

Cilt 34
Volume

Sayı 1
Number

2019
Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Çukurova
TARIM
ve **GIDA**
Bilimleri Dergisi

Çukurova Journal of
AGRICULTURAL
and **FOOD**
Sciences



Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

Editörler Kurulu
Editorial Board

Orhan BOZAN
Ladine ÇELİK
E. Bülent ERENOĞLU
Ufuk GÜLTEKİN

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi

Baş Editör
Editor-in-chief

Yıldız AKA KAÇAR

Çukurova Üniversitesi

Sorumlu Editör
Managing Editor

Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi

Editör Asistanı
Asisstant Editor

Gamze GÜÇLÜ
Özhan ŞİMŞEK

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi

Bilimsel Danışma Kurulu
Advisory Board

Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN
Emel ÜNAL TURHAN
Emir Ayşe ÖZER
Haşim KELEBEK

Mustafa Kemal Üniversitesi
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Mustafa Kemal Üniversitesi
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve
Teknoloji Üniversitesi

Kemal ŞEN
Mihriban KORUKLUOĞLU
Mikail BAYLAN
Mustafa KÜSEK
Nüket ÖNELGE
Osman GEDİK
Oya BERKAY KARACA
Saliha KIRICI
Songül KESEN
Süleyman POLAT

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üni.
Uludağ Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
K.Maraş Sütçü İmam Üni.
Çukurova Üniversitesi
K.Maraş Sütçü İmam Üni.
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Gaziantep Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi

Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.

Çukurova
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi



Çukurova
Journal of Agricultural and Food Sciences

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı Publisher	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çukurova University Faculty of Agriculture
Sahibi (ÇÜZF adına) Owner (on behalf of ÇUZF)	Mustafa Bülent TORUN, Dekan (Dean)
Teknik Sekreteryası Technical Secretary	Hasan YILDIRIM Murat ACAR
Basımevi Adresi Printing House	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi Balcalı, Sarıçam 01330 Adana- TÜRKİYE
Basım Tarihi Date of Publication	30/06/2019
Dil Language	Türkçe - İngilizce Turkish - English
Yayın Türü Type of Publication	Hakemli Süreli Yayım Double-blind peer reviewed

“Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi” yayın hayatına 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla “Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi” adıyla devam etmektedir.

From January 1, 2016 “Çukurova University Journal of Faculty of Agriculture” continuous its publication life as “Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences”.

Yönetim Adresi

Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yayın Ünitesi
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana

Telefon : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Faks : 0 322 338 63 64
E-posta : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr

Management Address

Çukurova J. Agric. Food Sci.
Çukurova University Faculty of Agriculture
Publication Department
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana, TURKEY

Phone : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Fax : 0 322 338 63 64
E-mail : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr



Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Mustafa Kadir ESEN*

Nuray GÜZELER

Özet

Bu araştırmada farklı oranlarda yağsız süttozu ve demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları 21 gün boyunca $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır. Farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanımının depolama süresince kefir yoğurtlarında kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre depolama süresi kefir yoğurtlarının pH, asetaldehit, serum ayrılması, viskozite, penetrometre, L^* değerini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemiştir ($p<0.05$). Duyusal özelliklere göre en çok beğenilen kefir yoğurdu %1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve %2 süttozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu olarak saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Peyniraltı suyu tozu, süttozu, kefir yoğurdu, depolama

Some Properties of Kefir Yogurt Produced by Using Whey Powder during Storage

Abstract

In this research, kefir yogurts produced by using different proportions of skim milk powder and demineralized whey powder were stored for 21 days at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$. The effects of using different proportions of demineralized whey powder on chemical, physical and sensory properties were investigated in kefir yogurts during storage. According to obtained results; storage time affected statistically significant effects ($p<0.05$) on pH, acetaldehyde, serum separation, viscosity, penetrometer, L^* values, of kefir yogurts. As sensory properties; the most desired kefir yogurt was confirmed as kefir yogurts produced by using 1 % demineralized whey powder and 2% milk powder by panelists.

Keywords: Whey powder, milk powder, kefir yogurt, storage

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Giriş

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefir; fermentasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefir*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir danelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak ifade edilmektedir (Anon, 2009). Kefir Balkanlar, Doğu Avrupa ve Kafkasya orijinli fermente süt içeceğidir (Witthuhn ve ark, 2005; Fontan ve ark, 2006). Kefir içeceği geleneksel olarak kefir danelerinin süte aşılmasıyla elde edilir (Fontan ve ark, 2006). Genellikle tüm kefirlerde fermentasyon sırasında; laktozdan laktik asit oluşumu (laktik asit fermentasyonu), laktozdan etil alkol ve CO₂ oluşumu (alkol fermentasyonu), kefire özgü tipik mayayı andırır kefir aroması oluşumu, sınırlı ölçüde proteinin, pepton ve aminoasitlere parçalanması olaylarının olduğu gözlemlenmiştir (Oktar ve Karagözlü, 1992; Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003).

Fermente süt ürünleri; laktik asit fermentasyonu ile üretilen ürünler, maya-laktik asit fermentasyonu ile üretilen ürünler ve küf-laktik asit fermentasyonu ile üretilen ürünler olmak üzere üç kategoriye ayrılarak yoğurt bu sınıflandırma içerisinde termofilik laktik asit fermentasyon ürünü olarak adlandırılır (Özer, 2006). Yoğurdun üretilirken sütün fermentasyonu sonucu kazeinden meydana gelen pıhtının, sütün midede oluşturduğu pıhtıdan daha küçük ve yumuşak olması nedeniyle hazmetmesi kolay bir ürün olduğu belirtilmektedir. Ayrıca yoğurttaki bakteriler süt proteinlerini kısmen parçaladıklarından dolayı vücutta bu proteinlerin sindirimini yapan enzimler daha verimli çalışarak yoğurdun daha kolay sindirilmesini sağlar (Konar, 2015).

Zaman içerisinde yoğurt sürekli olarak daha cezbedici hale getirilmiş ve besin değerinin etkilerini arttırmak amacıyla değişime uğramıştır. Günümüzde süte belirli oranlarda eklenen kefir kültürü 41-43°C'de inkübasyona bırakılarak kefir yoğurdu üretilmeye başlanmıştır (Esmek ve Güzeler, 2015).

Yoğurtta kalite parametreleri olan konsistens ve viskoziteyi artırmak, serum ayrılmasını azaltmak ve ayrıca TS 1330 Yoğurt Standardı'na uygun üretim gerçekleştirebilmek için kurumaddesinin yükseltilmesi gerekmektedir. Kurumaddesi artırılmayan sütlerden üretilen yoğurtlarda su salma, yapılarının düzgün olmaması gibi durumlar açığa çıkmaktadır. Yoğurt üretiminde, sütün kurumaddesinin yükseltilmesinin temel amacı, yoğurt pıhtısının temeli olan, protein içeriğini arttırmaktır. Bunu yapmak için sütün suyunun bir kısmının uzaklaştırılması gerekmekte veya süte protein oranı yüksek süt ürünlerinden katılması gerekmektedir (Güven ve Karaca, 2003). Yağsız kurumadde artırımında kaynatma, sütozu katımı, yayıkaltı tozu katımı, peyniraltı suyu tozu ya da konsantresi, kazeinat katımı, evaporasyon ve membran teknikleri kullanılmaktadır (Güven ve Karaca, 2003; Özer, 2006).

Peyniraltı suyu, günümüzde en fazla ABD ve AB ülkelerinde işlenmektedir ve yapmış oldukları peyniraltı suyu ürünleri ihracatının % 90'ını peyniraltı suyu tozu oluşturmaktadır (Yıldırım ve Güzeler, 2013). Gıda endüstrisinde peyniraltı suyu tozu kullanılması; peynir özelliklerine ve düşük oranda nem içeriğine sahip kuru ürün elde etme, kuru gıda karışımlarında peynir tadının oluşturulması, gıdalarda besin değerinde artış göstermesi, farklı gıda üretimlerine kolayca uyum sağlaması, taşıma ve depolama ve kolaylığı, kullanıma hazır halde olması, mikrobiyolojik yönden dayanıklı bir ürün elde edilmesi, depolama süresi uzun olan ürünlerin karışımlarında kullanılabilmesi gibi özellikleri sağlar (Küçüköner, 2011).

Peyniraltı suyu tozu yüksek kalitede ve biyolojik olarak aktif serum proteinleri, karbonhidrat ve minerallerin güçlü bir kaynağıdır. Peyniraltı suyu (serum) proteinleri kolay sindirilebilir özelliğindedir. Vücudun esansiyel amino asit ihtiyaçlarını karşılayacak bir amino asit profiline sahip olan bir özelliği vardır. Bu proteinler çok yönlü fonksiyonel ve besinsel özellikler göstermektedir (Akal, 2011).

Peyniraltı suyu tozu üretiminde, hammaddenin içerdiği minerallerden oluşan sorunlarla da karşılaşılır. Bu maddeler, hem

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

kurutma işlemine hem de elde edilen ürüne olumsuz etki yaparlar ve hatta bu bağlamda hayvan ve insan beslenmesinde doğrudan tüketiminin sınırlandırılmasına neden olurlar. Bu yüzden özel filtrasyon yöntemlerinden faydalanarak peyniraltı suyunun demineralize edilmesi, yani minerallerinden arındırılması gerekir (Üçüncü, 2004). Süt sanayii atıkları direkt olarak koyulaştırma veya toz haline getirme işlemi yaparak değerlendirilmesi mümkün olmasına rağmen, minerallerin fazla oluşu, kullanım alanlarını kısıtlamaktadır (Özdemir ve ark., 2008).

İstenmeyen minerallerin çoğunun (%70-90) peyniraltı suyundan uzaklaştırılarak peyniraltı suyu tozu elde edilmesine demineralize peyniraltı suyu tozu denir (Anon, 2017). İstenmeyen minerallerinden arındırılmış peyniraltı suyu tozunun kullanım alanı daha geniştir. Özellikle yağsız süttozu yerine de kısmen kullanılabilir ve bundan dolayı bazı ürünlerin maliyetten kazanılmasını sağlar. Bazı ülkelerde özellikle İngiltere’de yoğurt üretiminde, minerallerinden arındırılmış peyniraltı suyu tozu kullanımına izin verilmektedir. Fakat duyu kaliteye olumsuz etkisinden dolayı katılacak miktarın kurumadde oranının %0.4’ünü aşmaması gerekir (Üçüncü, 2004).

Piyasa araştırması yapıldığında demineralize peyniraltı suyu tozunun birim fiyatının yağsız süttozuna oranla markadan markaya değişmekle birlikte %25-%50 daha ekonomik olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada amaç; oluşan tuzlu tadı elime etmek için belli oranda minerallerinden ayrılmış peyniraltı suyu tozunun kurumadde artırıcı olarak süttozunun yerine veya birlikte kullanılarak gıda sektöründe peyniraltı suyunun değerlendirilmesini ve maliyetten kazanılmasını sağlamak, bunun yanında kefir yoğurduna olan ilgiyi artırarak kefirin sağlık açısından önemini vurgulamaktır. Bu amaçla farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu ve yağsız süttozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu 21 gün süreyle depolanmış ve depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde fiziksel, kimyasal, duyu analizleri gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak kefir yoğurdu üretiminde, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği Hayvancılık Şubesi’nden sağlanan sabah sağımı çiğ inek sütü kullanılmıştır. Önceden üretimlerde kullanılan ve dondurularak saklanan kefir tohumları aktif hale getirildikten sonra kültür üretiminde kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan %70 demineralize peyniraltı suyu tozu Ekso Süt Ve Gıda Mam.San.ve Tic.A.Ş. firmasından ve yağsız süttozu Bakkalbaşıoğlu Süt Ürünleri San. Tic.A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdunun ambalajlanması için 200 g’lık kapaklı polipropilen kutular Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği Hayvancılık Şubesi’nden temin edilmiştir.

Yöntem

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi Araştırma Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir. Kefir yoğurdu yapımında kullanılan starter kültür olarak kefir oranını belirlemek için ön denemeler yapılmış ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple starter kültür olarak kefir; %3 oranında süttozu ilave edilmiş ve 90°C’de, 5 dakika ısıtma işlemi yapılmış ve 42±1°C’de %5, %7, %9, %12, %15 oranlarında eklenerek 41±1°C’de, pH 4.7’ye gelene kadar inkübe edilmiş ve sonra soğutulmuş ön denemeler için panelistlere sunulmuştur. Bunun sonucunda kefir yoğurdu yapımında kullanılan starter kültür olarak kefir % 9 olarak uygun bulunmuştur.

Farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları üretiminde; süt gerekli kontrolleri yapıldıktan sonra standardize edilmiştir. İnek sütleri dört kısma ayrılarak A örneğine % 0 demineralize PAS tozu, % 3 süttozu, B örneğine % 1 demineralize PAS tozu, % 2 süttozu, C örneğine % 2 demineralize PAS tozu, % 1 süttozu, D örneğine % 3 demineralize PAS tozu, % 0 süttozu ilave edilmiştir ve her birine

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

90°C’ de, 5 dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır. 42±1°C’ ye soğutulan süt kefir kültürü ile % 9 oranında mayalanmıştır. Kaplara doldurulan süt 41±1°C’ de, pH 4.7’ ye gelene kadar inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda soğutularak 4±1°C’ de 21 gün boyunca depolanmıştır.

Titration asitliği, alkali titration yöntemine göre belirlenmiş ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (TSE, 2006). pH tayini, Testo 230 markalı pH metre kullanılarak yapılmıştır. Serum ayrılması değeri 4±1°C’deki 25 g örneğin 120 dakikada kaba filtre kâğıdından süzülen serum miktarının tartılmasıyla bulunmuş ve sonuçlar 4 ile çarpılarak % olarak ifade edilmiştir (Konar, 1980; Tamime ve ark.,1996). Örneklerin viskozite değerleri belirlenirken, viskozite +4°C’de 100 rpm ve 64 numaralı uç ile ölçülmüş, ölçümler sırasında 15. ve 30. saniyedeki cP değerleri kaydedilmiştir (Gassem ve ark., 1991).

Penetrometre ölçümleri 3±1°C’de SUR BERLİN PNR 6 marka penetrometre kullanılarak yapılmış ve sonuçlar 15 g ağırlığındaki 45° lik konik başlığın 10 sn’ deki batma derinliği 1/10 mm olarak verilmiştir (Alagöz, 1992). Asetaldehit miktarı Less ve Jago (1969) tarafından belirtilen yöntemle iyodimetrik olarak belirlenmiştir. Tirozin miktarı Spektrofotometrik olarak Hull (1947)’e göre belirlenmiştir. Örneklerdeki uçucu yağ asitleri oranlarının belirlenmesinde Kosikowski (1978) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır.

Su tutma kapasitesi tayini için 5 g örnek tartılarak 4500 devir/dk ve 10°C sıcaklıkta 30 dakika santrifüj edilmiş, daha sonra süpernatant uzaklaştırılıp pellet tartılmış ve su tutma kapasitesi hesaplanmıştır (Wu ve ark, 2001). Renk tayininde Hunter Lab Color Flex (A60-1010-615 model renk ölçer, HunterLab, Reston, VA) model renk tayin cihazı kullanılmıştır.

Fermente ürününün duyuusal yönden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi için 7 kişilik panelist grubu oluşturulmuştur. Duyusal değerlendirme TSE’nin TS 1330 sayılı yoğurt standardında önerilen hususlar ele alınarak 25 tam puan üzerinden yapılmıştır (TSE, 2006).

İstatistiksel analizler, “Tesadüf Parselleri Deneme Planı”na göre SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Bulgular ve Tartışma

Farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtlarının depolama boyunca bazı kimyasal özellikleri Çizelge 1.’de verilmiştir. Çizelgelerde A örneği % 0 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 3 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, B örneği % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, C örneği % 2 demineralize peyniraltı suyu tozu % 1 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, D örneği % 3 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 0 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu olarak tanımlanmıştır.

Çizelgede görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının pH değerleri genel olarak 4.43 ile 4.67 arasında değişim göstermiştir. Depolama boyunca kefir yoğurtlarının pH değerleri düzensiz değişimler göstermesine rağmen genel olarak azalmıştır. pH değerlerindeki azalışın kefir yoğurtlarında yer alan mikroorganizma florası aktivitesinin doğal bir sonucu olarak düşünülmektedir (Ünal, 2013). A, B ve C örneklerinde pH değerlerinde meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0.05$), D örneğinde saptanan değişiklikler önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kefir yoğurtlarının titration asitliği değerleri % 0.88 ile % 1.08 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününe kadar kefir yoğurtlarının titration asitliği değerleri artış gösterirken, depolamanın 7. ve 14. günleri arasında B ve D örneklerinde azalma, A ve C örneklerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 14. ve 21. günleri arasında ise A ve C örneklerinin titration asitliği değerinde hafif bir azalma meydana gelirken, B ve C örneklerinin titration asitliği değerlerinde artış gözlenmiştir.

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Çizelge 1. Kefir yoğurtlarının depolama süresince saptanan bazı kimyasal özellikleri

Özellikler	Depolama (Gün)	A	B	C	D
pH	1	4.67±0.04 ^{aK}	4.66±0.05 ^{aK}	4.66±0.02 ^{aK}	4.66±0.04 ^{aK}
	7	4.49±0.08 ^{aL}	4.50±0.12 ^{aKL}	4.48±0.09 ^{aL}	4.49±0.08 ^{aK}
	14	4.49±0.06 ^{aL}	4.50±0.12 ^{aKL}	4.50±0.08 ^{aL}	4.50±0.11 ^{aK}
	21	4.43±0.05 ^{aL}	4.44±0.10 ^{aL}	4.45±0.10 ^{aL}	4.46±0.16 ^{aK}
Titrasyon Asitliği (%L.a)	1	1.00±0.10 ^{aK}	0.94±0.08 ^{aK}	0.89±0.09 ^{aK}	0.88±0.01 ^{aK}
	7	1.07±0.06 ^{aK}	1.05±0.06 ^{aK}	1.00±0.05 ^{aK}	0.96±0.06 ^{aK}
	14	1.08±0.06 ^{aK}	1.03±0.10 ^{aK}	1.01±0.06 ^{aK}	0.94±0.05 ^{aK}
	21	1.07±0.04 ^{aK}	1.04±0.05 ^{abK}	0.99±0.07 ^{abK}	0.95±0.08 ^{bK}
Asetaldehit (ppm)	1	2.62±0.08 ^{bM}	2.66±0.03 ^{bN}	3.85±0.11 ^{aL}	3.58±0.31 ^{aL}
	7	2.51±0.13 ^{cM}	3.81±0.05 ^{aK}	3.75±0.11 ^{aL}	3.44±0.19 ^{bL}
	14	3.94±0.06 ^{bcK}	3.61±0.05 ^{cL}	4.24±0.09 ^{abK}	4.74±0.60 ^{aK}
	21	3.07±0.04 ^{cL}	3.50±0.05 ^{bM}	4.30±0.08 ^{aK}	2.97±0.28 ^{cL}
Tirozin (mg/g)	1	0.062±0.025 ^{aK}	0.062±0.027 ^{aK}	0.061±0.008 ^{aK}	0.068±0.019 ^{aK}
	7	0.066±0.000 ^{aK}	0.079±0.010 ^{aK}	0.071±0.008 ^{aK}	0.069±0.020 ^{aK}
	14	0.104±0.081 ^{aK}	0.073±0.008 ^{aK}	0.093±0.046 ^{aK}	0.088±0.020 ^{aK}
	21	0.070±0.020 ^{aK}	0.077±0.029 ^{aK}	0.084±0.018 ^{aK}	0.088±0.020 ^{aK}
Toplam uçucu yağ asidi (0.1 N NaOH/100g)	1	10.75±1.99 ^{aK}	10.92±2.19 ^{aK}	11.03±3.13 ^{aK}	10.62±2.48 ^{aK}
	7	8.57±2.05 ^{aK}	9.85±2.80 ^{aK}	8.92±0.99 ^{aK}	9.72±0.94 ^{aK}
	14	8.65±0.39 ^{aK}	9.00±1.04 ^{aK}	8.00±0.40 ^{aK}	9.17±2.06 ^{aK}
	21	8.38±1.05 ^{aK}	7.72±0.90 ^{aK}	8.77±2.17 ^{aK}	8.03±2.05 ^{aK}

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A örneği: % 0 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 3 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, B örneği: % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, C örneği: % 2 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 1 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, D örneği: % 3 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 0 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu

Bütün örneklerde depolama süresince titrasyon asitliğinde meydana gelen değişiklikler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (p>0.05). Saidi ve ark. (2003), Çayır (2007) ve Tarakçı ve Demirkol (2016) tarafından yapılan araştırmalarda titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince genel olarak arttığını bildirilmişlerdir.

Çizelgeden görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının asetaldehit miktarları 2.51 ile 4.74 ppm arasında değiştiği gözlenmiştir. Depolama dönemi boyunca kefir yoğurtlarının asetaldehit miktarlarında düzensiz değişimler meydana gelmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında B örneğinin asetaldehit değeri artarken diğer örneklerin asetaldehit değerleri azalmıştır. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında B örneğinin asetaldehit değeri azalırken diğer

örneklerin asetaldehit değerleri artmıştır. Depolamanın son döneminde ise C örneğinin asetaldehit değeri artarken diğer örneklerin asetaldehit değerleri azalmıştır. Bütün örneklerde 21 günlük depolama süresince gerçekleşen değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). Sezgin ve ark. (1988), Hruskar ve ark. (1995), Vahcic ve Hruskar (2000) ve Abbas ve ark. (2016) tarafından yapılan farklı araştırmalarda depolama boyunca asetaldehit değerlerinde genel olarak azalma gözlemlenmiştir. Güler-Akın (2005), yaptıkları bir araştırmada yoğurt örneklerindeki asetaldehit miktarında depolamanın ilk 7 gününde artma, sonra azalma görüldüğünü; asetaldehitteki bu azalışın, yoğurtlarda mikrobiyal enzimler tarafından etanol gibi bazı

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

maddelerin hidrolize edilmesinin etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Çizelgede görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının tirozin değerleri 0.061 ile 0.104 arasında değişmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında kefir yoğurtlarının tirozin değerlerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında B örneğinde azalma meydana gelirken, A, C ve D örneklerinde gerçekleşen artış devam etmiştir. Depolamanın 14. ve 21. günleri arasında ise A ve C örneklerinde azalma gözlenirken, B örneğinde artış ve D örneğinde sabit kalma gözlenmiştir. Depolama süresinin kefir yoğurtlarının tirozin değerleri üzerinde meydana getirdiği değişimler istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sezgin ve ark. (1988), Kırdar ve ark. (2000), Güven ve ark. (2005) ve Gürsoy ve ark. (2010), tarafından yapılan farklı çalışmalarda tirozin miktarlarının depolama boyunca genel olarak arttığı belirlenmiştir.

Kefir yoğurtlarının toplam uçucu yağ asitleri miktarı 7.72 ile 11.03 arasında değişmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında kefir yoğurtlarının toplam uçucu yağ asitlerinde azalma meydana gelmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında A örneğinde artma meydana gelirken, B, C ve D örneklerinde gerçekleşen azalma devam etmiştir. Depolamanın 14. ve 21. günleri arasında ise C örneği hariç diğer örneklerin toplam uçucu yağ asitleri değerlerinde azalma gözlenmiştir. Depolama süresinin kefir yoğurtlarının toplam uçucu yağ asitleri değerleri üzerinde meydana getirdiği değişimler istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Akın (2005), Arslaner (2002), Bonczar ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmalarda depolama boyunca yoğurt örneklerinin uçucu yağ asit değerleri artmıştır. Depolama süresince uçucu yağ asitlerindeki bu artışta, yüksek lipolitik etkiye sahip olan yoğurt kültürlerinin etkili olduğu söylenmektedir (Barrantes, 1996). Bu yüzden depolama dönemi boyunca uçucu yağ

asidi değerlerinde genellikle azalma olmasının sebebi yoğurt kültürü yerine kefir kültürü kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresince kefir yoğurtlarının su tutma kapasiteleri %50.13 ile %61.97 arasında değişim göstermiştir. Çizelgede görüldüğü gibi depolamanın 1. ve 7. günleri ve 14. ve 21. günleri arasında kefir yoğurtlarının su tutma kapasitesinde artma gözlenmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında A, B ve D örneklerinin su tutma kapasitesinde azalma meydana gelirken C örneğinde artış devam etmiştir. Meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p>0.05$). Ibrahim ve Khalifa (2015a), tarafından yapılan çalışmada yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri depolama boyunca genellikle azalırken, Kumari ve ark. (2015), Amal ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmalarda su tutma kapasiteleri genellikle artmıştır.

Çizelgede görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının serum ayrılması değerleri % 20.03 ile % 35.80 arasında değişmiştir. Depolama süresince en yüksek serum ayrılması değeri D örneğinde gözlenirken, bunu sırasıyla C, B ve A örnekleri izlemiştir. Çizelge 2.'de görüldüğü gibi; depolama süresi boyunca genellikle C ve D örneklerinde düzenli bir azalma meydana gelirken, A ve B örneklerinde depolamanın sadece 7. ve 14. günleri arasında hafif bir artış meydana gelmiştir. Kefir yoğurtlarının serum ayrılması değerleri üzerinde depolama süresinin etkisi sadece D örneğinde önemli bulunurken ($p<0.05$), diğer örneklerde önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Tayar ve ark. (1995), Kurt ve ark. (1989), Atasever (2004), Tarakçı ve Demirkol (2016) tarafından yapılan farklı çalışmalarda serum ayrılması değerlerinin depolama süresince genellikle azaldığı bildirilmiştir. Bu yüzden su tutma kapasitesi ile serum ayrılması ters orantılı olduğundan depolama boyunca serum ayrılması değerleri azalmıştır.

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Çizelge 2. Kefir yoğurtlarının depolama süresince saptanan bazı fiziksel özellikleri

Özellikler	Depolama (Gün)	A	B	C	D
Su tutma kapasitesi (%)	1	56.60±3.22 ^{aK}	55.30±2.93 ^{aK}	54.40±4.34 ^{aK}	50.13±4.52 ^{aK}
	7	60.40±0.56 ^{aK}	58.20±0.87 ^{abK}	56.33±1.99 ^{bK}	53.90±2.25 ^{cK}
	14	58.77±1.25 ^{aK}	56.37±1.96 ^{abK}	57.63±5.34 ^{aK}	50.90±0.62 ^{bK}
	21	61.97±4.15 ^{aK}	58.10±3.00 ^{aK}	59.10±9.40 ^{aK}	55.77±5.04 ^{aK}
Serum ayrılması (%)	1	23.68±4.80 ^{bK}	26.27±4.22 ^{bK}	30.95±2.92 ^{abK}	35.80±4.01 ^{aK}
	7	21.61±2.47 ^{cK}	26.03±3.42 ^{bcK}	28.55±2.69 ^{abK}	33.08±2.02 ^{aKL}
	14	21.99±5.83 ^{aK}	26.05±1.55 ^{aK}	27.99±3.95 ^{aK}	29.19±1.55 ^{aL}
15. saniyede viskozite (cP)	21	20.03±1.19 ^{cK}	25.35±2.30 ^{bK}	26.08±1.77 ^{bK}	30.07±2.50 ^{aL}
	1	3 085±316 ^{aK}	3 015±580 ^{aK}	2 400±334 ^{abK}	1 676±347 ^{bL}
	7	3 110±633 ^{aK}	3 045±279 ^{aK}	2 542±308 ^{abK}	1 888±204 ^{bKL}
	14	3 346±566 ^{aK}	3 109±501 ^{aK}	2 689±588 ^{abK}	2 248±361 ^{bK}
30. saniyede viskozite (cP)	21	3 889±289 ^{aK}	3 144±293 ^{bK}	3 069±238 ^{bK}	2 358±9.45 ^{cK}
	1	2 567±339 ^{aK}	2 394±413 ^{aK}	1 972±354 ^{abK}	1 462±310 ^{bM}
	7	2 571±475 ^{aK}	2 459±347 ^{aK}	2 158±295 ^{abK}	1 598±171 ^{bLM}
Penetrometre (1/10 mm)	14	2 793±391 ^{aK}	2 592±312 ^{bK}	2 435±545 ^{abK}	1 950±323 ^{bKL}
	21	3 305±296 ^{aK}	2 706±317 ^{bK}	2 564±163 ^{bcK}	2 231±16.29 ^{cK}
	1	175.00±2.08 ^{cK}	181.00±5.17 ^{bcK}	187.78±1.38 ^{bK}	199.78±4.40 ^{aKL}
	7	171.44±3.95 ^{cKL}	176.55±5.70 ^{cK}	190.89±2.91 ^{bK}	204.44±6.71 ^{aK}
	14	166.78±5.27 ^{cL}	177.33±1.00 ^{bK}	182.78±6.26 ^{bK}	191.89±4.68 ^{aL}
	21	166.45±3.24 ^{cL}	174.33±3.05 ^{cK}	187.56±9.18 ^{bK}	204.44±4.86 ^{aK}

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A örneği: % 0 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 3 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, B örneği: % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, C örneği: % 2 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 1 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, D örneği: % 3 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 0 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu

Çizelgede görüldüğü gibi; kefir yoğurtlarının 15 saniyedeki viskozite değerleri 1676 ile 3888.67 cP arasında değişmiştir. Depolama boyunca en yüksek viskozite değerini A örneği alırken bunu sırasıyla B, C ve D örneği takip etmiştir. Depolama boyunca bütün kefir yoğurtlarının viskozite (15.sn) değerleri artmıştır. Kefir yoğurtlarının viskozite değerleri üzerinde depolama süresinin etkileri D örneğinde istatistiksel açıdan önemli bulunurken (p<0.05), diğer örneklerde meydana gelen değişimlerin önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır (p>0.05). Kefir yoğurtlarının 30. saniyedeki viskozite değerleri incelendiğinde, 15. saniyede elde edilen değerlerle benzer bir tablo görülmektedir. Depolama boyunca bütün kefir yoğurtlarının viskozite (30.sn) değerlerinde artma meydana gelmiştir. Kefir

yoğurtlarının viskozite değerleri üzerinde depolama süresinin etkileri D örneğinde istatistiksel açıdan önemli bulunurken (p<0.05), diğer örneklerde meydana gelen değişimlerin önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır (p>0.05). Topçu (1997), Küçükakgöl (2006), Şahan ve ark. (2008) ve Akal (2011) tarafından yapılan farklı çalışmalarda örneklerin viskozite değerlerinin depolama boyunca genellikle arttığı rapor edilmiştir. Depolama boyunca protein düzenlemesi devam ettiği ve protein-protein etkileşimi kurulduğu için viskozite değerlerinin arttığı bildirilmiştir (İşleten ve Karagül-Yuceer, 2006).

Çizelgede görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının penetrometre değerleri 166.45 ile 204.44 1/10mm arasında değişmiştir. Penetrometre değerinin yüksek olması kefir

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

yoğurtlarının kıvamının yoğunluğunun az olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre depolama süresince en yüksek penetrometre değerleri D örneğinde saptanırken bunu sırasıyla C, B ve A örnekleri izlemiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında A (kontrol) ve B örneklerinin penetrometre değerleri azalırken, C ve D örneklerinde artış gözlenmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında A ve D örneklerinin penetrometre değeri azalırken, B ve C örneklerinde artış belirlenmiştir. Depolamanın son döneminde ise A ve B örneklerinin penetrometre değerlerinde azalma meydana gelirken, C ve D örneklerinin penetrometre değerlerinde artma meydana gelmiştir. Kefir yoğurtlarının penetrometre değerleri üzerinde A ve D örneklerinde depolama süresinin istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p < 0.05$), B ve C örneklerinde istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolama boyunca yoğurtların pıhtı sıklığı değerlerinin iyileştiği birçok çalışmada gözlenmiştir (Sezgin ve ark., 1988; Güven, 1998; Güven ve Karaca, 2003; Çomak Göçer ve ark., 2016). Çizelge 3.'de görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının L^* değerleri 94.78 ile 96.16 arasında değişmiştir. Şekilde görüldüğü gibi depolama süresince kefir yoğurtlarının L^* değerlerinde genel olarak artış meydana gelmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında A örneğinin L^* değerinde azalma meydana gelirken, diğer örneklerin L^* değerleri artmıştır. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında tüm örneklerin L^* değerleri artarken, depolamanın son döneminde A ve D örneklerinin L^* değerleri artmaya devam ederken, B ve C örneklerinin L^* değerleri azalmıştır. Kefir yoğurtlarının L^* değerleri üzerinde C örneğinde depolama süresi istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p < 0.05$), A, B ve D örneklerinde istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Çoban (2017), kefir danesi ilave ederek yoğurtlar üretmiş ve yoğurt örneklerinin L^* değerlerinde depolama boyunca düzensiz değişimler gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca yapılan bir araştırmada yoğurt örneklerinin L^*

değerlerinin depolama boyunca genellikle arttığı bildirilmiştir (Nejad ve ark., 2013).

Çizelge 3.'de görüldüğü gibi kefir yoğurtlarının a^* değerleri -4.79 ile -4.15 arasında değişmiştir. Depolama süresince kefir yoğurtlarının a^* değerlerinde genel olarak artış meydana gelmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında A örneğinin a^* değeri azalırken, B, C ve D örneklerinin a^* değerlerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında A, C ve D örneklerinin a^* değerleri artarken, B örneğinin a^* değerinde azalma saptanmıştır.

Depolamanın son döneminde ise A, B ve D örneklerinin a^* değerleri artarken, C örneğinin a^* değerinde azalma saptanmıştır. Bütün örneklerde meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Seçkin ve Baladura (2012), yaptığı bir çalışmada yoğurt örneklerinin a değerlerinde depolama boyunca istatistiksel açıdan önemli bulunmadığını bildirmiştir ($p > 0.05$). Yapılan bir araştırmada ise yoğurt örneklerinin a^* değerleri depolama boyunca genellikle artmıştır (İbrahim ve Khalifa, 2015b).

Kefir yoğurtlarının b^* değerleri 11.87 ile 16.11 arasında değişmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında A (kontrol) ve C örneklerinin b^* değerleri artarken, B ve D örneklerinde azalma meydana gelmiştir. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında tüm örneklerin b^* değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Depolamanın son döneminde ise tüm örneklerin b^* değerleri artmıştır. Tüm örneklerde meydana gelen değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Cais-Sokolinska ve Pikul (2006), tarafından yapılan bir araştırmada yoğurt örneklerinin b^* değerlerinin depolama boyunca genel olarak azaldığı bildirilmiştir. Kalender ve Güzeler (2014), tarafından yapılan bir araştırmada ise yoğurt örneklerinin b^* değerlerinde depolamanın bazı dönemlerinde azalma bazı dönemlerinde artma gözlemlendiği bildirilmiştir.

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Çizelge 3. Kefir yoğurtlarının depolama süresince saptanan renk özellikleri

Özellikler	Depolama (Gün)	A	B	C	D
L*	1	95.35±0.77 ^{aK}	95.44±0.70 ^{aK}	94.88±0.78 ^{aL}	94.78±0.34 ^{aK}
	7	95.21±0.66 ^{aK}	95.72±0.41 ^{aK}	95.62±0.14 ^{aKL}	95.13±0.10 ^{aK}
	14	95.56±1.01 ^{aK}	95.92±0.05 ^{aK}	95.91±0.46 ^{aK}	95.37±0.71 ^{aK}
	21	96.16±0.28 ^{aK}	95.87±0.07 ^{aK}	95.69±0.23 ^{aKL}	95.62±0.44 ^{aK}
a*	1	-4.60±0.35 ^{aK}	-4.79±0.28 ^{aK}	-4.34±0.13 ^{aK}	-4.41±0.22 ^{aK}
	7	-4.65±0.05 ^{aK}	-4.26±0.50 ^{aK}	-4.21±0.40 ^{aK}	-4.31±0.12 ^{aK}
	14	-4.47±0.38 ^{aK}	-4.34±0.17 ^{aK}	-4.15±0.11 ^{aK}	-4.19±0.10 ^{aK}
	21	-4.24±0.35 ^{aK}	-4.23±0.19 ^{aK}	-4.23±0.14 ^{aK}	-4.18±0.29 ^{aK}
b*	1	15.51±1.33 ^{aK}	15.58±1.95 ^{aK}	12.81±2.08 ^{aK}	12.68±1.15 ^{aK}
	7	16.11±2.58 ^{aK}	14.14±2.25 ^{aK}	13.53±1.81 ^{aK}	12.64±2.24 ^{aK}
	14	14.95±3.35 ^{aK}	13.68±2.53 ^{aK}	11.92±2.37 ^{aK}	11.87±1.95 ^{aK}
	21	15.01±2.25 ^{aK}	13.94±1.26 ^{aK}	13.13±0.92 ^{aK}	12.70±1.41 ^{aK}

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A örneği: % 0 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 3 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, B örneği: % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, C örneği: % 2 demineralize peyniraltı suyu tozu % 1 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, D örneği: % 3 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 0 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu

Depolama süresince kefir yoğurtlarının dış görünüş puanları düzensiz değişimler göstermiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında tüm örneklerin dış görünüş puanlarında artma meydana gelirken, depolamanın 7. ve 14. günleri arasında tüm örneklerde azalma gözlenmiştir. Depolamanın son döneminde ise A, B ve C örneklerinin dış görünüş puanları artmış, D örneğinin puanları ise sabit kalmıştır. Kefir yoğurtlarının dış görünüş puanları üzerinde depolama süresinin etkileri önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında bütün örneklerin kaşıkla kıvam puanları artarken, depolamanın 7. ve 14. günleri arasında azalmıştır. Depolamanın 14. ve 21. günleri arasında A örneğinin puanı artarken, C ve D örneklerinin puanı azalmış, B örneğinin puanı ise aynı kalmıştır. Depolama süresi kefir yoğurtlarının kaşıkla kıvam puanlarında istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Depolama süresince kefir yoğurtlarının ağızda kıvam puanları C örneğinde düzenli azalırken diğer örneklerde düzensiz bir değişim göstermiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri

arasında C örneği hariç diğer örneklerin ağızda kıvam puanları artmıştır. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında B örneğinin ağızda kıvam puanları artarken, diğer örneklerin ağızda kıvam puanları azalmıştır. Depolamanın son döneminde ise bütün örneklerin ağızda kıvam puanları azalmıştır. Depolama süresi kefir yoğurtlarının ağızda kıvam puanlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir (p>0.05).

