

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ

JOURNAL OF FOOD AND FEED SCIENCE - TECHNOLOGY

Yıl/Year : 16

Sayı/Number: 21

2019/1

Yaygın Olarak Tüketilen *Allium* Türlerinin Öne Çıkan Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkileri
Prominent Features of Commonly Consumed *Allium* Species and Effects on Human Health
İlker ATİK , Harun DIRAMAN

Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve Yağının Fizikokimyasal Özellikleri ve Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi
Physicochemical Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) and Oil and Usage in Food Sector
Melis ERDOĞDU, Ümit GEÇGEL

Farklı Protein İçerikli Pamuk Tohumu Küspelerinin HPLC Yöntemi ile Gossipol Düzeylerinin Belirlenmesi
Determination of Gossypol Levels by HPLC Method of Cotton Seed Meals with Different Protein Contents
Habil UMUR, Figen KÜTÜKOĞLU, Hacer EKŞİ KARAAĞAÇ, Serkan KARA

Kırmızı Pul Biberde Bazı Azo Boyaların LC-MS/MS ile Belirlenmesi
Determination of Some Azo Dyes in Red Pepper Flakes by LC MS/MS
Ayşe Binnur KARATAŞ, İbrahim Emre TOKAT, Ayşegül ARIKAN ASAN

Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ekstraktlarının ve Uçucu Yağlarının Model Gıda Olarak Blok Tip Eritme Peynirinde *Clostridium tyrobutyricum* ve Toplam Maya-Küf Sayıları Üzerine Etkisi
Effect of Water Extracts and Essential Oils of Some Medicinal and Aromatic Plants on *Clostridium tyrobutyricum* and Total Yeast-Mold Levels in Block Type Processed Cheese as a Model Food
Hasan CANKURT, Osman SAĞDIÇ

Yöresel Bir Ürün Olan Tuzlu Yoğurda Enzime Dirençli Nişasta (EDN) İlavesinin Mineral Madde, Randıman, Renk ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması
Effect of Resistant Starch Addition on The Mineral Matter, Yield, Color and Sensory Properties of Salted Yoghurt
Meral KAYGISIZ, Ayşe Neslihan DÜNDAR, Ferhat POLAT, Burcu KADIOĞLU, Nagihan UĞUR

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ DERGİSİ *Journal of Food and Feed Science - Technology*

ISSN 1303-3107

Yayın Bilgileri (Editorial Information)

Gıda ve Yem Kontrol Merkez
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Adına
Sahibi
Owner on behalf of Central Research
Institute of Food and Feed Control

Yıldırım İSTANBULLU
(Enstitü Müdürü-Institute Manager)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü (Editor)
Dr. Nazan ÇÖPLÜ

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)
Dr. Vesile ÇETİN

Reklam ve Abone İşleri
(Advertisement and Subscription)
Ekrem KATMER

Grafik Tasarım (Graphics Design)
Fatma GÜNGÖR BOYNUEĞRİ

Basım (Printing)
SANAT MATBAASI
Selamet Mah. Dr. Sadık Ahmet Cad.
Sütçüoğlu Sit. A Blok 27/A
Osmangazi/BURSA
sanatmat@hotmail.com
Tlf : +90 224 224 28 29
Faks : +90 224 222 00 54

Yönetim ve Yayın Adresi (Administration and
Publishing Address)

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü
Adalet Mh. 1. Hürriyet Caddesi, No: 128
Hürriyet - PK:3 16036 Osmangazi / BURSA

Tlf: + 90 224 246 47 20 (Pbx)
Faks: + 90 224 246 19 41

E-posta (E-mail):
bursagida@tarimorman.gov.tr

Web adresi (Web site):
arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida

Bu Sayının Bilimsel Yayın Danışmanları* (Advisory Board)

Prof. Dr. Hasan YALÇIN
Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hüseyin ESECELİ
Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Prof. Dr. İbrahim AK
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Osman KOLA
Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Halef DİZLEK
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Fatih TÖRNÜK
Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Bayram ÇETİN
Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Perihan YOLCI ÖMEROĞLU
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Öğr. Gör. Dr. Kader ÇETİN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey MYO,
Gıda İşleme Bölümü

* İsimler ünvanlarına göre alfabetik sıra ile yazılmıştır.



arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida

ISSN 1303-3107

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ DERGİSİ

Journal of Food and Feed
Science - Technology

Yıl/Year : 16

Sayı/Number: 21

2019/1

GIDA VE YEM KONTROL MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ - BURSA
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF FOOD AND FEED CONTROL - BURSA

