilerin Uzunöz ve Gülşen (2007) %80'inin, Şimşek ve Açıköz (2011) %68.3'ünün, Şeker vd. (2012) %52.4'ünün,

Şahinöz ve Özdemir (2017) ise %61.8'inin süt fiyatlarını uygun bulduğunu saptamışlardır. Bu anket çalışması ve literatürde yer alan diğer çalışmalar, öğrenciler için fiyatların süt tüketiminde önemli bir etken olduğunu ortaya koymakta, farklılık ise sorularda kullanılan parametrelerden kaynaklanmaktadır.

Öğrencilere “süt satın alırken üretim ve son kullanma tarihine dikkat eder misiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %89.2'si evet, %10.8'i hayır yanıtını vermiştir. Öğrencilerin Uzunöz ve Gülşen (2007) %85'inin, Şeker vd. (2012) %90.3'ünün ve Para vd. (2018) %93.5'inin son kullanma tarihine dikkat ettiğini ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda öğrencilerin Şimşek ve Açıköz (2011) %39.4'ünün, Şahinöz ve Özdemir (2017) %49.5'inin süt satın alırken dikkat ettiği en önemli unsurun son kullanma tarihi olduğunu belirlemişlerdir. Bu anket çalışması, yapılan çalışmalarla aynı doğrultuda olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Fakülteye göre katılımcıların “Süt ile bulaşan hastalıklar hakkında bilginiz var mı?” sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Table 5. Frequency and percentage distributions of respondents, according to the faculty, to the question of "Do you know about milk-borne diseases?"

		Evet / Yes	Hayır / No	Toplam / Total
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	Fakülte içinde / In faculty %	%14.8	%85.2	%100.0
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%18.8	%81.2	%100.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%19.0	%81.0	%100.0
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	Fakülte içinde / In faculty %	%15.0	%85.0	%100.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%65.0	%35.0	%100.0
Toplam / Total	Fakülte içinde / In faculty %	%26.5	%73.5	%100.0

Öğrencilere “süt ile bulaşan hastalıklar hakkında bilginiz var mı?” sorusu yöneltilmiştir. Sağlık Bilimleri Fakültesinde okuyan öğrencilerin Eğitim

Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi ve Mühendislik Fakültesinde okuyan öğrencilere oranla süt ile bulaşan

hastalıklar hakkında beklendiği gibi daha bilgili ve bilinçli olduğu görülmüştür ( $\chi^2=76.747$ ,  $sd=4$ ,  $P=0.000$ ). Bu durum, Sağlık Bilimleri Fakültesi müfredatında gıda hijyeni ve sanitasyonu ile ilgili derslerin bulunmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak ise ankete katılan öğrencilerin %73.5'inin süt ile bulaşan hastalıklar hakkında bilgisinin olmadığı saptanmıştır. Çetinkaya (2010)

yaptığı çalışmada, öğrencilerin %57'sinin süt ve süt ürünleriyle bulaşan hastalıklar konusunda bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir. Çetinkaya (2010)'un süt ile bulaşan hastalıklar konusundaki bulguları ile çalışmamıza ait sonuçlar önemli ölçüde farklılık arz etmektedir.

Çizelge 6. Fakülteye göre katılımcıların "Süt tüketmede ilk sebebiniz nedir?" sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Table 6. Frequency and percentage distributions of respondents, according to the faculty, to the question of "What is your first reason for consuming milk?"

		Besleyici olması /Nutricious	Alışkanlık /Habit	Lezzet/ Deliciousy	Büyüklerin zorlaması /Forced by parents	Hastalık durumunda tedavi amaçlı /For healing purpose	Diğer /Other	Toplam/ Total
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	Fakülte içinde / In faculty %	%44.4	%7.4	%21.0	%4.9	%6.2	%16.0	%100.0
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%46.2	%10.0	%20.0	%6.2	%3.8	%13.8	%100.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%36.7	%8.9	%17.7	%10.1	%6.3	%20.3	%100.0
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	Fakülte içinde / In faculty %	%47.5	%10.0	%16.2	%7.5	%2.5	%16.2	%100.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%36.2	%13.8	%18.8	%8.8	%5.0	%17.5	%100.0
Toplam / Total	Fakülte içinde / In faculty %	%42.2	%10.0	%18.8	%7.5	%4.8	%16.8	%100.0

Öğrencilere "süt tüketmede ilk sebebiniz nedir?" sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %42.2'si sütün besleyici özellikte olmasını ilk sebep olarak göstermiştir. Literatürdeki anket çalışmalarında süt tüketiminde ilk sebebiniz nedir sorusu üzerine öğrencilerin Durmaz vd. (2002) %62.98'inin, Tarakçı vd. (2003) %60.16'sının, Çetinkaya (2010)

%46'sının, Şimşek ve Açıkgöz (2011) %59.7'sinin ve Yabancı Ayhan vd. (2018) %55.2'sinin sütü besleyici özellikte olduğu için tükettiğini rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmalar ve bu anket çalışması sonucunda sütün besleyici özelliğinin diğer parametrelere göre ön plana çıktığı görülmektedir.

Çizelge 7. Fakülteye göre katılımcıların “Süt tüketiminde karşılaştığınız başlıca problem nedir?” sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları  
 Table 7. Frequency and percentage distributions of respondents, according to the faculty, to the question of “What is the main problem you face in milk consumption?”

		Sindirim sorunu / Digestive problem	Mide bulantısı / Nausea	Tiksinme sorunu / Loathing	Herhangi bir sorunla karşılaşmıyorum / No problem	Toplam / Total
Eğitim Fakültesi / Faculty of Education	Fakülte içinde / In faculty %	%2.5	%6.2	%8.6	%82.7	%100.0
Fen Edebiyat Fakültesi / Faculty of Arts and Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%7.5	%12.5	%10.0	%70.0	%100.0
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Faculty of Economics and Administrative Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%8.9	%12.7	%11.4	%67.1	%100.0
Mühendislik Fakültesi / Faculty of Engineering	Fakülte içinde / In faculty %	%7.5	%16.2	%5.0	%71.2	%100.0
Sağlık Bilimleri Fakültesi / Faculty of Health Sciences	Fakülte içinde / In faculty %	%12.5	%7.5	%6.2	%73.8	%100.0
Toplam / Total	Fakülte içinde / In faculty %	%7.8	%11.0	%8.2	%73.0	%100.0

Öğrencilere “süt tüketiminde karşılaştığınız başlıca problem nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin %73’ünün süt tüketiminde herhangi bir sorunla karşılaşmadığı belirlenmiştir. Çetinkaya (2010) yaptığı çalışmada, süt tüketimi esnasında öğrencilerin %74.5’inin herhangi bir sorun yaşamadığını rapor etmiştir. Bu yönüyle anket çalışmamız, Çetinkaya (2010)’un bulguları ile benzerlik göstermektedir. Durmaz vd. (2002) yaptıkları çalışmada sütü sevmeyen öğrencilerin %32.98’i kokusu, %34.04’ü tadı nedeniyle sevmediğini, Tarakçı vd. (2003) sütü sevmeyen öğrencilerin %23.60’ı kokusu, %33.71’i tadı, %13.48’i alerjik rahatsızlığı nedeniyle içmediğini belirtmişlerdir. Şimşek ve Açıkgöz (2011) öğrencilerin %38.6’sı tadından, %37.6’sı kokusundan, %10.1’i ise alerjik vb.

rahatsızlıklardan dolayı süt tüketmediğini, Yabancı Ayhan vd. (2018) süt tüketmeyen öğrencilerin %54.1’inin sütü sevmemesi, %24.3’üne sütün dokunması, %21.6’sının sütün kokusundan tiksinişi nedeniyle içmediğini tespit etmişlerdir. Anket bulgularımız ile diğer çalışmalar arasında oranlar farklı olmasıyla birlikte genel bir benzerlik olduğu anlaşılmaktadır.