Kefir yoğurtlarının koku puanları depolama süresince düzensiz değişimler göstermiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında koku puanları A ve B örneklerinde azalırken, C ve D örneklerinde artmıştır. Depolamanın 7. ve 14. günleri arasında koku puanları C ve D örneklerinde azalırken A ve B örneklerinde artmıştır. Depolamanın son döneminde ise bütün örneklerin örneklerinin koku puanları artmıştır. Bütün örneklerde meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Kefir yoğurtlarının tat puanları depolama süresince düzensiz bir değişim göstermiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında tüm kefir yoğurtlarının tat puanları artarken, depolamanın 7. ve 14. günleri arasında A örneğinin puanı

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

sabit kalmış ve diğer örneklerin puanları azalmıştır. Depolamanın son döneminde ise C örneğinin tat puanları sabit kalırken, A, B ve D örneklerinin puanları azalmıştır. Depolama süresi bütün örneklerin tat puanlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$). Bazı panelistler depolama süresi arttıkça kefir yoğurtlarının tadının daha tercih edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Kefir yoğurtlarının toplam kabul edilebilirlik puanları depolama süresince düzensiz bir değişim göstermiştir. Depolamanın 1. ve 7. günleri arasında tüm kefir yoğurtlarının toplam kabul edilebilirlik puanları artarken, depolamanın 7. ve 14. günleri arasında tüm örneklerin puanları azalmıştır. Depolamanın son döneminde ise D örneğinin toplam kabul edilebilirlik puanları azalırken, A, B ve C örneklerinin puanları artmıştır. Depolama süresi bütün örneklerin toplam kabul edilebilirlik puanlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$).

Araştırma sonucunda tüm depolama günleri göz önünde bulundurulduğunda 100 puan üzerinden en çok beğenilen toplam 92.74 puanla %2 süttezu %1 demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak elde edilen kefir yoğurdu (B), bunu sırasıyla 90.85 puanla %3 süttezu kullanılarak elde edilen kefir yoğurdu (A), 89.74 puanla %1 süttezu ve %2 demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak elde edilen kefir yoğurdu (C) ve 84.97 puanla %3 demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak elde edilen kefir yoğurdu (D) izlemiştir.

Arslaner (2002), yoğurt üretiminde peyniraltı suyu tozunun yağsız süttezu yerine kullanım olanaklarını incelemiş ve duyuusal analiz sonuçlarına göre en yüksek puanı % 1 peyniraltı suyu tozu katılarak elde edilen yoğurdun aldığı, % 2'ye kadar peyniraltı suyu tozu katkısının yoğurtların toplam duyuusal puanlarında olumsuz bir etki yapmadığı bildirilmiştir. Gonzalez-Martinez ve ark. (2002), farklı formülasyonlar (süttezu-peyniraltı suyu tozu) kullanarak ürettiği yoğurtların duyuusal değerlendirmesine göre % 3.6-5.2 peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen yoğurtların tercih edildiği bildirilmiştir.

Ersoy ve Uysal (2003), süttezu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı karışımları ile ürettiği kefirlerin duyuusal analiz sonuçlarına göre süttezu ve süttezu-yayıkaltı karışımı ile istenilen özelliklere yakın bir kefir üretimi yapılabileceği belirlenmiş ve peyniraltı suyu tozunun kullanılan oranlarda lezzet farklılıklarının meydana gelmesine neden olduğu için kefir üretiminde kullanımı uygun bulunmamıştır.

Sonuç

Bu çalışmada farklı oranlarda yağsız süttezu ve demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak kefir yoğurtları elde edilmiştir. Üç tekrarla elde edilen kefir yoğurtları $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kefir yoğurtlarının bazı özellikleri belirlenmiş, bu özellikler üzerinde farklı oranda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanımının depolama süresince etkileri incelenmiştir.

Kefir yoğurtlarının pH değerleri incelendiğinde, depolama süresi A, B ve C örneklerinin pH değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). Kefir yoğurtlarının asetaldehit değerleri üzerinde depolama süresi istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.05$). Depolama boyunca görülen düzensiz değişimin yoğurt kültürü yerine kefir kültürü kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kefir yoğurtlarının serum ayrılması değerlerinde depolama süresinin etkisi sadece D örneğinde önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Viskozite değerlerine bakıldığında, kefir yoğurtlarının üretiminde farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanımının depolama süresince etkileri sadece D örneğinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kefir yoğurtlarının penetrometre değerleri üzerinde A ve D örneklerinde depolama süresinin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama boyunca örneklerdeki fiziksel özelliklerdeki değişimin kefir yoğurtlarının ve katılan tozun protein oranı ile alakalı olduğu belirtilmiştir. Kefir yoğurtlarının üretiminde L^* değerleri üzerinde depolama süresi C örneğinde

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Duyusal açıdan en çok beğenilen kefir yoğurdunun % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 sütün tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları olarak saptanmıştır.

Fiziksel özelliklere bakıldığında en koyu kıvamlı örneklerin kontrol yoğurtlarında olduğu ve bunu sırasıyla % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 sütün tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları, % 2 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 1 sütün tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları ve % 3 demineralize peyniraltı suyu tozu, % 0 sütün tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları takip etmiştir.

Bütün sonuçlar dikkate alındığında oluşan tuzlu tadı elimine etmek için belli oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozunun kurumadde artırıcı olarak sütün tozunun yerine veya birlikte değerlendirilerek gıda sektöründe peyniraltı suyunun değerlendirilmesini ve maliyetten kazanılması açısından kullanılması uygun bulunmuştur. Ayrıca duyusal özellikler incelendiğinde panelistlerin fikirleri dikkate alınarak kefir yoğurtlarının gıda sektöründe kefir içeceği kadar ilgi göreceği anlaşılmaktadır. Bütün analiz sonuçları değerlendirildiğinde demineralize peyniraltı suyu tozunun kefir yoğurdu üretiminde %1 oranında kullanılması uygun bulunmuştur.

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Çizelge 4. Kefir yoğurtlarının depolama süresince saptanan duyuusal özellikleri

Özellikler	Depolama (Gün)	A	B	C	D
Dış görünüş	1	4.36±0.19 ^{aK}	4.55±0.35 ^{aK}	4.52±0.36 ^{aK}	4.24±0.50 ^{aK}
	7	4.48±0.34 ^{aK}	4.72±0.25 ^{aK}	4.76±0.09 ^{aK}	4.36±0.19 ^{aK}
	14	3.86±0.62 ^{aK}	4.26±0.46 ^{aK}	4.19±0.43 ^{aK}	4.31±0.29 ^{aK}
	21	4.55±0.18 ^{aK}	4.62±0.29 ^{aK}	4.43±0.62 ^{aK}	4.31±0.65 ^{aK}
Kıvam (kaşıkla)	1	4.62±0.44 ^{abK}	4.81±0.22 ^{aK}	4.52±0.18 ^{abK}	4.12±0.11 ^{bK}
	7	4.86±0.25 ^{aK}	4.90±0.17 ^{aK}	4.59±0.04 ^{abK}	4.43±0.25 ^{bK}
	14	4.67±0.36 ^{aK}	4.74±0.34 ^{aK}	4.55±0.35 ^{aK}	4.21±0.21 ^{aK}
	21	4.74±0.15 ^{aK}	4.74±0.15 ^{aK}	4.24±0.46 ^{aK}	3.98±0.67 ^{aK}
Kıvam (ağızda)	1	4.33±0.36 ^{aK}	4.38±0.36 ^{aK}	4.48±0.21 ^{aK}	3.90±0.30 ^{aK}
	7	4.64±0.07 ^{aK}	4.69±0.15 ^{aK}	4.38±0.36 ^{aK}	4.19±0.39 ^{aK}
	14	4.62±0.08 ^{aK}	4.71±0.14 ^{aK}	4.31±0.48 ^{aK}	4.14±0.57 ^{aK}
	21	4.59±0.04 ^{aK}	4.62±0.08 ^{aK}	4.24±0.46 ^{aK}	3.98±0.67 ^{aK}
Koku	1	4.66±0.08 ^{aK}	4.71±0.07 ^{aK}	4.52±0.21 ^{aK}	4.43±0.38 ^{aK}
	7	4.53±0.30 ^{aK}	4.53±0.30 ^{aK}	4.60±0.23 ^{aK}	4.48±0.16 ^{aK}
	14	4.55±0.22 ^{aK}	4.62±0.29 ^{aK}	4.48±0.36 ^{aK}	4.38±0.29 ^{aK}
	21	4.76±0.30 ^{aK}	4.76±0.30 ^{aK}	4.76±0.41 ^{aK}	4.69±0.25 ^{aK}
Tat	1	4.48±0.36 ^{aK}	4.67±0.22 ^{aK}	4.31±0.36 ^{aK}	4.21±0.31 ^{aK}
	7	4.62±0.34 ^{aK}	4.69±0.29 ^{aK}	4.55±0.18 ^{aK}	4.29±0.38 ^{aK}
	14	4.62±0.35 ^{aK}	4.64±0.31 ^{aK}	4.48±0.44 ^{aK}	4.21±0.26 ^{aK}
	21	4.33±0.15 ^{aK}	4.38±0.23 ^{aK}	4.48±0.54 ^{aK}	4.05±0.61 ^{aK}
Toplam	1	22.45±1.08 ^{abK}	23.11±1.12 ^{aK}	22.35±1.04 ^{abK}	20.90±0.79 ^{bK}
	7	23.12±0.47 ^{abK}	23.53±0.36 ^{aK}	22.88±0.74 ^{abK}	21.74±1.10 ^{bK}
	14	22.30±1.57 ^{aK}	22.98±1.22 ^{aK}	22.00±1.83 ^{aK}	21.26±1.56 ^{aK}
	21	22.98±0.65 ^{aK}	23.12±0.87 ^{aK}	22.51±2.36 ^{aK}	21.07±2.47 ^{aK}

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A örneği: % 0 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 3 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, B örneği: % 1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 2 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, C örneği: % 2 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 1 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu, D örneği: % 3 demineralize peyniraltı suyu tozu ve % 0 süt tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

Teşekkür

Bu araştırmayı (FYL-2017-7972) maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Abbas, H.M., Hussien, A.M.S. ve Ibrahim, G.E., 2016. Changes in Antioxidant Activity and Volatile Compounds of Functional Yoghurt Fortified with Rice Bran During Storage. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(7):761-766.
- Akal, H. C., 2011. Peyniraltı Suyu Tozu ve Yağsız Süttozunun Fermente Krema Üretiminde Kullanılması Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, 87s.
- Akın, M. B., 2005. The Effects of Different Incubation Temperatures on the Acetaldehyde Content and Viable Bacteria Counts of Bio-Yogurt Made from Ewe's Milk. *International journal of dairy technology*, 58(3):174-179.
- Alagöz, A., 1992. Sütlerin Mikrodalga Fırın, Su Banyosu ve Ev Tipi Elektrikli Pastörizatörde İşlenmelerinin, Yoğurt Kalitesine Etkileri Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Ç.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Adana,76s.
- Amal, A.M., Eman, A.M.M. ve Zidan, N.S., 2016. Fruit Flavored Yoghurt: Chemical, Functional and Rheological Properties. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2(5):57-66.
- Anonymous, 2009. Fermente Sütler Tebliği. T.G.K. R.Gazete 16.02.2009-27143
- Anonymous, 2017. Whey Powder. <http://www.milkingredients.ca/index-eng.php?id=194>. Erişim tarihi: 01.07.2017
- Arslaner, A., 2002. Yoğurt Üretiminde Peyniraltı Suyu Tozunun Yağsız Süttozu Yerine Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, 58s.
- Atasever, M., 2004. Yoğurt Üretiminde Bazı Stabilizörlerin Kullanımı. *YYÜ Vet Fak Derg*, 15 (1-2):1-4.
- Barrantes, E., Tamime, A. Y., Sword, A. M., Muir, D. D., ve Kalab, M., 1996. The Manufacture of Set-type Natural Yoghurt Containing Different Oils—1. Compositional Quality, Microbiological Evaluation and Sensory Properties. *International Dairy Journal*, 6(1996):811-826.
- Bonczar, G., Wszolek, M., ve Siuta, A., 2002. The Effects of Certain Factors on the Properties of Yoghurt Made from Ewe's Milk. *Food Chemistry*, 79(1):85- 91.
- Cais-Sokolinska, D. ve Pikul, J., 2006. Use of Color Measurement to Evaluate Yoghurt Quality During Storage. *Italian Journal of Food Science*, 18(1):63-71.
- Çayır, M.S., 2007. Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 57s.
- Çoban, F., 2017. Kurutulmuş Kefir Danesi İlave Edilen Sütten Yoğurt Üretimi. Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde, 45s.
- Çomak Göçer, E.M., Ergin, F., Aşçı Arslan, A. ve Küçükçetin, A., 2016. Farklı İnkübasyon Sıcaklığı ile İnkübasyon Sonlandırma pH'sının Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda* 14(4):341-350.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları 2). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara, 381s.
- Ersoy, M., ve Uysal, H., 2003. Süttozu, Peyniraltı Suyu Tozu ve Yayıkalıtı Karışımları ile Üretilen Kefirlerin Özellikleri Üzerine Bir Araştırma II. Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1):79-86.
- Esmek, E. M., ve Güzeler, N., 2015. Kefir ve Kefir Kullanılarak Yapılan Bazı Ürünler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(4), 250-258.
- Fontán, M. C. G., Martínez, S., Franco, I., ve Carballo, J., 2006. Microbiological and chemical changes during the manufacture of Kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture. *International Dairy Journal*, 16(7):762-767.
- Gassem, M. A. ve Frak, J. F., 1991. Physical Properties of Yoghurt Made from Milk

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

- Tread with Proteolytic Enzymes. Journal of Dairy Science, 74:1503- 1511.
- González-Martinez, C., Becerra, M., Cháfer, M., Albors, A., Carot, J. M., ve Chiralt, A., 2002. Influence of Substituting Milk Powder for Whey Powder on Yoghurt Quality. Trends in Food Science & Technology, 13(9):334-340.
- Güler-Akın, M.B., 2005. The Effects of Different Incubation Temperatures on The Acetaldehyde Content and Viable Bacteria Counts of Bio-Yogurt Made From Ewe's Milk. Society of Dairy Technology, 58(3):174-179.
- Gürsoy, A., Durlu-Özkaya, F., Yıldız, F., ve Aslim, B., 2010. Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus Thermophilus* (W22) and *Lactobacillus Delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* (B3). Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16:81-86.
- Güven, M. ve Karaca, O.B., 2003. Farklı Yöntemlerle Kurumaddesi Arttırılan Sütlerden Üretilen Yoğurtların Özellikleri. Gıda, 28(4):429-436.
- Güven, M., 1998. Stabilizör Kullanımının Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. Gıda, 23(2):133-139.
- Güven, M., Yaşar, K., Karaca, O.B. ve Hayaloğlu, A.A., 2005. The Effect of Inulin as a Fat Replacer on the Quality of Set-Type Low-Fat Yogurt Manufacture. International Journal of Dairy Technology, 58(3):180-184.
- Hruskar, M., Vahcic, N. ve Ritz, M., 1995. Aroma Profiles and Sensory Evaluation of Yogurt During Storage. Mljekarstvo, 45(3):175-190.
- Hull, M.E. 1947. Studies on Milk Proteins. II. Colorimetric Determination of The Partial Hydrolysis of the Proteins in Milk. Journal of Dairy Science, 30:881-884.
- Ibrahim, A.H. ve Khalifa, S.A., 2015a. The Effects of Various Stabilizers on Physicochemical Properties of Camel's Milk Yoghurt. Journal of American Science, 11(1):15-24.
- Ibrahim, A.H. ve Khalifa, S.A., 2015b. Improve Sensory Quality and Textural Properties of Fermented Camel's Milk By Fortified With Dietary Fiber. Journal of American Science, 11(3):42-54.
- Isleten, M., ve Karagul-Yuceer, Y., 2006. Effects of Dried Dairy Ingredients on Physical and Sensory Properties of Nonfat Yogurt. Journal of Dairy Science, 89(8):2865-2872.
- Kalender, M. ve Güzeler, N., 2014. Farklı Oranlarda İnülin İlavesinin Yağı Azaltılmış Süzme Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 29(1):21-34.
- Kırdar, S.S., Sezgin, E. ve Atamer, M., 2000. β.D. Galaktosidaz Enzimi Kullanılarak Yapılan Yoğurtların Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 25(2):141-148.
- Konar, A., 1980. İnek, Keçi, Koyun ve Manda Sütlerinin Çeşitli Sıcaklık Derecelerinde ve Değişik Sürelerde İşlenmelerinin Yoğurt Kalitesine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Doçentlik Tezi, Adana, 165s.
- Konar, A., 2015. *Süt Teknolojisi*. 6. Baskı, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 140, Ders Kitapları Yayın No: A-45, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 189s.
- Kosikowski, F. V., 1978. Cheese and Fermented Milk Foods, Ithaca. NewYork, 304p.
- Kumari, A.G.I.P., Ranadheera, C.S., Prasanna, P.H.P., Senevirathne, N.D. ve Vidanarachchi, J.K., 2015. Development of a Rice Incorporated Synbiotic Yogurt with Low Retrogradation Properties. International Food Research Journal 22(5):2032- 2040.
- Kurt, A., Gülümser, S., Kotancılar, G. ve Özdemir, S., 1989. Süt Tozu ve Lesitin Kullanımının Yoğurt Kalitesine Etkisi. Gıda, 14(5):301-307.
- Küçükakgöl, Ö., 2006. Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanılarak Yağsız Yoğurt Üretiminde Kurumadde Artırımının Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, 45s.
- Küçüköner, E., 2011. Peynir Tozu ve Peyniraltı Suyu Tozu Üretimi. 1. Ulusal Helal ve sağlıklı Gıda Kongresi, Ankara, s. 80-85.
- Less, G. J. ve Jago, G. R., 1969. Methods for the Estimation of Acetaldehyde in Cultured Dairy Products. Australian Journal of Dairy Technology, 24:181- 185.

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri

- Nejad, J.H., Sani, A.M. ve Hojjatoleslami, M., 2013. Effect of *Spinacia Oleracea* Extract on Physicochemical, Phenolic Content, Antioxidant Activity and Microbial Properties of Yogurt. *Research and Review Biosciences*, 7(7):256-264.
- Oktar, E., ve Karagözoğlu, C. Farklı Isıl İşlem Görmüş İnek Sütlerinden Kefir Kültürü ve Tanesi ile Üretilen Kefirlerin Nitelikleri ve Dayanırlılığın Üzerine Araştırmalar. *Gıda/The Journal of Food*, 17(4).
- Özdemir, S., Özdemir, C., Yangınlar, F., ve Yılmaz, M., 2008. Süt Sanayiinde Elektrodiyaliz Kullanımı. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, s.661-664.
- Özer, B., 2006. *Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. 1. Baskı, Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, 488s.
- Saidi, B., Faid, M. ve Warthesen, J.J., 2003. Effect of Sorbate on Yogurt Fermentation and Stability of Sorbate. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)*, 23 (1):5-13.
- Seçkin, A.K. ve Baladura, E., 2012. Effect of Using Some Dietary Fibers on Color, Texture and Sensory Properties of Strained Yogurt. *Gıda*, 37 (2):63-69.
- Sezgin, E., Atamer, M., ve Gürsel, A., 1988. Yerli ve Yabancı Starter Kullanılarak Yapılan Yoğurtların Kaliteleri Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 13(1):5-11.
- Şahan, N., Yaşar, K. ve Hayaloğlu, A.A., 2008. Physical, Chemical and Flavour Quality of Non-Fat Yogurt as Affected by a β -Glucan Hydrocolloidal Composite During Storage. *Food Hydrocolloids* 22:1291-1297.
- Tamime, A.Y., Barrantes, E. ve Sword, A. M., 1996. The Manufacture of Set Type Naturel Yogurt Containing Different Oils-I. Compositional Quality Microbiological Evaluation and Sensory Properties. *Journal of The Society of Dairy Technology*, 49(1).
- Tarakçı, Z. ve Demirkol, M., 2016. Yoğurdun Fizikokimyasal Özelliklerine Kurutulmuş Goji Berry Meyvesinin (Lycium barbarum) Etkisi. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 6(2):136-145.
- Tayar, M., Şen, C., ve Güneş, E., 1995. Yoğurt Üretiminde Bazı Stabilizör Maddelerin Kullanılması. *Gıda*, 20(2):103-106.
- Topçu, A., 1997. Ankara Piyasasında Satılan Yağsız Süttozlarının Yoğurt Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, 73s.
- TSE, 2006. TS 1330, Yoğurt Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Üçüncü, M., 2004. *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi*, Meta Basım Matbaacılık, Bornova, İzmir, 1240s.
- Ünal, F., G., 2013. Kuru Madde Oranları Farklı Sütlerden Starter Kültür ve Dane ile Üretilen Set Tipi Kefirlerin Duyusal, Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya, 63s.
- Vahčić, N., ve Hruškar, M., 2000. Slovenian Fermented Milk with Probiotics. *Zb Biotehniške fak Univ v Ljubljani Kmetijstvo Zootehnika*, 76(2):41-6.
- Witthuhn, R. C., Schoeman, T., ve Britz, T. J., 2005. Characterisation of the Microbial Population at Different Stages of Kefir Production and Kefir Grain Mass Cultivation. *International Dairy Journal*, 15(4):383-389.
- Wu, H., Hulbert, G. J. ve Mount, J. R., 2001. Effects of Ultrasound on Milk Homogenization and Fermentation with Yogurt Starter. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1:211- 218.
- Yıldırım, Ç., ve Güzeler, N., 2013. Peyniraltı Suyu ve Yayıkaltının Toz Olarak Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2):11-20.
- Yüksekdağ, Z. N., ve Beyatlı, Y., 2003. Kefir Mikroflorası ile Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik, Antimikrobiyal ve Genetik Özellikleri. *Orlab On-line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(02):49-69.

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri



Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Gökhan GÖKÇE*

Aykut BURGUT

Özet

Bu çalışmanın materyalini Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğindeki 217 baş Siyah-Alaca inek oluşturmuştur. Sağrı yüksekliği, süt karakteri, beden derinliği, sağrı genişliği, sağrı eğimi, arka bacak açısı, göğüs genişliği, tırnak yüksekliği, arka diz yapısı, arka bacak duruşu, ön meme bağlantısı, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı, meme taban yüksekliği, ön meme başı yerleşimi, meme başı uzunluğu ve arka meme başı yerleşimi gibi 17 doğrusal tip özelliği üzerinde durulmuştur. Bu özelliklerin ortalamaları sırasıyla 144,21±2,03cm, 6,23±0,63; 5,78±0,71; 5,03±0,58; 5,90±0,71; 5,03±0,91; 5,36±0,60; 4,76±0,66; 4,55±0,71; 4,59±0,94; 4,95±0,98; 4,64±0,81; 5,93±0,89; 5,28±0,92; 5,71±0,84; 4,70±0,51; 5,12±0,86 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Tip Özellikleri, Siyah Alaca İnek

Evaluation of Holstein Cattle Raised in Research and Application Farm According to Linear Type Traits

Abstract

The material of this study was formed by 217 head Holstein cows in Çukurova University Agricultural Faculty Research Application Farm. Seventeen linear type traits like stature, dairy character, body depth, rump width, rump angle, rear legs side view, chest width, foot angle, rear legs placement, rear legs rear view, fore udder attachment, rear udder height, suspensory ligament, udder depth, teat placement, teat length and rear teat placement were investigated. The averages of linear type traits were 144,21±2,03 cm; 6,23±0,63; 5,78±0,71; 5,03±0,58; 5,90±0,71; 5,03±0,91; 5,36±0,60; 4,76±0,66; 4,55±0,71; 4,59±0,94; 4,95±0,98; 4,64±0,81; 5,93±0,89; 5,28±0,92; 5,71±0,84; 4,70±0,51 and 5,12±0,86 respectively.

Key Words: Linear Type Traits, Holstein Fresian Cattle

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Giriş

Sığır yetiştiriciliğinde ineklerden uzun süre yavru almak ve mümkün olabildiğince yüksek verim elde etmek temel amaçtır. Bunun için ineklerin iyi bir genotipik yapıya sahip olmalarının yanı sıra sağlam ve gelişmiş bir beden yapısına, kapasiteli bir memeye, ağır bedenini taşıyacak yapıda ayak ve bacaklara sahip olmaları gerekir (Çerçi, 2006). İneklerden uzun süre verim almak için ayıklama ve sürü yenileme oranının ise düşük olması istenir. Bunun yanında uzayan ömür ile ileri laktasyonlarda ulaşılan verim artışından da yararlanılması mümkündür (Alıç, 2007).

Son dönemlerde dış görünüş özelliklerinin üzerinde uluslararası alanda bu kadar önemle durulmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki, dış görünüş özelliklerinin ekonomik açıdan önemidir. Daha iyi görünüşe (beden kısımları birbiriyle uyumlu, yüksek beden ve meme kapasiteli, güçlü ve düzgün bacak ve tırnaklı vb) sahip damızlıklar diğerlerine kıyasla daha yüksek fiyatlarla satılabilmektedir (Kumlu 2000). Birçok bilimsel araştırmada, dış görünüş özellikleri ile süt verimi, döl verimi, damızlıkta yararlanma (kalma, kullanma) süresi, somatik hücre sayısı gibi ekonomik açıdan önemli özellikler arasında önemli genetik ve fenotipik korelasyonların bulunduğu saptanmıştır (Weigel ve ark., 1995; Weigel ve ark., 1997; Rocha ve ark., 1998; Smith ve ark., 1998; Özet, 2001; Yaylak, 2003; Çerçi ve Koç, 2006).

Şahin (2011) Türkiye’de yetiştirilen süt sığırı sürülerinde ayak-bacak problemlerinin ineklerin kesime gönderilme nedenlerinin başında geldiğini belirterek, dış görünüş özellikleri ile ilgili ıslah çalışmalarında önceliğin ayak-bacak yapısına verilmesi gerektiğini vurgulamış, meme sağlığını iyileştirmek için meme taban yüksekliği, ön meme bağlantısı ve ön meme baş uzunluğunun önemli olduğunu bildirmiştir.

Hangi hayvanın damızlık için uygun olduğunu anlamak amacıyla hayvanların süt, et ve döl verimleri gibi tartışılabilen, ölçülebilen veya sayılabilen özelliklerini bu amaç için geliştirilmiş istatistik yöntemlerle karşılaştırmak en doğru yoldur (Özet, 2001). Bununla birlikte, ekonomik açıdan önemli

olmalarına rağmen, ancak görsel olarak belirlenebilen özellikler de bulunmaktadır. Hayvanın dış görünüş özelliklerinin dikkate alındığı bu değerlendirmeye ”dış görünüş özelliklerine göre değerlendirme”, ”morfolojik değerlendirme” veya ”sınıflandırma” adı verilir (Özcan, 1995; Kumlu, 1999; Özet, 2001; Yaylak, 2003).

Buraya kadar verilen bilgilerden anlaşılacağı gibi, ineklerin değerlendirilmelerinde süt verimleri yanında dış yapı özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu özelliklerin birlikte ele alınması sonucunda işletmeye ait sürü içerisinde gelecekte genetik ve ekonomik açıdan fayda sağlanamayacak bireylerin erken dönemde ayıklanması ve gelecekte yüksek süt veren, ön ve arka meme bağlantıları güçlü memelere sahip ineklerin sayısının artırılması mümkün olabilecektir.

Bu çalışmanın amacı, yukarıda bahsedilen bilgiler ışığında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Sığırcılık Ünitesinde çeşitli laktasyon gruplarında bulunan Siyah-Alaca sığırların dış görünüş özelliklerini ortaya koymak ve bu özelliklere göre ileriki dönemlerde sürünün verimini düşürecek tipte olan hayvanlara yönelik ne gibi tedbirler alınacağını belirlemektir.

Materyal Metot

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Sığırcılık Ünitesinde yetiştirilen farklı laktasyon sırasındaki 217 baş sağmal Siyah-Alaca inek bu araştırmanın hayvan materyalini oluşturmuştur. İneklerin dış görünüşlerine göre sınıflandırılması bu projenin yürütücüsü tarafından yapılmıştır. Sınıflandırmacı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Müdürlüğü ve Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliğinin 1-5 Ekim 2003 tarihinde Bursa-Karacabey’de düzenlediği sınıflandırma kursuna katılmış ve sertifika almıştır.

Sınıflandırma çalışmaları, uluslararası kurallardan uyarlanarak Türkiye için geliştirilmiş olan dış görünüş özelliklerine göre sınıflandırma talimatı (Anonim 2000) esas

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

alınarak ve Holste (1999) ile Şahin (2011) tarafından yapılan pratik öneriler gözetilerek, ineklerin buzağılamalarını takip eden 30-150. günler arasında yapılmıştır. Bu talimatların belirlediği özellikler ve standartlar dikkate alınarak 17 özelliğten 16'sı 1-9 arasında puanlama yapılarak değerlendirilmiş, sağrı yüksekliği cm biriminden ölçülmüştür (Kumlu, 1999; Şahin ve Özcan, 2003). Sınıflandırılan özellikler incelenirken o özelliğin en ideal şeklinden uzaklığına bağlı olarak puanlama yapılmış ve sadece incelenen özelliğe odaklanılmıştır. Ölçülen doğrusal tanımlama özellikleri ise Sağrı yüksekliği (SY), Süt karakteri (SK), Beden derinliği (BD), Göğüs genişliği (GG), Sağrı genişliği (SG), Sağrı eğimi (SE), Arka bacak açısı (ABA), Tırnak yüksekliği (TY), Arka diz yapısı (ADY), Arka bacak duruşu (ABD), Ön meme bağlantısı (ÖMB), Arka meme yüksekliği (AMY), Meme merkez bağı (MMB), Meme taban yüksekliği (MTY), Ön meme başı yerleşimi (ÖMBY), Ön meme başı uzunluğu (ÖMBU) ve Arka meme başı yerleşimi (AMBY)'dir.

Verilerin Analizi

Doğrusal tanımlama yöntemine ait toplam 17 özellik için tanımlayıcı istatistikler hesaplandıktan sonra tip özellikleri bakımından (sağrı yüksekliği hariç) laktasyon grupları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı SPSS paket programında Kruskal Wallis testi ile test edilmiştir (Anonim, 2014).

Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda değerlendirilen doğrusal tanımlama özelliklerine ait tanımlayıcı değerler, genel olarak ve laktasyon sırasına göre Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 1. Laktasyon sırasına göre doğrusal tanımlama özelliklere ait değerler

Doğrusal Özellikler	Laktasyon			
	Genel (N:217)	1 (N:64)	2 (N: 50)	3 (N: 103)
	X±Sx	X±Sx	X±Sx	X±Sx
SK	6,23±0,63	6,50±0,50	6,08±0,66	6,14±0,64
BD	5,78±0,71	5,41±0,58	5,80±0,60	6,00±0,75
SG	5,03±0,58	5,08±0,54	4,98±0,58	5,02±0,61
SE	5,90±0,71	6,02±0,63	5,84±0,73	5,85±0,75
ABA	5,03±0,91	4,45±0,94	5,02±0,71	5,40±0,78
GG	5,36±0,60	5,30±0,60	5,20±0,60	5,48±0,59
TY	4,76±0,66	4,88±0,63	4,68±0,62	4,72±0,70
ADY	4,55±0,71	4,53±0,64	4,64±0,52	4,52±0,83
ABD	4,59±0,94	4,81±1,06	4,36±0,85	4,55±0,89
OMB	4,95±0,98	5,58±0,83	4,90±0,70	4,58±0,99
AMY	4,64±0,81	4,70±0,90	4,58±0,70	4,63±0,81
MMB	5,93±0,89	6,11±0,83	5,54±0,83	6,01±0,90
MTY	5,28±0,92	6,75±0,71	5,76±0,84	4,13±0,91
OMBY	5,71±0,84	5,83±0,98	5,46±0,81	5,77±0,98
MBU	4,70±0,51	4,75±0,56	4,74±0,48	4,64±0,50
AMBY	5,12±0,86	4,95±0,98	5,14±0,90	5,21±0,89
SY	144,21±2,03	143,63±1,87	143,72±2,03	144,82±1,98

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Sağrı yüksekliği için bu çalışmada bulunan ortalama ($144,21 \pm 2,03$ cm) değer bazı çalışmalarda bulunan değerlerden daha yüksek (Mimaryan 1995; Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004.; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013) ve bazı çalışmalarda bildirilen değerlerden daha düşük (Duru, 2005) bulunmuştur. Genel olarak yurt 992) ve bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek bulunmuştur (Weigel ve ark., 1997; Roughsedge ve ark., 2000; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Çerçi, 2006; Ural, 2013). Yapay tohumlamanın yaygınlaşması neticesinde kaliteli babalara ait spermaların kullanılması ile bazı dış yapı özellikleri ideale yaklaşmaktadır. Bu işletmede de yapay tohumlama uygulaması yapıldığı düşünülürse bu özellik bakımından ideale yakın ve birbirine benzer sonuçlar çıkması normaldir.

Beden derinliğine ait ortalama puan ($5,78 \pm 0,71$) olarak tespit edilmiştir. Ortalama bu değer bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Thompson ve ark., 1983; Hayes ve Mao, 1987; Harris ve ark., 1992; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005), bazı araştırmacıların bildirişlerine benzer (Misztal ve ark., 1992) ve bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek bulunmuştur (Koenen ve Groen, 1998; Özet, 2001; Çerçi, 2006). Beden derinliği bakımından doğrusal puanın 4-6 olması yeterli ve ideal kabul edilirken işletmedeki hayvanlar ortalamaya yakın puanlar almışlardır.

Sağrı Genişliğine ait bulunan ortalama ($5,03 \pm 0,58$) puan bazı çalışmalarda elde edilen sonuçlardan yüksek (Lawstuen ve ark., 1987; Foster ve ark., 1989; Koenen ve Groen, 1998; Duru, 2005), bazı araştırmacıların bildirişlerinden daha düşük (Kadarmideen ve Wegmann, 2003; Çerçi ve Koç, 2006) ve bazı araştırmacıların bildirişlerine (Kumlu ve ark., 2004; Ural, 2013) benzer olarak bulunmuştur. Sağrı genişliğinin az olması doğum zorluğunu artırır, fazla olması ise ideal tip görünüşünü bozmaktadır. Bu çalışmada elde edilen ortalamanın genel olarak istenilen değere yakın olduğu söylenebilir.

Sağrı eğimi özelliğine ait ortalama puan ($5,90 \pm 0,71$) olarak tespit edilmiştir. Sağrı eğimi dik olan bir sığırın yürüyüşü daha canlı bir görünüm arz etmesine karşın, doğum sonrası fetal atıkların tamamen dışarı atılmaması nedeniyle, metrit problemi sıkça yaşanmaktadır. Bununla bağlantılı olarak, bu tip hayvanlarda döl tutma problemi başlıca sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taraftan, aşırı sağrı eğimine sahip olan sığırlarda embriyonik ve fetal dönemlerde yavru atma problemi ortaya

dışında yapılan çalışmalarda sağrı yüksekliğinin 142-150 cm arasında değiştiği bildirilmiştir.

Sütçülük karakteri için ortalama puan ($6,23 \pm 0,63$) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulunan ortalama bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Thompson ve ark., 1983; Lucas ve ark., 1984; Harris ve ark., 1983) çıkabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, ineğin hafif eğimli bir sağrıya sahip olması arzu edilmektedir. Ele alınan işletmede ki hayvanların bu özellik için ortalama puanları literatür bildirişlerindeki normal sınırlar içinde kalmaktadır.