### SONUÇ

Erzincan Üniversitesinde, 5 ayrı fakültede lisans eğitimi gören öğrencilerin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının belirlenmesine yönelik yapılmış olan bu çalışmada öğrencilerin %67’sinin sütü sevdiği ve haftalık kişi başına 1.3 litre süt tükettiği tespit edilmiş olup bu miktarın kişi başına yıllık 66 litreye tekabül ettiği

belirlenmiştir. Gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında, anket sonucu elde ettiğimiz verilerin ciddi oranda düşük olduğu görülmektedir. Öğrencilerin çoğunlukla sütü marketlerden aldığı, genellikle temizlik ve hijyen koşullarının yetersiz olduğu bakkal ve pazarların tercih edilmediği belirlenmiştir. Anket verilerine göre öğrencilerin süt satın alırken markaya, fiyata, üretim ve son kullanma tarihine dikkat ettiği ve bu etkenlerin süt tüketimini etkilediği saptanmıştır. Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencileri haricinde diğer öğrencilerin genellikle süt ile bulaşan hastalıklar konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı, öğrencilerin süt tüketmede ilk sebep olarak sütün besleyici özelliğini ön plana çıkardığı ve önemli ölçüde süt tüketiminde herhangi bir sorunla karşılaşmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin genel olarak sütü sevmesine rağmen çeşitli nedenlere bağlı olarak yeterli miktarda süt tüketmediği görülmektedir. Öğrencilerin süt tüketme alışkanlıklarının artırılması için, sütün sağlıklı ve dengeli beslenmedeki önemi ve günlük tüketilmesi gereken miktarı konusunda bilinçlendirilmeleri gerekmektedir. Çocukluk döneminden itibaren öğrencilere süt tüketimi alışkanlığı kazandırılmalı, bu amaç doğrultusunda 2011-2012 eğitim öğretim yılından itibaren ilköğretim öğrencilerine uygulanan Okul Sütü Programı desteklenmelidir. Yine toplum sağlığı için süt ile bulaşan hastalıklar ve bu hastalıkların önüne geçilmesinde etkili olan ısı işlemler konusunda öğrenciler çeşitli eğitimlere tabi tutulmalıdır. Toplumun süt içmeye teşvik etmek için gazetelerde, dergilerde, seminerlerde ve diğer birçok alanda süt tüketiminin önemi reklam ve bilgilendirme yöntemiyle daha çok yer almalıdır. Süt üretimi desteklenmeli, soğuk zinciri kırmadan gereken mevzuata uygun süt satışları marketlerle sınırlı kalmamalı, süt satışları uygun fiyatlarda ve uygun ambalaj materyalleri kullanılarak yaygınlaştırılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

Anonymous (2018). Okul Sütü Programı. <http://www.okulsutu.com/dunyada-okul-sutu> (Erişme Tarihi: 22 Temmuz 2018).

Arabacıoğlu Özbilen, Z. (1993). İçme Sütü Tüketiminin Arttırılması ve Okul Sütü Programları. 5. Türkiye Sütçülük Kongresi, 20-21 Mayıs 1993, Ankara, Türkiye, 217 s.

ASÜD (2010). Dünya ve Türkiye Süt Endüstrisi Raporu. 1. Basım, Ankara, Türkiye.

Ayar, A., Demirulus, H. (2000). Eğitim Çağındaki Gençlerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *GIDA*, 25(5): 371-376.

Bıyıklı, E.T. (2011). Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim güclüğü ve intoleransı üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Eğitimi Anabilim Dalı Beslenme Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 94 s.

Black, R.E., Williams, S.M., Jones, I.E. (2002). Goulding, A. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *Am J Clin Nutr*, 76: 675-680.

Cevger, Y., Aral, Y., Demir, P., Sarıözkan, S. (2008). Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi intern öğrencilerinde hayvansal ürünlerin tüketim durumu ve tüketici tercihleri. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 55, 189-194.

Christopher, B.E., Nordin, N. (1997). Calcium and Osteoporosis. *Nutrition*, 13: 718.

Collins, M. (1986). Sampling, consumer market research handbook country of origin labeling, *J. Agr. Appl. Econ.*, 37(1): 49-63.

Çapraz, İ., Yılmaz, V. (2005). İstanbul ticaret odası kobi araştırma ve geliştirme şubesi, süt ve süt ürünleri sektör profili. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-85.pdf> (Erişim tarihi: 7 Nisan 2017).

Çetinkaya, A. (2010). Kafkas üniversitesi öğrencilerinin içme sütü ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 5(2): 73-84.

Durmaz, H., Sağun, E., Tarakçı, Z. (2002). Yüksekokul öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.*, 13(1-2): 69-73.

Hasipek, S., Aktaş, N., Sürücüoğlu, M.S. (1988). Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Sıklığı

- ve Bunu Etkileyen Faktörler. *GIDA*, 13(2): 99-106.
- Heaney, R.P., McCarron, D.A., Dawson-Huges, B., Oparil, S., Berga, S.L., Stern, J.S., Barr, S.I., Rosen, C.J. (1999). Dietary Changes in Favourably Affect Bone Remodeling in Older Adults. *J Am Diet Assoc*, 99(10): 1128-1133.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jain, M. (1998). Dairy Foods, Dairy Fats, and Cancer: A Review of Epidemiological Evidence. *Nutr Res*, 18(5): 905-937.
- Karagözlü, N., Karagözlü, C., Karaca, S., Eren, S. (2005). Üniversite öğrencilerinde süt ve ürünleri tüketim alışkanlıkları ve beslenme bilinçleri üzerine bir araştırma: Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi örneği. *Celal Bayar Üniv. Fen Bilim. Derg.*, 1(2): 101-108.
- Manaf, Z.A., Lee, M.T., Ali, N.H.M., Samynathan, S., Jie, Y.P., Ismail, N.H., Yong, B.H.Y., Yeo, W.S., Yahya, N.A. (2012). Relationship between Food Habits and Tooth Erosion Occurrence in Malaysian University Students. *Malays J Med Sci*, 19(2): 56-66.
- Metin, M. (2014). *Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye, 802 s.
- Miller, G.D., Jarvis, K.J., McBean, L.D. (2000). The Importance of Milk and Milk Products in the Diet. In: *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*, Jensen, R.G., Kroger, M. (ed.), Second Edition, CRC Press, the USA, pp. 4-24.
- Para, G., Ülger, İ., Kaliber, M. (2018). Erciyes Üniversitesi öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 8(1): 329-339.
- Stefanikova, Z., Sevcikova, L., Jurkovicova, J., Sobotova, L., Aghova, L. (2006). Positive and negative trends in university students' food intake. *Bratisl Lek Listy*, 107(5): 217-220.
- Şahinöz, S., Özdemir, M. (2017). Üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları ve etkileyen faktörler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4): 106-112.
- Şeker, İ., Şeker, P., Şahin, M., Özen, V.S., Akdeniz, A., Erkmén, O., Kışlalıoğlu, İ., Sargin, G., Doğu, G.B. (2012). Elazığ İli Merkez İlçede Tüketicilerin Süt Tüketim Alışkanlıkları ve Bu Alışkanlıkları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.*, 26(3): 131-143.
- Şimşek, B., Açıkgöz, İ. (2011). Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *YYÜ TAR BİL DERG.*, 21(1): 12-18.
- Tarakçı, Z., Selçuk, Ş., Şahin, K., Coşkun, H. (2003). Üniversite öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *YYÜ TAR BİL DERG.*, 13(1): 15-21.
- Topcu, Y. (2006). Süt Ürünlerinde Marka Rekabeti ve Tüketici Davranışları: Erzurum İli Örneği. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Erzurum, Türkiye, 277 s.
- Tönük, B., Gültürk, H., Güneyle, U., Arıkan, R., Kayım, H., Bozkurt, Ö. (1984). Gıda Tüketimi ve Beslenme Araştırması. Ankara: Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı/ UNICEF, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü; 1987.
- Uzunöz, M., Gülşen, M. (2007). Üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3: 15-21.
- Ünal, R.N., Besler, H.T. (2008). *Beslenmede Sütün Önemi*. Klasmat Matbaacılık, Ankara, Türkiye, 37 s.
- Weinberg, L.G., Louise, A., Berner, Grones, J.E. (2004). Utrient Contributions of Dairy Foods in the United States, Continuing Survey of Food Intakes by Individuals 1994-1996, 1998. *J Am Diet Assoc*, 104: 895-902.
- Yabancı Ayhan, N., İplikçi, G., Şimşek, I. (2018). Üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketimi üzerine bir araştırma. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6: 370-380.