Arka Bacak Açısı özelliğine ait ortalama puan ($5,03 \pm 0,91$) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Fatehi ve ark., 2003; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Duru, 2005) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Kumlu ve ark., 2004) ile benzer olmuştur. İnekte en sorunlu olan bölge olup, ekonomik açıdan uzun ömürlülüğü oldukça fazla etkilemektedir. Sürülerde uygulanan ayıklama programlarında nedenlerin başında yer almaktadır. Arka ayak açısından kaynaklanan problemler ile süt verimi arasında yakın bir ilişki mevcuttur. Çok dik olan ayak açısı, ayak bileği kaslarında gerileme sonucu yürüyüş konforunu sınırlandırmakta ve sakatlanma riskini arttırmaktadır. Diğer taraftan, arka ayak açısı aşırı açık olan sığırlarda topuk erezyonu, tırnak deformasyonları ve lezyon oluşumları riski daha yüksektir. Ayrıca işletmelerde yapılan genel değerlendirmelerde ilkinde doğuran düvelerde ayak bacak problemlerinin çok fazla olmadığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen Göğüs Genişliği ortalama puanı ($5,36 \pm 0,60$) olmuştur. Bu çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Kumlu ve ark., 2004; Ural, 2013) ve bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Duru, 2005; Çerçi ve Koç, 2006) olmuştur. Siyah Alacalar solunum tipi hayvanlardır ve karakteristik özellikleri bakımından narin gözükmeleri istenir. Bu konuda dikkat edilecek noktalardan birisi göğüs genişliğidir. Bu çalışmada elde edilen göğüs genişliği ortalaması normal olarak kabul edilebilir.

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Tırnak yüksekliğine ait ortalama puan çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Ural, 2013), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Çerçi ve Koç, 2006) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Duru, 2005) ile benzer olmuştur. Genel olarak istenilen tırnak yüksekliği 5 cm olduğu göz önüne alındığında bu çalışmada elde edilen genel ortalama biraz düşük bulunmuş, işletmede karşılaşılan ayak bacak sorunlarının bir nedeni olarak karşımıza çıkmıştır.

Arka diz yapısına ait ortalama puan (4,55±0,71) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Çerçi ve Koç, 2006), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Ural, 2013) olmuştur. Genel olarak istenilen arka diz yapısı puanının 5 puandan fazla olması gerekliliği göz önüne alındığında bu çalışmada elde edilen ortalama biraz düşük bulunmuş, işletmede karşılaşılan ayak bacak sorunlarının bir nedeni olarak karşımıza çıkmıştır.

Arka Bacak Duruşuna ait ortalama puan (4,59±0,94) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Çerçi ve Koç, 2006), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Ural, 2013) olmuştur. Genel olarak istenilen arka bacak duruşu puanının 5 puan olması gerekliliği göz önüne alındığında bu çalışmada elde edilen ortalama genel literatür ortalamasından çok yakın tespit edilmiştir.

Ön Meme Bağlantısı özelliğine ait ortalama puan (4,95±0,98) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Ural, 2013), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Çerçi ve Koç, 2006) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Foster ve ark., 1989; Klassen ve ark., 1992) ile benzer olmuştur. Ön meme bağlantısının güçlü olması ileriki laktasyonlarda memenin sarkma olasılığını önemli ölçüde azaltır. Bu çalışmada elde edilen genel ortalama, ön meme bağlantısının biraz zayıf olduğunu göstermektedir.

Arka Meme Yüksekliği özelliğine ait ortalama puan (4,64±0,81) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013) ve bazı araştırmacıların

(4,76±0,66) olarak tespit edilmiştir. Bu bildirişlerinden yüksek (Lawstuen ve ark., 1987; Vanraden ve ark., 1990) olmuştur. Arka Meme Yüksekliği puanının yüksek olması istenir ve meme kapasitesinin önemli göstergelerinden birisidir. Bu çalışmada bulunan Arka Meme Yüksekliği puanı bu çalışmada kullanılan işletmede yetiştirilen hayvanların meme kapasitelerinin ortalama civarında olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda Meme Merkez Bağı özelliğine ait ortalama puan (5,93±0,89) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Çerçi ve Koç, 2006), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Ural, 2013) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Klassen ve ark., 1992; Duru, 2005) ile benzer olmuştur.

Çalışmamızda Meme Taban Yüksekliği özelliğine ait ortalama puan (5,28±0,92) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Thompson ve ark., 1983; Özet, 2001), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Kumlu ve ark., 2004; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Duru, 2005) ile benzer olmuştur.

Ön Meme Başı Yerleşimi özelliğine ait ortalama puan (5,71±0,84) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Thomas ve ark., 1984) ile benzer olmuştur.

Çalışmamızda Meme Başı Uzunluğu özelliğine ilişkin ortalama puan (4,70±0,51) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen puan bazı araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Özet, 2001; Kumlu ve ark., 2004; Duru, 2005; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Meyer ve ark., 1987) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Van Dorp ve ark., 1998) ile benzer olmuştur. Bu özellik için 5 puanın meme ucunun 4-6 cm (Anonim, 2003) arasında olduğunda verildiği göz önüne alınırsa, populasyonun meme ucu uzunluğunun ortalama içinde kaldığı söylenebilir.

Çalışmamızda Arka Meme Başı Yerleşimi özelliğine ilişkin ortalama puan (5,12±0,86) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen puan bazı

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

araştırmacıların bildirişlerinden düşük (Kumlu ve ark., 2004; Çerçi ve Koç, 2006; Ural, 2013), bazı araştırmacıların bildirişlerinden yüksek (Hayes ve Mao, 1987; Monardes ve ark., 1990) ve bazı araştırmacıların bildirişleri (Duru, 2005) ile benzer olmuştur.

Doğrusal tip özelliklerinden sadece Sağrı Yüksekliği cm cinsinden ölçülmüştür. Laktasyon grupları arasında farklılığın olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Laktasyon gruplarına göre sağrı yüksekliği puanları

Özellik	Lak				F	p
	Genel (N:217)	1 (N:64)	2 (N: 50)	3 (N: 103)		
SY	144,21±2,03	143,63±1,87	143,72±2,03	144,82±1,98	9,301	0

Çizelge 3. Laktasyon gruplarına göre doğrusal tip özelliklerinin karşılaştırılması

Tip Özelliği	X ² hesap	sd	p
Süt Karakteri	15,896	2	0,000
Beden Değeri	28,481	2	0,000
Sağrı Genişliği	0,461	2	0,794
Sağrı Eğimi	2,956	2	0,228
Arka Bacak Açısı	39,055	2	0,000
Göğüs Genişliği	7,512	2	0,023
Tırnak Yüksekliği	4,276	2	0,118
Arka Diz Yapısı	0,587	2	0,746
Arka Bacak Duruşu	5,700	2	0,058
Ön Meme Bağlantısı	39,234	2	0,000
Arka Meme Yüksekliği	0,820	2	0,664
Meme Merkez Bağı	17,104	2	0,000
Meme Tabanı Yüksekliği	149,121	2	0,000
Ön Meme Başı Yerleşimi	4,478	2	0,107
Meme Başı Uzunluğu	1,608	2	0,448
Arka Meme Başı Yerleşimi	0,436	2	0,804

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 2 incelendiğinde yapılan varyans analizi neticesinde laktasyon grupları arasında sağrı yüksekliği bakımından istatistiki anlamda bir farklılık ($p<0,05$) tespit edilmiştir.

Laktasyon gruplarına göre ayrılan doğrusal tip puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için tek yönlü varyans analizinin non-parametrik karşılığı olarak Kruskal Wallis test istatistiği kullanılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde SK, BD, ABA, GG, ÖMB, MMB ve MTY özellikleri için laktasyon gruplarına göre istatistiki anlamda bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Süt Karakteri puanı hayvanın boyun bölgesinin keskinliğine ve narinliğe göre verilmektedir. Laktasyon sayısının artmasıyla bu puanda bir azalma meydana gelmiş yani bu özellik bakımından boyun bölgesi keskinliğini kaybetmeye başlamıştır. Bu özellik için gruplar arasındaki farklılığın kaynağı olarak hayvanın büyüdükçe cüssesinin büyümesi ve kilo artışı ile boyun bölgesinde bir yağlanma oluşması ve buna bağlı olarak keskinliğin kaybolması söylenebilir.

Laktasyon grupları arasında Arka Bacak Açısı özelliği puanları bakımından istatistiki anlamda önemli bir fark tespit edilmiştir. Süt sığırlarında dik veya fazla eğimli arka bacak açısı duruş ve hareket zorluklarına yol açabilmektedir. Açının düşük olması durumunda çok kolay zedelenme olabilmekte ve ayaktaki bir rahatsızlık süt verimini düşürebilmektedir. Bu bakımdan ineklerin arka bacak açısının ideal olan 5 (Anonim, 2000) puanı almaları istenmektedir.

Beden Derinliği ve Göğüs Genişliği özelliklerine ait puanların laktasyon sayısı ile değişimleri istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Hayvanın laktasyon sayısı arttıkça yaşı da artmakta ve bu sırada büyümesi ve gelişmesi de devam etmektedir. Bu gelişme ile birlikte cüsse artmakta dolayısıyla beden derinliği ve göğüs genişliği artmaktadır.

Meme Taban Yüksekliği puanı hayvanın meme tabanının yerden yüksekliği göz önüne alınarak verilmektedir. Laktasyon sayısının artması yani yaşın artmasıyla birlikte memeyi vücuda bağlayan kaslarda ve Meme Merkez Bağı ile Ön Meme Bağlantısı gibi özelliklerde bir gevşeme olmakta ve bu nedenle meme sarkmaktadır. Çizelge 1'de görüleceği üzere memeyi vücuda bağlayan yapılara ait puanlar laktasyon sayısı arttıkça düşmüş yani bu özelliklerde bir gevşeme olmuştur. Bu özellik

için gruplar arasındaki farklılığın kaynağı olarak yukardaki açıklamalar önemli bir sebep olarak bu sonucu desteklemektedir.

Sonuç

Bu çalışmada doğrusal tanımlama özellikleri olan süt karakteri, beden derinliği, sağrı genişliği, sağrı eğimi, arka bacak açısı, göğüs genişliği, tırnak yüksekliği, arka diz yapısı, arka bacak duruşu, ön meme bağlantısı, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı, meme taban yüksekliği, ön meme başı yerleşimi, meme başı uzunluğu ve arka meme başı yerleşimi için hesaplanan ortalamalar sırasıyla $6,23\pm0,63$; $5,78\pm0,71$; $5,03\pm0,58$; $5,90\pm0,71$; $5,03\pm0,91$; $5,36\pm0,60$; $4,76\pm0,66$; $4,55\pm0,71$; $4,59\pm0,94$; $4,95\pm0,98$; $4,64\pm0,81$; $5,93\pm0,89$; $5,28\pm0,92$; $5,71\pm0,84$; $4,70\pm0,51$; $5,12\pm0,86$ puan olarak bulunmuştur. Sağrı yüksekliği ise $144,21\pm2,03$ cm olarak ölçülmüştür.

Bulgulardan dış görünüş özellikleri için hesaplanan ortalamaların genel olarak literatür değerlerine benzerlik gösterdiği ve birkaç özellik hariç laktasyon grupları arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Üzerinde durulan özelliklere ait puanların ideal değerlere yakın olması üzerinde çalışılan hayvanların genç olmaları ve ayrıca işletmede tip özellikleri gözetilerek boğa seçimine çalışıldığının bir sonucu olarak ifade edilebilir.

Dış yapıya göre değerlendirmenin yapılması bir sığır popülasyonunda sürüden çıkarılma nedenlerinin aydınlatılmasına da yardımcı olabilir. Bu şekilde sürüden çıkarılma oranlarının azaltılması için gerekli önlemlerin alınması da mümkün olabilir. Ayrıca ineklerin sürü ömürlerinin bilinmesi sürü yönetimi, besleme ve yetiştirme yöntemlerinin planlanması açısından da önem kazanmaktadır.

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

Kaynaklar

- Alıç, D., 2007. Siyah Alaca İneklerde Dış Yapı Özellikleri, Sürüde Kalma Süresi Ve Süt Verimi Üzerine Araştırmalar. A.Ü. Doktora Tezi, Ankara, 2007.
- Anonim, 2000. Damızlık Süt Sığırlarında Soykütüğü Talimatı. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM Yayınları. Ankara.
- Anonim, 2003. Classification Program. <http://www.holstein.ca>
- Anonim, 2014. Non-Parametrik-Testler1.Ppt (Erişim Tarihi 15.5.2014)
- Çerçi, S., 2006. Aydın İlinde Bazı İşletmelerde Yetiştirilen Siyah-Alaca Süt Sığırlarının Dış Görünüş Özelliklerine Göre Sınıflandırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Aydın, 2006.
- Çerçi, S, Koç, A., 2006. Aydın İlinde Bazı İşletmelerde Yetiştirilen Siyah-Alaca Süt Sığırlarının Dış Görünüşlerine Göre Sınıflandırılması. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2006; 3(2): 61 – 68.
- Duru, S., 2005. Siyah Alaca Sığırlarda Dış Görünüş Özelliklerine Ait Parametre ve Damızlık Değer Tahmini. Uludağ Ü. Doktora Tezi. 2005. Bursa.
- Fatehi, J., Stella, A., Shannon, J.J., Boettcher, P.J., 2003. Genetic Parameters for Feet and Leg Traits Evaluated in Different Environments. J. Dairy Sci. 86:661-666.
- Foster, W.W., A.E. Freeman, P.J. Berger, 1989. Association of Type Traits Scored Linearly with Production Herdlife of Holsteins. J. Dairy Sci. 72:2651-2664.
- Harris, B.L., Freeman, A.E., Metzger, E., 1992. Genetic and Phenotypic Type and Production in Guernsey Dairy Cows. J. Dairy Sci. 75:1147-1153.
- Hayes, A.E. And Mao, I.L., 1987. Effects of Parity, Age, and Stage of Lactation at Classification on Linear Type Scores of Holstein Cattle. J. Dairy Sci. 70:1898-1905.
- Holste, C. 1999. Damızlık Sığırlarda Dış Görünüş Özelliklerine Göre Sınıflandırma. Kurs Notları, Bursa.
- Kadarmideen, H. N. and Wegmann, S. 2003. Genetic Parameters for body condition score and its relationship with Type and Production Traits in Swiss Holsteins. J. Dairysci.(86)
- Klassen, D.J., Monardes, H.G., Jairath, L., Cue, R.I., Hayes, J.F., 1992. Genetic Correlations Between Lifetime Production and Linearized Type in Canadian Holsteins. J. Dairy Sci. 75:2272-2282.
- Koenen, E.P.C. And Groen, A.F., 1998. Genetic Evaluation of Body Weight of Lactating Holstein Heifers Using Body Measurements and Conformation Traits. J. Dairy Sci. 81:1709-1713.
- Kumlu, S. 1999. Damızlık Ve Kasaplık Sığır Yetiştirme (Ders Kitabı). Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı. Antalya.
- Kumlu, S. 2000. Damızlık Ve Kasaplık Sığır Yetiştirme. Ak.Ün. Zir.Fak. Zootekni Bölümü, Setma Matbaacılık, Ankara 166 S.
- Kumlu, S., Şahin, O., Galiç, A., 2004. Sığırlarda Dış Görünüşe Göre Sınıflandırmada Saha Elemanlarının Etkisi. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-3 Ekim 2004, Isparta, S: 86-90.
- Lawstuen D.A., Hansen, L.B., and Johnson, L.P., 1987. Inheritance and Relationships of Linear Type Traits for Age Groupsof Holsteins. J. Dairy Sci. 70: 1027-1035.
- Lucas, J.L., Pearson, R.E., Vinson, W.E., And Johnson, L.P., 1984. Experimental Linear Descriptive Type Classification. J. Dairy Sci. 67: 1767-1775.
- Meyer, K., S. Brotherstone, W.G. Hill And M.R. Edwards. 1987. Inheritance of Linear Type Traits in Dairy Cattle and Correlations with Milk Production. Anim Prod. 44: 1-10
- Mimaryan, M., 1995. Siyah Alaca İneklerde Dış Yapı Özellikleri Ve Canlı Ağırlık İle Süt Verimi Arasındaki Korelasyonlar Ve Bunlardan Seleksiyonda Yararlanma İmkânları. A.Ü. Doktora Tezi, Ankara, 134 S.
- Misztal, I., Lawlor, T.J., Short, T.H., Vanraden, P.M., 1992. Multiple-Trait Estimation of Variance Components of Yield and Type Traits Using An Animal Model. J. Dairy Sci. 75:544-551.
- Monardes, H.G., Cue, R.I., Hayes, J.F., 1990. Correlations Between Udder Conformation Traits and Somatic Cell Count in Canadian Holstein Cows. J. Dairy Sci. 73:1337-1342.
- Özcan, K., 1995. Damızlık İneklerin Dış Görünüş Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi. Türk Holstein Friesian Yetiştiricileri Dergisi 1(2):7-9.
- Özet, H., 2001. Ceylanpınar Tarım

Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi

- İşletmesi'ndeki Siyah-Beyaz Alaca Irkı İneklerin Linear (Doğrusal) Tip Özellikleri İle Süt Verimleri Arasındaki İlişkiler. F.Ü. Doktora Tezi. 100 Syf.
- Smith, L. A., Cassell, B. G. And Pearson, R. E. 1998. The Effects of Inbreeding on The Lifetime Performance of Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 81:2729–2737.
- Şahin, O. Ve K. Özcan. 2003. Holstein Irkı Damızlık Sığırlarda Dış Görünüş Özelliklerine Göre Sınıflandırma. *Kurs Notları, Karacabey, Bursa* 46 S.
- Şahin, 2011. Süt Sığırlarında Tip Sınıflandırması ve Vücut Kondisyonu Değerlendirme. *DSYMB Yayınları*. Ankara.
- Rocha, J. L., Sanders, J. O., Cherbonnier, D. M., Lawlor, T. J. And Taylor, J. F. 1998. Blood Groups and Milk and Type Traits in Dairy Cattle: After Forty Years of Research. *J Dairy Sci* (81)1663–1680
- Roughsedge, T., Brotherstone, S. And Vissler, P.M., 2000. Effects of Cow Families on Type Traits in Dairy Cattle. *Anim. Sci.*, 70, 391-398.
- Thomas, C.L., Vinson, W.E., Pearson, R.E., Dickinson, F.N., Johnson, L.P., 1984. Relationships Between Linear Type Scores, Objective Type Measures, and Indicators of Mastitis. *J. Dairy Sci.* 67:1281-1292.
- Thompson, J. R., K. L. Lee, A. E. Freeman and L. P. Johnson. 1983. Evaluation of a Linearized Type Appraisal System for Holstein Cattle. *J. Dairy Sci.* 66:325-331.
- Ural, Alıç D., 2013. Analysis of Relations Between The Type Traits And Milk Yield in Holstein-Friesian Cows in Aydın. *Animal Health Prod and Hyg* (2013) 2(1): 167 – 173.
- Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W. and Noordhuizen, J. P. T. M., 1998. Genetic Parameters of Health Disorders and Relationships With 305-Day Milk Yield and Conformation Traits of Registered Holstein Cows. *J Dairy Sci* (81) 2264–2270.
- Vanraden, P.M., Jensen, E.L., Lawlor, T.J., Funk, D.A., 1990. Prediction of Transmitting Abilities for Holstein Type Traits. *J. Dairy Sci.* 73:191-197.
- Yaylak, E. 2003. Siyah Alaca İneklerde Sürüden Çıkarılma Nedenleri, Sürü Ömrü Ve Damızlıkta Yararlanma Süresi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 179-185.
- Weigel, D. J., Cassell, B. G. And Hoeschele, I. 1995. Multiple-Trait Prediction of Transmitting Abilities for Herd Life and Estimation of Economic Weights Using Relative Net Income Adjusted for Opportunity Cost. *J Dairy Sci* (78) 639-647.
- Weigel, D.J, Cassell, B.G., Pearson, R.E., 1997. Prediction of Transmitting Abilities for Productive Life and Lifetime Profitability from Production, Somatic Cell Count, and Type Traits in Milk for Fluid Milk and Cheese. *J. Dairy Sci.* 80:1398-1405.



Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

Zerrin ERGİNKAYA¹ Gözde KONURAY^{1*} Melek HARMANCI¹
Gözde KOÇ¹ Nagihan METE¹

Abstract

Determination of the effect of the microencapsulation process on the antibacterial activity of probiotics is an important issue. The present study aims to evaluate the inhibition effect of microencapsulated probiotic culture with prebiotics against two different pathogen enterococci strain. *Lactobacillus rhamnosus* was used as probiotic, inulin and fructooligosaccharide (FOS) were used as prebiotics. Microencapsulation maintained with three different combinations as the only probiotic culture, probiotic culture with inulin and probiotic culture with FOS. In addition, the effect of inulin and FOS on the survival of *L. rhamnosus* was evaluated. *L. rhamnosus* was microencapsulated by the extrusion technique and its antibacterial effect on clinical vancomycin-susceptible *Enterococcus faecalis* (VSEF) and clinical vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* (VREF) growth was determined. According to the obtained results, microencapsulated probiotic culture with prebiotic addition showed an inhibition effect on VREF growth. Furthermore, it was found that the survival rate of the probiotic culture cells varied depend on the prebiotic. It was determined that inulin was more efficient on *L. rhamnosus* cell viability than FOS.

Keywords: *Enterococcus*, *Lactobacillus rhamnosus*, probiotic, synbiotic

Mikroenkapsüle Probiyotik ve Sinbiyotiklerin Antibakteriyel Etkisi

Özet

Mikroenkapsülasyon işleminin probiyotiklerin antibakteriyel aktiviteleri üzerine etkisinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, prebiyotiklerle birlikte mikroenkapsüle edilen probiyotik kültürün iki farklı patojen enterokok gelişimi üzerine inhibe edici etkisi araştırılmıştır. Probiyotik olarak *Lactobacillus rhamnosus* (*L. rhamnosus*), prebiyotik olarak inulin ve fruktooligosakkarit (FOS) kullanılmıştır. Mikroenkapsülasyon, sadece probiyotik kültür, probiyotik kültür ile inülin, probiyotik kültür ile FOS olmak üzere 3 farklı kombinasyonda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, FOS ve inülinin *L. rhamnosus* canlılığı üzerine etkisi belirlenmiştir. *L. rhamnosus* ekstrüzyon tekniği ile mikroenkapsüle edilmiş ve vankomisin-duyarlı *Enterococcus faecalis* (VSEF) ile vankomisin-dirençli *Enterococcus faecium* (VREF) üzerine antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, prebiyotik ilavesi ile mikroenkapsüle edilen probiyotik kültür VREF üzerine inhibe edici etki göstermiştir. Probiyotik hücrelerin canlılığının prebiyotik çeşidinden etkilendiği gözlenmiştir. *L. rhamnosus* canlılığı üzerinde inülinin FOS'a göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Enterococcus*, *Lactobacillus rhamnosus*, probiyotik, sinbiyotik

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

Introduction

Probiotics are defined as live microorganisms that have a beneficial health effect on consumer through creating and improving gastrointestinal microflora when ingested in adequate amounts (Gonzalez-Aguilar et al., 2010; Fadhil and Akin, 2016; Karri et al., 2016). It is reported that regular consumption of probiotics strengthens the immune system through lowering cancer risk, blood cholesterol and digestive troubles, having an anti-allergic effect, preventing gastrointestinal system infections (Coman et al., 2014; Göçer et al., 2016; Praepanitchai et al., 2019). Probiotics have been known as being able to inhibit the growth of pathogens by several mechanisms or pathways. These are;

- Decreasing the pH of the lumen by producing lactic acid,
- Producing antimicrobial metabolites such as hydrogen peroxide, diacetyl, acetoin, organic acid, antibiotics, bacteriocins and free radicals,
- Clinging to receptors and compete for food sources,
- Stimulating the formation of protective mucin,
- Stimulating the production of secretory IgA (Yılmaz, 2004; Kıran and Osmanağaoğlu, 2012; Singh et al., 2014; Swetwivathana and Visessanguan, 2015).

Providing the beneficial effects expected from probiotic food is largely based on preserving the viability of probiotic microorganism present in food. Probiotic microorganism load should be at least 10^7 - 10^9 CFU/g in food products (Göçer et al., 2016). In this respect, the survival of probiotics in food products during storage or ripening period is an important issue (Kesenkaş et al., 2016). As a result of growing consumer demand and researcher interest, probiotic product diversity and market share are increasing day by day (Gouin, 2004; Silvi et al., 2014).

The use of probiotic bacteria in many products such as fermented dairy products (ayran, sour cream, yogurt, etc.) and baby food is quite common because of their various nutritional and therapeutic properties (Kalkan, 2016). In addition, there have been several research studies conducted on the use of

probiotic microorganism in cereals, meat products, vegetables and fruit juices (Libera et al., 2015; Bağdatlı and Kundakcı, 2016; Neffe-Skocińska et al., 2016). However, there are a number of factors that limit the development and production of foods containing probiotic microorganisms (Qi et al., 2006; Anal and Singh, 2007). The decrease in the survival of probiotic microorganisms due to the environmental conditions has been one of the most important obstacles for the use of probiotics in food. In recent researches, it has been reported that microencapsulation technique is one of the new methods in order to increase the technological properties of probiotic microorganisms (Kailasapathy, 2002; Argin, 2007; Champagne and Fustier, 2007).

Microencapsulation is defined as protein and carbohydrate-based mini capsules, which are capable of keeping enzymes, cells, food components in solid, liquid or gaseous form, and other substances (Wang et al., 2009, Ünal and Erginkaya, 2015). Although there are many microencapsulation techniques have been used (such as spray drying, spray freezing, fluid bed coating, electrostatic method), the most popular microencapsulation techniques for probiotics are extrusion and emulsion (Bosnea et al., 2014; Arslan-Tontul and Erbas, 2017).

In the extrusion technique, a hydrocolloid-containing solution is prepared and mixed with microorganisms. The mixture injected through a nozzle or syringe needle into a solution that makes capsules more solid (Rokka and Rantamäki, 2010; Nazzaro et al., 2012). The calcium alginate solution has been used commonly for the microencapsulation of microorganisms. The reversion of microencapsules and releasing immobilized cells and their products in the gastrointestinal system is an advantage (Musikasang et al., 2009).

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

Microencapsulation of probiotic microorganisms is gaining attention with providing beneficial effects against environmental conditions and increasing survival rate of probiotics (Khalil et al., 2015; Shori, 2017). Many previous studies have shown microencapsulation techniques protect probiotics from negative conditions during preparation and passing through the digestive system (Todorov et al., 2012; Bosnea et al., 2014; Shori, 2015; Arslan-Tontul and Erbas, 2017).

Microencapsules containing antimicrobial compounds provide controlled release, ensure compound stability and inhibit inactivation of the antimicrobial compounds (Matouskova et al., 2016; Castro-Rosas et al., 2017). In a study made by Khalil et al. (2015), *Helicobacter pylori* growth was inhibited by microencapsulated probiotic bacteria (Khalil et al., 2015).

Lactobacillus rhamnosus is one of the lactic acid bacteria (LAB) that has been known to have probiotic activity (Arnold et al., 2017). *L. rhamnosus* has been shown to possess antimicrobial activity against the growth of pathogens such as *Escherichia coli* (Nikoskelainen et al., 2003; Anyogu et al., 2014; Raoult et al., 2015) *Pseudomonas aeruginosa* (Forestier et al., 2001; Coman et al., 2014; Raoult et al., 2015), *Salmonella* (Forestier et al., 2001; Coman et al., 2014; Beristain-Bauza et al., 2016), *Staphylococcus aureus* (Coman et al., 2014; Beristain-Bauza et al., 2016), *Clostridium difficile* (Forestier et al., 2001; Raoult et al., 2015), *Bacillus cereus* (Anyogu et al., 2014), *Listeria monocytogenes* (Coman et al., 2014; Raoult et al., 2015; Beristain-Bauza et al., 2016), *Shigella flexneri*, *Yersinia enterocolitica*, *Citrobacter freundii* (Jacobsen et al., 1999).

The pathogenicity of enterococci has been known for many years (Moemen et al., 2015). *Enterococcus faecium* is one of the most challenging pathogens due to obtaining antibiotic resistance genes readily (Reyes et al., 2016). Lately, vancomycin-susceptible enterococci have attracted attention due to the ability to acquire resistance genes (Thaker et al., 2015).

Prebiotics are nutrients that reach directly into the large intestine without digestion in the small intestine and increase the beneficial effects of probiotics on consumer health (Siro et al., 2008; Konuray and Erginkaya, 2017). Many studies have shown that inulin and fructooligosaccharide (FOS) could be utilized by LAB and improve their growth (Donalson et al., 2008; Yildiz, 2011).

Foods containing probiotic and prebiotic are described as synbiotics due to the synergistic relationship between them (Siro et al., 2008). According to the previous in vitro studies, merely an application of a synbiotic is more advantageous than prebiotic and probiotic (Gallaher and Khil, 1999).

This study proposed an in vitro model for the determination of the effect of microencapsulation on antimicrobial effect of *L. rhamnosus* against *Enterococcus* spp. In this study, *L. rhamnosus* was microencapsulated by extrusion technique with the addition of prebiotic. Effects of prebiotics on *L. rhamnosus* viability was screened. In addition, inhibition effect of microencapsulated *L. rhamnosus* on clinical vancomycin-susceptible *E. faecalis* (VSEF) and clinical vancomycin-resistant *E. faecium* (VREF) was determined.

Materials and method

Materials

Sodium alginate and gelatin were used for microencapsulation of *L. rhamnosus* (Chen et al., 2007). The coating material was prepared using distilled water. Whatman 4 filter paper was used for filtration of capsules. All mediums and chemicals were obtained from Merck (Darmstadt, Germany). FOS was acquired from Sinerji Gıda Kimya Tekstil San. Tic. Ltd. Sti. (Turkey). Inulin was acquired from Sigma-Aldrich. Phosphate buffered saline (PBS) was used to wash the cells and prepare dilutions. Anaerocult A (Merck) was used to maintain anaerobic condition for cultures. All glassware and solutions were sterilized at 121°C for 15 minutes.

Microorganisms

In this study, *L. rhamnosus* (RIUM/Holland) was used as probiotic. Clinical VSEF and clinical VREF were used as

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

pathogen which are provided from Cukurova University Department of Food Engineering Microbiology Laboratory.

Bacterial growth conditions

Bacterial cultures were activated by subculture on appropriate mediums. *L. rhamnosus* was grown in de Man Rogosa Sharpe (MRS) agar at 37°C for 24 h in anaerobic condition. After incubation, a single colony was inoculated into 10 mL MRS broth and incubated at 37°C for 24 h. VSEF and VREF were grown in 10 mL Nutrient Broth (NB) at 37°C for 24 h.

Microencapsulation of *L. rhamnosus* by the extrusion technique

The extrusion technique of microencapsulation was derived from Chen et al. (2007). The solution of coating material ingredients was shown in Table 1. Three different coating mixture was prepared as follows: (i) without prebiotic, containing inulin (ii), containing FOS (iii). *L. rhamnosus* was grown in MRS broth at 37°C for 24 h and centrifuged for 10 min at 6000 rpm, 4 °C. The cell pellet was washed twice with sterile PBS. Cell concentration was adjusted to 8 log CFU/mL and transferred to the sterile solution of coating material. The mixtures were injected slowly into sterile 0.05 M CaCl₂ through a 0.11 mm sterile needle syringe. The obtained capsules were left in solution for 30 minutes in order to provide sufficient hardness. Microencapsulated cultures were collected with filtration and stored in sterile PBS at 4°C.

Table 1. Concentration of solutions and prebiotics

Mixture no	Solution	Prebiotic
i	3% alginate and 1% gelatine	-
ii	3% alginate and 1% gelatine	1% inulin
iii	3% alginate and 1% gelatine	1% FOS

Determination of probiotic viability

In order to determine the viable cell load of microencapsulated *L. rhamnosus*, the method

was derived from Krasaekoopt et al. (2004). One gram of microencapsulated *L. rhamnosus* transferred to 9 mL PBS in stomacher bag and homogenized in a stomacher (BagMixer 400 P Stomacher) for 15 min. 10-fold serial dilutions were prepared using PBS. From each dilution, 100 µL was spread-plated on MRS agar, in duplicate, and incubated anaerobically at 37 °C for 48 h.

Determination of antibacterial effect

The antibacterial effect of *L. rhamnosus* against clinical vancomycin-susceptible *E. faecalis* and clinical vancomycin-resistant *E. faecium* was evaluated using the minimal inhibitory concentration (MIC) method described by Wiegand et al. (2008) with modifications. The capsules of *L. rhamnosus*, which were prepared in three different compositions, are separately transferred into the test tubes containing sterile Mueller Hinton Broth (MHB) and 10-fold serial dilutions of these mixtures are prepared. Pathogens were incubated at 37°C for 24 h. After incubation, pathogens were inoculated with a concentration of 4 log CFU/mL in each test tube. Test tubes were incubated at 37°C for 24 h. Cultures were diluted with PBS and spread-plated on Nutrient Agar (NA) plates. Colonies were counted after incubation at 37°C for 24 h.

Results and Discussion

Determination of viable cell count

There was no difference between the capsules in terms of size and shape. Viable cell count of *L. rhamnosus*, *L. rhamnosus* + inulin and *L. rhamnosus* + FOS capsules were determined as 4.27, 8 and 5.69 log CFU/mL, respectively, which show that there is an increased survival of bacteria microencapsulated with inulin when compared to FOS. In many studies, the survival of probiotics was increased by microencapsulation (Chávarri et al., 2010; Tripathi and Giri, 2014). In the study made by Chen et al. (2007), survival of *Bifidobacterium bifidum* was increased by microencapsulation. Chandramouli et al. (2004) have shown that the alginate microencapsules could be useful to maintain the survival rate of bacteria. In addition to microencapsulation, several reports have

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

indicated that the viability of probiotics was increased with prebiotics. In a study made by Ambalam et al. (2015), the growth of probiotic was increased in the presence of prebiotic. Adebola et al. (2014) have shown that the growth of *L. acidophilus* NCTC 1723, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* NCTC 12712, *L. brevis* NCIMB 11973, *L. acidophilus* NCFM were supported by the addition of inulin and other prebiotics (lactulose, lactobionic acid). However, *L. reuteri* NCIMB 11951 growth was not observed with the addition of inulin. Gunenc et al. (2016) found that addition of seabuckthorn as a prebiotic into yogurt could increase the survival of *Streptococcus thermophilus* and *L. bulgaricus* during storage. Pimentel et al. (2015) showed that addition of oligofructose improved *L. paracasei* subsp. *paracasei* viability in apple juice. In the study made by Etchepare et al. (2016), *L. acidophilus* was microencapsulated with the addition of prebiotics (resistant starch and chitosan). Survival rate was screened in a simulated gastrointestinal system and during storage. They have reported that the addition of prebiotic was beneficial for the survival of probiotic. It can be concluded that the addition of prebiotic to microencapsulation was essential for the survival of *L. rhamnosus*.

Table 2. Cell counts and antibacterial effect of *L. rhamnosus* (-: antimicrobial effect is not observed)

Mixture No	Cell counts (log CFU/mL)		
	<i>L. rhamnosus</i>	VSEF	VREF
i	4.27	-	-
ii	8.00	-	4.27
iii	5.69	-	3.20

Determination of antibacterial effect

Initial concentration of VSEF and VREF was set to 4 log CFU/mL. In the presence of inulin, the viable cell count of VREF was detected as 4.27 log CFU/mL whilst with FOS, the viable cell count was 3.20 log CFU/mL. Microencapsulated probiotic with FOS showed very little inhibition activity on viable cell

count of VREF. Inulin addition did not inhibit the growth of VREF. In this study, the viable cell count of VSEF reduction was not observed.

In many studies, the antimicrobial effect of *L. rhamnosus* and synbiotics on several pathogens were determined. In a study made by Georgieva et al. (2015), the antimicrobial effect of *L. rhamnosus* was determined with the agar-well diffusion method. *L. rhamnosus* has shown antimicrobial activity against various pathogens (*S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* and *Candida albicans*). Jiang et al. (2014) reported that *L. rhamnosus* has shown strong antimicrobial activity against *C. albicans* in fructose and glucose medium. In a study made by Aryantini et al. (2017), *L. rhamnosus* strains showed inhibitory activity against *Salmonella* Typhimurium LT-2, *S. sonnei*, *L. monocytogenes* and *E. coli* O157. Rana et al. (2018) reported that antioxidant and antimicrobial peptides, which occurred through the fermentation of milk by *L. rhamnosus* C6, inhibited the growth of *E. coli* ATCC 25922. Fermentation time was found to be effective on inhibition degree. Beristain-Bauza et al. (2016) have shown that cell-free supernatant of *L. rhamnosus* NRRL B-442 has inhibition activity against *L. monocytogenes* Scott A, *S. aureus* ATCC 29413, *E. coli* ATCC 25922, or *S. enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028 growth in whey protein isolate and calcium caseinate films. In a study made by Mpofo et al. (2016), *L. rhamnosus* yoba has shown inhibition activity against *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *E. coli* O157:H7 and *B. cereus*. Fooks and Gibson (2002) and Ambalam et al. (2015) have shown that antimicrobial activity of *Lactobacillus* spp. and *Bifidobacterium* spp. against pathogens (*C. jejuni*, *E. coli*, *S. Enteritidis* and *C. difficile*) increased in the presence of prebiotics such as starch, FOS, xylo-oligosaccharide (XOS), lactulose, galacto-oligosaccharides, isomalto-oligosaccharides. In a study made by Shokryazdan et al. (2014), *Lactobacillus* strains showed an antimicrobial effect against several pathogens (*C. albicans* (ATCC 44831), *E. faecium* (ATCC 51558), *S. epidermidis* (ATCC 12228), *Propionibacterium acnes* (ATCC 6919), *E. coli* (ATCC 29181), *S. sonnei* (ATCC

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

25931), *Helicobacter pylori* (ATCC 43579), *Enterobacter cloacae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Klebsiella pneumoniae* (K36), *S. aureus* (S244) and *L. monocytogenes*) by agar spot test. In a study made by Sim et al. (2012), LAB (*Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Pediococcus* sp.) showed an antimicrobial effect against *S. Typhimurium* S1000, *L. monocytogenes* L55, *S. aureus* S277 and *E. coli* O157:H7. Likotrafiti et al. (2016) have shown that *L. fermentum* and *B. longum* with prebiotics (short-chain fructooligosaccharides and isomaltooligosaccharides) have an antimicrobial effect against enterohaemorrhagic *E. coli* O157:H7. Li et al. (2016) have found that *L. plantarum* showed antimicrobial activity against *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. enterica* and *C. albicans*.