## THE EFFECTS OF COOKING METHODS ON THE PROPERTIES OF BEEF *LONGISSIMUS DORSI*

Çiğdem Aşçıoğlu\*, Ramazan Şevik

Department of Food Engineering, Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey

Received / Geliş: 26.09.2018; Accepted / Kabul: 24.01.2019; Published online / Online baskı: 22.02.2019

Aşçıoğlu, Ç., Şevik, R. (2019). The effects of cooking methods on the properties of beef *longissimus dorsi*. *GIDA* (2019) 44 (1): 173-183 doi: 10.15237/gida.GD18101

Aşçıoğlu, Ç., Şevik, R. (2019). Pişirme metodlarının sığır *longissimus dorsi* kasının özellikleri üzerine etkileri. *GIDA* (2019) 44 (1): 173-183 doi: 10.15237/gida.GD18101

### ABSTRACT

The effects of different cooking methods (boiling, frying, oven-roasting and grilling) on certain properties of beef *longissimus dorsi* were studied. Cooking loss, moisture content, color, TBARS and the composition of fatty acids were determined. The highest cooking loss was observed with regards to boiling ( $P < 0.05$ ). TBARS increased with boiling and oven-roasting ( $P < 0.05$ ), whereas frying and grilling had no significant effect on TBARS ( $P > 0.05$ ). Color indices were significantly changed through cooking ( $P < 0.05$ ). Polyunsaturated fatty acid (PUFA) content increased in all cooking methods, while saturated fatty acids (SFA) content decreased in all treatments. The trans fatty acid (TFA) content increased after frying and oven-roasting, whereas boiling and grilling decreased the trans fatty acid content ( $P < 0.05$ ). Grilling provided minimum cooking loss ( $P < 0.05$ ) as well as the lowest TBARS value ( $P < 0.05$ ), probably due to the structure of fire brick barbecue inhibiting the intense heat.

**Keywords:** Beef, cooking, grilling, fatty acids, *longissimus dorsi*

## PİŞİRME METODLARININ SIĞIR *LONGISSIMUS DORSI* KASININ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

### ÖZ

Dört farklı pişirme metodunun (haşlama, kızartma, fırında pişirme ve ızgara) sığır *longissimus dorsi* kasının besinsel ve kalite kriterleri üzerine etkisi araştırılmıştır. En fazla pişirme kaybı haşlama işleminde meydana gelmiştir ( $P < 0.05$ ). TBARS değerleri haşlama ve fırında pişirme işlemlerinde artarken ( $P < 0.05$ ), kızartma ve ızgara işlemlerinin TBARS üzerine önemli etkisi olmamıştır ( $P > 0.05$ ). Renk değerleri pişirme işlemi sonrası önemli derecede değişiklik göstermiştir ( $P < 0.05$ ). Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı tüm pişirme şekillerinde artarken, doymuş yağ asitleri (SFA) miktarı tüm uygulamalarda azalmıştır. Trans yağ asitleri kızartma ve fırında pişirme işlemleri ile artarken, haşlama ve ızgarada pişirme işlemleri sonucu azalmıştır ( $P < 0.05$ ). Izgarada pişirme işlemi ile en düşük pişirme kaybı ve TBA değerleri tespit edilmiş ( $P < 0.05$ ), bunun ateş tuğlalı ızgaranın şiddetli ısıyı bir miktar soğurması sonucu meydana gelmiş olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sığır, pişirme, ızgara, yağ asitleri, *longissimus dorsi*

\* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar;

✉ cozungunlu@aku.edu.tr,

☎ (+90) 535 958 3442,

☎ (+90) 272 228 1422

## INTRODUCTION

Meat contains high bioavailable protein and micronutrients that provide essential requirements of human nutrition (FAO, 1992). It is a major source of minerals especially iron and zinc with high bioavailability (Cabrera et al., 2010). The cooking of meat is a compulsory process for the destruction of spoilage and pathogenic organisms. It is also essential in order to improve palatability and to modify the texture and tenderness of meat (Bejerholm et al., 2014).

Many biochemical and physical changes occur during cooking. Protein denaturation, color change, formation of new odors and flavors, lipid oxidation and texture modifications are all the results of the heating process (Boles, 2010). Water loss is also another critical result that is closely related to the cooking yield (Scussat et al., 2017).

Meat is a contradictive foodstuff with its variable fatty acid composition, which is correlated with the risk of coronary heart diseases, but also which has unique beneficial effects on biological functions (Vannice & Rasmussen, 2014). The ratio of polyunsaturated fatty acids to saturated fatty acids is important. There is an increase observed in this ratio during cooking, which has been proven through with several studies (Ono et al., 1985; Gerber et al., 2009). The fatty acid composition of different lipid fractions may also be different. The storage component of the lipid is defined as being a neutral lipid fraction, and the membrane component of the cell is defined as being a polar lipid fraction. The presence of polyunsaturated fatty acids mainly in the membrane fraction causes various differences in fatty acid compositions. (Duckett & Wagner, 1998; Sweeten et al., 1990; Duckett et al., 1993). Proportional changes in the composition of fatty acids during cooking maybe explained with the lipid loss from the adipose tissue, which is mainly composed of triglycerides. Triglycerides consist of saturated fatty acids more than unsaturated fatty acids.

The main purpose of this study was to evaluate the impact of most common cooking methods on beef *longissimus dorsi*. Many studies concerning the

effects of cooking on certain properties of different muscles of lamb (Bravo- Lamas et al., 2018), buffalo (Juarez et al., 2010) and pork (Li et al., 2016) have been done. However, presently, literature on the effects of cooking on the fatty acids in beef *longissimus dorsi* is scarce. Another aim was to determine the effects of an unusual grilling method, fire brick barbecue on beef *longissimus dorsi*, and to figure out the best cooking method for it.

## MATERIAL AND METHOD

### Meat Samples

24 Beef (*M. longissimus dorsi*) muscles were purchased from a national commercial meat processing plant in the region of Afyonkarahisar. Beef muscles were dissected from carcasses 48 h post-slaughter. Each muscle was cut into 2,5 cm slices as steaks and randomly divided into 5 groups. One group was used as raw (control), and the other 4 groups were subjected to the cooking methods immediately: boiling, pan frying, oven-roasting and grilling. No additional oil or other additives were used for any cooking method so that only the changes in the fatty acid profile could be analysed.

### Cooking Treatments

All of the samples were cooked to a core temperature of 71 °C immediately upon the arrival at the food analysis laboratory. The slices were weighed both before and after cooking. Boiling was performed in a water bath with samples completely immersed until they reached the core temperature of 71 °C. Meat slices were fried for 4 minutes on each side in a Teflon pan preheated to 180 °C. Oven- roasting was conducted at 180°C in a commercial electric oven commonly used in private households. Grilling was done in a fire brick barbecue, fired with oak charcoal. The internal temperatures were viewed by thermocouples inserted into the approximate geometric centre of each cut. After the meat was cooked and left to rest, cooking losses were calculated, whereupon the steaks were minced, put into polyethylene bags, and stored at -18 °C until further analysis.

### Cooking Loss and Color Measurements

All sampling was performed in triplicate and averaged. Moisture content of the samples was determined using the oven drying (Anonymous, 1995). After cooking, the meat samples were cooled at room temperature for 20 min, and the percentage of cooking loss was calculated as following the instructions outlined by Becker et al. (2016). Cooking loss was calculated as the percent weight difference between the raw and cooked samples. Color coordinates were determined using a Hunterlab model Minolta CR-400 (Osaka, Japan) chromometer. The color results were stated in terms of lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) according to the standard conditions of the Commission International d'Eclairage (CIE). The values were measured in five locations within each slice, and the average values were calculated.

### Lipid Oxidation Measurement

Lipid oxidation was assessed by measuring 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) according to the spectrophotometric method described by Byun et. al. (2001), with some modifications. The meat samples were extracted with perchloric acid. The absorbance of each sample was read at 538 nm by using Shimadzu UV-1800 Spectrophotometer (Shimadzu UV-1800 Spectrophotometer, Kyoto, Japan) differently. Results were expressed in terms of mg of malonaldehyde (MDA)/ kg of meat.

### Fatty acid profile

The content of fatty acid methyl esters (FAMES) was determined using gas chromatography (GC).

Fatty acid methyl esters were obtained using the AOAC Official Method (1992). Ten grams of each sample were homogenized, and the lipid was extracted using 100 ml of chloroform:methanol (2:1, v/v). The solvent was removed by evaporation under vacuum. The residual chloroform was then removed using nitrogen. Extracted fat was saponified with 0,5 mol /L methanolic sodium hydroxide and then methylated with 12 % (v/v) boron trifluoride ( $BF_3$ ) in methanol according to the method outlined by Morrison & Smith (1964). The obtained fatty acid methyl esters were then separated and analyzed by gas chromatography (Agilent 7890A GC) equipped with an automatic liquid sampler, a split injector, a flame ionization detector (GC- FID) and a fused silica capillary column (100 m x 0,25 mm i.d.) with a 0,20  $\mu$ m film thickness. 1  $\mu$ L aliquot of the sample was injected into a split at a division ratio of 1/50. The GC was operated under with the oven temperature being at 90 °C / 7 min and injector being at 250 °C, detector at 250 °C. The identification and quantification of the methyl esters of the fatty acids were achieved by comparing them with both the retention times and concentrations of methyl esters of standard fatty acids. The results were reported as % of each cooking sample.

Based on the FAME results, the atherogenic (AI) and thrombogenic indexes (TI) were also calculated according to Ulbricht & Southgate (1991) as shown in following equations: (1) and (2).

$$AI = \frac{C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0}{(\sum[PUFA] + (\sum[MUFA]))} \quad (1)$$

$$TI = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{\left(0,5 * \sum[MUFA] + (0,5 * \sum n - 6) + \left(3 * \sum[n - 3] + \left(\frac{n - 3}{n - 6}\right)\right)\right)} \quad (2)$$

### Statistical Analysis

One way analysis of variance (ANOVA) was performed using IBM SPSS Statistics 19.0 programme (IBM Corporation, Somers, NY, USA) in order to determine significant differences between groups. Duncan's multiply range test was applied when a significant effect ( $P < 0.05$ ) was detected. Analytical values were realized in triplicate. The data is presented as mean  $\pm$  standard deviation. The effect of cooking on the changes within a meat cut was evaluated using the paired T-test; differences were considered significant at a value of  $P < 0.05$ .

### RESULTS

Thermal treatments induced the water loss observed in all of the treated steaks. The highest lost was obtained in boiled steaks, whereas the lowest was obtained in oven-cooking samples. The results for cooking loss, moisture and color indices are displayed in table 1. The boiled steaks had more cooking loss compared to steaks cooked using the other 3 methods. This might be attributed to the slower cooking rate of boiling. Similar results were found by Obuz et al. (2004) who reported highest cooking loss for steaks cooked in water bath. Slight but not significant differences obtained between other methods.

Cooking loss was lowest in grilled meat, probably crust formation prevented the water from escaping (Aaslyng, 2003). The cooking losses obtained here are in agreement with those reported in similar studies (Alfaia et al., 2010; Jensen et al., 2014; Oz et al., 2017). Aaslyng et al. (2003) stated that cooking loss is not only composed of liquid but also soluble matters such as myofibrillar and sarcoplasmic proteins, collagen, lipids, salt, polyphosphates and flavour compounds get lost from meat with water during thermal treatment (Gerber et al., 2009). The basic moisture transport hypothesis by Godsvalve et al. (1977) is still effectual, which indicates that protein denaturation occurs as a result of thermal treatment. Denaturation decreases the capacity of the proteins to hold water, and protein network shrinks. The shrinking network forms a mechanical force on the interstitial water, and the excess water is expelled to the surface of the meat. Cooking methods had a significant effect on the water content of samples. The moisture contents of the cooked samples ranged between 59.0 and 60.6 %. Obtained results basically agree with similar previous studies, even in both the same and different kind of meats for both raw and cooked samples (Jensen et al., 2014; Lorenzo et al., 2015; Roseland et al., 2015; Yıldız-Turp, 2016).

Table 1. Cooking loss (%), moisture content (g/100 g meat) and color values of raw and cooked beef *longissimus dorsi*

	Raw	Boiling	Frying	Oven-Roasting	Grilling
Cooking Loss	-	42,76 <sup>a</sup>	37,81 <sup>b</sup>	35,8 <sup>b</sup>	35,69 <sup>b</sup>
Moisture	75.27 <sup>c</sup> $\pm$ 0.3	59.35 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.79	59.8 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.68	60.6 <sup>b</sup> $\pm$ 1.07	59.0 <sup>a</sup> $\pm$ 0.55
L*	40.91 <sup>c</sup> $\pm$ 1.95	54.06 <sup>a</sup> $\pm$ 1.50	53.37 <sup>a</sup> $\pm$ 2.16	54.45 <sup>a</sup> $\pm$ 1.46	49.24 <sup>b</sup> $\pm$ 1.61
a*	10.33 <sup>a</sup> $\pm$ 0.17	2.09 <sup>c</sup> $\pm$ 0.15	5.04 <sup>b</sup> $\pm$ 2.16	2.46 <sup>c</sup> $\pm$ 0.15	6.24 <sup>b</sup> $\pm$ 0.51
b*	6.0 <sup>b</sup> $\pm$ 1.91	15.6 <sup>a</sup> $\pm$ 0.47	14.04 <sup>a</sup> $\pm$ 0.19	14.04 <sup>a</sup> $\pm$ 0.23	13.61 <sup>a</sup> $\pm$ 1.46

a,b,c ; different superscript letters in the same trait indicate significant statistical differences ( $P < 0.05$ )

Color is an important property of meat and meat products especially for consumer acceptability (Tian et al., 2016). The heat process causes the denaturation of globin, which then precipitates with other meat proteins. Between 55 °C and 65 °C denaturation of myoglobin and other proteins begin in meat, after then most denaturation has occurred by 75 °C or 80 °C (King & Whyte, 2006).

Maillard molecules begin to form along with the melanoid pigments, which are associated with the grilled-meat color above the 85 °C threshold (Kondjoyan et al., 2014). L\*, a\* and b\* mean values of both the raw and cooked samples are shown in Table 1. L\* and b\* values of samples increased with cooking, while a\* values decreased. Decrease in a\* values could be explained with the

denaturation of myoglobin as a result of temperature increase. Grilled samples displayed a more intense reddish color as well as a less intense lightness. The formation of dark color due to the browning reaction caused lower lightness value for grilling. Significantly higher  $a^*$  value in grilling had indicated that more myoglobin degradation occurred during boiling, frying and roasting. Significant increase in  $L^*$  values of cooked meat possibly occurred because of less myoglobin in the surface and also increased light scattering due to protein denaturation (Warner, 2014). Higher  $L^*$  and  $b^*$  values and lower  $a^*$  values observed in previous similar studies (Lorenzo et al., 2015; Oz et al., 2017; Becker et al., 2016). Becker et al. (2016) has attributed higher  $b^*$  values to the

formation of metmyoglobin, and following the heat denaturation of globin in metmyoglobin. This denatured globin hemichrome is the pigment responsible for the dull-brown color of cooked meat (Suman & Joseph, 2014). Potentially increased  $b^*$  values and decreased  $a^*$  value might be due to denatured globin hemichrome. All cooking methods had led to similar effects on  $L^*$  and  $b^*$  values, that there were no significant differences between cooking methods. These findings are in agreement with a similar study in beef *longissimus dorsi* (Tian et al., 2016), whereby increased  $L^*$  and  $b^*$  values were attributed to the migration of water from the center to the meat surface during cooking.