There are also studies indicating that *L. rhamnosus* did not inhibit the growth of *E. faecalis*. Montecinas et al. (2016) studied the antibacterial effect of *L. rhamnosus* biofilm against *E. faecalis* and found no significant inhibition effect on the growth of *E. faecalis*. In a study made by Doron et al. (2015), the effect of *L. rhamnosus* GG (LGG) intake on colonization of vancomycin-resistant enterococci (VRE) was determined. No inhibition effect of LGG against VRE count was reported. Jeong and Moon (2015) have shown that *L. rhamnosus* CJNU 0519 has antimicrobial properties against LAB (*L. acidophilus*, *P. acidilactici* K10) and pathogens (*L. monocytogenes* KCTC 3569, *S. aureus* ATCC 14458) whilst *L. rhamnosus* CJNU 0519 did not show inhibitory activity against *E. faecium* MK3, *E. coli* DH5 α , *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 24858 growth.

Conclusion

In this study, we determined the viability of microencapsulated *L. rhamnosus* with inulin was higher than the viability of microencapsulated *L. rhamnosus* with FOS and microencapsulated *L. rhamnosus* without prebiotic. Microencapsulation with prebiotic addition was more efficient on *L. rhamnosus* viability than microencapsulation without prebiotic. Antibacterial effects of probiotics have been determined in most of the previous studies. However, to observe the expected

antibacterial effect with the microencapsulation method, the use of appropriate microorganism and strain is important. It is thought that antibacterial effect of probiotic on *E. faecalis* may not be observed due to insufficient production of active substances such as hydrogen peroxide, organic acid, bacteriocin produced by probiotic strains or insufficiency of produced inhibitory substances. In conclusion, the study of probiotic survival rate and antimicrobial activity should be extended in order to determine the viability and inhibition effect of probiotics by different combinations of different probiotics and prebiotics, and by different combinations of pathogen cultures, in order to enhance the potential use of microencapsulated probiotics in foods.

Acknowledgement

This study was presented as a poster at the 31th EFFoST International Conference, Sitges, Spain.

References

- Adebola, O. O., Corcoran, O., Morgan, W. A. (2014) Synbiotics: the impact of potential prebiotics inulin, lactulose and lactobionic acid on the survival and growth of lactobacilli probiotics. *J Funct Foods* 10: 75–84.
- Ambalam, P., Kondepudi, K. K., Balusupati, P., Nilsson, I., Wadstrom, T., Ljungh, A. (2015) Prebiotic preferences of human lactobacilli strains in co-culture with bifidobacteria and antimicrobial activity against *Clostridium difficile*. *J Appl Microbiol* 119: 1672-1682.
- Anal, A. K., Singh, H. (2007) Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends Food Sci Technol* 18: 240-251.
- Anyogu, A., Awamaria, B., Sutherland, J. P., Ouoba, L. I. I. (2014) Molecular characterisation and antimicrobial activity of bacteria associated with submerged lactic acid cassava fermentation. *Food Control* 39: 119-127.
- Argin, S. (2007) Microencapsulation of probiotic bacteria in xanthan-chitosan polyelectrolyte complex gels. PhD thesis, University of Maryland, College Park, America, 70.
- Arnold, J. W., Monteagudo-Mera, A., Altermann, E., Cadenas, M. B., Thompson, A. L., Azcarate-Peril, M. A. (2017) Genome sequences of potential probiotic *Lactobacillus rhamnosus* isolates from

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

- human infants. *Genome Announcements* 5, 14: e00107-17.
- Arslan-Tontul, S., Erbas, M. (2017) Single and double layered microencapsulation of probiotics by spray drying and spray chilling. *LWT - Food Sci Technol* 81: 160-169.
- Aryantini, N. P. D., Yamasaki, E., Kurazono, H., Sujaya, N., Urashima, T., Fukuda, K. (2017) In vitro safety assessments and antimicrobial activities of *Lactobacillus rhamnosus* strains isolated from a fermented mare's milk. *Anim Sci J* 88, 3: 517-525.
- Bağdatlı, A., Kundakçı, A. (2016) Optimization of compositional and structural properties in probiotic sausage production. *J Food Sci Technol* 53, 3: 1679-1689.
- Beristain-Bauza, S. C., Mani-López, E., Palou, E., López-Malo, A. (2016) Antimicrobial activity and physical properties of protein films added with cell-free supernatant of *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Control* 62: 44-51.
- Bosnea, L. A., Moschakis, T., Biliaderis, C. G. (2014) Complex coacervation as a novel microencapsulation technique to improve viability of probiotics under different stresses. *Food and Bioprocess Technol* 7, 10: 2767-2781.
- Castro-Rosas, J., Ferreira-Grosso, C. R., Alberto Gómez-Aldapa, C. A., Rangel-Vargas, E., Rodríguez-Marín, M. L., Guzmán-Ortiz, F. A., Falfan-Cortes, R. N. (2017) Recent advances in microencapsulation of natural sources of antimicrobial compounds used in food - A review. *Food Res Int* 102: 575-587.
- Champagne, C., Fustier, P. (2007) Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Curr Opin Biotechnol* 18: 184-190.
- Chandramouli, V., Kailasapathya, K., Peiris, P., Jones, M. (2004) An improved method of microencapsulation and its evaluation to protect *Lactobacillus* spp. in simulated gastric conditions. *J Microbiol Methods* 56: 27-35.
- Chávarri, M., Marañón, I., Ares, R., Ibáñez, F. C., Marzo, F., Villarán, M. D. C. (2010) Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastrointestinal conditions. *Int J Food Microbiol* 142: 185-189.
- Chen, M. J., Chen, K. N., Kuo, Y. T. (2007) Optimal Thermotolerance of *Bifidobacterium bifidum* in Gellan-Alginate Microparticles. *Biotechnol Bioeng* 98, 2: 411-419.
- Coman, M. M., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Silvi, S., Orpianesi, C., Boyko, N., Cresci, A. (2014) In vitro evaluation of antimicrobial activity of *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501(®), *Lactobacillus paracasei* IMC 502(®) and SYN BIO(®) against pathogens. *J Appl Microbiol* 117: 518-527.
- Donaldson, L. M., McReynolds, J. L., Kim, W. K., Chalova, V. I., Woodward, C. L., Kubena, L. F., Nisbet, D. J., Ricke, S. C. (2008) The influence of a fructooligosaccharide prebiotic combined with alfalfa molt diets on the gastrointestinal tract fermentation, *Salmonella* Enteritidis infection, and intestinal shedding in laying hens. *Poult Sci* 87: 1253-1262.
- Doron, S., Hibberd, P.L., Goldin, B., Thorpe, C., McDermott, L., Snyderman, D. R. (2015) Effect of *Lactobacillus rhamnosus* GG administration on vancomycin resistant enterococcus colonization in adults with comorbidities. *Antimicrob Agents Chemother* 59, 8: 4593-4599.
- Etchepare, M. D. A., Raddatz, G. C., Flores, E. M. D. M., Zepka, L. Q., Jacob-Lopes, E., Barin, J. S., Grosso, C. R. F., Menezes, C. R. D. (2016) Effect of resistant starch and chitosan on survival of *Lactobacillus acidophilus* microencapsulated with sodium alginate. *LWT-Food Sci Technol*, 65: 511-517.
- Fadhil, Z. H., Akın, M. (2016) Fermentation of vegetable juice by probiotic bacteria. *Selcuk Univ. J Sci* 42, 1: 1-9.
- Fooks, L. J., Gibson, G. R. (2002) In vitro investigations of the effect of probiotics and prebiotics on selected human intestinal pathogens. *FEMS Microbiol Ecol* 39: 67-75.
- Forestier, C., Champs, C. D., Vatoux, C., Joly, B. (2001) Probiotic activities of *Lactobacillus casei rhamnosus*: in vitro adherence to intestinal cells and antimicrobial properties. *Res. Microbiol* 152: 167-173.
- Gallaher, D., Khil, J. (1999) The effect of synbiotics on colon carcinogenesis in rats. *J Nutr* 129 (7): 1483-1487.
- Georgieva, R., Yocheva, L., Tserovska, L., Zhelezova, G., Stefanova, N., Atanasova, A., Danguleva, A., Ivanova, G., Karapetkov, N., Rumyan, N., Karaivanova, E. (2015) Antimicrobial activity and antibiotic susceptibility of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* spp. intended for use as

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

- starter and probiotic cultures. *Biotechnol Biotechnol Equip* 29, 1: 84-91.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I., De La Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E. (2010) Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. *J für Verbraucherschutz und Leb* 5: 65–72.
- Gouin, S. (2004) Microencapsulation: Industrial Appraisal of Existing Technologies and Trends. *Trends Food Sci Technol* 15: 330–347.
- Göçer, E. M. Ç., Ergin, F., Arslan, A. A., Küçükçetin, A. (2016) Effect of different incubation temperature and final incubation pH on physicochemical and microbiological properties of probiotic yogurt. *Academic Food J* 14, 4: 341-350.
- Gunenc, A., Khoury, C., Legault, C., Mirrashed, H., Rijke, J., Hosseinian, F. (2016) Seabuckthorn as a novel prebiotic source improves probiotic viability in yogurt. *LWT - Food Sci Technol* 66: 490-495.
- Jacobsen, C. N., Rosenfeldt-Nielsen, V., Hayford, A. E., Et, A. L. (1999) Screening of probiotic activities of forty-seven strains of *Lactobacillus* spp. by in vitro techniques and evaluation of the colonization ability of five selected strains in humans. *Appl Environ Microbiol* 65: 4949-5956.
- Jeong, Y. J., Moon, G. S. (2015) Antilisterial bacteriocin from *Lactobacillus rhamnosus* CJNU 0519 presenting a narrow antimicrobial spectrum. *Korean J. Food Sci. An* 35, 1: 137-142.
- Jiang, Q., Stamatova, I., Kari, K., Meurman, J. H. (2014) Inhibitory activity in vitro of probiotic lactobacilli against oral *Candida* under different fermentation conditions. *Benef Microbes* 6, 3: 361-368.
- Kailasapathy, K. (2002) Microencapsulation of probiotic bacteria: Technology and potential applications. *Curr Issues Intest Microbiol* 3: 39-48.
- Kalkan, S. (2016) Analysis of antimicrobial effects of probiotic lactic acid bacteria against *Staphylococcus aureus* by different mathematical models. *Sinop Üniv Fen Bilim Derg* 1, 2: 150-159.
- Karri, S. K., Majeed, M., Natarajan, S., Sivakumar, A., Ali, F., Pande, A., Majeed, S. (2016) Evaluation of anti-diarrhoeal activity of *Bacillus coagulans* MTCC 5856 and its effect on gastrointestinal motility in wistar rats. *Int J Pharma Bio Sci* 7, 1: 311-316.
- Kesenkaş, H., Kınık, Ö., Seçkin, K., Günc Ergönül, P., Akan, E. (2016) Variation of *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* counts in synbiotic white cheese produced from goat milk. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg* 53, 1: 75-81.
- Khalil, M.A., El-Sheekh, M. M., El-Adawi, H. I., El-Deeb, N. M., Hussein, M. Z. (2015) Efficacy of microencapsulated lactic acid bacteria in *Helicobacter pylori* eradication therapy. *J Res Med Sci*. 20, 10:950–957.
- Kıran, F., Osmanağaoğlu, Ö. (2012) The use of lactic acid bacteria as probiotic. *Selcuk J Agr Food Sci* 26, 4: 60-67.
- Konuray, G., Erginkaya, Z. (2017) Antimicrobial effect of probiotics, prebiotics and synbiotics. *Antimicrobial research: Novel bioknowledge and educational programs*. A. Méndez-Vilas (Ed.) 213-218, Formatex, Badajoz, Spain
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., Deeth, H. (2004) The influence of coating materials on some properties of alginate beads and survivability of microencapsulated probiotic bacteria. *Int Dairy J* 14: 737-743.
- Li, P., Gu, Q., Zhou, Q. (2016) Complete genome sequence of *Lactobacillus plantarum* LZ206, a potential probiotic strain with antimicrobial activity against food-borne pathogenic microorganisms. *J Biotechnol* 238: 52-55.
- Libera, J., Karwowska, M., Stasiak, D. M., Dolatowski, Z. J. (2015) Microbiological and physicochemical properties of dry-cured neck inoculated with probiotic of *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* BB-12. *Int J Food Sci Technol* 50, 7: 1560-1566.
- Likotrafiti, E., Tuohy, K. M., Gibson, G. R., Rastall, R. A. (2016) Antimicrobial activity of selected synbiotics targeted for the elderly against pathogenic *Escherichia coli* strains. *Int J Food Sci Nutr* 67, 2: 83-91.
- Matouskova, P., Marova, I., Bokrova, I., Benesova, P. (2016) Effect of Encapsulation on Antimicrobial Activity of Herbal Extracts with Lysozyme. *Food Technol. Biotechnol* 54, 3: 304–316.
- Moemen, D., Tawfeek, D., Badawy, W. (2015) Healthcare-associated vancomycin resistant *Enterococcus faecium* infections in the Mansoura University Hospitals intensive care units. Egypt. *Braz J Microbiol* 46, 3: 777-783.
- Montecinos, F. E. M., Jofre, F. M., Amendola, I., Goncalves, C. R., Leao, M. V. P., Santos, S. S. F. D. (2016). Relationship between the

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

- probiotic *Lactobacillus rhamnosus* and during the biofilm formation. *Afr. J. Microbiol. Res* 10, 31: 1182-1186.
- Mpofu, A., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Zwietering, M. H., Smid, E. J., Besten, H. M. W. D. (2016) Inactivation of bacterial pathogens in yoba mutandabota, a dairy product fermented with the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* yoba. *Int J Food Microbiol* 217: 42–48.
- Musikasang, H., Tani, A., H-kittikun, A., Maneerat, S. (2009) Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from chicken gastrointestinal digestive tract. *World J Microbiol Biotechnol* 25:1337–1345.
- Nazzaro, F., Orlando, P., Fratianni, F., Coppola, R. (2012) Microencapsulation in food science and biotechnology. *Curr Opin Biotechnol* 23:182–186.
- Neffe-Skocińska, K., Wójciak, K., Zielińska, D. (2016) Probiotic microorganisms in dry fermented meat products. *Probiotics Prebiotics Hum Nutr Heal* 14: 279-300.
- Nikoskelainen, S., Ouwehand, A. C., Bylund, G., Salminen, S., Lilius, E. M. (2003) Immune enhancement in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by potential probiotic bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). *Fish Shellfish Immun* 15: 443-452.
- Pimentel, T. C., Madrona, G. S., Garcia, S., Prudencio, S. H. (2015) Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* and oligofructose in different package type. *LWT-Food Sci Technol* 63: 415-422.
- Qi, W. T., Ma, J., Yu, W. T., Xie, Y. B., Wang, W., Ma, X. (2006) Behavior of microbial growth and metabolism in alginate–chitosan–alginate (ACA) microcapsules. *Enzyme Microb Technol* 38: 697–704.
- Praepanitchai, O. A., Noomhorm, A., Anal, A. K. (2019) Survival and Behavior of Encapsulated Probiotics (*Lactobacillus plantarum*) in Calcium-Alginate-Soy Protein Isolate-Based Hydrogel Beads in Different Processing Conditions (pH and Temperature) and in Pasteurized Mango Juice. *Biomed Res Int* 9768152.
- Rana, S., Bajaj, R., Mann, B. (2018) Characterization of antimicrobial and antioxidative peptides synthesized by *L. rhamnosus* C6 fermentation of milk. *Int J Pept Res Ther* 24: 309-321.
- Raoult, D., El-sawi, Z., Dubourg, G. (2015) Assessment of the in vitro antimicrobial activity of *Lactobacillus* species for identifying new potential antibiotics. *Int. J. Antimicrob. Agents* 46: 590-593.
- Reyes, K., Bardossy, A. C., Zervos, M. (2016) Vancomycin-resistant enterococci. *Infect Dis Clin* 30, 4: 953-965.
- Rokka, S., Rantamäki, P. (2010) Protecting probiotic bacteria by microencapsulation: challenges for industrial applications. *Eur Food Res Technol* 231:1–12.
- Shokryazdan, P., Sieo, C. C., Kalavathy, R., Liang, J. B., Alitheen, N. B., Jahromi, M. F., Ho, Y. W. (2014) Probiotic potential of *Lactobacillus* strains with antimicrobial activity against some human pathogenic strains. *Biomed Res Int* 927268.
- Shori, A. B. (2015) The effect of encapsulating materials on the survival of probiotics during intestinal digestion: a review. *Sci Technol Mat* 27, 1: 73-77.
- Shori, A. B. (2017) Microencapsulation improved probiotics survival during gastric transit. *HAYATI J Biosci* 24: 1-5.
- Silvi, S., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Coman, M. M., Bernabei, M. S., Rosati, J., De Leone, R., Orpianesi, C., Cresci, A. (2014) Probiotic-enriched foods and dietary supplement containing SYN BIO positively affects bowel habits in healthy adults: an assessment using standard statistical analysis and Support Vector Machines. *Int J Food Sci Nutr* 65, 8: 994-1002.
- Sim, K. Y., Chye, F. Y., Anton, A. (2012) Probiotic potential and antimicrobial activities of microorganisms isolated from an indigenous fish sauce. *Borneo Science* 31: 57-63.
- Singh, A. K., Sarkar, P., Janaswamy, S., yao, Y., Bhunia, A. K. (2014) Encapsulation and Delivery of Antimicrobial Compounds. *Novel Food Preservation and Microbial Assessment Techniques*. 8:218-236.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., Lugasi, A. (2008) Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. *Appetite* 51: 456-467.
- Swetwivathana, A., Visessanguan, W. (2015) Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for safety improvements of traditional Thai fermented meat and human health. *Meat Sci* 109: 101-105.
- Thaker, M. N., Kalan, L., Waglechner, N., Eshaghi, A., Patel, S. N., Poutanen, S., Willey, B., Coburn, B., McGeer, A., Low, D. E., Wright,

Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics

- G. D. (2015) Vancomycin-variable enterococci can give rise to constitutive resistance during antibiotic therapy. *Antimicrob Agents Chemother* 59, 3: 1405-1410.
- Todorov, S. D., LeBlanc, J. G., Franco, B. D. G. M. (2012) Evaluation of the probiotic potential and effect of encapsulation on survival for *Lactobacillus plantarum* ST16Pa isolated from papaya. *World J Microbiol Biotechnol* 28:973-984.
- Tripathi, M. K., Giri, S. K. (2014) Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *J Funct Foods* 9: 225-241.
- Ünal, E., Erginkaya, Z. (2015) Microencapsulation of probiotic microorganisms. *Gıda* 35, 4: 297-304.
- Wang, Y., Lu, Z., Lv, F. (2009) Study on microencapsulation of curcumin pigments by spray drying. *Eur Food Res Technol* 229: 391-396.
- Wiegand, I., Hilpert, K., Hancock, R. E. W. (2008) Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substances. *Nat Protoc* 3, 2: 163-175.
- Yıldız, S. (2011) The metabolism of fructooligosaccharides and fructooligosaccharide-related compounds in plants. *Food Rev Int* 27: 16-50.
- Yılmaz, M. (2004) Prebiyotik ve Probiyotikler. *J Curr Pediatr* 2: 142-145.



Cacao Butter and Alternatives Production

¹ Vassiriki CISSE*,

² Fahri YEMISCIOGLU

Abstract

Cacao Butter (CB) is a unique vegetable fat product, which is obtained from cocoa beans. CB is solid at room temperatures because of its high proportion of saturated fatty acids such as palmitic and stearic acids. Due to its physicochemical values, CB is used in the production of chocolate, cosmetics, and pharmaceuticals, etc. But the high demand on CB, increases its price and consequently it becomes insufficient for manufacturers or consumers. To overcome this drawback, vegetable fats similar to CB are being utilized to supply this demand. The replacers, substitutes or equivalents of CB are produced from fractioned, hydrogenated or interesterified vegetable oils such as mango butter, shea fat, sal fat, and tallow fat, illipe fat which are mixed with other oils / fats. Analogous fats are called Cacao Butter Replacers (CBR), Cacao Butter Equivalent (CBE) and Cacao Butter Substitutes (CBS) which have different physicochemical characteristics (Melting Point, Solid Fat Content, and Triglyceride). This review gives a brief idea about the cocoa butter production and its composition with alternative fats and fats modification techniques.

Keywords: Cacao butter, Cacao Butter Replacers, Cacao Butter Equivalent, Cacao Butter Substitute.

Kakao Yağı ve Alternatif Üretimi

Özet

Kakao Yağı (CB), kakao çekirdeklerinden elde edilen eşsiz bir bitkisel yağdır. Palmitik ve stearik asitler gibi yüksek oranda doymuş yağ asidi oranı nedeniyle oda sıcaklığında katı hale gelmektedir. Fizikokimyasal değerleri nedeniyle, kakao yağı çikolata, kozmetik, eczacılık ürünlerinin üretiminde kullanılır. Ancak CB'ye olan talebin artmasıyla birlikte, fiyatı artmakta dolayısıyla üreticiler aynı işlevi görececek alternatif yağlara ihtiyaç duymaktadır. Bu sorunları çözmek için CB'ye benzer bitkisel yağ formülasyonları üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Mango, shea, tallow, illipe, ve/veya karışım yağları Fraksiyone, hidrojene veya interesterifiye edilerek bu kapsamdaki alternatif yağlar üretilmektedir. Bunlar Kakao Yağı Muadiller (CBR), kakao yağı eşdeğerleri (CBE) ve kakao yağı ikame ediciler (CBS) olarak adlandırılmaktadır. Bu alternatif yağlar farklı fizikokimyasal özelliklere (Erime noktası, Katı Yağ Oranı, Triglyserit) sahiptir. Bu makalede, kakao yağı üretimi ve alternatif yağlar ve bileşimleri hakkında bilgiler derlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kakao Yağı, Kakao Yağı Muadiller (CBR), Kakao Yağı Eşdeğerleri (CBE) ve Kakao Yağı İkame Ediciler (CBS)

Introduction

The Cacao beans are seeds obtained from the fruit of Cacao tree which is a tropical tree from the Malvacea family (Steinberg et al. 2003). Cacao L. Theobroma was in majority produced fermentation to ease the separation of pulp and seed (Buijsse et al., 2006). The pulp is used in distillers and the seeds are used to prepare

in tropical place of Central America, South America and has been spread in West Africa and Europe. After the harvest, Cacao fruit is opened and kept 3 to 5 days or even 7 days for cocoa powder or chocolate and cocoa butter (CB).

CB is a valuable by-product of the cocoa industry. Cocoa butter (55-56% fat) is obtained

Cacao Butter and Alternative Production

generally by hydraulic pressing or screw pressing of ripe cocoa beans (Steinberg et al 2003). CB is a light-yellow fat that is characterized by smell and flavor chocolate and is one important compound used in chocolate production which helps the dispersion of the acid composition of CB consists a high proportion of saturated fat mainly consists of palmitic acid and stearic acid (Spangenberg and Dionisi, 2001). CB also contains trace amounts of caffeine and theobromine, which are phenolic compounds. Thus, natural antioxidant contents that recognized to have many therapeutic properties, are important compounds of Cacao Butter. It's also used in the formulation of cosmetics and soap because of its moisturizing and antioxidant properties that give it an anti-aging effect (Carpenter *et al.*, 1994; Shukla, 2005). Due to its triglyceride composition, its polymorphic forms can be distinguished in six forms which permit to give many textures (I, II, III, IV, V, VI) (Duck, 1964; Lonchamp, Hartel, 2004). In V form, CB is responsible of chocolate crystallization and this form introduce most high-level melting point. Due to it, chocolate have an excellent quality at ambient temperature (gloss, breakage and texture smoothness) (Wille, Lutton, 1966, Lonchamp, Hartel, 2004). These specific physicochemical properties, chemical composition and unique melting behavior make CB an important ingredient in the confectionery products. European united in 200/36/EC had studied and allowed that in the chocolate production 5% vegetable alternative fat (CBE) can be used mixing with Cacao Butter. Alternative vegetable fats (Figure 1) can be classified as follows:

Cacao Butter Equivalent (CBE)

CBE is free lauric vegetable fat that can be blended with Cacao butter because its physicochemical properties are analog to those of CB. It can be classified into two groups as a "Cocoa Butter Extenders" (CBEx), which cannot be used at every ratio in formulas, and "Cocoa Butter Improvers" (CBIs) which are similar to CBE, but used for improving soft cocoa butter texture due to its high content of

other ingredients of chocolate (Wang et al., 2006). CB is a hard fat below 25 °C, and softens in the hand and melts in the mouth where the temperature is about 34 °C. Triacylglycerols are the major components of Cacao Butter as all vegetable oils/fats. Fatty solid triglycerides (Brinkmann, 1992; Bouscholte, 1994).

Cocoa Butter Replacer (CBR)

It's free lauric vegetable fat with the same fatty acid composition to cacao fat but this fat can be contained trans fatty acid from hydrogenated fat or oil and it is not compatible with cacao fat because their triglycerides compounds are different (Bouscholte, 1994; Reddy, Prabhakar 1990).

Cocoa Butter Substitute (CBS)

CBS is vegetable fat containing lauric acid which has fatty acid composition and triglycerides structure different to cacao fat, only vegetable oil that is suitable for substitution of Cacao Butter up to 100% (Brinkmann, 1992; Bouscholte, 1994). According to functionality of triglycerides, the principal composition of the fats and some examples are summarized in Table 1.

Cocoa Butter Major Compound

Fatty Acid and Triglycerides

Chocolate liquor is obtained after grinding operation. Chocolate liquor contain generally 50-55% of cacao butter which is produced by mechanical pressing or solvent extraction with hexan, ethanol, petroleum ether (Asep, 2008; Nair, 2010). From chocolate, it is obtained cacao Butter and cacao cake power. Cacao cake is ground and used like food additives during breakfast. Cacao Butter also is the principal element of this party. It's a solid fat at ambient temperature due to the fatty and composition that are palmitic acid (27%), stearic acid (36%), oleic acid (34%) and the position of fatty acid in triglyceride composition. They are in majority symmetric triglycerides with oleic acid at the position 2 that are palmitic-oleic-palmitic, palmitic-oleic-stearic, stearic-oleic-stearic. Its fatty acids and triglycerides compositions

Cacao Butter and Alternatives Production

confer high melting point, solid fat content and give desirable texture to Cacao Butter when it's used in chocolate manufacturing, confectionery and cosmetic products (Rao, Lokesh, 2003; Simoneau *et al.*, 1999). The fatty acids and triglyceride compositions of cacao butter are shown in table 2 and 3, respectively.

Minor Compound

Sterols and Other Unsaponifiables

The phytosterols are bioactive compounds that are in majority of beta sitosterol, campesterol, stigmasterol, brassicasterol, cholesterol contained in cacao butter. Gegiou and Staphylakis (1985) studied about cacao butter and they detected they phytosterols mentioned in table 4. Another research also revealed that cacao butter is one of phytosterol source and can be influenced by geographical conditions (Kanematsu *et al.*, 1978).

Tocopherol

One of the bioactive compounds is tocopherol. It's an entity of vitamin E recognized like a strong and natural antioxidant detected in the fat of cacao (Erickson *et al.*, 1983). Its tocopherols are distinguished under many forms whose alpha, beta, gamma, delta tocopherols. In general they are classified according to level power ($\delta > \gamma > \beta > \alpha$) but β and γ tocopherols are the dominating.

Physico-Chemical Properties

Cocoa butter is a multi-dimensional and multifunctional butter because of its high amounts of glycerol-linked saturated fatty acids forming triglycerides whose oleic acid is attached in position 2. The triglyceride (TAG) of CB gives it a melting point between 18-37 °C; this is due to the fact that it is the only oil appropriating 6 crystalline forms according to the polymorphic property namely I (18 °C), II (22 °C), III (24-26 °C), IV(28-32 °C) ,V(33-34 °C),VI (35-37 °C) (Lonchampt, Hartel, 2004;Wille, Lutton, 1966; Talbot, 1999). According to some researchers, it is solid at

room temperature (25 °C) and begins to melt from body temperature (33-34 °C). The physico-chemical properties are presented in table 5 (Jahurul *et al.*, 2013). The indexes of saponification, iodine, peroxide and acid influence cacao butter chemical properties. Low iodine value indicate that it contains small unsaturation proportion compared to other oils such as sunflower oil, cotton oil, soybean oil (Spangenberg and Dionisi, 2001; Lipp *et al.*, 2001; Afoakwa *et al.*, 2008; Bootello *et al.*, 2012). The number of double bonds of fatty acid is called iodine value and saponification value is potassium hydroxide quantity necessary to saponify one gram of oil. It also gives an idea of the molecular weight and the length of the chain contained in the oil. When the saponification number is high, the molecular weight is small or the carbon chains is short. Similarly, the molecular weight is large or the carbon chain is long if the saponification index is low.

Cocoa Butter Alternatives (CBA)

High demand and low production of cacao butter increased its selling and buying prices. This became a handicap for many companies involved in the processing of cacao into chocolate. To overcome this handicap, researchers invented and made available to all, a replacement fat in place of cacao butter named Cocoa Butter Alternatives (CBA). CBA are produced from vegetable oils recognized and standardized by Directive 2000/36 / EC of the European Union. CBA are constituted into three subgroups listed below:

Cocoa Butter Equivalent (CBE)

The first group of CBA is CBEs which is a fat that does not contain lauric acid. Therefore it is called non-lauric CBE (Bootello *et al.*, 2012). CBE consists of symmetrical triglycerides, monounsaturated

Cacao Butter and Alternative Production

Table 1. Physicochemical composition of Cacao Butter Alternatives (Brinkmann, 1992)

CBA	Fat	Functionality	Fatty acids	Triglycerides
Cocoa Butter Replacer(CBR)	Soybean oil, cotton oil, sunflower oil palm olein	Free lauric fat is Partially compatible and different triglycerides	Elaidic and/or oleic stearic palmitic acids	PEE SEE
Cocoa Butter Substitute(CBS)	Coconut oil, Palm kernel oil	Lauric fats, suitable for 100% substitution only	Lauric, myristic	LLL LLM LMM
Cocoa Butter Equivalent(CBE)	Palm olein and stearin Mango fat Palm mid fraction tallow	Free lauric fat is compatible with Cacao Butter and physicochemical characteristics analog to CB	Palmitic, stearic oleic acids	SOS POP POS

P: Palmitic acid , O: Oleic acid , S: stearic acid , L: Lauric acid , E: Elaidic acid , M: Myristic acid

Table 2. Cacao butter fatty acids composition according to some countries (Lipp, Anklam, 1998)

Origin	Brazil	Ghana	Ivory Coast	Malaysia
Lauric	0-1	0-1	0-1	0-1
Palmitic	25.1	25.3	25.8	24.9
Stearic	33.3	37.6	36.9	37.4
Oleic	36.5	32.7	32.9	33.5
Linoleic	3.5	2.8	2.8	2.6
Linolenic	0.2	0.2	0.2	0.2
Arachidic	1.2	1.2	1.2	1.2
Behenic	0.2	0.2	0.2	0.2

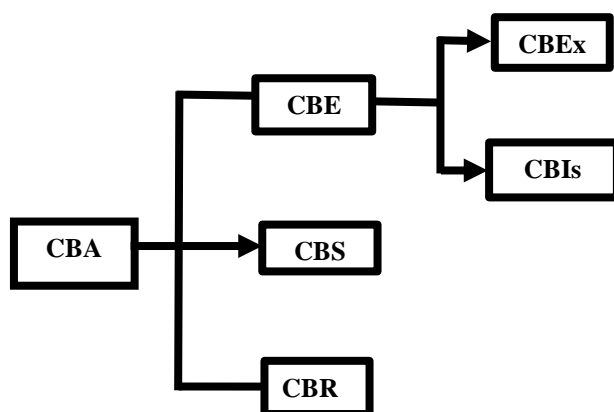


Figure 1. Cacao Butter Alternatives diagram

Cacao Butter and Alternatives Production

Table 3. According to some countries, Cacao butter triglycerides composition (Podlaha et al, 1984)

Origin	Ivory Coast	Malaysia	Ghana	Nigeria
OOO	0.8	0.8	0.4	0.5
POO	4.4	2.7	2.6	3.2
PPO	15.9	13.8	15.2	14.8
SOO/PPP	6.0	3.8	4.5	5.1
PSO	36.6	36.6	37.3	37.4
OOA	1.0	1.6	1.4	1.2
PPS	0.4	0.6	-	0.7
SSO	23.8	28.4	26.8	26.4

Table 4. Phytosterol composition of Cacao Butter (Staphylakis, Gegiou; 1985)

Phytosterols	
Free sterol (mg/100 g fat)	
Brassicasterol	0,9
Campesterol	18,7
Stigmasterol	60,1
B-Sitosterol	123,3
Cholestanyl	1,1
5-Avenasterol	5,6
Cholesterol	1,9
Cycloeucaleanol	0.96

Table 5. Physico-chemical properties of Cacao Butter (Jahurul et al., 2013)

Characteristics	%
Iodine index (g I ₂ /100g)	31-36
Saponification index (mg KOH/g)	191-199
Acid index (mg NaOH/g)	1.04-1.68
Peroxide index (meq O ₂ /kg)	1.00-1.10
Melting point	33-34°C

Table 6. Comparison of process for the preparation of CBE from selected raw materials (Stewart, Timms, 2002)

Fat raw material	Origin	Processing	Ingredient	Main triglyceride
İllipe butter	<i>Shorea stenoptera</i>	-	Fat	POS, SOS
Palm oil	<i>Elaeis Guineensis</i>	2 fractionation	Mid fraction	POP
Sal fat	<i>Shorea robusta</i>	1 fractionation	Stearin fraction	SOS, SOA
Shea butter	<i>Viellaria paradosa</i>	1 fractionation	Stearin fraction	SOS
Kokum butter	<i>Garcinia indica</i>	-	fat	SOS
Mango seed fat	<i>Mangifera india</i>	1 fractionation	Stearin fraction	SOS, POS

P: Palmitic acid , O: Oleic acid , S: stearic acid , A: Arachidic acid

acids such as oleic acid, which is most often in position 2 or beta. Due to its physicochemical characteristics, CBE is compatible at 5% blending with cacao butter in chocolate production without influence the physical

characteristics of the finished product (Shukla, 2005; Bohacenko et al., 2005). The CBE are also constituted into 2 groups: Cocoa Butter Improves (CBIs) and Cocoa Butter Extenders (CBEx). These fats can be used partially with

Cacao Butter and Alternative Production

CB except CBEx which is incompatible with CB. According to the publication of Spangenberg and Dionisi (2001); Ganesh and Rekha (2013), CBEs are obtained during a process of refining and/or fractionation excluding possibility of enzymatic modification of triglycerides structure and hydrogenation because of its non-containment trans fatty acid. Thus, it operates the refining to remove contaminants from the oil entering process, and / or fractionation to bring back the input oil to a desired state (solid). The refined and fractionated oil is subjected to chemical or enzymatic interesterification to obtain the desired level of CBEs (Salas *et al.*, 2011). In general, the fat used in the production of CBEs are standardized and presented as suitable for its production (Table 6). These oils presented are mixed with stearic acid (Salas *et al.*, 2011). CBEs are obtained by assembling of the structured crystals which increase over time and develop the melting point thereof. At this level, the functionality of CBEs is identical to that of CB (EU Directive 2000/36 / EC). CBEs are one of vegetable fats that are characterized by high melting point and are high solid fat content.