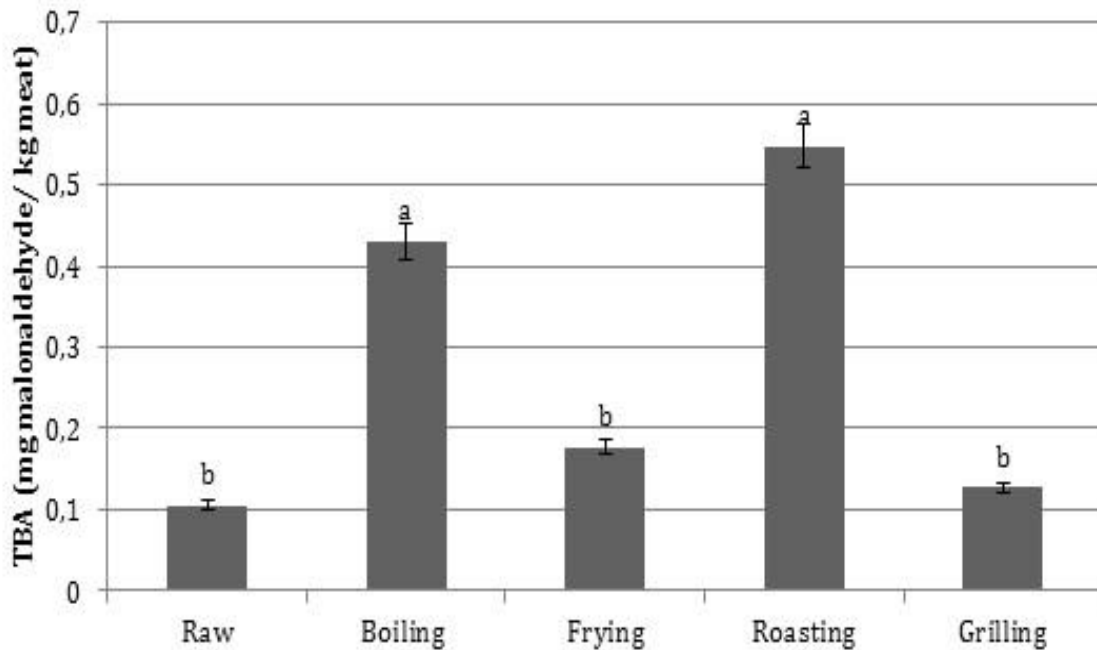


Figure 1. Thiobarbituric acid substances (TBARS) content (mg malonaldehyde/ kg meat) of beef *longissimus dorsi*.

a,b ; different superscript letters indicate significant statistical differences ( $P < 0.05$ )

TBARS content is an important parameter to determine lipid oxidation. The oxidation of meat lipids may cause the development of off-flavours besides carcinogenic malondialdehyde. Boiling and roasting increased the TBARS significantly, however frying and grilling had no significant effect on lipid oxidation. Several authors found similar results, for beef *longissimus lumborum*

(Temgilimoglu-Metin & Kızıl, 2017), for pork (Broncano et al., 2009), for buffalo (Juarez et al., 2010) and for foal meat (Lorenzo et al., 2015) with similar cooking procedures.

Table 2. Mean fatty acid composition (expressed as g/100 g of fatty acids) with standard error of the mean of raw and cooked beef *longissimus dorsi*

Fatty acids(%)	Raw	Boiling	Frying	Oven-Roasting	Grilling
C14:0	3.379 <sup>a</sup> ±0.20	2.603 <sup>b</sup> ±0.20	2.867 <sup>a,b</sup> ± 0.12	3.383 <sup>a</sup> ±0.19	3.356 <sup>a</sup> ±0.52
C14:1	0.443 <sup>a,b</sup> ±0.030	0.319 <sup>b</sup> ±0.06	0.496 <sup>a,b</sup> ±0.04	0.591 <sup>a</sup> ±0.11	0.586 <sup>a</sup> ±0.25
C15:0	0.231 <sup>a</sup> ±0.087	0.448 <sup>a</sup> ±0.30	0.366 <sup>a</sup> ±0.20	0.810 <sup>a</sup> ±0.63	1.139 <sup>a</sup> ±1.07
C16:0	30.764 <sup>a</sup> ±0.19	28.182 <sup>b</sup> ±0.15	28.443 <sup>b</sup> ±1.17	28.518 <sup>b</sup> ±1.13	28.384 <sup>b</sup> ±0.28
C16:1	3.404 <sup>a,b</sup> ±0.32	3.014 <sup>a,b</sup> ±0.26	3.155 <sup>a,b</sup> ±0.35	2.406 <sup>b</sup> ± 1.18	3.584 <sup>a</sup> ±0.22
C17:0	0.183 <sup>b</sup> ±0.04	0.343 <sup>a,b</sup> ±0.22	0.319 <sup>a,b</sup> ±0.22	1.043 <sup>a</sup> ±0.31	0.734 <sup>a,b</sup> ±0.43
C17:1	0.567 <sup>a</sup> ±0.01	0.569 <sup>a</sup> ±0.07	0.560 <sup>a</sup> ±0.08	0.568 <sup>a</sup> ±0.21	0.657 <sup>a</sup> ±0.13
C18:0	19.618 <sup>a,b</sup> ±0.05	21.162 <sup>a</sup> ±1.87	21.650 <sup>a</sup> ±2.11	17.426 <sup>b</sup> ±0.77	18.165 <sup>a,b</sup> ±2.77
C18:1n-9t	1.290 <sup>a,b</sup> ±0.06	1.146 <sup>b</sup> ±0.03	1.508 <sup>a,b</sup> ±0.48	1.685 <sup>a</sup> ±0.24	1.187 <sup>b</sup> ±0.05
C18:1n-9c	35.278 <sup>a</sup> ±0.05	36.680 <sup>a</sup> ±0.99	34.584 <sup>a</sup> ±1.88	35.575 <sup>a</sup> ±1.01	34.907 <sup>a</sup> ±2.59
C18:2n-6t	0.129 <sup>b</sup> ±0.08	0.147 <sup>a,b</sup> ±0.05	0.152 <sup>a,b</sup> ±0.025	0.174 <sup>a</sup> ±0.02	0.132 <sup>b</sup> ±0.05
C18:2n-6c	2.934 <sup>c</sup> ±0.05	3.734 <sup>b,c</sup> ±0.87	4.106 <sup>b,c</sup> ±0.91	5.715 <sup>a</sup> ±0.45	4.826 <sup>a,b</sup> ±1.16
C20:0	0.151 <sup>a</sup> ±0.05	0.164 <sup>a</sup> ±0.01	0.186 <sup>a</sup> ±0.03	0.136 <sup>a</sup> ±0.02	0.140 <sup>a</sup> ±0.03
C18:3n-6	0.282 <sup>b,c</sup> ±0.007	0.164 <sup>d</sup> ±0.006	0.219 <sup>c,d</sup> ±0.07	0.352 <sup>a,b</sup> ±0.06	0.398 <sup>a</sup> ±0.05
C20:1	0.320 <sup>a</sup> ±0.01	0.244 <sup>a</sup> ±0.04	0.311 <sup>a</sup> ±0.14	0.356 <sup>a</sup> ±0.02	0.331 <sup>a</sup> ±0.06
C18:3n-3	0.119 <sup>a</sup> ±0.03	0.132 <sup>a</sup> ±0.06	0.114 <sup>a</sup> ±0.02	0.186 <sup>a</sup> ±0.005	0.170 <sup>a</sup> ±0.06
C22:0	0.173 <sup>a</sup> ±0.01	0.125 <sup>a</sup> ±0.01	0.173 <sup>a</sup> ±0.04	0.187 <sup>a</sup> ±0.04	0.223 <sup>a</sup> ±0.13
C20:3n-3	0.148 <sup>a</sup> ±0.01	0.153 <sup>a</sup> ±0.03	0.249 <sup>a</sup> ±0.19	0.259 <sup>a</sup> ±0.11	0.380 <sup>a</sup> ±0.030
C24:0	0.132 <sup>b,c</sup> ±0.01	0.097 <sup>c</sup> ±0.03	0.189 <sup>a,b</sup> ±0.06	0.196 <sup>a,b</sup> ±0.008	0.261 <sup>a</sup> ±0.05
C22:5n-3	0.242 <sup>a,b</sup> ±0.01	0.122 <sup>b</sup> ±0.04	0.192 <sup>a,b</sup> ±0.05	0.233 <sup>a,b</sup> ±0.01	0.293 <sup>a</sup> ±0.16
C22:6n-3	0.201 <sup>a</sup> ±0.03	0.103 <sup>a</sup> ±0.04	0.203 <sup>a</sup> ±0.16	0.247 <sup>a</sup> ±0.07	0.128 <sup>a</sup> ±0.05
∑SFA	54.631 <sup>a</sup>	53.124 <sup>c</sup>	54.193 <sup>b</sup>	51.699 <sup>e</sup>	52.402 <sup>d</sup>
∑MUFA	41.302 <sup>b</sup>	41.972 <sup>a</sup>	40.614 <sup>e</sup>	41.181 <sup>d</sup>	41.252 <sup>c</sup>
∑PUFA	4.055 <sup>e</sup>	4.555 <sup>d</sup>	5.235 <sup>c</sup>	7.166 <sup>a</sup>	6.327 <sup>b</sup>
PUFA/SFA	0.074 <sup>e</sup>	0.085 <sup>d</sup>	0.096 <sup>c</sup>	0.138 <sup>a</sup>	0.120 <sup>b</sup>
n-6 / n-3	4.71 <sup>e</sup>	7.93 <sup>a</sup>	5.90 <sup>c</sup>	7.31 <sup>b</sup>	5.15 <sup>d</sup>
∑Trans FA.	1.419 <sup>c</sup>	1.293 <sup>e</sup>	1.66 <sup>b</sup>	1.859 <sup>a</sup>	1.319 <sup>d</sup>
AI	0,976	0,829	0,87	0,87	0,87
TI	2,18	2,10	2,12	1,85	1,89

a, b, c, d, e ; different superscript letters in the same row indicate significant statistical differences ( $P < 0.05$ )

The mean values of fatty acid composition are presented in Table 2. In decreasing order of percentage, the major FAs of both raw and cooked meat were oleic (18:1c9, 34-36 %), palmitic (16:0, 28-30 %), stearic (18:0, 17-21 %) and linoleic (18:2c6, 2-5 %) acids. As a SFA, only 16:0 was significantly higher in raw meat control. All of the cooking methods had exhibited a

significant decrease in the SFA level. The MUFA level had also decreased significantly, except for in boiling, in the cooked beef compared to raw meat. Previous studies also reported reduction of MUFA in cooked samples which was explained by the oxidative degradation of unsaturated fatty acids during heat treatment (Selani et al., 2016). Cooked beef had higher concentrations of PUFA

compared to raw meat, mainly due to the significant increase of some n-6 fatty acids, of which linoleic acid is the major fatty acid. In this study, the percentages of individual trans fatty acids almost remained unaffected by the cooking treatments, whereas in the group of all trans fatty acids significant differences had arisen among the treatments. Trans fatty acids were decreased by boiling and grilling, and they were increased by frying and roasting. Trans-9 octadecenoic acid, also known as elaidic acid, was the most abundant trans fatty acid, and is known as the primary industrial trans fatty acid, whereas its presence in this study is probably due to the rumen biohydrogenation of C18 PUFA according to Bessa et al. (2000). The dietary ratio of n-6 / n-3 fatty acids is more important than the dietary intake of these PUFAs alone. It is essential to provide a balance between n-6 and n-3 fatty acids to maintain homeostasis, normal development, and mental health over the course of healthy life cycle (Simopoulos, 2011). n-3 fatty acids were less affected by cooking than n-6 fatty acids. This result endorses the hypothesis by Kouba et al. (2008) which claims that n-3 fatty acids are less susceptible to changes by cooking as a result of being structural lipids. Similar results were found by Campo et al. (2013) for lamb. From a nutritional perspective, some nutritional authorities suggest that the PUFA/ SFA ratio in human diets should be 0,40 or higher and the n-6 / n-3 ratio should not exceed 4,0 (BHD, 1994). The latter ratio was also considered as a risk factor in different cancers and coronary heart disease (Enser, 2001). Neither PUFA/ SFA nor n-6/ n-3 ratios are in agreement with the recommended ratios. These results can mainly be attributed to the higher content of SFA. Both of these ratios are in agreement with some findings previously reported by other researchers also for lamb and beef (Campo et al., 2013; Badiani et al., 2002). Alongside the composition of fatty acids, the related health lipid indices, atherogenic index and thrombogenic index, are also noteworthy. The atherogenic index is defined as the ratio between the fatty acids which favour the adhesion of lipids to cells of the immunological and circulatory system and the fatty acids which inhibit the aggregation of plaque and lower the levels of

esterified fatty acid, cholesterol and phospholipids, thereby preventing the appearance of micro- and macro-coronary diseases. Thrombogenic index shows the tendency to form clots in the blood vessels and is determined with the ratio between pro-thrombogenic (saturated) and the anti-thrombogenic fatty acids (MUFAs, PUFAs – n6 and PUFAs –n3) (Garaffo et al., 2011). It was specified that these cardiovascular indexes should be low in a healthy diet (Attia et al., 2015). It was stated that higher saturated fatty acids concentrations may cause more atherogenic and thrombogenic effects on health (Hu, 2001; Henderson et al. 2008; Attia et al., 2017). No significant differences observed between cooking methods with regards to atherogenic indexes, our results are rather higher than the results that McDaniel et al. (2013) reported and both atherogenic and thrombogenic indexes are higher in comparison with Badiani et al. (2002). These differences might be related to the higher saturated fatty acid content of our cuts. About these indexes, currently available literature data provides little information about beef. Many studies about other species were previously reported, for lamb and sheep (Yakan & Unal, 2010; Sinanoglou et al., 2013; Flakemore et al., 2017), for pork (Li et al., 2016; Fiedorowicz et al., 2016) and for fish and seafood (Garaffo et al., 2011; Chakraborty et al., 2017). Rather than steaks or fresh cuts, atherogenicity and thrombogenicity studies about beef and pork burgers and patties (Selani et al., 2016; Rodriguez-Carpena et al., 2012; Romero et al., 2013; Afshari et al., 2017, Mancini et al., 2017) are available for products with new and healthier formulations. Present study is the first report on the effects of different cooking methods on the health lipid indices, atherogenic and thrombogenic indexes of beef steak.

### CONCLUSION

We analyzed the effects of four cooking methods on certain characteristics of *longissimus dorsi* muscles of beef. The present study demonstrates that boiling process is not suitable for longissimus dorsi because of highest losses in cooking yield. Favorable effects, nutritional and quality characteristics, of boiling are less than those

yielded by other cooking methods. Frying and oven-roasting did not constitute remarkable consequences. Phenomenally, grilled samples showed the lowest cooking losses and minimum TBARS which seems to be related to the fire brick barbecue. This kind of barbecue is differentiated from other barbecues with its better insulation capacity due to stone wool coating. Stone wool provides absorption of the excess heat, preserving meat from severe heating. Eventually, grilling in fire brick barbecue has been shown as preferable culinary process for cooking beef *longissimus dorsi* with slightly better changes in nutritional composition, relatively higher PUFA and lower SFA and trans fatty acids. Present study is one of the rare reports on the effects of cooking methods on nutritional composition and also fatty acids of beef *longissimus dorsi*. Further research is required in order to investigate the effects of different cooking methods on different types of muscles.

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank Dr. Senem Güner for her editorial comments.

#### REFERENCES

- Aaslyng, M.D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H.C., Andersen, H.J. (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual Prefer* 14, 277- 288, doi: 10.1016/S0950-3293(02)00086-1.
- Afshari, R., Hosseini, H., Khaneghah, A.M., Khaksar, R. (2017). Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acid profile modification. *LWT Food Sci Technol* 78, 325-331, doi: 10.1016/j.lwt.2016.12.054.
- Alfaia, C.M.M., Alves, S.P., Lopes, A.F., Fernandes, M.J.E., Costa, A.S.H., Fontes, C.M.G.A., Castro, M.L.F., Bessa, R.J.B., Prates, J.A.M. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Sci* 84, 769- 777, doi: 10.1016/j.meatsci.2009.11.014.
- American Oil Chemist's society (AOAC) 1992. Fatty acids in encapsulated fish oils and fish oil methyl esters. *J AOAC Int* 72, 140-142.
- Anonymous (1995). Official methods of analysis, Sec. 950.46 A. Association of Office Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
- Attia, Y., Al-Harhi, M.A., Korish, M.A., Shiboob, M.M. (2015). Fatty acid and cholesterol profiles and hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of table eggs in the retail market. *Lipids Health Dis* 14, 136, doi: 10.1186/s12944-015-0133-z.
- Attia, Y., Al-Harhi, M.A., Korish, M.A., Shiboob, M.M. (2017). Fatty acid and cholesterol profiles, hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of broiler meat in the retail market. *Lipids Health Dis* 16: 40, doi: 10.1186/s12944-017-0423-8.
- Badiani, A., Stipa, S., Bitossi, F., Gatta, P.P., Vignola, G., Chizzolizi, R. (2002). Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practises. *Meat Sci* 60, 169-186, doi: 10.1016/S0309-1740(01)00119-X.
- Bejerholm, C., Tornngren, M.A., Aaslyng, M.D. (2014). Cooking of Meat. In: *Encyclopedia of Meat Sciences*, Dikeman, M., Devine, C. (ed.), Volume 1, Academic Press, Oxford, pp. 370- 376.
- Becker, A., Boulaaba, A., Pinggen, S., Krischek, C., Klein, G. (2016). Low temperature cooking of pork meat – Physicochemical and sensory aspects. *Meat Sci* 118, 82- 88, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.03.026.
- Bessa, R.J.B., Santos-Silva, J., Ribeiro, J.M.R., Portugal, A.V. (2000). Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livest Prod Sci* 63, 201-211, doi:10.1016/S0301-6226(99)00117-7.
- Boles, J.A. (2010). Thermal Processing. In: *Handbook of Meat Processing*, Toldra, F. (ed.), Wiley-Blackwell Publishing, Singapore, pp. 169-185.
- Bravo- Lamas, L., Barron, L. J. R., Farmer, L., Aldai, N. (2018). Fatty acid composition of intramuscular fat and odour-active compounds of lamb commercialized in northern Spain. *Meat Sci* 139, 231-238. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.02.006.