Cocoa Butter Replacers (CBR)

CBRs are one of the fats used to replace CB. They are recognized as the second fat that does not contain lauric acid called non-lauric fat (McGinley, 1991). These physical characteristics are fundamentally similar to those of CB but of different chemical characteristics (palmitic acid, elaidic acid) and different triglycerides (1-Palmityl 2, 3-dielaidoylglycerol, 1-Palmityl 2-Elaidyl 3-Stearylglycerol) (nStewart, Timms, 2002). Due to the difference between the chemical characteristics, CBR can be mixed in a very limited amount with CB so that the finished product is not influenced. According to many researchers, fats intended for the production of CBR must undergo refining and then hydrogenation and fractionation (Table 7). In this way the oils are brought back to the solid and liquid state (stearin, olein). Since hydrogenation is a modification technique that can induce trans fatty acid, the input oil may contain this acid, which is known to be harmful

to health. With regard to its high solid content, CBRs can be used in chocolate manufacturing, coating, stuffed and nuggats.

Cocoa Butter Substitutes (CBS)

CBS are third type of fats recognized belonging to Cocoa Butter Alternatives CBA. Its contain lauric acid and short chains of acid located in triglycerides (tristatures). CBS is recognized to have high lauric and myristic acids amounts. This confer it physical form like Cacao Butter but to chemical composition different (Shukla, 2005; Young, 1983; Bohacenko *et al.* 2005). The use of CBS in certain food products such as chocolate don't need the tempering process due to the saturated fatty acid content. Its compatibility depends to the mixture vegetable fat and Cacao Butter. Shukla (2005), and Wainwright (2000) revealed that CBS is produced essentially to palm kernel or coconut oil because they contain high lauric and myristic acids. Those fats are subjected to hydrogenation or fractionation or interesterification processing in order to an acceptable solid content or to have hard fat and are blended with others fats for CBS formulation. This CBS can be used to good stability of the final product, an easy production processing of certain products (Lonchamp, Hartel, 2004). Because of this, the hydrogenated fractions of the different oils are crystallized to obtain the beta prime form; in this form, the hydrogenated fractions may be exempted from the tempering performance process. The physico-chemical characteristic of CB and CBS is the cause of their very low mixability. When mixing of the two fats (CB and CBS), CBS is very demanding in terms of barrier and less demanding in humidity. In the nutritional field, hydrogenated CBS has non-beneficial properties because it contains trans fatty acid which is known to accumulate LDL-bad cholesterol and to remove HDL-good cholesterol (Shukla, 2005; Young, 1983; Bohacenko *et al.*, 2005). Hydrogenated CBS has physical properties (consistency, melting point) similar to CB allowing it to be used in the production of chocolate, chocolate stocking, and coatings (Shukla, 2005).

Origin of vegetable fats used for the production of CBA

According to Directive 2000/36/EC, European Union has defined the vegetable fats that must be used in the production of CBA fats. Those do not must be in no case derived from animal oils. They are mentioned below.

Borneo tallow fat (*Shorea stenoptera*)

The *shorea stenoptera* is a tropical tree of Dipterocarpaceae family generally grown in Malaysia, Philipines. Called also illipe butter, Borneo Tallow fat is obtained from the nuts of this tree (Jahurul et al, 2013; Lipp et al, 2001). According to some published results, borneo tallow nuts or grains consist of 60% fats that are pale green. The fatty acid compositions (palmitic acid 18-21%, oleic acid 34-37%, stearic acid 39-46%) are similar to those of CB. These high proportions of acid (palmitic, oleic, stearic acids) can be directly used for CBE without modification (hydrogenation, fractionation, interesterification). Illipe butter is influenced by POP (8-9%), POS (23-33%), and SOS (43-46%). They are close to those of CB. It's also characterized by a melting point located between 37-38°C which allows it to be very stable at oxidation (Firestone, 1999; Gunstone, 2011)

Shea Fat (*Vitellaria paradoxa*)

Shea fat is produced from the seeds of shea tree which is usually planted in West and Sub-Saharan Africa. These nuts are also called *Vitellaria paradoxa* nuts or the *butyrospermum parkii* L. tree. It is composed of 4-8% palmitic, 41-58% stearic, 33-50% oleic, 4-8% linoleic and 40-42% SOS, 26% SOO, 5-6% POS, 5% SOL, 5% SLS, 6% OOO (Gunstone, 2011). Due to high saturated fatty acid amounts, shea nuts melting point is elevated (32-45°C) and it's semi-solid at ambient temperature. Like majority of vegetable fats, shea butter is a fat containing important amounts of unsaponifiable value. Those main unsaponifiable contents are hydrocarbon, sterols and triterpene alcohols (Peers, 1977; Jocobsberg, 1974).

Sal fat (*Shorea robusta*)

Sal fat is obtained from the nuts of the tenggawang tree, mainly grown in India, Malaysia, Borneo, Java and Philipines. Sal nuts contain 16-20% fat and dispose of 52% saturated and 40% unsaturated fatty acids (Table 8). It also has minor components such as unsaponifiable materials (0.6-1.3%), sterols (600-4300 mg / kg) and natural antioxidants such as tocopherol (100 mg / kg). Sal fat is subjected to the fractionation process to obtain a stearin phase and an olein phase. The stearin phase is generally used for the production of CBE by mixing it with other oils (Gunstone, 2011; Reddy, Prabhakar, 1989).

Palm and kernel oil (*Elaeis guinensis*)

Palm tree is a tree that ground generally in tropical region. Called *Elaeis Guinensis*, it is one the tree whose fruit gives two different oil that are palm oil and palm kernel oil. The fat amounts of those depend to geographic place. They round in tropical countries such as Malaysia, Indonesia and Ivory coast. Palm fruit contains approximately 43-50% of crude palm oil and palm kernel also contain approximately 25% of palm kernel oil. The main fatty acids and triglycerides of palm oil are respectively palmitic, oleic acids and POP, POS, SOS and those of palm kernel oil are myristic and lauric acids and PLL, PMM (Gee, 2007). Nutritionally palm oil is recognized being an oil containing high polyphenol, antioxidant, carotenoids chlorophyll amounts that play an important role in food preservation, nutrition and health. It also contains a high toco amounts whose tocopherol (500-1000 mg/kg) and tocotrienol making of it one of the oil having a high oxidative stability and introduce some phytosterols (320-650 mg/kg) such as β -sitosterol, campesterol, stigmasterol (Gee, 2007). Palm and kernel oil can be fractioned and crystallized to obtain solid phase (stearin) and liquid phase (olein), others are palm mid fraction, super olein and stearin, hard palm mid fraction. stearin, palm mid fraction and hard palm mid fraction can be used in chocolate, confectionery, Cacao Butter Equivalent, Cacao Butter Replacer or cosmetic manufacturing because they are high melting points and solid

fat content than palm oil and palm olein (Bloomer et al., 1990; Lipp et al., 2001)

Kokum kernel Fat (*Garcinia indica*)

Kokum kernel fat is a pale-yellow fat from the nuts of a green kokum tree. Kokum fat is a solid fat at ambient temperature and has a high solid phase yield. The nuts of the kokum tree or *Garcinia indica* contain 40-50% fat, mainly grown in India (Vidhate, Singhal, 2013). This fat has very important physicochemical characteristics. In particular its point of fusion is between 38-42°C. Its fatty acid composition such as 50-60% stearic acid and 36-40% oleic acid confer significant solid phase. It has 72% of SOS including oleic acid in the beta or 2 position (symmetrical triglyceride). Kokum kernel fat is suitable for use in CBE production (Gunstone, 2011).

Mango butter (*Mangifera indica* Linn.)

The kernel of Mango (*Mangifera Indica* L) is a main source to production of mango butter. This tree is cultivated generally in West Africa, Indonesia and Brazil. Containing about 7-15% of fat, mango seed represents 6% proteins, 77% carbohydrate, 2% dietary fiber and 2% ash (Ca, Na, P, N, Mg) (Abdalla et al., 2007). After the removal of the mango pulp, the kernels are broken to extract the nuts to dry and crush them. From the powders of the nuts, the fats are extracted by soxhlet extraction in the laboratory. Mango butter is essentially 44-48% of saturated fatty acid including stearic acid (37.76%) and 52-56% unsaturated in major oleic acid (46.22%), refractive index 1.443 to 40 °C, melting point 30 °C, unsaponification matter 2.9%, free fatty acid 1.5% and saponification number 195, phospholipids 2.7-3.3% and glycolipids 1.1-1.4% (Fahimdanesh, Bahrami, 2013). The major triglycerides contained in this fat are 10-16% of POS, 25-59% of SOS, 1-9% of POP, 23% of SOO, 5% of POO, 4% of SOA and 5% of OOO (Pantzaris, Ahmad, 2001).

Oil modification techniques for fat alternatives formulation

For the formulation of alternative fats CBAs, the vegetable oils entering the process must be brought to a certain number of degree of solidity. To do this, they are subject to modification techniques to change their state at room temperature. The modification techniques involved in the production of these fats are fractionation-crystallization, hydrogenation, interesterification and the blending of oils (Segall et al., 2005; Raju, Reni, 2001).

Fractionation

One of the most widely used and most non-trans fatty acid modification techniques is fractionation. The fractionation consists in separating the oil at the liquid origin in two phases. One of the phases is a liquid composed essentially of olein called olein phase. The other is solid consisting essentially of stearin called phase stearin. The mechanism is to recool slowly after heating the oil to facilitate the formation of the crystals that make up the polymorphism. Fractionation is divided into 3 parts: bloc (dry), solvent and Surfactant (detergent) fractionations (Gümüskesen, Yemişçioglu, 2010).

Bloc fractionation

Bloc fractionation is one of modification technique don't introduce trans fatty acid during process. It permits to obtain a cheaper oil/fat occurring two types of fat from liquid oil. One is liquid oil called olein which contain such as main fatty acid (oleic) and other is stearin that is solid at ambient temperature containing high stearic acid, its melting point is high and iodine value is low (Gibson, 2006; De Greyt et al, 2003). The process of dry fractionation of oil is mentioned in figure 2. The main mechanism of this technique is to: crystallize oil by cooling to produce the solid crystals and separate the solid

Cacao Butter and Alternatives Production

Table 7. Comparison of process for the preparation of CBR from selected raw materials (Cooper, 1993)

Oil raw materiel	Origin	Processing	Ingredient	Main Triglycerides
Soybean oil	<i>Laguminosae</i>	Hydrogenation 1 fractionation	Stearin fraction	SEE
Rapeseed oil	<i>Cruciferae</i>	Hydrogenation 1 fractionation	Stearin fraction	PEE
Cotton seed oil	<i>Gossypium hirsutum</i>	Hydrogenation 1 fractionation	Stearin fraction	PEE
Olive oil	<i>Olea europa</i>	Hydrogenation 1 fractionation	Stearin fraction	SEE
Palm kernel oil	<i>Elaeis guineensis</i>	Hydrogenation 2 fractionation	Mid fraction	PEE

P: Palmitic acid, E: Elaidic acid, S: Stearic acid

Table 8. Fatty acid and triglycerides composition of Sal fat (Kolhe, 1981)

Main fatty acid	%
Palmitic	5
Stearic	44
Oleic	40
Linoleic	2
Arachidic	4
Triglycerides	%
SOS	42
POS	11
SOO	16
SOA	13
OOO	3
AOO	4

crystals (stearin) and liquid matrix (olein) by filtration called fractionation (Fahimdanesh, Bahram, 2013; Maalssen et al., 1996). The crystallization process depends to temperature, mixing speed. Cooling oil if mixing speed is slow, the cristal formation will be good, arranged and the olein phase will be reduced significantly. Thus, the cristal forms and size distribution will be carefully determined (Zaliha et al, 2004).

Solvent Fractionation

This technique introduces the steps of oil dissolving in a volumetric solvent in a certain volume ratio, fractionating at the determined temperature and time, and distilling off the

solvent phase in the crystals separated by filtration. Apolar (hexane) or polar (acetone, 2-nitropropane, iso-propyl alcohol) solvents are used as solvents. The viscosity of the oil is reduced by the use of the solvent, so that difficulties are encountered in separating the solid and liquid phases after the crystallization process (Kayahan, 2002). For example, palm oil is mixed with hexane in fractionation crystallization by this method. In the first stage, the sample is subjected to approximately 45°C and reduced to 32°C and in second step cooled about 10°C. The resulting gives stearin phase separated from the olein phase by continuous rotary drum filter and hexane is removed by distillation process. The olein phase is

Cacao Butter and Alternative Production

recrystallized in the first tank by cooling to 7 °C and in the second tank by cooling to 4 °C. The resulting, stearin is separated from the olein phase by filtration and hexane removed by distillation. The stearin phase obtained in the second stage is used in the production of CBE (Gümüşkesen, Yemişçiöğlü, 2010).

Surfactant fractionation

Surfactant fractionation is a modification technique using detergent such as sodium lauryl sulphate to form a solid complex between solid phase and surfactant. Complex formation results from liquid fraction separation to solid

fraction. This process can be realized in batch or continuous system. The mechanism of this process is to separate stearin phase (solid complex phase) to olein phase (liquid phase) using detergent and plate separator. The plate separator forms a complex phase with stearin. Thus, it's heated to permit liberation of stearin from surfactant. To eliminate detergent residue, stearin phase is washed with distilled water and separated surfactant can be used another fractionation processing (Kayahan, 2002; Rezekyah et al., 2018)

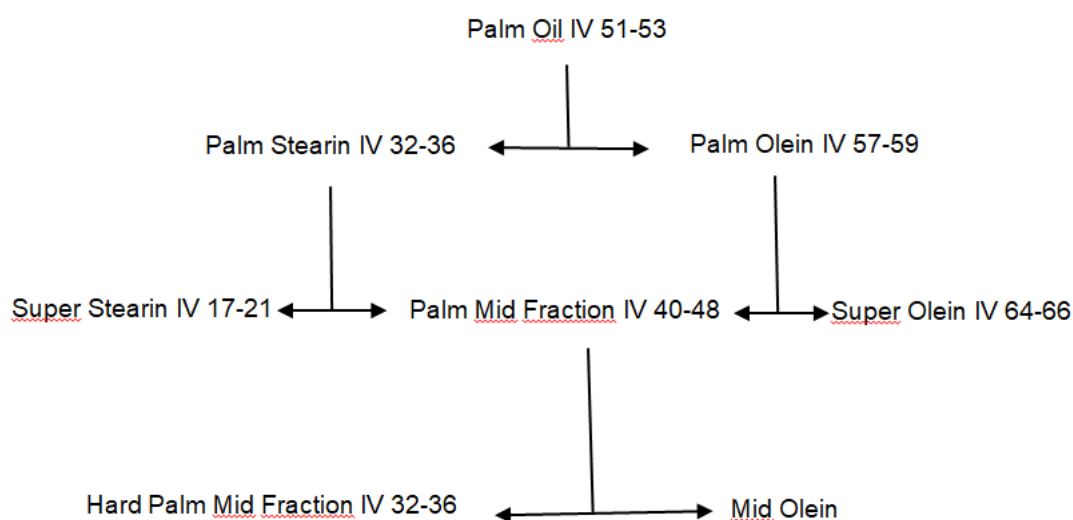


Figure 2. Dry Fractionation of palm oil for palm oil fraction (Gümüşkesen, Yemişçiöğlü, 2010)

Hydrogenation

Hydrogenation processing has been invented to obtain solid phase from a vegetable oil containing high unsaturated fatty acids (mono, polyunsaturated fatty acids) such as soybean oil, sunflower oil, etc. To obtain this solid phase, unsaturated vegetable oil is treated with hydrogen and catalyst (Nickel) presence called hydrogenation reaction. In this reaction, hydrogen fixation on double bonds of vegetable hydrogenated oil can be used in alternative fats production blending with other vegetable oil (e.g. full hydrogenated oil and palm stearin or palm olein). Partial hydrogenation is recognized

oil make according to the condition of temperature, pressure, mixing, catalyst rate and type. There are two hydrogenation types that are full hydrogenation and partial hydrogenation (Kayahan, 2002). Full hydrogenation is total fixation reaction of hydrogen on double bond of unsaturated fatty acids with a good condition of temperature, pressure and mixing rate. There is not trans fatty acid presence in full hydrogenation according to researcher Kayahan, 2002. Full as reaction that produced trans fatty acid because of the selectivity of reaction. Selective acid will give it:

Cacao Butter and Alternatives Production

Trien → Dien → Monoen → Saturated
carbon of double bond according to the number and position of double bond (Kayahan, 2002; reaction is fixation speed of hydrogen on the Albert, 2006). Example selectivity in linolenic.

Equivalents physical characteristics are completely similar to cocoa butter that permit to use 5% with CB. CBA can be produced and sold cheaper in food industries.

This reaction depends to temperature, pressure, mixing speed, catalyst (nickel) activity and type. Partial hydrogenated fat can be used in margarine, shortening manufacturing (Albert, 2006)

Interesterification

Contrarily to hydrogenation processing, interesterification is one of modification technique that make by rearrangement of fatty acids of triglycerides. Fatty acids transfer in the same triglyceride called intraesterification and the fatty acid transfer between two triglycerides or more are called interesterification. Technique purpose is to modify the physicochemical characteristics of oil/fat, free trans fatty acid and thus to evite the disease caused from it (Nor, Noor, 2005). Interesterification or intraesterification make by two process namely chemical and enzymatic processing (Kayahan, 2002). Each processing introduce advantages and disadvantages but enzymatic or continuous interesterification is recently invented to evite the randomization using specific immobilized lipase (1, 3 regiospecific lipase in CBE production). Chemical or random interesterification is batch processing that is the most applied interesterification because it's simpler, cheaper than continuous interesterification (Sreen, 1976; Yassin, 2003).

Conclusion

CB is a valuable and technological fat which is produced to beans obtained from in majority in African countries. Its price is expensive due to its low productions in some countries like European countries. To overcome that, alternatives fats similar to CB are invented. However, they introduce any differences in chemical compositions that are trans fatty acid in CBR and lauric acid in CBS. Trans and lauric acids are recognized as bad to the health. In addition, CBA can contain LDL due to mixing of vegetable fats. Cocoa Butter

Cacao Butter and Alternative Production

References

- Abdalla EM, Darwish SM, Ayad EHE, El-Hamamah RM, (2007). Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. *Food Chem* 103: 1134-1140.
- Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M, Vieira J, (2008) Effects of Tempering and Fat triacylglycerol oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 3, 249-264. Wiley Online Library.
- Asep EK, Jinap S, Tan TJ, Russly AR, Harcharan S and Nazimah SAH (2008). The effects of particle size, fermentation and roasting of cocoa nibs on supercritical fluid extraction of cocoa butter. *Journal of Food Engineering*, 85: 450-458.
- Bloomer S, Adlercreutz P, Mattiasson B, (1990) Triglycerides interesterification by lipase. 1. Cocoa butter equivalents from a fraction of palm oil. *J Am Oil Chem Soc* 67: 519-525.
- Bohacenko I, Kopicova Z, Pinkrova J, (2005) Chocolate Authenticity Control Concerning Compliance with the Conditions for Adding Cocoa Butter Equivalents as Laid down by Directive 2000/36 EC. *Czech J Food Sci* 23: 27-35.
- Bootello MA, Hartel RW, Garcés HR, Martínez-Force E, Salas JJ, (2012) Evaluation of high oleic-high stearic sunflower hard stearins for cocoa butter equivalent formulation. *Food Chem* 134: 1409-1417.
- Bouscholte, M. (1994) Verwachte EU-goedkeuring plantaardige vetten geeft chocolade nieuwe marktkansen. *Food Management*, 23: 12-15.
- Brinkmann B (1992). Kakaobutteraustauschfette. *Zucker and Stisswarenwirtschaft*, 8: 268-270.
- Buijssse B; Feskens EJ; Kok FJ; Kromphout D. (2006). Cocoa intake Blood pressure and cardiovascular mortality: the Zutphen elderly study, *Arch. Med.*, 166 (4): 411-417.
- Calliauw, G., Foubert, I., De Greyt, W., Dyckmans, P., Kellens, M. and Dewettinck, K. (2005). Production of cocoa butter substitutes via two-stage static dry fractionation of palm kernel oil. *JAOCS* 81:783-789.
- Carlo Corino and Vittorio Maria Moretti, (2009). Omega-3 and TransFatty Acids, *Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis*, 10.1201/9781420045338. ch13, 233-271
- Carpenter RR, Hammerstone JF, Romanczyk LJJr, Aitken WM, (1994). Lipid Composition of Crystallisation Behaviour on Microstructure, Mechanical Properties and Appearance in Dark Chocolate Systems. *J Food Engin* 89: 128-136.
- Albert J. Dijkstra, (2006). Revisiting the formation of isomers during partial hydrogenation of Herrania and Theobroma Seeds. *J Am Oil Chem Soc* 71: 845-851.
- Cooper, F. (1993). Reduced calorie cocoa butter substitutes. *European Patent Application* 93303950.5, 20.05.93, F. Cooper.
- De Greyt, W., Kellens, M. and Hendrix, M. (2003). New development in the dry fractionation of palm and palm kernel oil. *Proceeding of chemistry and technology conference*, Putrajaya, Malaysia.
- Directive 2000/36/EC of the European Parliament and of the Council of 23 June 2000. Relating to Cocoa and Chocolate Products Intended for Human Consumption. *Official J. Commission Eur. Communities* 2000, L197, 19-25.
- Duck W, (1964). The measurement of unstable fat in finished chocolate. *Manuf Confect* 44: 67-72.
- Erickson JA, Weissberger W and Keeney PG (1983). Tocopherols in the unsaponifiable fraction of cocoa lipids. *Journal of Food Science*, 38: 1158-1162.
- Fahimdanesh, M and Bahrami, M E (2013). Evaluation of physicochemical properties of Iranian mango seed kernel oil. Second International Conference on Nutrition and Food Sciences. *IACSIT Press*, Singapur. DOI: 10.7763/IPCBE.53 (9).
- Firestone D, (1999) Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes. *AOCS*, Champaign,
- Ganesh S. Vidhate, Rekha S. Singhal (2013) Extraction of cocoa butter alternative from kokum (*Garcinia indica*) kernel by three phase partitioning. *J Food Eng* 117: 464-466.
- Gee PT, (2007) Analytical characteristics of crude and refined palm oil and fractions. *Eur J Lipid Sci Technol* 109: 373-379.
- Gibson, V. (2006). Fractionation of lipids for use in food. In: Gunstone, F.D (ed.) *Modifying lipids for use in food*. Cambridge, hal 201-233. Woodheat Publishing Limited.
- Gümüşkesen and Yemişçioglu, (2010). Bitkisel sıvı ve katı yağ üretim teknolojisi. Edt 1. P133-157.

Cacao Butter and Alternatives Production

- Gunstone FD, (2011) Vegetable Oils in Food Technology Composition, Properties and Uses, Second Ed. Willy-Blackwell: CRC Press, 291-343 pp.
- Jocobsberg B, (1974) Palm oil characteristics and quality. In: *Proceedings of the First MARDI Workshop on Oil Palm Technology*, 19–20 June, Kuala Lumpur (Malaysia), pp. 48-70.
- Jahurul MHA, Zaidul ISM, Norulaini NAN, Sahena F, Jinap S, Azmir J, Sharif KM and Mohd Omar AK (2013). Cocoa butter fats and possibilities of substitution in food products concerning cocoa varieties, alternative sources, extraction methods, composition, and characteristics. *Journal of Food Engineering*, 117: 467-476.
- Jahurul MHA, Zaidul ISM, Norulaini NAN, Sahena F, Abedin MZ, Kashif Ghafoor, Omar Mohd AK, (2014). Characterization of crystallization and melting profiles of blends of mango seed fat and palmoilmid-fraction as cocoa butter replacers using differential scanning calorimetry and pulse nuclear magnetic resonance. *Food Res Int* 55: 103-109.
- Kanematsu, H., Maruyama, T., Niiya, I., Imamura, M. and Matsumoto, T. (1978) Studies on the hard butter. II. On the general properties of vegetable cocoa butter substitutes. *Journal of the Japanese Oil Chemists' Society* 21, 519-520.
- Kolhe, J. N., Bhaskar, A. and Bringi, N. V. (1981) Occurrence of 3-keto triterpenes in the unsaponifiable matter of sal (*Shorea robusta*) seed fat. *Lipids* 16, 775-776.
- Lipp M and Anklam E (1998). Review on cocoa butter and alternatives for use in chocolate. Part A: Compositional data. *Journal of Food Chemistry*, 62(1): 73-97.
- Lipp M, Simoneau C, Ulberth F, Anklam E, Crews C, Brereton P, De Greyt W, Schwack W, Wiedmaier C, (2001) Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents. *J Food Compos Anal* 14: 399-408.
- Liu KJ, Chang H-M and Liu K-M (2007). Enzymatic synthesis of cocoa butter analog through interesterification of lard and tristearin in supercritical carbon dioxide by lipase. *Food Chemistry*, 100: 1303-1311.
- Lonchamp P, Hartel RW, (2004). Fat Bloom in Chocolate and Compound Coatings. *Eur J Lipid Sci Technol* 106: 241-274.
- Maalssen, K. V. Peschar, R., Brito, C. And Schenk, H. (1996). Realtime X-ray powder diffraction investigations on cocoa butter. III. Direct beta-crystallization of cocoa butter: occurrence of memory effect, *JAACS*, 73:1225-1230.
- McGinley L (1991). Analysis and quality control for processing and processed fats. In *Analysis of oilseeds, fats and fatty foods* (JB Rossel and JL Pritchard Eds). Elsevier Applied Science, London, 441-498.
- M. Kayakan, (2002). Modifiye yağlar ve üretim teknolojileri. Edt 1. P19-180.
- Nair PKP (2010). 5-Cocoa (*Theobroma cacao* L.). *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*. Elsevier, London, 131-180.
- Nor, A.I. and L.H.M.D. Noor. 2005. Interesterified palm products as alternatives to hydrogenation. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 14:396-401.
- nStewart IM, Timms RE, (2002) Fats for chocolate and sugar confectionery. In: Rajah, KK, editor. *Fats in Food Technology*, *Sheffield Academic Press*, Sheffield, U.K., 159-191pp.
- Pantzaris TP, Ahmad MJ, (2001). Techno-economic aspects of palm kernel oil. *Inform* 12: 69-80.
- Pease JJ, (1985) Confectionery fats from palm oil and lauric oil. *J Am Oil Chem Soc* 62(2): 426-430.
- Podlaha, O., T&g&d, B. and Pilschl, B. (1984) TG-type composition of 28 cocoa butters and correlation between some of the TG-type components. *Lebensm. Wiss. Technol.* 17,77-82.
- Raju V.K., Reni M. (2001) Kokam and Cambodge. In: Peter KV editor. *Handbook of Herbs and Spices*. Woodhead Publishing Limited: CRC Press LLC. pp. 207-215.
- Rao R and Lokesh BR (2003). TG containing stearic acid, synthesized from coconut oil, exhibit lipidemic effects in rats similar to those of cocoa butter. *Lipids*, 38: 913-918.
- Reddy SY and Prabhakar JV (1989). Confectionery fats from sal (*Shorea robusta*) fat and Phulwara (*Medhuca butyracea*) butter. *Food Chemistry*, 34: 131-139.
- Reddy SY and Prabhakar JV (1990). Cocoa butter substitutes from sal (*Shorea robusta*) fat. *International Journal of Food Science and Technology*, 25: 711-717.
- Rezakyah Hasibuan, Vina; aini, Nur; Febriyanti; Ayubi Pane, Salahudin AI, (2018). The Effect Of Additional Detergent In Crude Palm Oil In The Process Of Separation

Cacao Butter and Alternative Production

- Stearin. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 970, Issue 1, article id. 012020 (2018).
- Salas JJ, Bootello MA, Martínez-Force E, Garcés R, (2011) Production of stearate-rich butters by solvent fractionation of high stearic–high oleic sunflower oil. *Food Chem* 124: 450-458.
- Segall SD, Artz WE, Raslan DS, Ferraz VP, Takahashi JA, (2005) Analysis of Triacylglycerol Isomers in Malaysian Cocoa Butter using HPLC-Mass Spectroscopy. *Food Res Int* 38: 167-174.
- Shellhammer T.H., J.M. Krochta (1997) Edible Coatings and Film Barriers Lipid Technologies and Applications. In: Gunstone FD, Padley FB editors. New York: Marcel Dekker Inc. pp. 468.
- Shukla VKL (1995). Cocoa butter properties and quality. *Lipid Technology*, 7: 54-57.
- Shukla VKS (2005). Confectionery Lipids. In: Shahidi F, editor. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc. pp. 159-173
- Simoneau C, Hannaert P and Anklam E (1999). Detection and quantification of cocoa butter equivalents in chocolate model system: analysis of triacylglyceride profiles by high resolution GC. *Food Chemistry*, 65: 111-116.
- Soeters, I. C. J. (1970) Das physikalische Verhalten und die chemische Zusammensetzung von Schokolade, Kakaobutter und einigen Kakaobutter-Austauschfetten. *Fette- Seifen-Anstrichmittel* 72 711-718.
- Spangenberg JE, Dionisi F, (2001). Characterization of Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents by Bulk and Molecular Carbon Isotope Analyses: Implications for Vegetable Fat Quantification in Chocolate. *J Agric Food Chem* 49(9): 4271-4277.
- Sreenivasan, B. (1976). Interesterification of fats. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 55:796-805.
- Staphylakis K, Gegiou D, (1985) Free, Esterified and Glucosidic Sterols in Cocoa. *Lipids* 11: 723-728.
- Steinberg FM, Bearden MM, Keen CL, (2003). Cocoa and Chocolate Flavonoids: Implications for Cardiovascular Health. *J Am Diet Assoc* 103: 215-223.
- Talbot G (1999). Chocolate temper. In: *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (ST Beckett Eds.). Blackwell Science, Oxford, pp. 218-230.
- Vidhate GS, Singhal RS, (2013). Extraction of cocoa butter alternative from kokum (*Garcinia indica*) kernel by three phase partitioning. *J Food Engin* 117: 464-466
- Wainwright B, (2000) Oils and Fats for Confections. An Update. *Manuf Confect* 80: 65-76.
- Wang HX, Wu H, Ho CT, Weng X.C, (2006). Cocoa butter equivalent from enzymatic interesterification of tea seed oil and fatty acid methyl esters. *Food chem.* 97: 661-665.
- Wille, R, Lutton E, (1966) Polymorphism of cocoa butter. *J Am Oil Chem Soc* 43: 491-496.
- Yassin, A.A.A., I.O. Mohamed, M.N. Ibrahim, M.S.A. Yusoff. (2003). Effect of enzymatic interesterification on melting point of palm olein. *Appl. Biochem. Biotechnol.* Part A Enzyme Eng. Biotechnol. 110:45-52.
- Young F, (1983) Palm Kernel and Coconut Oils: Analytical Characteristics, Process Technology and Uses. *J Am Oil Chem Soc* 60: 326A–331A.
- Zaliha, O., Chong, C.L., Cheow, C.S., Norizzah, A.R. and Kellens, M.J. (2004). Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food chemistry* 86:245-250.



Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

Duygu ÜNDER¹,

Fatma Zerrin SALTAN^{2*}

Özet

Sumak (*Rhus coriaria* L.) özellikle ekşi tadı nedeniyle Anadolu'da sık tüketilen bir baharattır. Sumak, zengin besleyici içeriği yanında gallik asit gibi önemli antioksidan etkili bileşikler de yapısında barındırmaktadır. Bu nedenle sumak üzerine yapılan birçok biyolojik etki çalışması bulunmaktadır. Bu derlemede; sumağın kimyasal bileşimi ve antidiyabetik, hipolipidemik, skolidal, analjezik ve DNA koruyucu etki gibi önemli biyolojik etkileri açıklanmaktadır. Sumağın nütrosötik önemi ve sahip olduğu önemli biyolojik etkileri nedeniyle tarımsal olarak üretiminin artırılmasının ve halk arasında kullanımının özendirilmesinin gerekliliği bu derleme ile ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: baharat, biyolojik etki, *Rhus coriaria*, Sumak

Sumac and Its Important Biological Effects

Abstract

Sumac (*Rhus coriaria* L.) is a spice commonly consumed in Anatolia due to its sour taste. In addition to its rich nutrient content, sumac also contains important antioxidant compound, such as gallic acid. For this reason, there are many biological effect studies on sumac. In this review: it has been reported the chemical composition of sumac and its biological activity studies such as antidiabetic effect, hypolipidemic activity, scolidal activity, analgesic activity and DNA- protective effects . It has been revealed the necessity of increasing the production of sumac and encouraging the use of it among the public with this review, due to nutraceutical importance and biological activities of sumac.

Keywords: Sumac, *Rhus coriaria*, spice, biological effect

Giriş

Dioscorides ve İbn-i Sina'nın eserlerinde sırasıyla idrar veya gaz söktürücü olarak ve inme gibi kronik semptomların tedavisinde kullanıldığı belirtilen *Rhus coriaria* L. (Sumak, Anacardiaceae fam.) imparipennat yapraklı ve boyu 1 metreye kadar varan çalimsı bir ağaççıktır. Çiçek durumu ise 15-20 cm boyunda, sık panikulalı, üzeri tüylü meyve salkımlar halinde drupa olup olgunlaştıkça yeşilden kırmızı/kızıl kahve rengine döner ve vilusludur (Tanker, 2007; Davis, 1997; Mamikoğlu, 2015). Şekil 1'de sumağın yaprak ve olgunlaşmamış meyveleri gösterilmektedir. Ülkemizde ekşi tadı nedeniyle suda bekletilen meyveleri süzülerek "sumak ekşisi" olarak yemeklerde tüketilir. Ayrıca Tarım ve Köy

İşleri Bakanlığı'nın 2000/16 nolu tebliğinde kuru sumak meyvelerinin sofraya katılarak tüketilebileceği rapor edilmiştir (Abu-Reidah, 2014; Tiryaki, 2010). Doğal yetişme ortamı çalı, kayalık ve kıyılar olmakla birlikte sumak, Türkiye'nin 4 farklı bölgesinde (Marmara, Ege, Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgeleri) "titre, somalık, tutum, tatarı, tetri, somak" gibi farklı isimlerle de bilinmektedir. Kök ve yapraklarından hazırlanan dekoksasyon mide hastalıklarında ve olgun meyvalarından hazırlanan dekoksasyon böbrek taşlarını düşürücü amaçla halk arasında kullanılmaktadır. Bitkinin taze yaprakları ise ayakkabının tabanına serilerek derideki çatlakları gidermekte olup meyvesinin sakız şeklinde çiğnenerek ağız yarası veya mide

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 09.04.2019

Kabul Tarihi: 28.06.2019

¹Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Klinik Eczacılık, Üsküdar, İstanbul

²Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi ABD, Tepebaşı, Eskişehir

*zerdemgi@anadolu.edu.tr

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

kramplarında tercih edildiği belirtilmektedir (Güner, 2012; Tuzlacı, 2006; Tuzlacı 2011). Sumağın dizanteri, konjuktivit, karaciğer hastalıkları ve anoreksi yanında, saç tedavisinde, yanık ve dermatit gibi cilt hastalıklarında kullanıldığı açıklanmıştır (Ali-Shtayeh ve ark., 2013). Düzenli olarak tüketilen sumağın yağ oranı yüksek gıdaların sebep olduğu ateroskleroz, oksidatif stres ve karaciğer enzimleri üzerinde koruyucu etki yarattığı vurgulanmaktadır (Setorki ve ark., 2012). Azerbeycan’ da bu bitkinin meyvesi müshil etki gösterdiği için tercih edilmekte ve ayrıca hipertansiyon ve şeker hastalığında da kullanılmaktadır (Hasanova, 2000). İran’da diyarede sumak meyvelerinden yararlanılmaktadır (Zhalel, 2018). 1990-2010 yılları arasında sumak meyvesinden hazırlanan ekstrelerin bitkisel sepi maddesi olarak ihraç edilmesi, boyacılıkta, mürekkep yapımında veya veterinerlikte tercih edilmesi sumağın ekonomik önemini de ortaya koymaktadır (Kurt ve ark., 2014; Kızıl & Turk, 2010; Tiryaki 2010). Bu derlemede, bu kadar çok etnik kullanıma sahip bir baharat olan sumağın kimyasal bileşimi ve sumak üzerinde yapılan bazı önemli biyoaktivite çalışmaları hakkında bilgi verilmektedir.