- British Department of Health (BDH), (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects Report no. 46, London.
- Broncano, J.M., Petron, M.J., Parra, V., Timon, M.L. (2009). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. *Meat Sci* 83, 431-437, doi: 10.1016/j.meatsci.2009.06.021.
- Byun, M.W., Lee, J.W., Jo, C., Yook, H.S. (2001). Quality properties of sausage made with gamma-irradiated natural pork and lamb casing. *Meat Sci* 59, 223–228, doi: 10.1016/S0309-1740(01)00062-6.
- Cabrera, M.C., Ramos, A., Saadoun, A., Brito, G. (2010). Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Sci* 84, 518- 528, doi: 10.1016/j.meatsci.2009.10.007.
- Campo, M.M., Muela, E., Olleta, J.L., Moreno, L.A., Santaliesra-Pasias, A.M., Mesana, M.I., Sanudo, C. (2013). Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. *J Food Compos Anal* 31, 185-190, doi: 10.1016/j.jfca.2013.05.010.
- Chakraborty, K., Raola, V.K., Joy, M., Makkar, F. (2017). Nutritional attributes in the fillet of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the Arabian Sea near the south-west coast of India. *J Mar Biol Assoc U. K.* 97, 419-432, doi: 10.1017/S0025315416000527.
- Duckett, S. K., Wagner, D. G., Yates, L. D., Dolezal, H. G., May, S. G. (1993). Effects of time on feed on beef nutrient composition. *J Anim Sci* 71, 2079-2088. doi: 10.2527/1993.7182079x.
- Duckett, S. K., Wagner, D. G. (1998). Effect of cooking on the fatty acid composition of beef intramuscular lipid. *J Food Compos Anal* 11, 357-362. doi: 10.1006/jfca.1998.0600
- Enser, M. (2001). Animal carcass fats: The role of fats in human nutrition. pp 77-122. Rossell, B. In: *Oils and fats*, Vol 2, Leatherhead Publishing, Leatherhead, Surrey, UK.
- FAO (1992). Meat and Meat Products in Human Nutrition in Developing Countries. FAO Food and Nutrition Paper no. 53, Rome. www.fao.org (Accessed: 7th September 2018)
- Fiedorowicz, E., Sobotka, W., Stanek, M., Drazbo, A. (2016). The effect of dietary protein restriction in finishing pigs on the fat content, fatty acid profile, and atherogenic and thrombogenic indices of pork. *J Elem* 21, 693-702, doi: 10.5601/jelem.2015.20.2.949.
- Flakemore, A.R., Malau-Aduli, B.S., Nichols, P.D., Malau-Aduli, A.E.O. (2017). Omega-3 fatty acids, nutrient retention values, and sensory meat eating quality in cooked and raw Australian lamb. *Meat Sci* 123, 79-87, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.09.006.
- Garaffo, M.A., Vassallo-Agius, R., Nengas, Y., Lembo, E., Rando, R., Maisano, R., Dugo, G., Giuffrida, D. (2011). Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw Roe of Blue Fin Tuna (*Thunnus Thynnus L.*) and their salted product "Bottarga". *Food Nutr Sci* 2, 736-743, doi:10.4236/fns.2011.27101.
- Gerber, N., Scheeder, M.R.L., Wenk, C. (2009). The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Sci* 81, 148-154, doi: 10.1016/j.meatsci.2008.07.012.
- Godsalve, E.W., Davis, E.A. Gordon, J. (1977). Water loss rates and temperature profiles of dry cooked bovine muscle. *J Food Sci* 42, 1038-1045, doi: 10.1111/j.1365-2621.1977.tb12662.x.
- Henderson, S., Lampel, J., Hollenbeck, C. (2008). The effect of 4:1 eicosapentaenoic acid/docosahexaenoic acid fish oil supplement on plasma lipid profile. *J Am Diet Assoc* 108, 104-115, doi:10.1016/j.jada.2008.06.304.
- Hu, F.B. (2001). The balance between  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Nutr* 17, 741-742, doi:10.1016/S0899-9007(01)00620-7.
- Jensen, I.J., Dort, J., Eilertsen, K.E. (2014). Proximate composition, antihypertensive and antioxidative properties of the semimembranosus muscle from pork and beef after cooking and in

- vitro digestion. *Meat Sci* 96, 916-921, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.10.014.
- Juarez, M., Failla, S., Ficco, A., Pena, F., Aviles, C., Polvillo, O. (2010). Buffalo meat composition as affected by different cooking methods. *Food Bioprod Process* 88, 145-148, doi: 10.1016/j.fbp.2009.05.001.
- King, N.J., Whyte, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *J Food Sci* 71, 31-40, doi:10.1111/j.1750-3841.2006.00029.x.
- Kondjoyan, A., Kohler, A., Realini, C.A., Portanguen, S., Kowalski, R., Clerjon, S., Gatellier, P., Chevolleau, S., Bonny, J.M., Debrauwer, L. (2014). Toward models for the prediction of beef meat quality during cooking. *Meat Sci* 97, 323-331, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.07.032.
- Kouba, M., Benatmane, F., Blochet, J.E., Mourot, J. (2008). Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Sci* 80, 829-834, doi: 10.1016/j.meatsci.2008.03.029.
- Li, Y., Li, C., Zhao, F., Lin, X., Bai, Y., Zhou, G. (2016). The effects of long-duration stewing combined with different cooking and heating methods on the quality of pork belly. *J Food Process Pres* 40, 94-102, doi: 10.1111/jfpp.12587.
- Lorenzo, J.M., Cittadini, A., Munekata, P.E., Dominguez, R. (2015). Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods. *Meat Sci* 108, 50-54, doi: 10.1016/j.meatsci.2015.05.021.
- Mancini, S., Paci, G., Fratini, F., Torracca, B., Nuvoloni, R., Bosco, A.D., Roscini, V., Preziuso, G. (2017). Improving pork burgers quality using *Zingiber officinale* Roscoe powder (ginger). *Meat Sci* 129, 161-168, doi: 10.1016/j.meatsci.2017.03.004.
- McDaniel, J., Askew, W., Bennett, D., Mihalopoulos, J., Anantharaman, S., Fjeldstad, A.S., Rule, D.C., Nanjee, N.M., Harris, R.A., Richardson, R.S. (2013). Bison meat has lower atherogenic risk than beef in healthy men. *Nutr Res* 33, 293-302, doi: 10.1016/j.nutres.2013.01.007.
- Morrison, W.R., Smith, L.M. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoridemethanol. *J Lipid Res* 5, 600-608.
- Obuz, E., Dikeman, M.E., Grobbel, J.P., Stephens, J.W., Loughin, T.M. (2004). Beef *longissimus lumborum*, *biceps femoris*, and *deep pectoralis* Warner-Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Sci* 68, 243-248, doi: 10.1016/j.meatsci.2004.03.003.
- Ono, K., Berry, B.W., Paroczay, E. (1985). Contents and retention of nutrients in extra lean, lean and regular ground beef. *J Food Sci* 50, 701-706, doi: 10.1111/j.1365-2621.1985.tb13776.x.
- Oz, F., Aksu, M.I., Turan, M. (2017). The effects of different cooking methods on some quality criteria and mineral composition of beef steaks. *J Food Process Pres* 41, 1-10, doi:10.1111/jfpp.13008.
- Rodriguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estevez, M. (2012). Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits, *Meat Sci* 90, 106-115, doi: 10.1016/j.meatsci.2011.06.007.
- Romero, M.C., Romero, A.M., Doval, M.M., Judis, M.A. (2013). Nutritional value and fatty acid composition of some traditional Argentinean meat sausages. *Food Sci Technol (Campinas)* 33, 161-166, doi: 10.1590/S0101-20612013005000007 .
- Roseland, J.M., Nguyen, Q.V., Williams, J.R., Douglass, L.W., Patterson, K.Y., Howe, J.C., Brooks, J.C., Thompson, L.D., Woerner, D.R., Engle, T.E., Sawell, J.W., Gehring, K.B., Cifelli, A.M., McNeill, S.H. (2015). Protein, fat, moisture and cooking yields from a U.S study of retail beef cuts. *J Food Compos Anal* 43, 131- 139, doi: 10.1016/j.jfca.2015.04.013.
- Selani, M.M., Shirado, G.A.N., Margiotta, G.B., Rasera, M.L., Marabesi, A.C., Piedade, S.M.S., Contreras-Castillo, C.J., Canniatti-Brazaca, S.G. (2016). Pineapple by-product and canola oil as partial fat replacers in low-fat beef burger: Effects