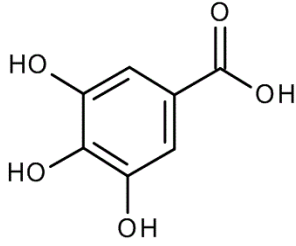
Şekil 1. Sumak (olgunlaşmamış meyve ve yapraklar)

Rhus coriaria’nın kimyasal bileşimi

Ülkemizde farklı illerde yetişen sumağın perikarpı üzerine yapılan bir çalışmada, kalsiyum (Mersin, 3577,46 ppm) başta olmak üzere, fosfor (Mersin, 781,16 ppm),

magnezyum (Hatay, 700, 07 ppm) ve demir (Kastamonu, 610,99 ppm) gibi önemli minerallerin varlığı ortaya konmuştur. Çekirdeklerinde ise kalsiyum yüksek oranda (İskenderun, 1062,14 ppm) bulunurken bakır, alüminyum ve demir de çok az miktarda belirlenmiştir (Özcan, 2007). Suriye’de yetişen sumakta ise kuru meyvelerinde oleik asit ve malik asit, potasyum, B6 vitamini ve lösin varlığı ortaya konmuştur (Kossah, 2009). Besinsel değeri yanında terapötik açıdan önemli sekonder metabolitler (gallik asit, vanilik asit gibi) de sumakta bulunmaktadır. *Rhus coriaria*’nın hem toprak üstü (yaprak, meyve, kabuk, tohum) hem de toprak altı kısımlarında (kök) ile ilgili olarak yapılan fitokimyasal çalışmalarda ticari yönden önemli özellikle gallotanenin varlığı dikkat çekmektedir. Tanen yanında su (yaklaşık %7), karbonhidrat (%5) miktarı da belirlenmiştir (Abu-Reidah ve ark., 2014; Kaysers ve ark., 2015). Sumak meyvesine ait ekstreler ana bileşen olarak gallik asit ve bunun metil veya etil esterlerini yoğun şekilde içermektedir. Şekil 2’de Gallik asitin kimyasal formülü verilmektedir. Bunun yanında antioksidan etkiye sahip flavon bileşikleri (delfinidin ve siyanidin glikozitleri, izokersetin, mirsetin), antosiyanidinler (peonidin, siyanidin, pelargonidin gibi), fenolik asitlerden protokateşik, p-hidroksibenzoik, elajik ve vanilik asitleri içerir. Perikarpında ise sitrik asit, malik asit ve tartarik asit taşımaktadır (Abu Reidah ve ark., 2014; El-Sissi 1972; Baytop 1999; Koşar ve ark., 2007). Ülkemizde farklı yörelerden toplanılan sumağın yaprak, meyve perikarpı ve ağaç dal/kabuğundan su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağda ise paçulen (max.%23), (Z)-2-desenal (max.%42.35) ve sembren ana bileşenler (max.%26.5) olarak belirlenmiştir (Kurucu, 1993). En son 2015 yılında yapılan detaylı çalışmada; 200’den fazla fenolik bileşiğin sumak meyvalarında bulunduğu 'HPLC–DAD–ESI-MS/MS yöntemiyle” rapor edilmektedir (Abu-Reidah ve ark., 2015).

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri



Şekil 2. Gallik asidin kimyasal yapısı

***Rhus coriaria* ile ilgili biyolojik aktivite çalışmaları**

Rhus coriaria'nın fitokimyasal açıdan zengin olması araştırmacılar tarafından bitkiyi önemli kılmış olup, çeşitli biyoaktivite çalışmalarının yapılmasına yol açmıştır. Sumağın önemli bazı biyolojik etkileri aşağıda açıklanmaktadır;

Antidiyabetik etki

Rhus coriaria'nın birçok farmakolojik etkisi olduğu bilinmektedir. İlk defa Giancarlo ve ark., (2006) tarafından *Rhus coriaria* (Sumak) meyvesinin hipoglisemik aktiviteden sorumlu glikozit hidrolaz (α -amilaz) enzimi üzerine inhibisyon etkisi rapor edilmiştir. Bu çalışmada; *Rhus coriaria*'nın 3 farklı çözücüdeki (metanol, etil asetat ve n-hekzan) ekstraktları hazırlanmış ve her ekstraktın farklı konsantrasyonlarda α -amilaz enzimi üzerine etkisi çalışılmıştır. Buna göre; en fazla inhibisyon etkisi etil asetatlı ekstraktın 250 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda (% 93,8 \pm 0.010) gözlenmiştir. Böylece sumağın etil asetatlı ekstraktının glikoz toleransını arttırabileceği sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada ise; sumak meyvesi ağızdan sıçanlara verildiğinde serumdaki kan şekeri seviyesinde artışa sebep olduğu kanıtlanmıştır (Mirhadi ve ark., 2011). *In vivo* olarak yapılan diğer bir çalışmada ise; *Rhus coriaria* meyvelerinin hipoglisemik etkisi streptozotosin (STZ) ile indüklenen diyabetik sıçanlarda gösterilmiştir. 250 mg/kg, 500 mg/kg ve 1000 mg/kg liyofilize meyve ekstraktları diyabetik sıçanlara oral olarak 21 gün boyunca uygulanmış olup serum glikoz, insülin, C-peptid, lipid profili, karaciğer ve böbrek hasar biyobelirteci (HRDB; AST, ALT, LDH, ALP, CRE), diyabetik serum biyomarker (DSB), antioksidan savunma sistemi bileşenleri (ADSC), glikolize HbA1c ve α -glukosidaz seviyelerine etkisi incelenmiştir. Deney

sonucuna göre liyofilize *Rhus coriaria*'nın oral olarak verilmesi ile serum glikoz, glikolize HbA1c seviyesi azalmış olmakla birlikte insülin seviyesi artmış, C-peptid seviyesi değişmemiş olup α -glukosidaz enziminin aktivitesinde anlamlı şekilde inhibitör etkisi gözlenmiştir (Doğan ve Çelik, 2016). Ayrıca, insülin duyarlılığını azaltarak diyabetik etki gösterdiği bilinen PTP1B enziminin sumakla inhibe edilmesi insülin duyarlılığını arttırarak antidiyabetik etki göstermektedir (Baumgartner ve ark., 2010). Tüm bu sonuçlar *Rhus coriaria* meyvesinin diyabet tedavisinde ve diyabetle ilişkili komplikasyonlarda kullanılabilecek bir ilaç olabileceğini desteklemektedir.

Hipolipidemik etki

Hiperlipidemi, toplumda arterlerde yağ birikmesine sebep olduğu için kardiyovasküler hastalıklar için en önemli risk faktörlerinden birisidir. Özellikle kandaki yüksek LDL (Low density lipoprotein), düşük HDL (High density lipoprotein) seviyeleri sonucu oluştuğundan hipolipidemik ilaçlar kanda LDL seviyesini düşürmeyi ve HDL seviyesini arttırmayı hedefler (Tuğrul, 2009). Hipolipidemik ajan olarak toz edilmiş sumak meyvelerinden hazırlanan kapsüller (500 mg) 1 ay boyunca dislipidemik 72 hastaya verilmiş olup serum total C (Toplam kolesterol), LDL-C (Low density lipoprotein- kolesterol), HDL-C (High density lipoprotein- kolesterol) ve TG (Trigliserit) seviyeleri ölçülmüştür. Ölçümlerde istatistiksel açıdan anlamlı derecede total-C (p: 0,015), LDL-C (p<0,001) ve TG (p: 0,029) seviyelerinde azalma gözlenirken, HDL-C (p: 0,355) değerinde muhtemelen kısa süreli sumak kullanımından dolayı anlamlı derecede bir fark gözlenmemiştir (Sabzghabae ve ark., 2014). Aynı miktarda sumak meyvesi içeren kapsüller ile yapılan benzer bir klinik çalışmada ise; kardiyovasküler risk oluşturan faktörlerin (BMI; body mass index, total-C; total kolesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure and FMD; flow-mediated dilation) kandaki serum düzeylerine etkisi 1 ay boyunca gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Sabzghabae ve ark., (2014) yaptığı çalışmaya kıyasla bu çalışmada; sumağın daha düşük derecede hiperlipidemiye etkisi (Total-C: 14.42 \pm 4.95 mmol/L, BMI: 0.21 \pm 0.075 kg/m²,

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

SBP: 1.87 ± 0.83 mm Hg, DBP: 1.32 ± 0.46 mm Hg; FMD: $0.23\% \pm 0.065\%$ düzeyinde artış) gözlenmiştir. Ayrıca, TG seviyelerinde önemli ve anlamlı bir fark da elde edilmemiştir (Asgary ve ark., 2018).

Anti-iskemik etki

İskemi, dokuya gelen kanın azalması ya da tamamen kesilmesi sonucu dokunun oksijensiz kalması ile karakterize olan patolojik bir olgudur (Süleyman ve ark., 2018). Bu iskemilerin önlenmesinde temel amaç, vasküler düz kas hücrelerinin (VSMC; Vasculer smooth muscle cell) lezyon bölgesine (damar tıkanıklığının; aterosklerozun meydana geldiği bölge) migrasyonunu önlemektir. Ram ve ark., (1997), *Rhus coriaria* meyvelerinin metanollü ekstresi doğal antioksidan kaynağı olan fenolik bileşikler ve vasküler düz kas hücresi migrasyonunu sağlayan tanenleri içerdiğini bildirmişlerdir. İlerleyen yıllarda Zargham ve Zargham (2008), sumanın, VSMC migrasyonuna etkisini *in vitro* deneylerle araştırmışlardır. Çalışmada, kuru sumaktan tanence zengin ekstreler hazırlanmıştır. Erkek Sprague-Dawley sıçanları karotid (boyun arteri) vasküler düz kas hücreleri izole edilerek kültüre edilmiş olup 10 gün boyunca *in vitro* olarak bu ekstrelerin farklı konsantrasyonları (DMEM besiyerinde ml başına %5, %1, %0.5 ve %0.1) ile muamele edilmiştir. Sonuç olarak %1 ve %5'lik ekstrelerin hücre kaybına neden olduğu ancak %0,1 ve %0,5'lik ekstrelerin hücre sitotoksitesine neden olmadan VSMC migrasyonuna yol açan mekanizmaları inhibe ederek %62 migrasyonu engelleyici etki gösterdiği ortaya konmuştur. Bu sonuç, tanence zengin sumak ekstresinin yukarıda belirtilen konsantrasyonlarda anti-iskemik etkide kullanılabilir olduğunu desteklemiştir. Beretta ve ark., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise, tavşan kalp preparatlarında *Rhus coriaria* yaprak ekstresinden (RCLE) elde edilen hidrolize olabilen gallotanenin kardiyak koruyucu etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma ile *Rhus coriaria* yaprak ekstresi koroner perfüzyon basıncını doza bağımlı normalleştirdiği, iskemi sonucunda oluşan sol ventrikül basıncını azalttığı görülmüştür. *Rhus coriaria* yapraklarından sulu alkollü ekstresi ile elde edilen gallotanenin post-iskemik

miyokardiyal hasarı önleyebileceği sonucuna varılmıştır.

Antiviral etki

Antimikrobiyal aktivite çalışmaları için şimdye kadar birçok bitki çalışılmış olup, sumacı önemli bir bitki haline getiren özellikleri arasında antimikrobiyal aktivitesi yer almaktadır. Gözlenen bu aktivitenin *R. coriaria*'nın etanollü ekstrelerindeki tanenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Rayne ve Mazza, 2007). Parsania ve ark., (2017), *R. coriaria* meyve ekstresinin HSV1 (Herpes simplex virus 1)'e karşı antiviral aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur.

Antibakteriyel etki

Literatürde sumanın antibakteriyel özelliğe sahip olduğu deneysel çalışmalarla açığa çıkarılmıştır ve *R. coriaria*'nın etanollü meyve ekstrelerinin genellikle Gram pozitif bakterilerde [*Bacillus cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis* (ATCC 6633), *B. thuringiensis*, *Staphylococcus aureus* (ATCC25923)], Gram negatif bakterilere (*Escherichia coli* (ATCC2592) kıyasla daha yüksek oranda antibakteriyel etki gösterdiği ortaya konulmuştur (Nasar-Abbas ve Halkman., 2004; Fazeli ve ark., 2007; Ertürk, 2010). Disk difüzyon ve mikro dilüsyon teknikleriyle yapılan başka bir antibakteriyel etki çalışmasında; sumak meyvelerinin su, etanol ve metanollü ekstrelerinin yaklaşık 20 mm zon çapına sahip olduğu ve MIC değerlerinin en yüksek etanollü ekstrede (MRSA için 1.25 mg/ml ve *Bacillus subtilis* için 0.156 mg/ml) olduğu gözlenmiştir (Abu Shanab ve ark., 2005). Sumak meyvelerinin metanollü ekstreleri, difüzyon metodu kullanılarak *Bacillus pumilus*, *Bordetella bronchiseptica*, *Staphylococcus epidermidis*, ve *Klebsiella pneumonia* bakterilerine karşı inhibisyon göstermiştir (Shabbir, 2012). *Rhus coriaria* üzerine yapılan bir deneyde; üç Gram negatif üç Gram pozitif bakteri olmak üzere altı bakteri kullanılmıştır. *Bacillus subtilis*'in 0.5 ml MIC ile en duyarlı Gram pozitif olduğu, Gram negatif bakterilerin ise 10-20 mg/ml değişen konsantrasyonlarda sumaktan etkilendiği görülmüştür (Raodah, 2014). Ayrıca yapılan farklı bir çalışmada, etanollü sumak ekstresinin

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

kıyılmış ete uygulanmasının bakteri inhibisyonunu kontrol grubuna kıyasla kayda değer azalttığı gösterilmiştir (Radmehr ve Abdolrahimzade, 2009). Sumağın meyvelerinin olgunlaşma durumuna göre antibakteriyel etkisi incelendiğinde olgunlaşmış meyvelerinin olgunlaşmamış meyvelerine göre daha güçlü antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmiştir (Ali-Shtayeh ve ark., 2013).

Antifungal etki

Rhus coriaria tohumlarının etanollü ekstrelerinde yapılan fitokimyasal çalışmada, 3 yeni aromatik bileşik (korianaftil eter, koriariaoik asit ve koriariantrasen ester) bulunmuştur ve bu aromatik bileşiklerden koriariantrasen esterinin 25 µg/ml konsantrasyonda dahi *Aspergillus flavus* (MTCC-277), *Candida albicans* (MTCC3958) ve *Penicillium citrinum* (MTCC-3395)'a karşı antifungal etkisi tespit edilmiştir (Onkar ve ark., 2011).

Skolidal etki

Bir parazit olan *Echinococcus granulosus*'un neden olduğu hidatik kist tedavisinde kullanılan ilaç çeşidinin azlığı, ilaçlara karşı gelişen direncin yüksek ve kullanılan ilaçların yan etkisinin fazla olması araştırmacıları alternatif tedavi yöntemi olarak bitkisel tedavilere yöneltmiştir. Moazeni ve Mohseni (2012), *Rhus coriaria* meyvelerinin metanollü ekstresinin 10 mg/mL, 30 mg/mL ve 50 mg/mL konsantrasyonlarda sırasıyla 10, 20 ve 30 dakika süreyle bekletilmesi ile antihelmintik (parazit düşürücü) etkisini araştırmıştır. Eozin boyama ile prostokobik canlılık kontrol edildiğinde kontrol grubunun mortalitesi %16.13 iken sumak ekstresinin, 10 mg/ml konsantrasyonunda 10, 20 ve 30. dk mortalite oranı sırasıyla %94.13, 97.67 ve %100 olduğu gözlenmiştir. 30 mg/ml sumak ekstresinin 10.ve 20. dk mortalitesine bakıldığında ise sırasıyla %98.89 ve %100 olduğu gözlemlenmiştir. 50 mg/ml sumak ekstresinin 10. dk mortalitesinin ise %100 olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar, sumak meyvesinin metanollü ekstresinin her üç konsantrasyon için farklı muamele sürelerinde skolidal etkisinin kontrol grubuna (tedavi edilmemiş protoskolik) kıyasla oldukça anlamlı ($p < 0.0001$) olduğunu göstermiştir.

DNA koruyucu etki

Toz hale getirilmiş *Rhus coriaria* etanollü ekstrelerinin iç organlarda ve lenfositlerde DNA koruyucu etkisi çalışması, insanda günde 3 g olacak şekilde 3 gün uygulanması, hayvanlarda her hayvan için 0.02 g/kg içme suyuna ilave edilmesinin iç organlar (kolon, karaciğer ve akciğer) ve lenfositlerde oksitlenmiş DNA bazlarının oluşumunu engellediği kanıtlanmıştır. Standart koşullarda insan lenfositlerinde sumağın okside olmuş pürin ve pirimidin bazlarının oluşumuna bağlı kuyruk uzamalarını sırayla %52 ve %36 oranında azalttığı lezyon spesifik enzimler ile belirlenmiştir. Buna ilaveten hidrojen peroksit (H_2O_2) oluşumu ve \pm anti-benzo[a]piren-7,8-dihidro-diol-9,10- epoksit (BPDE)'nin verdiği DNA hasarını %30 ve %69 azaltmıştır. Tüm bu veriler ışığında, *Rhus coriaria*'nın oksidatif DNA hasarına karşı insanı koruyabilecek etkili bir antioksidan olduğu görülmektedir (Chakraborty ve ark., 2009).

Non-mutajenik etki

R. coriaria'nın bir bakteri türü olan *Salmonella typhimurium* suşlarına (TA97a, TA98, TAI00 ve TAI02) karşı mutajenik etkisi araştırıldığında, bu bitkinin baz çifti süstitüsyon mutajenik etkisinin olmadığı gözlenmiştir (Al-Batrina ve ark., 2003).

Anti-kanser etkisi

Kanser tedavisinde izlenen en önemli stratejilerden biri de vasküler endotelium büyüme faktörü (VEGF) ve diğer anjiyogenik indükleyici biyokimyasal uyarıcılarla damar oluşumu olarak tanımlanan anjiyogenezin engellenmesidir (Rajabi ve Mause, 2017). Mirian ve ark., (2015), *Rhus coriaria*'nın metanollü ekstresinin insan umbilikal ven endotelial hücresi (HUVEC) ve retinoblastoma hücresi (Y9) üzerine sitotoksik ve anti-anjiyogenik etkisini incelemiştir. Çalışma sonucuna göre; sumağın sitotoksik IC değerleri sırasıyla 43 ± 3.4 ve 9.1 ± 1.6 , $p < 0.05$ olarak bulunmuştur. Kapiler benzeri tüp formasyon analiziyle VEGF ile indüklenmiş HUVEC kültüründe 50, 100 ve 250 µl/ml konsantrasyonlardaki sumak ekstresinin anti-anjiyogenik etkisini mikroskop altında değerlendirilmiş ve sumağın konsantrasyona

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

bağlı artan anti-anjiyogenik etkisinin olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma *Rhus coriaria*'nın minimum normal doku toksisitesi ile sitotoksik ve anti-anjiyogenik etkiye sahip olarak kanserde ve kanserin metastazında kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Yapılan farklı bir çalışmada; etanollü *Rhus coriaria* meyve ekstralarının üçlü negatif meme kanseri hücrelerinin (TNBC) (cat# 300275) malign davranışlarının mekanizmasına etkisi matrigel invazyon analizi, yara iyileştirici migrasyon analizi, vasküler tüp formasyon analizi, ELISA, civciv embriyosunda tümör büyüme ve metastaz analizi vb. gibi birçok metod kullanılarak incelenmiştir. Korioallantoik membran (CAM) üzerine aşılınmış TNBC hücreleri 50 µg/ml ve 150 50 µg/ml konsantrasyonunda sumak ekstresi ile tedavi edilerek üst CAM'dan geri kazanıldığında ve tümörler tartıldığında tümör büyümesinin sırasıyla %52 ve %63 azaldığı ve metastaz açısından değerlendirildiğinde alt CAM'daki nodül sayısının sırasıyla 3.33 ± 0.78 ve 2.75 ± 0.87 olduğu (Negatif kontrol: Etanol 6.83 ± 1.85 nodül sayısı) gözlenmiştir. Sumağın artan konsantrasyonlarda malign yollara etkisini araştırmak için sumak ile tedavi edilen TNBC hücrelerinin pSTAT3 seviyeleri, fosfo-p65'in fosforilasyonu ve NO üretimine etkisi incelendiğinde; sumağın STAT3 fosforilasyonunu, p65'in fosforilasyonunu ve NO üretimini konsantrasyona bağlı olarak azalttığı ve dolayısıyla STAT3, NFκB ve NO yollarını inhibe ettiği gözlenmiştir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde; sumağın toksik olmayan koşullarda NFκB, STAT3 ve NO yollarını inhibe ederek TNBC üzerinde anti anjiyogenik, anti- metastatik ve tümör büyümesini baskılayıcı etkisi tespit edilmiştir (El Hasasna ve ark., 2016).

Analjezik etki

Mohammadi ve ark., (2016), *Rhus coriaria*'nın alkollü yaprak ekstralarının artan konsantrasyonlarda (80, 100 ve 300 mg/kg) analjezik etkisi erkek sıçanlarda formalin, writhing ve tail flick ağrı testleriyle incelenmiştir. Artan konsantrasyonlarda fizyolojik serum içinde çözünmüş sumak ekstresi ve 15 dk sonra %6 yoğunluktaki asetik asit, 1mg/kg vücut ağırlığında olacak şekilde

intraperitoneal olarak enjekte edilmiş ve ardından 30 dk boyunca hayvanın abdominal kasılmaları sayılmıştır. Sonuç olarak kıvrımda önemli ölçüde azalma gözlenmiştir (sırasıyla $P < 0.05$, $P < 0.01$ ve $P < 0.01$). Tail flick testinde 300 mg/ml alkollü ekstrenin konsantrasyonunu tail flick gecikmesinde anlamlı bir artışa sahip olmuştur ($p < 0.01$). 300 mg/kg ekstre formalin testinde hem akut hem de kronik fazlarda ağrı skorunu kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır ($P < 0.01$), 100 mg / kg ekstre ise kronik ağrı skorunda belirgin bir azalmaya yol açmıştır ($P < 0.05$). Bununla birlikte, 80 mg/kg ekstre dozunda ağrı skorunda anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Kontrol grubu olarak herhangi bir ilaç almayan hayvan grubu kullanılmıştır.

Pasif kaçınma öğrenimi üzerine etkisi

Pasif kaçınma öğrenimi üzerine sumağın etkisini araştıran bir çalışmada, *Rhus coriaria*'nın alkollü ekstresi dimetil sülfoksitte (DMSO) çözülmüş ve 25 ve 50 mg/kg'daki konsantrasyonları (vücut ağırlığına göre) gonadları çıkartılmış erkek winstar sıçanlarına gonadektomiden 15 gün sonra verilmiştir. Sonuçlar, ANOVA ve Tukey testi ile değerlendirildiğinde; sumağın pasif kaçınma öğrenimine yönelik insidansı arttırdığı gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Karimi Arab ve ark., 2017).

Non-toksik etki

Rahideh ve ark., 2014 yılında; tip II diyabetik hasta ve placebo grubuna, ticari olarak satın aldıkları 3'er gram saf sumak tozunu içeren kapsüller veya aynı dozajda laktoz günde 3 kez olmak üzere 3 ay boyunca verilmiştir. Bu çalışma sonucunda hastaların hiçbirinde yan etki görülmemiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise STZ (streptozotosin) ile indüklenmiş diyabetik sıçanlara 250 mg/kg, 500 mg/kg ve 1000 mg/kg liyofilize meyve ekstraları oral olarak 21 gün boyunca uygulanmasıyla herhangi bir toksik etki gözlenmemiştir (Max 1 g/kg liyofilize ekstre) (Doğan ve Çelik, 2016).

Diğer etkiler

Yukarıda belirtilen birçok etki yanında; *Rhus coriaria* meyvelerinin sulu ve metanollü ekstralarının gallotanen türevlerinin kandaki üre

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

azotunu ve kan basıncını düşürdüğü rapor edilmiştir (Regazzoni ve ark., 2013; Djakpo ve Yao 2010).

Kullanılmaması gereken durumlar

Sumağın meyvasındaki kırmızı renkten sorumlu bileşik bir antosiyanin bileşiğidir. Bu renk verici bileşik nedeniyle hamilelikte ve emzirme döneminde kullanımına dikkat edilmelidir (Shabbir, 2012; Kacergius, 2017).

Ülkemizdeki eczanelerde sumak ekstresini içeren bir preparat kayıtlı değildir (Üstünes, 2019).

Sonuç

Ülkemizde özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yaygın olarak yetişen sumağın anti-diyabetik, antikanser, anti-iskemik, anti-fungal,

antiviral, antibakteriyel, skolidal, hipolipidemik, non-mutajenik, pasif kaçınma öğrenimi üzerine ve DNA koruyucu etkileri literatürde belirtilmiştir. Bu etkilerinin yanında, baharat olarak tüketilmesi, sepileme işleminde, boya, mürekkep yapımında ve veterinerlikte tercih edilmesi sumağın ekonomik değerini arttırmaktadır. Toksik etkisinin henüz literatürde bildirilmemesi, sumağın doğru depolama ve saklama koşulları (aflatoksin gibi toksik bileşikler oluşturmayacak koşullar) sağlandığı sürece halk tarafından güvenilir ve sağlıklı şekilde tüketilebilir bir bitki olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle, doğadan toplanarak elde edilen sumağın tarımının yapılarak üretiminin artırılması ve halk arasında bilinçli kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Abu-Reidah I. M., Ali-Shtayeh M., S., Jamous R., M., Arrázec-Román D., Segura-Carretero A. (2015) HPLC-DAD-ESI-MS/MS screening of bioactive components from *Rhus coriaria* L. (Sumac) fruits. *Food Chem* 166:179-191.
- Abu-Reidah, I. M., Jamous, R.M., Ali-Shtayeh, M.S. (2014) Phytochemistry, pharmacological properties and industrial applications of *Rhus coriaria* L. (Sumac). *JJBS* 7 (4):233-244.
- Abu-Shanab, B., Adwan, G., Abu-Safiya, D., Adwan, K., Abu-Shanab, M. (2005) Antibacterial activity of *Rhus coriaria* L. extracts growing in Palestine. *J Islam Univ Gaza* 13:147-153.
- Al-Bataina, B. A., Maslat, A. O., & Al-Kofahi, M. M. (2003) Element analysis and biological studies on ten oriental spices using XRF and Ames test. *J Trace Elem Med Biol* 17:85-90.
- Ali-Shtayeh, M. S., Al-Assali, A. A., Jamous R. M. (2013) Antimicrobial activity of Palestinian medicinal plants against acne-inducing bacteria. *African J Microbiol Res* 7:2560-2573.
- Karimi Arab, M., Heidarieh, N., & Jamaloo, F. (2017) Effect of hydroalcoholic extract sumac (*Rhus coriaria* L.) on expression of passive avoidance learning in gonadectomized male rats. *JSSU* 25:404-413.
- Asgary, S., Salehizadeh, L., Keshvari, M., Taheri, M., Spence, N. D., Farvid, M. S., Rafieian-Kopaei, M., Sarrafzadegan, N. (2018) Potential cardioprotective effects of sumac capsule in patients with hyperlipidemia: A triple-blind randomized, placebo-controlled crossover trial. *J Am Coll Nutr* 37:286-292.
- Beretta, G., Rossoni, G., Santagati, N. A., & Facino, R. M. (2009) Anti-ischemic activity and endothelium-dependent vasorelaxant effect of hydrolysable tannins from the leaves of *Rhus coriaria* (Sumac) in isolated rabbit heart and thoracic aorta. *Planta Med* 75:1482-1488.
- Baytop T. (1999) Türkiye'de Bitkilerle Tedavi, Nobel Tıp Kitapevleri Yayınları, İstanbul.
- Baumgartner, R. R., Steinmann, D., Heiss, E. H., Atanasov, A. G., Ganzera, M., Stuppner, H., Dirsch V. M. (2010). Bioactivity-guided isolation of 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-d-glucopyranose from *Paeonia lactiflora* roots as a PTP1B inhibitor. *J Nat Prod* 73:1578-1581.
- Chakraborty, A., Ferk, F., Simić, T., Brantner, A., Dusinska, M., Kundi, M., Hoelzl, C., Nersesyan, A., Knasmüller, S. (2009) DNA- protective effects of Sumac (*Rhus coriaria* L.), a common spice: Results of human and animal studies. *Mutat Res* 661:10-17.

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

- Davis, P. H. (1997) Flora of Turkey and East Aegein Islands Vol 2. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Djakpo, O., Yao, W. (2010) *Rhus chinensis* and *Galla chinensis*- Folklore to modern evidence: Review. *Phytother Res* 24:1739-1747.
- Doğan, A., Çelik, İ. (2016) Healing effects of sumac (*Rhus coriaria*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharm Biol* 54:2092-2102.
- El Hasasna, H., Saleh, A., Al Samri, H., Athamneh, K., Attoub, S., Arafat, K., Benhalilou Alyan, S., Viallet, J., Al Dhaheri, Y., Eid, A., Iratni, R. (2016) *Rhus coriaria* suppresses angiogenesis, metastasis and tumor growth of breast cancer through inhibition of STAT3, NFκB and nitric oxide pathways. *Sci Rep* 6:1-15.
- El-Sissi H., I., Ishak, M., S., Abd El Wahid M., S. (1972) Polyphenolic components of *Rhus coriaria* leaves. *Planta Med* 21:67-71.
- Ertürk, Ö. (2010) Antibacterial and antifungal effects of alcoholic extracts of 41 medicinal plants growing in Turkey. *Czech J Food Sci* 28:53-60.
- Fazeli, M. R., Amin, G., Attari, M. M. A., Ashtiani, H., Jamalifar, H., Samadi, N. (2007) Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. *Food control*, 18:646-649.
- Giancarlo, S., Rosa, L. M., Nadjafi, F., Francesco, M. (2006) Hypoglycaemic activity of two spices extracts: *Rhus coriaria* L. and *Bunium persicum* Boiss. *Nat Prod Res* 20:882-886.
- Güner, A. (2012) Türkiye Bitkiler Listesi Damarlı Bitkileri, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul.
- Hasanova, G., Öztürk M, Akçiçek E, (2000) Azerbaycan' da Geleneksel Tedavide Kullanılan Bitkiler 13. BİHAT özet kitabı, İstanbul.
- Kacergius, T., Abu-Lafi, S., Kirkliauskiene, A., Gabe, V., Adawi, A., Rayan, M., Qutob, M., Stukas R., Utku, A., Zeidan, M. Rayan, A. (2017) Inhibitory capacity of *Rhus coriaria* L. extract and its major component methyl gallate on *Streptococcus mutans* biofilm formation by optical profilometry: Potential applications for oral health. *Mol Med Rep* 16:949-956
- Kaysers, S. M., Feuercisen, M. M., Schieber, A. (2015) Phenolic compounds in edible species of the Anacardiaceae family. *RSC Adv* 7:3301-73314.
- Kızıl, S., Turk, M. (2010) Microelement contents and fatty acid compositions of *Rhus coriaria* L. and *Pistacia terebinthus* L. fruits spread commonly in the south eastern Anatolia region of Turkey. *Natural Product Res* 24:92-98.
- Kossah, R., Nsabimana, C., Zhao, J., Chen, H., Tian, F., Zhang, H., Chen, W. (2009) Comparative study on the chemical composition of Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits. *Pak J Nutr* 8:1570-1574.
- Koşar, M., Bozan, B., Temelli, F., Başer, K. H. C. (2007) Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. *Food Chem* 103:952-959.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., Çabuk, Y. (2014) Sepicilikte Kullanılan Odun Dışı Orman Ürünlerinin Dış Ticaretinin Değerlendirilmesi, Akdeniz ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre". II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta, 650- 656.
- Kurucu, S., Koyuncu, M., Güvenç (Koroğlu), A., Başer, K. H. C., Özek, T. (1993) The essential oils of *Rhus coriaria* L., (Sumac). *J. Essent Oil. Res* 5:481-486.
- Mamikoğlu, N. G. (2015) Türkiye'nin Ağaçları ve Çalıkları. NTV Yayınları, İstanbul.
- Mirhadi, K., Daryoush, B., Saeid, S. (2011) Orally administration effect of Sumac on blood sugar in rat. *J Advance in Environ Biol* 5:2077-2079.
- Mirian, M., Behrooegan, M., Ghanadian, M., Dana, N., Sadeghi-Aliabadi, H. (2015) Cytotoxicity and antiangiogenic effects of *Rhus coriaria*, *Pistacia vera* and *Pistacia khinjuk* oleoresin methanol extracts. *Res Pharm Sci*. 10:233-240.
- Moazeni, M., Mohseni, M. (2012) Sumac (*Rhus coriaria* L.): scolocidal activity on hydatid cyst protoscolices. *Surgical Science* 3:452.
- Mohammadi, S., Zarei, M., Zarei, M. M., Salehi, İ. (2016) Effect of hydroalcoholic leaves extract of *Rhus Coriaria* on pain in male rats. *Anesth Pain Med* 6:1-5.
- Nasar-Abbas, S. M., Halkman, A. K. (2004) Inhibition of some foodborne bacteria by alcohol extract of Sumac (*Rhus coriaria* L.). *J Food Saf* 24:257-267.
- Onkar, S., Mohammed, A., Nida, A. (2011) New antifungal aromatic compounds from the

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri

- seeds of *Rhus coriaria* L. *Inter Res J Pharmacy* 2:188-194.
- Özcan, M., M., Ünver, A., Arslan, D., Koşar M. (2007) Değişik Yörelere Sumak (*Rhus coriaria* L.) Meyvesinin Ayrıntılı Kimyasal Bileşimi ve Oleorezin Üretiminde Kullanılması Üzerine Araştırma. TÜBİTAK Projesi, Konya.
- Parsania, M., Rezaee, M. B., Monavari, S. H., Jaimand, K., Mousavi Jazayeri, S. M., Razazian, M., & Nadjarha, M. H. (2017) Evaluation of antiviral effects of sumac (*Rhus coriaria* L.) fruit extract on acyclovir resistant *Herpes simplex* virus type 1. *Medical Sciences* 27:1-8.
- Ram, A., Lauria, P., Gupta, R., Kumar, P., Sharma, V. N. (1997) Hypocholesterolaemic effects of Terminalia arjuna tree bark. *J Ethnopharmacol* 55:165-169.
- Radmehr, B., Abdolrahimzade, M. (2009) Antimicrobial effects of sumac (*Rhus coriaria* L.) extract in minced meat. *Planta Med* 75:1068, PJ152.
- Rahideh, S. T., Shidfar, F., Khandozi, N., Rajab, A., Hosseini, S. P., Mirtaher, S. M. (2014) The effect of sumac (*Rhus coriaria* L.) powder on insulin resistance, malondialdehyde, high sensitive C-reactive protein and paraoxonase 1 activity in type 2 diabetic patients. *J Res Med Sci* 19:933-938.
- Rajabi, M., Mousa, S. (2017) The role of angiogenesis in cancer treatment. *Biomedicines* 5:1-12.
- Raodah, M., Al-Ali, A. Z. H., Faleeha, H. H. (2014) The antioxidant and antimicrobial of Syrian sumac (*Rhus coriaria*) fruit extracts. *J Nat Sci Res* 4:36-40.
- Rayne, S., Mazza, G. (2007) Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): a review. *Plant Foods Hum Nutr* 62:165-175.
- Regazzoni, L., Arlandini, E., Garzon, D., Santagati, N. A., Beretta, G. Maffei Facino, R. (2013) A rapid profiling of gallotannins and flavonoids of the aqueous extract of *Rhus coriaria* L. by flow injection analysis with high-resolution mass spectrometry assisted with database searching. *J Pharm Biomed Anal* 72:202-207.
- Sabzghabae, A. M., Kelishadi, R., Golshiri, K., Ghannadi, A., Badri, S. (2014). Clinical effects of *Rhus coriaria* fruits on dyslipidemia in adolescents: a triple-blinded randomized placebo-controlled trial. *Med arch* 68:308.
- Setorki, M., Rafieian, M., Heidarian, E., Ghatreh, K., Shahinfard, N., Ansari, R., Forouzandeh, Z. (2012) Effect of *Rhus coriaria* consumption with high cholesterol food on some atherosclerosis risk factors in rabbit. *J Babol University of Medical Sci* 14:38- 45.
- Shabbir, A. (2012) *Rhus coriaria* linn, a plant of medicinal, nutritional and industrial importance: a review. *J Animal & Plant Sci* 2:505-512.
- Süleyman, H., Gül, V., Hirik, E. (2018) İskemi-reperfüzyon hasarı. *Erzincan Tıp Dergisi* 1:51-54.
- Tanker, N., Coşkun, M., Koyuncu, M. (2007) Farmasötik Botanik, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Tiryaki, G. Y. (2010). Kahramanmaraş İlinde Üretilen Simgesel Geleneksel Ürün: Sumak Ekşisi. *Gıda Mühendisliği Dergisi* 31:55-58.
- Tuğrul, İ. (2009). Hipolipidemik İlaçlar. *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics* 2:58-66.
- Tuzlacı, E. (2006) Şifa Niyetine Türkiye' nin Bitkisel Halk İlaçları. Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- Tuzlacı, E. (2011) Türkiye Bitkileri Sözlüğü. Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- Üstünes, L. Rx MediaPharma® İnteraktif İlaç Bilgi Kaynağı 2019. Accessed 04 March 2019.
- Zargham, H., Zargham, R. (2008) Tannin extracted from Sumac inhibits vascular smooth muscle cell migration. *Mcgill J Med* 11:119.
- Zhaleh, M., Sohrabi, N., Zangeneh, M. M., Zangeneh, A., Moradi, R., Zhaleh, H. (2018) Chemical composition and antibacterial effect of essential oil of *Rhus coriaria* fruits in the west of Iran (Kermanshah). *TEOP* 21:493-501.

Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri



Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi¹

Mahmut YEGÜL*²Saadettin BALOĞLU³

Özet

Bademde *Prune dwarf virüs* (PDV) ve *Prunus necrotic ringspot virüs* (PNRSV), cevizde ise *Cherry leaf roll virüs* (CLRV) ile doğal enfekteli olduğu belirlenmiş ağaçlardan en uygun örnek alma dönemini belirlemek üzere bölgemizde ilk defa böyle bir çalışma yürütülmüştür. 2014 yılı vejetasyon dönemi boyunca yaklaşık olarak iki haftada bir 2 badem ve 2 ceviz olmak üzere toplam 4 ağaçtan yaprak örnekleri DAS-ELISA ile testlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her üç virüsün konsantrasyonu ilkbaharda en yüksek absorbansa (PNRSV için 1,891, PDV için 0,507 ve CLRV için 2,22) ulaşırken sıcaklıkların yükselmesi ile Temmuz ayından itibaren konsantrasyonun negatif absorbans değerleri verdiği görülmüştür. Sonbaharda Ekim ayından itibaren PNRSV, PDV ve CLRV-1 izolatlarının tekrar pozitif absorbans değerlerine ulaştığı saptanmıştır. CLRV-2 izolatu ise sadece Temmuz sonuna kadar pozitif sonuç vermiş sonraki aylarda vejetasyon sonuna kadar negatif değerlerde seyretmiştir. Bütün ceviz ve badem izolatlarında; PNRSV, PDV ve CLRV için en uygun örnekleme zamanının ilkbahar ayları olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enfeksiyon oranı, PNRSV, PDV, CLRV, ELISA

Seasonal Variation in *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* and *Cherry leaf roll virus* Titters in Almond and Walnut Trees

Abstract

This study was conducted in order to determine the optimal sampling period of the naturally infected trees of almond with *Prune dwarf virus* (PDV) and *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRSV) and walnut with *Cherry leaf roll virus* (CLRV). Two almond and two walnut trees were sampled in 2 weeks intervals by the double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) during the vegetation period of 2014. The highest absorbance levels were obtained early in the spring time (1,891 for PNRSV, 0,507 for PDV and 2,22 for CLRV) while the virus titer was decline in the leaves. As a result, absorbance levels were dropped down to the undetectable levels from July to October for all the viruses. The ELISA values derived from the leaves of almonds and walnuts were increased in the late vegetation period. Virus concentration of CLRV-2 isolate showed undetectable levels from July to the end of autumn. According to the results, spring is the optimal time of the year for the serological detection of PNRSV, PDV and CLRV from the leaf tissues.

Keywords: Infection level, PNRSV, PDV, CLRV, ELISA

Giriş

Türkiye değişik iklim özelliklerine sahip bölgeleri nedeniyle farklı ekolojilere sahip olup çok sayıda bitki tür ve çeşidin yetiştiriciliğinin yapıldığı ve bazı türlerin de anavatanı olan bir coğrafyada bulunmaktadır. Son yıllarda ülkemizde sert kabuklu meyve yetiştiriciliği ve üretim miktarı sürekli artış göstermektedir (Anonymous, 2011).

Sert kabuklu meyvelerden badem ve ceviz üretimi ülkemiz ekonomisi ve insanımızın beslenmesindeki yeri açısından da oldukça önemlidir. Diğer meyvelerde olduğu gibi ceviz ve bademde de verimi ve üretimi etkileyen birçok biyotik ve abiyotik faktör söz konusudur. Biyotik faktörler içinde yer alan hastalık etmenleri arasında virüsler, diğer ürünlerde olduğu gibi ceviz ve bademde de ürün kalite ve

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 11.03.2019

Kabul Tarihi: 28.06.2019

¹Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, Konya'da özet olarak sunulmuştur.

²Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yüreğir, Adana

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

*yegulmahmut@gmail.com

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

miktarına önemli oranda etki etmektedir. Ceviz ve badem alanlarında önemli virüs hastalıklarının zamanında ve doğru şekilde tespit edilmesi gerekli bitki koruma tedbirlerinin alınması açısından çok önemlidir. DAS-ELISA testi, virüslerin teşhisinde uygulanan en yaygın serolojik analizlerden biridir. Yapılacak serolojik incelemelerde ise, bitki dokusunda bulunan virüs konsantrasyonu büyük önem arz etmektedir. Bitki-virüs ilişkisi özellikle sıcaklık olmak üzere çevre şartlarından önemli derecede etkilenmektedir. Yüksek sıcaklık, bitkilerde oluşacak semptomları azaltmakta, belirtileri maskeleyen ve enfekteli bitkilerde virüs konsantrasyonunu düşürebilmektedir (Johnson, 1922; Hull, 2002). Buna karşılık düşük sıcaklıklarda viral hastalıklar daha hızlı yayılmakta ve daha şiddetli semptomlar meydana getirmektedir (Hine ve ark., 1970; Gerik ve ark., 1990). Harrison (1956), yüksek sıcaklıklarda virüs replikasyonunun azaldığını, degrade sistemin ise sıcaklıkla beraber arttığını bildirmiştir.

2013-2016 yılları arasında, DAS-ELISA testi ile en uygun tanılama süresinin belirlenmesini amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; CLRV için 2012 yılında saptanan Adana-Balcalı ceviz izolatu, PDV için Hatay-Yayladağı ve PNRSV için Adana-Balcalı izolatından alınan yaprak örnekleri kullanılmıştır. Her ayın farklı tarihlerinde ayda 2 kez olacak şekilde örnekler taze olarak toplanmış ve DAS-ELISA testine tabi tutulmuş, sonuçlar ayrı ayrı kaydedilmiştir.

Materyal ve Yöntem

DAS-ELISA çalışmalarında virüsle bulaşık olduğu tespit edilen bitkilere ait yaprak örnekleri kullanılmıştır. Toplanan yaprak örneklerinin analizi; Clark ve Adams (1977) ile Clark ve Bar-Joseph (1984) tarafından önerilen yöntem baz alınarak kitlerin temin edildiği firmaların protokollerine göre uygulanmıştır. Negatif kontrolün absorbans değerinin iki katı ve üzeri okuma değeri veren örnekler, bulaşık kabul edilmiştir (Barba ve Riccioni, 1993; Helguera ve ark, 2002).

DAS-ELISA testi uygulamasında izlenen basamaklar sırasıyla:

Antibadi (γ -globulinden :IgG), kaplama (IgG Kaplama tamponu) çözeltisi ile kullanılacak optimum konsantrasyona (temin edildiği firmanın önerdiği oran) göre sulandırılmış IgG, DAS-ELISA pleytinin her bir çukuruna 100 μ l konularak pleytin üzeri kapatılıp 37 $^{\circ}$ C de 2-4 saat inkübe edilmiştir. Sonra yıkama tamponu ile 3-4 kez plastik piset veya yıkama makinesi yardımı ile yıkanmıştır. Yıkama tamponu 3 dakika süreyle çukurlarda bekletilmiş ve pleyt ters çevrilerek çukurlarındaki yıkama tamponu boşaltılarak kurulanmıştır. Örnek çözeltisi ile 1/10 oranda ezilen örneklerden çukurlara 100 μ l eklenmiş ve pleytin üzeri kapatılarak +4 $^{\circ}$ C de bir gece (overnight-16 saat) inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra pleytlerin yıkama işlemi yapılmıştır. Konjugat çözeltisi içerisinde enzimle işaretli IgG önerildiği şekilde sulandırılarak her çukura 100 μ l eklenmiş ve pleyt 37 $^{\circ}$ C de 2-4 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra yıkama işlemi tekrarlanmış ve kurutulmuştur. En son aşamada, substrat çözeltisi içerisinde 1 mg/ml konsantrasyonunda sulandırılan substrat tablettten (p-nitrophenyl phosphatate) her çukura 100 μ l olacak şekilde pleyte ilave edilmiş 30-60 dk ve gerekli görüldüğünde daha uzun süre oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübe edilerek enzimatik reaksiyon için bekletilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda, ihtiyaç duyulduğu durumlarda reaksiyonu durdurmak için her bir çukura 20-50 μ l 3 M NaOH ilave edilmiştir. Pleytin çukurlarındaki renk değişimine dayalı ölçümler Anthos 2010 ELISA okuyucusu ile 405 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

CLRV'nin DAS-ELISA ile Teşhisi İçin En Uygun Örnekleme Zamanının Belirlenmesi

Ceviz ağaçlarında CLRV'nin DAS-ELISA ile teşhisi için en uygun örnekleme döneminin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar, 2014 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; 2013 ve 2016 yılı survey çalışmaları esnasında, CLRV ile enfekteli bulunan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Uygulama ve Araştırma arazisinde bulunan iki ceviz ağacından (Ad-B1c-1 ve Ad-B1c-2 izolatları) yıl boyu ortalama 15 günlük periyotlarla yaprak

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

örnekleri alınmıştır. Örnekler alındıktan sonra aynı gün DAS-ELISA testine tabi tutulmuştur.

Yapılan DAS-ELISA çalışmalarının sonuçlarının verildiği Çizelge 1'den de anlaşılacağı üzere Nisan başından Temmuz sonlarına kadar her iki ceviz ağacından alınan örnekler pozitif sonuç vermiştir. 2 no'lu ağaç yıl boyunca sürekli pozitif sonuç vermiştir. Temmuz sonundan itibaren vejetasyon döneminin sonuna kadar yapılan test çalışmalarında, 1 nolu ağaç sadece ekim ayının sonlarında negatif değer 2 katı civarında sonuç vererek pozitif sonuç vermiş, geriye kalan dönemde negatif absorbans değerlerinde seyretmiştir. 1 no'lu ağaç açık alanda tek ağaç şeklinde, 2 no'lu ağaç ise hemen yanındaki kendinden daha çok gelişmiş sağlıklı bir başka ceviz ağacının kuzey yönünde ve sürekli olarak gölgesinde bulunmaktadır. 2 no'lu ağacın farklı bir çeşit veya daha serin yerde ve sürekli gölgede kalmasından dolayı her dönem yüksek absorbans değeri verdiği düşünülmektedir. Her iki izolatta elde edilen absorbans değerleri, ağaçların ilk uyanma döneminde düşük, vejetatif gelişmeyle beraber yükseldiği, daha sonra dokuların yaşlanmaya başlamasından dolayı virüs konsantrasyonunun düşmesiyle absorbans değerlerinin de düşmeye devam ettiği görülmüştür (Şekil 1). Elde edilen sonuçlara göre Adana'da CLRV'nin en uygun örnekleme zamanının ilkbahar ayları olduğu belirlenmiştir. Birçok virüs hastalığında sıcaklığın yükselmesi ile beraber belirtilerin kaybolduğu veya azaldığı, hatta virüsün inaktif olduğu da bilinmektedir. CLRV için cevizde yapılan bu çalışma ile virüs konsantrasyonu ile sıcaklık ilişkisi ile birlikte bölgemizde DAS-ELISA analizi için en uygun örnekleme zamanı ortaya konulmuştur.

CLRv için örnek alma zamanının kritik ve test sonuçlarını büyük oranda etkilediği, optimum örnekleme zamanının bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak ilkbahar ayları ve yaz mevsiminin erken dönemleri olduğu, bununda iklim şartlarına göre

değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir (Anonim, 2016). Benzer şekilde Karesova ve Paprstein (2001), sıcak bölgelerde ACLSV'nin tespiti için en uygun zamanın Mayıs ayının başından Haziran ayının sonuna kadar olan dönem olduğunu bildirmiş, Hull (2002), ise yüksek sıcaklığın simptomları maskeleydiğini ve bitki bünyesinde virüs konsantrasyonunun azaldığını belirtmiştir. Hine ve ark (1970) ile Gerik ve ark (1990), düşük sıcaklıkların virüs hastalıkların hızlı yayılmasında ve şiddetli viral hastalık simptomlarının oluşmasında etkili olduğunu, buna karşılık Harrison (1956), yüksek sıcaklıkların virüslerin yapılarının bozulmasıyla ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, bu çalışmalarla uyumlu niteliktedir.

PDV'nin DAS-ELISA ile Teşhisi İçin En Uygun Örnekleme Zamanının Belirlenmesi

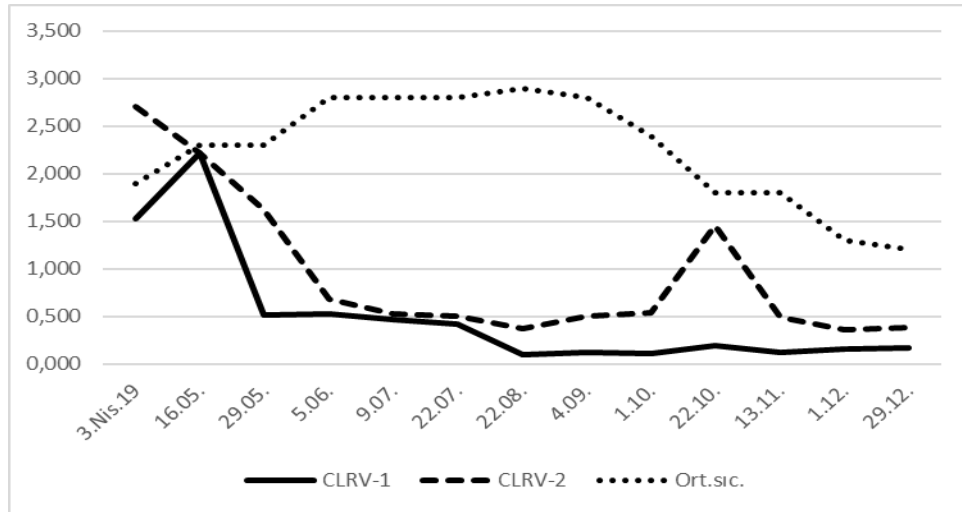
Cevizde olduğu gibi bademde de PDV'nin en uygun örnekleme döneminin DAS-ELISA ile tespiti belirlenmesi amacıyla, 2013 ve 2016 yılı survey çalışmaları esnasında PDV ile enfekteli bulunan Hatay ili Yayladağı İlçesinde bulunan badem ağacı (Hty-Yayladağı-Badem1), 2014 yılında belirli aralıklarla örnek alınarak testlenmiştir. Örnekler alındıktan sonra buz kutusuna konularak soğuk zincirde laboratuvara getirilmiş ve DAS-ELISA testine tabi tutulmuştur.

Çizelge 2'ye göre, ilkbaharda ağaçların uyanmasıyla beraber DAS-ELISA'da okunan absorbans değerleri yükselerek devam etmiş, Mayıs ayında en yüksek okuma değerine ulaşarak Haziran ve Temmuz aylarında düşük değerler elde edilmiş, ancak bu tarihe kadar pozitif olarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Temmuz ayında sıcaklığın yükselmesi ile virüs konsantrasyonu düşmüş, Ağustos ve Eylül aylarında yapılan testlerde ise, negatif absorbans değerlerine düşmüştür. Sonbaharda; Ekim- Kasım ve Aralık aylarında alınan örnekler, tekrar pozitif absorbans değerlerine

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

Çizelge 1. Enfekteli ceviz ağaçlarında yıl boyunca CLRV'nin teşhisi amacıyla örnek alma tarihleri ve DAS-ELISA sonuçları

Örneğin alındığı tarih	Okuma değeri CLRV		Pozitif OD ₄₀₅ .	Negatif OD ₄₀₅ .
	1. Ağaç	2. ağaç		
3 Nisan	1.525	2.700	0.439	0.103
16 Mayıs	2.22	2.220	0.453	0.133
29 Mayıs	0.511	1.620	0.476	0.177
05 Haziran	0.527	0.677	2.980	0.102
09 Temmuz	0.470	0.522	2.581	0.112
22 Temmuz	0.421	0.504	0.426	0.197
22 Ağustos	0.098	0.371	9.999	0.103
04 Eylül	0.118	0.500	2.835	0.119
01 Ekim	0.113	0.535	9.999	0.112
22 Ekim	0.189	1.450	9.999	0.094
13 Kasım	0.121	0.489	9.999	0.121
01 Aralık	0,156	0,365	2,348	0,103
29 Aralık	0,169	0,389	2,041	0,099



Şekil 1. DAS-ELISA testinde CLRV için okunan absorbans değerleri ile sıcaklık ilişkisi (Not: Sıcaklık değerlerinin 1/10'u alınarak grafik oluşturulmuştur.)

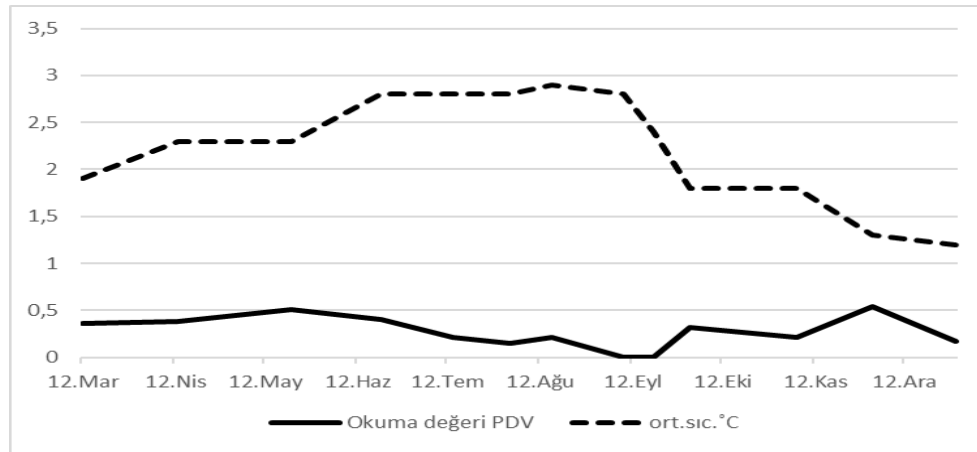
ulaşmıştır. Aralık ayında yaprakların iyice sararıp döküldüğü dönemde alınan yaprak örnekleri, tekrar negatif okuma değerinde seyretmiştir (Şekil 2). Bu sonuçlara göre

genelleme yapıldığında; PDV'nin en uygun örnekleme zamanının ilkbahar ayları ile Sonbaharın geç dönemi olduğu söylenebilir.

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

Çizelge 2. Farklı örnekleme zamanlarında PDV'nin teşhisi amacıyla örnek alma tarihleri ve DAS-ELISA sonuçları

Örneğin alındığı tarih	Örneğin okuma değeri OD ₄₀₅	Pozitif OD ₄₀₅ .	Negatif OD ₄₀₅ .	Sonuç
12 Mart	0,356	9,999	0,101	+
13 Nisan	0,386	9,999	0,107	+
21 Mayıs	0,507	9,999	0,104	+
20 Haziran	0,406	9,999	0,146	+
14 Temmuz	0,208	0,435	0,101	+
02 Ağustos	0,153	9,999	0,105	-
16 Ağustos	0,212	9,999	0,115	-
09 Eylül	0,193	1,469	0,117	-
19 Eylül	0,181	0,447	0,102	-
01 Ekim	0,314	0,548	0,109	+
06 Kasım	0,213	0,356	0,099	+
01 Aralık	0,541	1,358	0,101	+
29 Aralık	0,169	0,414	0,099	-



Şekil 2. DAS-ELISA testinde PDV için okunan absorbands değerleri ile sıcaklık ilişkisi (Not: Sıcaklık değerlerinin 1/10'u alınarak grafik oluşturulmuştur.)

PNRSV'nin DAS-ELISA ile Teşhisi İçin En Uygun Örnekleme Zamanının Belirlenmesi

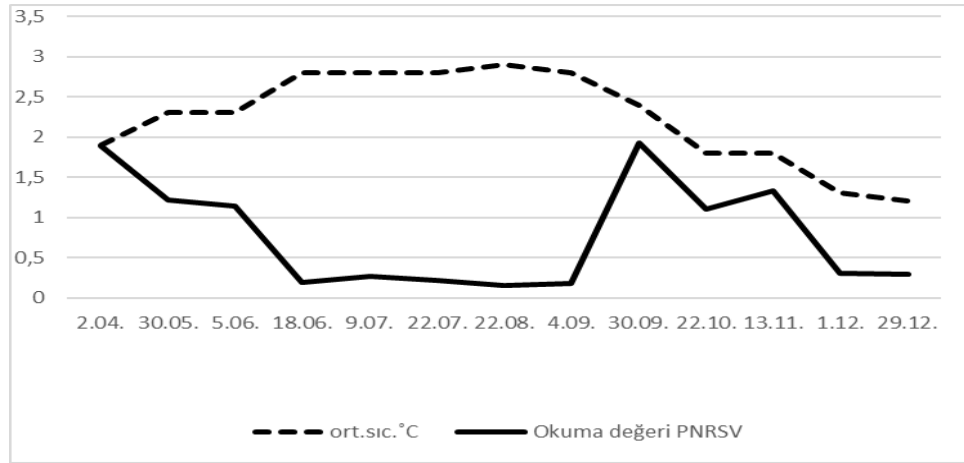
Benzer şekilde PNRSV için de, bademde en uygun örnekleme döneminin belirlenmesi amacıyla DAS-ELISA ile çalışmalar yürütülmüştür. En uygun örnekleme döneminin belirlenmesi amacıyla 2013 ve 2016 yılı survey çalışmaları

esnasında PNRSV ile enfekteli bulunan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama ve Araştırma arazisinde bulunan bir badem ağacı (Ad-Bal-B1) 2014 yılında belirli aralıklarla örnek alınarak test edilmiştir. Örnekler alındıktan sonra aynı gün DAS-ELISA testine tabi tutulmuştur.

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

Çizelge 3. Farklı örnekleme zamanlarında PNRSV'nin teşhisi amacıyla örnek alma tarihleri ve DAS-ELISA sonuçları

Örneğin alındığı tarih	Örneğin okuma değeri OD ₄₀₅	Pozitif OD ₄₀₅ .	Negatif OD ₄₀₅ .	Sonuç
02.04.2013	1.891	0.635	0.102	+
30.05.2013	1.212	0.426	0.167	+
05.06.2013	1.139	0.804	0.089	+
18.06.2013	0.191	0.646	0.095	+
09.07.2013	0.274	0.527	0.232	-
22.07.2013	0.217	3.005	0.188	-
22.08.2013	0.157	0.3	0.104	-
04.09.2013	0.178	2.835	0.119	-
30.09.2013	1,920	9,999	0,101	+
22.10.2013	1,099	9,999	0,094	+
13.11.2013	2,33	9,999	0,121	+
01.12, 2013	0,305	0,348	0,101	+
29.12,2013	0,289	2,131	0,097	+



Şekil 3. DAS-ELISA testinde PNRSV için okunan absorban değerleri ile sıcaklık ilişkisi (Not: Sıcaklık değerlerinin 1/10'u alınarak grafik oluşturulmuştur.)

Çizelge 3'e göre ilkbaharda ağaçların uyanmasıyla beraber DAS-ELISA'da okunan absorban değerlerinin yükseldiği, Mayıs ve Haziran aylarında düşük çıktığı, ancak bu tarihe kadar pozitif sonuç verdiği görülmektedir. Temmuz ayında sıcaklığın yükselmesi ile beraber virüs konsantrasyonu düşerken, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayının başlarında yapılan DAS-ELISA testlerinde ise, negatif

sonuçlar verdiği kaydedilmiştir. Sonbaharda Eylül sonu, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında alınan örnekler tekrar yüksek absorban vererek pozitif sonuç vermiştir (Şekil 3). Elde edilen sonuçlara göre PNRSV'nin en uygun örnekleme zamanının ilkbahar ayları olduğu ancak Sonbaharda havaların serin olduğu dönemde de pozitif sonuçların elde edilebileceği saptanmıştır. Bütün bu sonuçlar

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

dikkate alındığında bitkilerdeki virüslerin tespiti için ilkbahar aylarında serolojik araştırmaların, diğer dönemlerde de moleküler yöntemlerin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Zotto ve ark (1999), Arjantin’de şeftali bahçelerinde PNRSV’nin değişimini farklı fenolojik devrelerde incelemişlerdir. Uyur gözlerde 405 nm’de Mayıs ayında 0.61, Temmuz ayında 0,86, çiçeklerde Eylül ayında 1,22 ve yeni sürgünlerde kasım ayında 1,53 değerlerinde bulunmuştur. Ocak ayında enfekteli olmayan bitkiler ile enfekteli bitkilerin konsantrasyon değerlerinin aynı olduğu saptanmış ve bu çalışmaya benzer olarak virüs teşhisinin bitkilerin çiçeklenme ile yeni filizlenme döneminde yapılmasının daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır. Salem ve ark (2003), PNRSV’nin badem, şeftali ve erik çeşitlerinde PNRSV’nin tespiti için en uygun zamanın bizim bulgulara paralel olarak ilkbahar sezonu çiçeklenme, büyüme uçları ve genç yaprakların olduğunu bildirmişlerdir.

Virüs konsantrasyonlarındaki mevsimsel dalgalanmaların çeşitlere göre farklılık gösterdiğinden, hastalıklı ve sağlıklı bitkileri ayırt edebilmek bütün çeşitler için aynı zamanda mümkün olmamaktadır. Varveri ve ark (1997), bademde PNRSV’nin, kayısıda ACLSV ve PPV’nin, DAS-ELISA ile güvenilir teşhisleri için yaptıkları örnekleme çalışmalarında, burada bulunan sonuçlara benzer olarak Mayıs, Haziran, Temmuz, Ekim ve Kasım aylarında en yüksek okuma değerlerine ulaşmış, sıcaklığın yüksek olduğu ağustos ayında etmenleri belirlemek mümkün olmamıştır. Moury ve ark (2001), sıcaklıkların artması ile virüs konsantrasyonunun azaldığını rapor etmişler, Kobylko ve Nowak (2006) ise, Polonyo’da sıcaklık artışıyla fındıkta ApMV belirtilerinin maskelendiğini ve fındıkta örnek almak için en uygun dönemin Mayıs ayı olduğunu bildirmişlerdir. Literatürlerde verilen sonuçların bu çalışmada elde edilen verilerle büyük bir uyumluluk gösterdiği görülmüştür.

Bütün bu sonuçlar dikkate alındığında Doğu Akdeniz Bölgesi’nde özellikle rakımın düşük olduğu alanlarda ceviz ve badem ağaçlarında virüslerin tespiti için aktif büyümenin ve buna bağlı olarak virüs replikasyonunun hızlı olduğu

ilkbahar aylarında serolojik testlemenin, bitki büyümesinin durduğu, sıcaklıkların yüksek olduğu ve bitki bünyesinde virüs konsantrasyonunun azaldığı diğer dönemlerde de, moleküler yöntemlerin kullanılmasının uygun olacağı önerilmektedir.

Özellikle yaz aylarında (haziran ortasından ekim ayının ortasına kadar olan dönemde) yurtdışından gelen bitki örneklerinin ve sertifikasyon amaçlı (ilkbahar-yaz ve sonbahar) alınan örneklerin serolojik yöntemlerin yanında moleküler olarak test edilmesi, sertifikasyon ve karantina tedbirleri açısından sonuçların güvenilirliği bakımından önerilmektedir. Bu dönemde yapılacak analizlerin mutlaka moleküler yöntemlerle yapılması için yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

Teşekkür

Çalışmayı destekleyen T.C. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (ÇÜ-BAP- ZF2012D12)’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonymous, 2016. National Diagnostic Protocol for CLRV(Cherry and Walnut Strains). Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry.<http://plantbiosecuritydiagnostic.s.net.au/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/NDP-10-Cherry-Leaf-Roll-Virus-V1.2.pdf>
- Anonymous,2011.<http://www.uyurgezer.net/me-yvecilik-kulturu-ve-turkiye-meyve-uretimi-t97324.html>
- Barba, M. ve Riccioni, L., 1993. Improvement of Diagnostic Methods to Detect Plum Pox Virus in Apricot Plants. Agriculture, 139- 141.
- Clark, M. F. ve Adams, A. N., 1977. Characteristics Of The Micro-Plate Method Of Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay For The Detection Of Plant Viruses. Journal Of General Virology. 34, 475-483.

Ceviz ve Bademde *Prune dwarf virus*, *Prunus necrotic ringspot virus* ve *Cherry leaf roll virus* Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi

- Clark, M.F. & Bar-Joseph, M. 1984. Enzyme immunosorbent assays in plant virology. *Methods Virol.*, 7: 51-85.
- Gerik J.S., Duffus, J.E., Perry, R., Stenger, D.C. ve Van Maren, A.F. 1990. Etiology of tomato plant decline in the California desert. *Phytopathology*, 80, 1352-1356.
- Harrison, B. D., 1956. Relationship between Beet ringspot, Potato Bouquet and Tomato black ring viruses. *J. Gen. Microbiology* 18, 450-460.
- Helguera, P.R., Docampo, D.M., Nome, S.F. ve Ducasse, D.A., 2002. Enhanced Detection of Prune Dwarf Virus in Peach Leaves by Immunocapture- Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction with Nested Polymerase Chain Reaction (IC-RT-PCR Nested PCR). *J. Phytopathology* 150, 94-96. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- Hine R.B., Osborne, W.E. ve Dennis, R.E. 1970. Elevation and temperature effects on severity of maize dwarf mosaic virus in sorghum in Arizona. *Plant Dis. Rep.*, 54, 1064-1068.
- Hull R. 2002. *Matthews' Plant Virology*. p. 1001. Fourth ed. Academic Press; London, UK:
- Johnson, J. 1922. Experimental evidence relating to the nature of the mosaic virus. *Phytopathology* 12:52 (Abstr.)
- Karesova, R. ve Paprstein, F. 2001. Apple chlorotic leaf spot virus in germplasm collection of fruit species. *Acta Hort.* 550:259-264.
- Kobylko, T., Nowak, B., 2006. Detection and occurrence of Apple mosaic virus in hazelnut in south-east Poland. *Journal of Plant Pathology* 88(1): 122
- Moury, B., Cardin, L., Onesto, J-P, Candresse, T. ve Poupet, A. 2001. Survey of *Prunus necrotic ringspot virus* in rose and its variability in rose and *Prunus* spp. *Phytopathology*. 91: 84-91.
- Salem, N., Mansour, A., Al-Musa, A., ve Al-Nsour, A., 2003. Seasonal variation of *Prunus necrotic ringspot virus* concentration in almond, peach and plum cultivars. *Phytopathologia Mediterranea* 42, 155-160.
- Varveri, C., Holeva, R., Bem, F.P., 1997. Effect of sampling time and plant part on the detection of two viruses in Apricot and Almond by ELISA. *Annales de l'Institut Phytopathologique, Benaki*. 18(1):25-33.
- Zotto, A.D., Nome, S.F., Rienzo, J.A. di, Docampo, D.M., 1999. Fluctuations of PNRSV at various phenological stages in peach cultivars. *Plant diseases*, 83(11):1055-1057.



Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

Selin ŞAHİN*

1

Özet

Yemeklik yağların çeşitli saklama koşulları altında ya da ısınmaya aşırı maruz kalması gibi durumlarda, zincir reaksiyonlarının neden olduğu oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklanan acılaşıma gibi bir problem ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, söz konusu bozulmayı önlemek veya geciktirmek için ilgili ürünlere antioksidatif katkıları uygulanır. BHA (butillenmiş hidroksianisol), BHT (butillenmiş hidroksitoluen) ve TBHQ (tersiyer bütül hidrokinon) gibi sentetik antioksidanlar uzun yıllardan beri lipid oksidasyonunun sebep olduğu bozulmanın gelişimini geciktirmek için gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Bununla birlikte son zamanlarda yapılan araştırmalar sentetik antioksidanların kullanımıyla ilgili olarak güvenlik kaygılarını ve sağlık risklerini (toksik ve kanserojen etkiler) göstermektedir. Yemeklik bitkilerin fitokimyasallarından elde edilen doğal antioksidan maddelerin, daha güvenli olduğuna ve sentetik antioksidanlara kıyasla ek sağlık yararları ve daha etkili olabileceğine inanılmaktadır. Doğal antioksidanların insanların yiyeceklerle karıştırdığı ve yüzyıllarca tükettiği katkı maddeleri olması nedeniyle, tüketici tarafından güvenli olduğu zaten bilinmektedir. Sonuç olarak, yemeklik yağ ürünlerinin stabilitesinin incelenmesi tüketici ile ilgili sağlık endişeleri nedeniyle araştırmaya değer bir alandır.

Anahtar kelimeler: Gıda güvenliği, bitkisel yağlar, oksidatif stabilite, lipid oksidasyonu, doğal katkı maddeleri, sentetik antioksidanlar.

Effects of Natural Additives on The Stability of Vegetable Oils

Abstract

In the event that edible oils are exposed to various storage conditions or overheating, there exists a problem of *rancidity* caused by oxidation reactions caused by chain reactions. Therefore, antioxidative additives are applied to the respective products to prevent or delay the relevant degradation. Synthetic antioxidants such as BHA (butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene) and TBHQ (tertiary butyl hydroquinone) have been used for many years as a food additive to delay the development of degradation caused by lipid oxidation. However, recent researches have shown safety concerns and health risks (toxic and carcinogenic effects) associated with the use of synthetic antioxidants. It is believed that natural antioxidants from the phytochemicals of edible plants are safer and have additional health benefits and are more effective than synthetic antioxidants. It is already known that natural antioxidants are safe for the consumer because they are mixed with food and consumed for centuries. As a result, the investigation of the stabilization of edible oil products is a field worthy of research due to consumer health concerns.

Keywords: Food safety, vegetable oils, oxidative stability, lipid oxidation, natural additives, synthetic antioxidants.

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 12.06.2019

Kabul Tarihi: 28.06.2019

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul

* selins@istanbul.edu.tr

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

Giriş

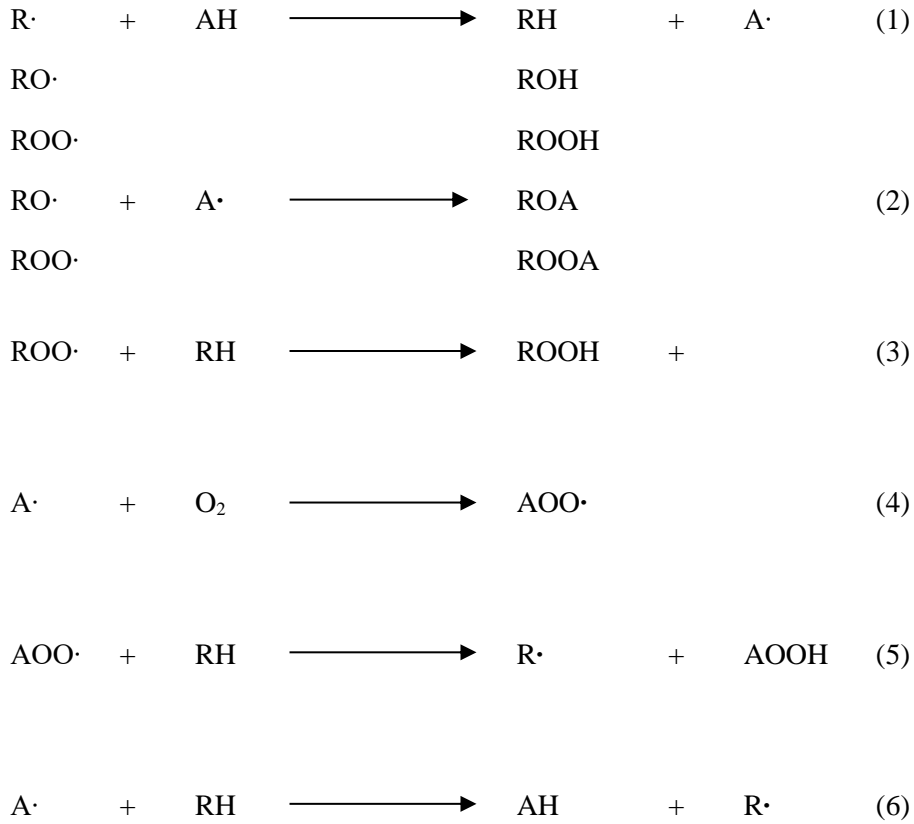
Bitkisel yağlar diğer yemeklik yağlara (hayvansal kaynaklı) göre sağlık üzerinde olumsuz etkileri daha az olduğundan dünya çapında tüketimi artan gıda ürünleridir. Bununla beraber söz konusu yağ ihtiva eden gıdalar sevkiyat ve muhafaza şartlarına bağlı olarak sıcaklık, ışık ve oksijenden dolayı oksitlenmeye ve toksik maddelerin oluşmasına ve tatsızlığa neden olma (acılaşma) eğiliminde olan ürünlerdir (Frega, Mozzon, & Lercker, 1999; Selin Şahin, Bilgin, Sayım, & Güvenilir, 2017a).

Yağ ihtiva eden gıdaların bozulması çeşitli şartlar (ısı, ışık, oksijen gibi) altında meydana gelen oto-oksidasyon zincir reaksiyonlarının neden olduğu oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Bu durum, *acılaşma* (rancidity) olarak bilinmektedir. Yemeklik yağ endüstrisinin karşılaştığı problemlerden biri olan acılaşma, üründe sadece renk, tat ve besin değeri kaybına :

neden olmaz. Aynı zamanda üründe toksik maddelerin oluşmasına da sebep olur. Bu nedenle, söz konusu bozulmayı önlemek veya geciktirmek için ilgili ürünlere antioksidatif katkıları ilave edilmektedir (Oroian & Escriche, 2015).