- on oxidative stability, cholesterol content and fatty acid profile. *Meat Sci* 115, 9-15, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.01.002.
- Scussat, S., Vaultot, C., Ott, F., Cayot, P., Delmotte, L., Loupiac, C. (2017). The impact of cooking on meat microstructure studied by low field NMR and Neutron Tomography. *Food Struct* 14, 36- 45. doi: 10.1016/j.foostr.2017.06.002
- Simopoulos, A.P. (2011). Evolutionary Aspects of Diet: The Omega-6 / Omega-3 Ratio and the Brain. *Mol Neurobiol* 44, 203-215, doi: 10.1007/s12035-010-8162-0.
- Sinanoglou, V.J., Batrinou, A., Mantis, F., Bizelis, I., Miniadis-Meimaroglou, S. (2013). Lipid quality indices: Differentiation of suckling lamb and kid breeds reared by traditional sheep farming. *Small Ruminant Res* 113, 1-10, doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.01.008.
- Suman, S.P., Joseph, P. (2014). Chemical and Physical Characteristics of Meat, Color and Pigment. pp. 244-251. Dikeman, M., Devine, C., ed. In: *Encyclopedia of meat sciences*, Vol. 1, Academic Press, Oxford, 569 p.
- Sweeten, M. K., Cross, H. R., Smith, G. C., Smith, S. B. (1990). Subcellular distribution and composition of lipids in muscle and adipose tissue. *J Food Sci* 55, 43. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb06012.x
- Temgilimoglu-Metin, M.M., Kizil, M. (2017). Reducing effect of artichoke extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Meat Sci* 134, 68-75, doi: 10.1016/j.meatsci.2017.07.018.
- Tian, X., Wu, W., Yu, Q., Hou, M., Jia, F., Li, X., Dai, R. (2016). Quality and proteome changes of beef *M. Longissimus dorsi* cooked using a water bath and ohmic heating process. *Innov Food Sci Emerg Technol* 34, 259-266, doi: 10.1016/j.ifset.2016.02.013.
- Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet* 338, 985-992, doi: 10.1016/0140-6736(91)91846-M.
- Vannice, G., Rasmussen, H. (2014). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Dietary Fatty Acids for Healthy Adults. *J Acad Nutr Diet*, Vol. 114, 1, 136-153, doi: 10.1016/j.jand.2013.11.001
- Warner, R. (2014). Measurement of Meat Quality, Measurements of Water-holding Capacity and Color: Objective and Subjective pp. 164-171. Dikeman, M., Devine, C., ed. In: *Encyclopedia of meat sciences*, Vol. 2, Academic Press, Oxford, 497 P.
- Yakan, A., Unal, N. (2010). Meat production traits of a new sheep breed called Bafra in Turkey 2. Meat quality characteristics of lambs. *Trop Anim Health Prod* 42, 743-750, doi: 10.1007/s11250-009-9482-9.
- Yildiz-Turp, G. (2016). Effects of four different cooking methods on some quality characteristics of low fat Inegol meatball enriched with flaxseed flour. *Meat Sci* 121, 40-46, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.05.016.

# İçindekiler / Content

## Araştırmalar (İngilizce) / Researches (English)

- Süfer, O., Bozok, F. *Determination of volatile components and antioxidant activity of essential oil obtained from Kastamonu garlic by microwave-assisted Clevenger system / Kastamonu sarımsağından mikrodalga destekli Clevenger sistemiyle elde edilen yağın uçucu bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi* .....22-30
- Karagöz, Ş., Demirdöven, A. *Effects of some edible coating on quality of ready-to-eat Amasya apples / Bazı yenilebilir kaplama uygulamalarının yemeye hazır Amasya elmasının kalitesine etkileri* .....60-70
- Gül, A., Durukan, A. *Determination of opinions on plant and animal based nutrition of students in a foundation university, and evaluation of results for food sustainability / Bir vakıf üniversitesi öğrencilerinin bitkisel ve hayvansal beslenme ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi ve sonuçların sürdürülebilir gıda açısından değerlendirilmesi* .....71-85
- Ünübol Aypak, S., İnci, A., Bakırcı, S., Dereli Fidan, E., Soysal, M. *Comparison of the antioxidant activity and hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey taken from hives and markets / kovanlardan ve marketlerden alınan ballardaki antioksidan aktivite ve hidroksimetilfurfural (HMF) düzeylerinin karşılaştırılması* .....86-92
- Yatmaz, E. *Continuous ethanol fermentation from carob pod extract medium at different hydraulic residence time (HRT) / Farklı hidrolik alkonma sürelerinde keçiyoynuzu ekstraktı besiyerinde sürekli etanol fermantasyonu* .....93-103
- Yıldırım, A. Şahin Nadeem, H. *Thermal properties and estimated glycemic index of different composite flours and their gluten-free bread making performances / Farklı un bileşimlerinin termal özellikleri ile glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi ve glutensiz ekmekek yapımındaki performansları* .....143-152
- Aşçıoğlu, Ç., Şevik, R. *The effects of cooking methods on the properties of beef longissimus dorsi / Pişirme metodlarının sığır longissimus dorsi kasının özellikleri üzerine etkileri* .....173-183

## Araştırmalar (Türkçe) / Researches (Turkish)

- Tontul, İ., Eroğlu, E., Topuz, A. *Kırınım pencereci kurutma ve sıcak hava akımında kurutma işlem şartlarının kuşburnu tozlarının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi / Influence of refractance window drying and hot air drying process conditions on the physicochemical properties of rosehip powder* .....1-9
- Özyılmaz, A. *Türkiye'de tüketilen kültür balıklarında besin değeri ve yağ asidi bakımından farklılıklar / Differences in nutrition value and fatty acid profiles of cultured fish consumed in Turkey*.....50-59
- Duygu Okur, Ö., Nur Dayıoğlu, F., Duman, M., Köten, P. *Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurt üretimi / Production of functional set type yogurt with the use of black cumin honey* .....104-117
- Arpa Zemzemoğlu, T. E., Uludağ, E., Uzun, S. *Üniversite öğrencilerinin probiyotik bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi / Probiotic knowledge level and consumption status of university students* .....118-130
- Sağlam, K., Gümüş, T. *Yazılı, görsel ve sosyal medyada gıda ile ilgili bilgi kirliliğinin halkın gıda tercihi üzerine etkileri / The effects of food-related misconception in printed, visual and social media on the consumer* .....153-162
- Terzioğlu, M. E., Bakırcı, İ. *Lisans öğrencilerinin süt tüketim alışkanlıklarının ve davranışlarının belirlenmesi / Determination of milk consumption habits and behaviors of undergraduate students*.....163-172

## Derlemeler (Türkçe) / Reviews (Turkish)

- Güneş, R., Kurultay, Ş. Geçgel, Ü. *Vurgulu elektrik alan tekniğinin natürel zeytinyağının üretim verimi ile kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi / Evaluation of effect of pulsed electric field technique on production yield, chemical and sensory properties of virgin olive oil* .....10-21
- Ağırman, B., Akalın, M. N., Erten, H. *Meyve ve sebzelerde hasat sonrası fungal hastalıkların antagonistik mayalar ile biyokontrolü / Biocontrol of postharvest fungal diseases in fruits and vegetables by antagonistic yeasts* .....31-49
- Konuk Takma, D., Şahin Nadeem, H. *Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar / Intelligent packaging technology in foods and current applications* .....131-142