Antioksidan katkıları, bitkisel ve hayvansal yağ içeren maddelerin üretimi ve sevkiyatı sırasında oluşabilecek oto-oksidasyon kaynaklı zararları önlemede kullanılan en önemli maddelerdir. Söz konusu maddeler, yağ içeren gıdalara tat bozulmasının ve lipid oksidasyonundan ileri gelen toksik bileşenlerin oluşmaması için ilave edilmektedir. Bu biyoaktif maddeler hidrojen verici olarak davranırlar ve toksik maddeleri daha az reaktif türlerle dönüştürürler (Tablo 1). Başlama (1), gelişme (2 ve 3) ve sonlanma (4, 5 ve 6) adımlarını içeren zincir reaksiyonu şu şekilde özetlenebilir (Aluyor & Ori-Jesu, 2002; Yanishlieva & Marinova, 2001):

Tablo 1. Yağ içeren gıda ürünlerinde lipid oksidasyon sürecinin aşamaları



Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

Reaksiyon 6'da da görüldüğü gibi, bu şekilde oluşturulan antioksidan radikali (A·), çiftlenmemiş elektronun, aromatik halka üzerindeki oksijen atomu ile yer değiştirmesiyle dengelenir.

Oksidasyon reaksiyonları gıdalarda vitamin ve tat kaybına neden olmanın yanı sıra serbest radikaller gibi oksitleyici ürünlerin oluşmasına da yol açmaktadır. Serbest radikaller bir veya birden fazla eşleşmemiş elektron içeren moleküllerdir. Eşleşmemiş elektronları sebebiyle oldukça kararsız ve reaktiflerdir. Bu sebeple de gıdalarda istenmeyen oksidasyon reaksiyonlarına yol açmaktadır. Bu oto-oksidasyon reaksiyonlarını önlemek için doğal ve yapay antioksidanlar kullanılabilir (Selin Şahin, Bilgin, Sayım, & Güvenilir, 2017b). Son zamanlarda BHA (butillenmiş hidroksianisol), BHT (bütilenmiş hidroksitoluen), PG (propil gallat) ve TBHQ (tersiyer bütil hidrokinon) gibi sentetik antioksidanların yerini alabilmek adına fitokimyasallar (fenolik maddeler, flavonoidler ve karotenoidler gibi) çok popüler olmuşlardır (Bodoira, Penci, Ribotta, & Martínez, 2017). Zira bu sentetik katkı maddelerinden TBHQ kansorejen etkilerinden dolayı Japonya, Kanada ve bazı Avrupa ülkelerinde yasaklanmıştır. BHA da yine Japonya'da gıda formülasyonlarına uygulanmamaktadır (Shahidi, 2000). Dolayısıyla, sentetik antioksidanların yerini doğal katkı maddelerinin almasına yönelik olarak genel bir tercih söz konusudur. Zaten son yıllarda bu konulardaki araştırma faaliyetlerinin artışı da bundandır.

Bitkisel Yağların Kalite Parametreleri

Yemeklik yağların kalitesi ve stabilitesi, yağın tüketici tarafından kabul edilebilirliğini ve piyasa değerini etkileyen başlıca parametrelerdendir. Bu nedenle, yağ endüstrisinde tüketici tarafından kabul edilebilir yağın üretilmesi ve yağ kalitesinin korunması için yağın kalite kontrolünün gerçekleştirilmesi çok önemlidir (S. Şahin, Bilgin, Sayım, & Güvenilir, 2017).

Oksidatif stabilite, yemeklik yağların kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden biridir. Yağ ihtiva eden ürünlerin oksidatif stabilitelerinin ölçülmesi normal koşullarda aylar süren bir çalışmayı gerektirir. Buna karşılık endüstriyel proseslerde zaman ve sonuç büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, yağ içeren ürünlerin oksidasyona karşı dirençlerini hidroperoksit bozulmasına bağlı olarak

hızlandırılmış şartlar altında ve artan sıcaklıklarda (24 saatten az ve > 100 °C) ölçmeye yönelik bazı enstrümental yöntemler geliştirilmiştir (Farhoosh & Hoseini-Yazdi, 2014; Farhoosh, Niazmand, Rezaei, & Sarabi, 2008; Kowalski, Ratusz, Kowalska, & Bekas, 2004; Ostrowska-Ligeza et al., 2010; Polavka, Paligová, Cvengroš, & Simon, 2005; Joaquín Velasco, Andersen, & Skibsted, 2004). Uçucu asitlerin oluşumu nedeniyle iletkenlikte ani bir artış meydana getirmek için gereken süre, yağın stabilizasyonunun bir ölçüsü olarak tanımlanabilen *indüksiyon süresini* belirler. Başka bir deyişle, indüksiyon süresi yağların oksidasyona karşı direncini karakterize etmek için kullanılan bir kalite parametresidir (Jannat et al., 2010; Yang et al., 2016).

Ayrıca, yağların kalitesini değerlendirmek amacıyla oksidatif stabilite dışında fenolik profil, antioksidan aktivite, peroksit değeri, karoten ve tokoferol içerikleri gibi parametreler de kullanılmaktadır (Selin Şahin, Sayım, & Bilgin, 2017).

Yağın Oksidasyona Karşı Direncinin Ölçülmesi

Yağlardaki lipid oksidasyonunun belirlenmesi için hızlandırılmış koşullarda bazı enstrümental analizler geliştirilmiştir (Farhoosh & Hoseini-Yazdi, 2014; Farhoosh et al., 2008; Kowalski et al., 2004; Ostrowska-Ligeza et al., 2010; Polavka et al., 2005; Joaquín Velasco et al., 2004). Bilindiği gibi *Peroksit Değeri* genel olarak birincil lipid oksidasyonunun belirteci olarak kullanılmaktadır. Fakat söz konusu yağ ürünü ikincil bir oksidasyona doğru giderek acılaşıma olayı baş gösterdiğinde bu belirteç yetersiz kalmaktadır. Aslında, peroksit değeri primer oksidasyon reaksiyonlarının derecesinin bir ölçüsüdür, ancak primer reaksiyonlar yağdaki acılaşmayı önlemez (Adhvaryu, Erhan, Liu, & Perez, 2000).

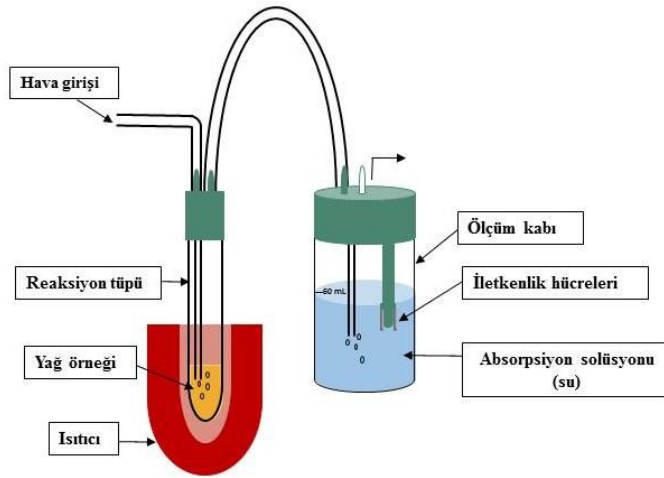
Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) olarak bilinen bir termal analiz metodu, lipid içeren ürünlerdeki termal oksidasyon işlemini değerlendirmek için elli yıldan daha eski bir süredir kullanılan bir diğer yöntemdir (Chiavaro, n.d.; Qi et al., 2016). *Aktif Oksijen Yöntemi* (AOM), yağ içeren numunenin oksidasyona direncini ölçmenin başka bir yoludur (Aktaş, Uzlaşır, & Tunçil, 2018; Läubli & Bruttel, 1986). Yağ stabilitesini analiz etmek için oksidografik yöntemler de uygulanmıştır (Joaquín Velasco & Dobarganes, 2002). *Termogravimetrik Analiz* (TGA) de ilgili

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

numunenin kütesinin termal bozulma yoluyla değiştiğini tespit ederek yağlardaki ve yağlardaki oksidatif stabiliteyi değerlendirmek için kullanılabilir (Tengku-Rozaina & Birch, 2016). Ayrıca, *Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektrumları* (FTIR) da yağlardaki bozulmada sonucu oluşan oksidatif stabilitenin tespiti için değerlendirilebilir (Guillén & Cabo, 2002). *Schaal Fırın* ve *Oksijen Bomba* testleri de yine yağın oksidasyona direncinin ölçmek

için kullanılan hızlandırılmış yöntemlerdendir (Liang & Schwarzer, 1998).

Son olarak, *Ransimat* yöntemi titrasyon gibi analitik bir analiz içermeyen ve sürekli yapılan basit bir hızlandırılmış yöntemdir (Hasenhuettl & Wan, 1992). Bu yöntem yağ içeren ürünlerin oksidatif stabilitesini incelerken ürün miktarı, hava akış hızı ve sıcaklık olmak üzere sadece üç operasyonel değişken içermektedir (Farhoosh, 2007)



Şekil 1: Ransimat cihazının şematik olarak gösterimi

Şekil 1'de de görüldüğü gibi belirli sıcaklıkta tutulan yağ numunesinden hava geçirilir. Isınma sonucu yağdan ayrılan uçucu organik asitler yağ numunesinden geçen ince kapiler borular yardımıyla saf su içeren kaplara taşınır. Yağdaki oksidasyon ile suyun iletkenliği arasında doğrusal bir ilişki gözlenir. Hızlandırılmış oksidasyon şartlarına (>100°C) getirilen cihazda, iletkenliğe karşı zaman grafiğindeki ani değişimin olduğu dönüm noktası otomatik olarak tayin edilir ve indüksiyon süresi olarak kaydedilir.

Bitkisel Yağlarda Doğal Antioksidanların Kullanımı

Son yıllarda doğal antioksidanlarla zenginleştirilerek yağların kalitesini artırmak

için yeşil bir sürece dayalı yeni prosedürler geliştirilmektedir (Achat et al., 2012; Castañeda Peñalvo et al., 2016; Delfanian, Kenari, & Sahari, 2015; Farag, Mahmoud, & Basuny, 2007; Fátima Paiva-Martins, Rui Correia, Susana Félix, Pedro Ferreira, & Gordonl, 2007; Franco et al., 2016; Jaber et al., 2012; R. Japón-Luján & Luque de Castro, 2008; Rafael Japón-Luján, Janeiro, & Castro, 2008; Jimenez, Masson, Barriga, Chávez, & Robert, 2011; Karoui, Msaada, Abderrabba, & Marzouk, 2016; Mei et al., 2014; Rafiee, Jafari, Alami, & Khomeiri, 2012; Salta, Mylona, Chiou, Boskou, & Andrikopoulos, 2007; Sánchez de Medina, Priego-Capote, Jiménez-Ot, & Luque de Castro, 2011; Taghvaei & Jafari, 2015; Yang et al., 2016). Sonikasyon (Achat et al., 2012; Rafael

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

Japón-Luján et al., 2008), homojenizatör (Salta et al., 2007), manyetik karıştırma (Jaber et al., 2012; R. Japón-Luján & Luque de Castro, 2008; Sánchez de Medina et al., 2011) ve dikey karıştırma (Castañeda Peñalvo et al., 2016) gibi türlü yöntemler uygulanarak yemeklik yağların doğal antioksidanlar ile zenginleştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Ultrason-destekli ekstraksiyon ile zeytin yaprağının içeriğindeki fitokimyasalların zeytinyağı içerisinde çözünmesi sağlanarak katı-sıvı ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir (Achat et al., 2012; Rafael Japón-Luján et al., 2008). Başka bir çalışmada, zeytin, ayçiçek ve hurma yağının zeytin yaprağı ekstraktı ile zenginleştirilmesi ile oksidatif stabilitesi ve antioksidan kapasitesi artırılmıştır (Salta et al., 2007). Diğer taraftan, Paiva-Martins ve arkadaşları, sıvı fenolik ekstrakt kullanarak sıvı-sıvı ekstraksiyon ile rafine zeytinyağının stabilitesini güçlendirmişlerdir (Fátima Paiva-Martins et al., 2007). Peñalvo ve arkadaşları, zeytinyağının stabilitesini kekik ile artırıp raf ömrünü uzatmak için manyetik karıştırma, sonikasyon, dikey karıştırma ve sonikasyon kombinasyonu gibi çeşitli metodlar kullanmışlardır (Castañeda Peñalvo et al., 2016). Zeytinyağının kalite parametrelerinin iyileştirilmesi üzerine yapılan başka bir çalışmada da ağırlıkça %0.15 oranında zeytin yaprağı ekstraktı katkı maddesi olarak kullanılmış ve yağın raf ömründe yaklaşık olarak %46 oranında bir artış gözlenmiştir (Selin Şahin, Sayım, et al., 2017). Bununla beraber yağın serbest radikalleri süpürme kapasitesi de 2.5 kat artış göstermiştir. Ayrıca, zeytinyağı tokoferol, karotenoid ve klorofil içerikleri ve peroksit değerleri açısından da işlem görmemiş yağa göre önemli derecelerde iyileşmiştir.

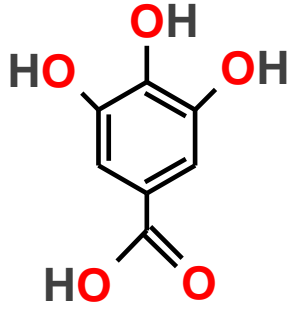
Ayçiçek yağının oksidatif stabilitesi ise rambutan ekstraktı ile doğal antioksidan olarak uygulanması ile incelenmiştir (Mei et al., 2014). Şahin ve ark. (Selin Şahin, Sayım, & Samli, 2017) tarafından ayçiçek yağının kalitesini doğal bir antioksidan kaynağı olan zeytin yaprağı ekstraktı ile arttırmaya yönelik bir çalışmada yağın antioksidan kapasitesi yaklaşık 10 kat artmış ve peroksit değeri işlem görmemiş ayçiçek yağına göre yarıya düşürülmüştür. %0.14 oranında bir ekstrakt katkısının yağın raf ömrünü yaklaşık olarak %24 oranında arttırdığı da gözlenmiştir. Yine ayçiçek yağının araştırıldığı başka bir çalışmada da 120 ppm seviyesinde fenolik madde içeren bir zeytin yaprağı ekstraktı katkısının, yağın stabilitesini

benzer şekilde %20 oranında arttırdığı görülmüştür (Chiou, Kalogeropoulos, Salta, Efstathiou, & Andrikopoulos, 2009).

Soya yağının lipid oksidasyonuna karşı antioksidan kaynağı olarak patates kabuğunun katkı maddesi olarak kullanılabilirliği de araştırılmıştır (Franco et al., 2016). Yine soya yağı ile ilgili başka bir çalışmada da yenidoğuş meyvesinin kabuk ve posa ekstraktları yağın depolanma sürecinde stabilitesini güçlendirmek amacıyla kullanılmıştır (Delfanian et al., 2015). Mısırözü yağının doğal katkı maddeleri ile oksidasyona karşı kararlılığının arttırıldığı bir araştırmada kekik ekstraktı yağı zenginleştirmek amacıyla kullanılmış ve yağın fenolik madde içeriği iki kat artmıştır (Karoui et al., 2016). Başka bir çalışmada da zeytin yaprağı ve oğul otu ekstraktları mısırözü yağının oksidasyona karşı kararlılığının ve diğer kalite parametrelerinin (antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarı gibi) arttırılmasında kullanılmıştır. Yağın antioksidan aktivitesi zeytin yaprağı ile 14 kez, oğul otu ile 6 kez yükselmiştir. %0.12 ve 0.15 arasındaki bir doğal katkı ilavesinin yağın stabilitesini yaklaşık olarak %18 oranında arttırdığı gözlenmiştir.

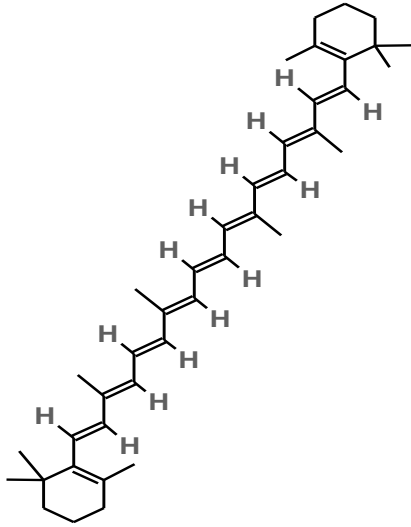
Kurtulbaş ve ark. (Kurtulbaş, Bilgin, & Şahin, 2018) pamuk yağının raf ömrünü çeşitli fitokimyasallar (gallik asit, rutin ve karoten) ile uzatmışlar ve kontrol maksadı ile TBHQ'nun performansını da değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, litre yağ başına 200 mg'lık bir gallik asit katkısının pamuk yağının raf ömrünü 46 günden 639 güne çıkardığı gözlenmiştir. Sentetik bir katkı maddesi olan TBHQ kullanıldığında ise pamuk yağının raf ömrünün 235 gün olacağı tahmin edilmiştir. Artajo ve ark. (Artajo, Romero, Morelló, & Motilva, 2006) da gallik asidi katkı maddesi olarak değerlendirmiş ve zeytinyağına uygulamışlardır. Yine benzer şekilde pek çok fitokimyasal değerlendirilmiş ve en iyi performans gallik asit göstermiştir. Bu durum, gallik asidin moleküler yapısında bulunan fenolik halkasındaki bir 3,4,5-trihidroksi fonksiyonel grubun varlığı ile açıklanmaktadır (**Şekil 2**). Zira bu yapı diğer fitokimyasallardan daha kolay bir şekilde proton değişimine izin vermektedir.

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri



Şekil 2. Gallik asidin moleküler yapısı

β -karotenin bir önceki çalışmada pamuk yağının raf ömrünü uzatmada başarısız olması da söz konusu fitokimyasalın moleküler yapısı ile ilgilidir (Şekil 3). Çünkü, fitokimyasalların serbest radikalleri süpürme yeteneği fenolik bileşiğin aromatik halkalarındaki -OH guruplarının yer değiştirebilmesi ile ilgilidir ki bu durum bu biyoaktif bileşiklerin hidrojen verebilme yeteneğine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 3. β -karotenin moleküler yapısı

Diğer taraftan, karotenin miktarını arttırmak da stabiliteyi arttırabilirdi (Flora, 2009), fakat bu durum yağ renginin değişmesine neden olurdu ki bu da yağın fiziksel kalitesi açısından tercih edilecek bir sonuç değildir (Warner & Frankel, 1987). Sonuç olarak, bu alanda yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, ilave edilen doğal

katkı madde miktarının artırılmasıyla söz konusu yağların oksidasyona direncinin daha da artmış olduğu gözlenmiştir. Fakat yasal gıda ve sağlık komitelerinin (Gıda ve Tarım Örgütü-FAO ve Dünya Sağlık Örgütü-WHO gibi) gıda katkı maddeleri konusundaki sınırlamaları da unutulmamalıdır (Taghvaei & Jafari, 2015). Zira katkı miktarının toksik etkiler açısından güvenli olup olmayacağı bilinemez.

Doğal Antioksidanların Isıl Kararlılığı

Doğal bir antioksidanın herhangi bir gıda ürünündeki kullanımının onaylanabilmesi için birçok gereksinimi karşılaması gerekmektedir. Bir antioksidan, 25 ile 30 °C sıcaklık aralığında en az 1 yıl etkili olmalıdır. Nem, atmosferik oksijen ve yüksek sıcaklıkların varlığı antioksidanlarda çeşitli kimyasal değişikliklere neden olmaktadır (Taghvaei & Jafari, 2015).

Iqbal ve Bhanger tarafından yapılmış olan bir çalışmada, farklı saklama koşulları altında sarımsak ekstraktının ayçiçek yağının oksidasyona karşı direncine etkisi incelenmiş ve sonuçlar sentetik antioksidanların etkisi ile karşılaştırılmıştır (Iqbal & Bhanger, 2007). Sarımsak ekstraktının kayda değer derecede yüksek termal stabilitesi, sentetik antioksidanların aksine, yüksek işlem sıcaklıklarında ilave bir avantaj göstermektedir. Bu nedenle sarımsak, doğal kaynaklı potansiyel bir antioksidan kaynağı olarak önerilmiştir. Yine doğal bir antioksidan olan gallik asidin pamuk ve fındık yağlarının raf ömürlerini arttırmak için incelendiği bir çalışmada, söz konusu maddenin TBHQ gibi termal kararlılığı çok yüksek olan (Santos et al., 2012) bir katkı maddesine karşı bile gözle görülür bir farkla termal olarak kararlılık göstererek, ürünlerin raf ömürlerini arttırdığı gözlenmiştir (Gülmez & Şahin, 2019; Kurtulbaş et al., 2018).

Kısacası, bazı doğal antioksidanların, sentetik antioksidanlardan daha güçlü bir oksidasyon önleme kapasitesine sahip oldukları gibi aynı zamanda daha fazla termal stabiliteye sahip oldukları ve ısıl işlemlerden sonra sentetik antioksidanlarla karşılaştırıldığında daha aktif kalabilecekleri sonucuna da varılabilir (Taghvaei & Jafari, 2015).

Sonuç

Sonuç olarak, fitokimyasallarla zenginleştirilen bir bitkisel yağ, ürünün kalite ve değerinin artmasıyla, günümüz insanın

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

doğal, sağlıklı ve güvenilir gıda talebini karşılayan *fonksiyonel gıda* olarak kabul edilebilir. Doğal gıda katkı maddeleri ekstra sağlığa faydalı özellik sağlamalarına ilave olarak, bitkisel yağların raf ömrünün uzamasına da katkı sağlamaktadırlar. Diğer taraftan, oksidatif stabilite ile ilgili yağdaki muhtemel antioksidatif özellikleri olan bileşikler arasında bir bağlantı olup olmadığını belirlemek için ek çalışmalar da gereklidir. Kısacası, yeni geliştirilmiş doğal katkı maddelerine duyulan ihtiyaç çok nettir, fakat dikkat edilmesi gereken en önemli mesele de gıda ürününün güvenilir olmasıdır. Bu durum da doğal maddelerin gıda formülasyonlarındaki uygulamalarını ölçeklendirmek ve ticarileştirmek için daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği söylenebilir. Doğal antioksidanların birbirleriyle olan sinerjistik etkileri de ayrıca incelenmelidir.

Teşekkür

Bu araştırmanın yürütülmesinde katkı sağlayan İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: BEK-2017-26410) teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Achat, S., Tomao, V., Madani, K., Chibane, M., Elmaataoui, M., Dangles, O., & Chemat, F. (2012). Direct enrichment of olive oil in oleuropein by ultrasound-assisted maceration at laboratory and pilot plant scale. *Ultrasonics Sonochemistry*, 19(4), 777–786. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2011.12.006>
- Adhvaryu, A., Erhan, S. Z., Liu, Z. S., & Perez, J. M. (2000). Oxidation kinetic studies of oils derived from unmodified and genetically modified vegetables using pressurized differential scanning calorimetry and nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Thermochimica Acta*, 364(1–2), 87–97. [https://doi.org/10.1016/S0040-6031\(00\)00626-2](https://doi.org/10.1016/S0040-6031(00)00626-2)
- Aktaş, N., Uzlaşır, T., & Tunçil, Y. E. (2018). Pre-roasting treatments significantly impact thermal and kinetic characteristics of pumpkin seed oil. *Thermochimica Acta*, 669, 109–115. <https://doi.org/10.1016/J.TCA.2018.09.012>
- Aluyor, E., & Ori-Jesu, M. (2002). *African*

journal of biotechnology. African Journal of Biotechnology (Vol. 7). Academic Journals. Retrieved from <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59677>

- Artajo, L. S., Romero, M. P., Morelló, J. R., & Motilva, M. J. (2006). Enrichment of Refined Olive Oil with Phenolic Compounds: Evaluation of Their Antioxidant Activity and Their Effect on the Bitter Index. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(16), 6079–6088. <https://doi.org/10.1021/jf060874q>
- Bodoira, R. M., Penci, M. C., Ribotta, P. D., & Martínez, M. L. (2017). Chia (*Salvia hispanica* L.) oil stability: Study of the effect of natural antioxidants. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.031>
- Castañeda Peñalvo, G., Rodríguez Robledo, V., Sánchez-Carnerero Callado, C., Santander-Ortega, M., Castro-Vázquez, L., Victoria Lozano, M., & Arroyo-Jiménez, M. (2016). Improving green enrichment of virgin olive oil by oregano. Effects on antioxidants. *Food Chemistry*, 197, 509–515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.002>
- Chiavaro, E. (n.d.). *Differential Scanning Calorimetry: Applications in Fat and Oil Technology*.
- Chiou, A., Kalogeropoulos, N., Salta, F. N., Efstathiou, P., & Andrikopoulos, N. K. (2009). Pan-frying of French fries in three different edible oils enriched with olive leaf extract: Oxidative stability and fate of microconstituents. *LWT - Food Science and Technology*, 42(6), 1090–1097. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2009.01.004>
- Delfanian, M., Kenari, R. E., & Sahari, M. A. (2015). Antioxidant Activity of Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Fruit Peel and Pulp Extracts in Stabilization of Soybean Oil During Storage Conditions. *International Journal of Food Properties*, 18(12), 2813–2824. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1013635>
- Farag, R. S., Mahmoud, E. A., & Basuny, A. M. (2007). Use crude olive leaf juice as a natural antioxidant for the stability of sunflower oil during heating. *International Journal of Food Science & Technology*,

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

- 42(1), 107–115.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01374.x>
- Farhoosh, R. (2007). The Effect of Operational Parameters of the Rancimat Method on the Determination of the Oxidative Stability Measures and Shelf-Life Prediction of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(3), 205–209. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-1030-4>
- Farhoosh, R., & Hoseini-Yazdi, S.-Z. (2014). Evolution of Oxidative Values during Kinetic Studies on Olive Oil Oxidation in the Rancimat Test. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(2), 281–293. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2368-z>
- Farhoosh, R., Niazmand, R., Rezaei, M., & Sarabi, M. (2008). Kinetic parameter determination of vegetable oil oxidation under Rancimat test conditions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(6), 587–592. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800004>
- Fátima Paiva-Martins, *, †, ‡, Rui Correia, †, Susana Félix, ‡, Pedro Ferreira, § and, & Gordonl, M. H. (2007). Effects of Enrichment of Refined Olive Oil with Phenolic Compounds from Olive Leaves.
- Flora, S. J. S. (2009). Structural, chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloid exposure. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(4), 191–206. <https://doi.org/10.4161/oxim.2.4.9112>
- Franco, D., Pateiro, M., Amado, I. R., López Pedrouso, M., Zapata, C., Vázquez, J. A., & Lorenzo, J. M. (2016). Antioxidant ability of potato (*Solanum tuberosum*) peel extracts to inhibit soybean oil oxidation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500419>
- Frega, N., Mozzon, M., & Lercker, G. (1999). Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(3), 325–329. <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0239-4>
- Guillén, M. D., & Cabo, N. (2002). Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. *Food Chemistry*, 77(4), 503–510. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00371-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00371-5)
- Gülmez, Ö., & Şahin, S. (2019). Evaluation of oxidative stability in hazelnut oil treated with several antioxidants: Kinetics and thermodynamics studies. *LWT*, 111, 478–483. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2019.05.077>
- Hasenhuettl, G. L., & Wan, P. J. (1992). Temperature effects on the determination of oxidative stability with the metrohm rancimat. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(6), 525–527. <https://doi.org/10.1007/BF02636102>
- Iqbal, S., & Bhangar, M. I. (2007). Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chemistry*, 100(1), 246–254. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.09.049>
- Jaber, H., Ayadi, M., Makni, J., Rigane, G., Sayadi, S., & Bouaziz, M. (2012). Stabilization of refined olive oil by enrichment with chlorophyll pigments extracted from Chemlali olive leaves. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(11), 1274–1283. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100176>
- Jannat, B., Oveisi, M., Sadeghi, N., Behfar, A., Hajimahmoodi, M., Jannat, F., & Khoshnamfar, S. (2010). Shelf Life Prediction of Infant Formula by Using Rancidity Test. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 0(0), 269–273.
- Japón-Luján, R., & Luque de Castro, M. D. (2008). Liquid–Liquid Extraction for the Enrichment of Edible Oils with Phenols from Olive Leaf Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7), 2505–2511. <https://doi.org/10.1021/jf0728810>
- Japón-Luján, Rafael, Janeiro, P., & Castro, M. D. L. de. (2008). Solid–Liquid Transfer of Biophenols from Olive Leaves for the Enrichment of Edible Oils by a Dynamic Ultrasound-Assisted Approach.
- Jimenez, P., Masson, L., Barriga, A., Chávez, J., & Robert, P. (2011). Oxidative stability of oils containing olive leaf extracts obtained by pressure, supercritical and solvent-extraction. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(4), 497–505. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000445>

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

- Karoui, I. J., Msaada, K., Abderrabba, M., & Marzouk, B. (2016). Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of Thyme- Enriched Refined Corn Oil. *J. Agr. Sci. Tech*, 18, 79–91.
- Kowalski, B., Ratusz, K., Kowalska, D., & Bekas, W. (2004). Determination of the oxidative stability of vegetable oils by Differential Scanning Calorimetry and Rancimat measurements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(3), 165–169. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200300915>
- Kurtulbaş, E., Bilgin, M., & Şahin, S. (2018). Assessment of lipid oxidation in cottonseed oil treated with phytonutrients: Kinetic and thermodynamic studies. *Industrial Crops and Products*, 124, 593–599. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2018.08.039>
- Läubli, M. W., & Bruttel, P. A. (1986). Determination of the oxidative stability of fats and oils: Comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the rancimat method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63(6), 792–795. <https://doi.org/10.1007/BF02541966>
- Liang, C., & Schwarzer, K. (1998). Comparison of four accelerated stability methods for lard and tallow with and without antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(10), 1441–1443. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0196-3>
- Mei, W., Ismail, A., Esa, N., Akowuah, G., Wai, H., & Seng, Y. (2014). The Effectiveness of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Extract in Stabilization of Sunflower Oil under Accelerated Conditions. *Antioxidants*, 3(2), 371–386. <https://doi.org/10.3390/antiox3020371>
- Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*, 74, 10–36. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2015.04.018>
- Ostrowska-Ligeza, E., Bekas, W., Kowalska, D., Lobacz, M., Wroniak, M., & Kowalski, B. (2010). Kinetics of commercial olive oil oxidation: Dynamic differential scanning calorimetry and Rancimat studies. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(2), 268–274. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900064>
- Polavka, J., Paligová, J., Cvengroš, J., & Simon, P. (2005). Oxidation stability of methyl esters studied by differential thermal analysis and rancimat. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(7), 519–524. <https://doi.org/10.1007/s11746-005-1103-4>
- Qi, B., Zhang, Q., Sui, X., Wang, Z., Li, Y., & Jiang, L. (2016). Differential scanning calorimetry study—Assessing the influence of composition of vegetable oils on oxidation. *Food Chemistry*, 194, 601–607. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.07.148>
- Rafiee, Z., Jafari, S. M., Alami, M., & Khomeiri, M. (2012). Antioxidant Effect of Microwave-assisted Extracts of Olive Leaves on Sunflower Oil. *J. Agr. Sci. Tech*, 14, 1497–1509.
- Şahin, S., Bilgin, M., Sayım, E., & Güvenilir, B. (2017). Effects of natural antioxidants in the improvement of corn oil quality: olive leaf vs. lemon balm. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(2). <https://doi.org/10.1111/ijfs.13291>
- Şahin, Selin, Sayım, E., & Samli, R. (2017). Comparative study of modeling the stability improvement of sunflower oil with olive leaf extract. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 34(8), 2284–2292. <https://doi.org/10.1007/s11814-017-0106-1>
- Şahin, Selin, Sayım, E., & Bilgin, M. (2017). Effect of olive leaf extract rich in oleuropein on the quality of virgin olive oil. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1721–1728. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2607-7>
- Salta, F. N., Mylona, A., Chiou, A., Boskou, G., & Andrikopoulos, N. K. (2007). Oxidative Stability of Edible Vegetable Oils Enriched in Polyphenols with Olive Leaf Extract. *Food Science and Technology International*, 13(6), 413–421. <https://doi.org/10.1177/1082013208089563>
- Sánchez de Medina, V., Priego-Capote, F., Jiménez-Ot, C., & Luque de Castro, M. D. (2011). Quality and Stability of Edible

Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri

- Oils Enriched with Hydrophilic Antioxidants from the Olive Tree: The Role of Enrichment Extracts and Lipid Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11432–11441. <https://doi.org/10.1021/jf2020528>
- Santos, N. A., Cordeiro, A. M. T. M., Damasceno, S. S., Aguiar, R. T., Rosenhaim, R., Carvalho Filho, J. R., ... Souza, A. G. (2012). Commercial antioxidants and thermal stability evaluations. *Fuel*, 97, 638–643. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.01.074>
- Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung/Food*, 44(3), 158–163. [https://doi.org/10.1002/1521-3803\(20000501\)44:3<158::AID-FOOD158>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20000501)44:3<158::AID-FOOD158>3.0.CO;2-L)
- Taghvaei, M., & Jafari, S. M. (2015). Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1272–1282. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1080-1>
- Tengku-Rozaina, T. M., & Birch, E. J. (2016). Thermal oxidative stability analysis of hoki and tuna oils by Differential Scanning Calorimetry and Thermogravimetry. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(7), 1053–1061. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500310>
- Velasco, Joaquín, & Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9–10), 661–676. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200210\)104:9/10<661::AID-EJLT661>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<661::AID-EJLT661>3.0.CO;2-D)
- Velasco, Joaquín, Andersen, M. L., & Skibsted, L. H. (2004). Evaluation of oxidative stability of vegetable oils by monitoring the tendency to radical formation. A comparison of electron spin resonance spectroscopy with the Rancimat method and differential scanning calorimetry. *Food Chemistry*, 85(4), 623–632. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2003.07.020>
- Warner, K., & Frankel, E. N. (1987). Effects of β -carotene on light stability of soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(2), 213–218. <https://doi.org/10.1007/BF02542004>
- Yang, Y., Song, X., Sui, X., Qi, B., Wang, Z., Li, Y., & Jiang, L. (2016). Rosemary extract can be used as a synthetic antioxidant to improve vegetable oil oxidative stability. *Industrial Crops and Products*, 80, 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.11.044>
- Yanishlieva, N. V., & Marinova, E. M. (2001). Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 103, 752–767.

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Dergi yazım kurallarına
<https://dergipark.org.tr/cutarim/page/3028> linkinden
ulaşabilirsiniz.



Çukurova
Journal of Agricultural and Food Sciences

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

İçindekiler (devamı) - Contents (continuing)

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri Some Properties of Kefir Yogurt Produced by Using Whey Powder during Storage M.K. Esen, N. Güzeler	1-16
Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi Evaluation of Holstein Cattle Raised in Research and Application Farm According to Linear Type Traits G. Gökçe, A. Burgut	17-26
Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics Mikroenkapsüle Probiyotik ve Sinbiyotiklerin Antibakteriyel Etkisi Z. Erginkaya, G. Konuray, M. Harmancı, G. Koç, N. Mete	27-36
Cacao Butter and Alternatives Production Kakao Yağı ve Alternatif Üretimi V. Cisse, F. Yemişçioğlu	37-50
Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri Sumac and Its Important Biological Effects D. Önder, F.Z. Saltan	51-60
Ceviz ve Bademde <i>Prune dwarf virus</i>, <i>Prunus necrotic ringspot virus</i> ve <i>Cherry leaf roll virus</i> Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi Seasonal Variation in <i>Prune dwarf virus</i> , <i>Prunus necrotic ringspot virus</i> and <i>Cherry leaf roll virus</i> Titers In Almond And Walnut Trees M. Yegül, S. Baloğlu	61-68
Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelerine Etkileri Effects of Natural Additives on The Stability of Vegetable Oils S. Şahin	69-78



İçindekiler - Contents

Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri Some Properties of Kefir Yogurt Produced by Using Whey Powder during Storage M.K. Esen, N. Güzeler	1-16
Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Dış Yapı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi Evaluation of Holstein Cattle Raised in Research and Application Farm According to Linear Type Traits G. Gökçe, A. Burgut	17-26
Antibacterial Effects of Microencapsulated Probiotic and Synbiotics Mikroenkapsüle Probiyotik ve Sinbiyotiklerin Antibakteriyel Etkisi Z. Erginkaya, G. Konuray, M. Harmancı, G. Koç, N. Mete	27-36
Cacao Butter and Alternatives Production Kakao Yağı ve Alternatif Üretimi V. Cisse, F. Yemişçioğlu	37-50
Sumak ve Önemli Biyolojik Etkileri Sumac and Its Important Biological Effects D. Önder, F.Z. Saltan	51-60
Ceviz ve Bademde <i>Prune dwarf virus</i>, <i>Prunus necrotic ringspot virus</i> ve <i>Cherry leaf roll virus</i> Yoğunluklarının Mevsimsel Değişimi Seasonal Variation in <i>Prune dwarf virus</i> , <i>Prunus necrotic ringspot virus</i> and <i>Cherry leaf roll virus</i> Titters In Almond And Walnut Trees M. Yegül, S. Baloğlu	61-68
Doğal Katkı Maddelerinin Bitkisel Yağların Stabilitelere Etkileri Effects of Natural Additives on The Stability of Vegetable Oils S. Şahin	69-78