YAYIN KURULU * (Editorial Board)

Dr. Vesile ÇETİN (Başkan)¹

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT²

Dr. Öğr. Üyesi A. Fatih DAĞDELEN³

Öğr. Gör. Dr. Kader ÇETİN⁴

Dr. Arzu ÜRŞEN AŞYEMEZ¹

Dr. Ayşegül AYDIN ŞAHİNOĞLU¹

Dr. Banu Bilge OVALI¹

Dr. Emine ALKIN¹

Dr. Fatma GÜNGÖR BOYNUEYRİ¹

Dr. Figen KÜTÜKOĞLU¹

Dr. Gülnur BİRİCİK¹

Dr. Gülşen SÖYLEMEZ⁵

Dr. H. Özgül UÇURUM¹

Dr. Nazan ÇÖPLÜ¹

Dr. Nurşen ÇİL¹

Dr. Şafak ANDIÇ¹

Ahmet BUDAKLIER⁶

Arzu YAVUZ¹

Ayşe Binnur KARAKAŞ¹

Ekrem KATMER¹

Erhan YEDİKARDAŞ⁵

Filiz ÇAVUŞ¹

Hakan TOSUNOĞLU¹

Hakan YAVAŞ¹

Hatice AYKIR⁵

İ. Emre TOKAT¹

İsmail AZAR¹

Meral KAYGISIZ¹

Müge NEBİOĞLU¹

Nagihan UĞUR¹

Nesrin KURTAR BOZBIYIK⁶

Nurcan AYŞAR GÜZELSOY¹

Nurdan AKBAŞ¹

Orhan EREN¹

Özlem ASLAN¹

Özlem IŞIK¹

Sema DEMİR¹

Sibel PARSEKER YÖNEL¹

Şeref TEPE⁶

1 - Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü-Bursa

2 - Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

3 - Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

4 - Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey MYO, Gıda İşleme Bölümü

5 - Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara

6 - Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara

* İsimler ünvanlarına göre alfabetik sıra ile yazılmıştır.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Derleme/Review

Yaygın Olarak Tüketilen *Allium* Türlerinin Öne Çıkan Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkileri
Prominent Features of Commonly Consumed *Allium* Species and Effects on Human Health
İlker ATİK, Harun DIRAMAN

1

Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve Yağının Fizikokimyasal Özellikleri ve Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi
Physicochemical Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) and Oil and Usage in Food Sector
Melis ERDOĞDU, Ümit GEÇGEL

9

Özgün Araştırma/Original Article

Farklı Protein İçerikli Pamuk Tohumu Küspelerinin HPLC Yöntemi ile Gossypol Düzeylerinin Belirlenmesi
Determination of Gossypol Levels by HPLC Method of Cotton Seed Meals with Different Protein Contents
Habil UMUR, Figen KÜTÜKOĞLU, Hacer EKŞİ KARAĞAÇ, Serkan KARA

18

Kırmızı Pul Biberde Bazı Azo Boyaların LC-MS/MS ile Belirlenmesi
Determination of Some Azo Dyes in Red Pepper Flakes by LC MS/MS
Ayşe Binnur KARATAŞ, İbrahim Emre TOKAT, Ayşegül ARIKAN ASAN

26

Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ekstraktlarının ve Uçucu Yağlarının Model Gıda Olarak Blok Tip Eritme Peynirinde *Clostridium tyrobutyricum* ve Toplam Maya-Küf Sayıları Üzerine Etkisi
Effect of Water Extracts and Essential Oils of Some Medicinal and Aromatic Plants on *Clostridium tyrobutyricum* and Total Yeast-Mold Levels in Block Type Processed Cheese as a Model Food
Hasan CANKURT, Osman SAĞDIÇ

40

Yöresel Bir Ürün Olan Tuzlu Yoğurda Enzime Dirençli Nişasta (EDN) İlavesinin Mineral Madde, Randıman, Renk ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması
Effect of Resistant Starch Addition on The Mineral Matter, Yield, Color and Sensory Properties of Salted Yoghurt
Meral KAYGISIZ, Ayşe Neslihan DÜNDAR, Ferhat POLAT, Burcu KADIOĞLU, Nagihan UĞUR

53



Yaygın Olarak Tüketilen *Allium* Türlerinin Öne Çıkan Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkileri

Prominent Features of Commonly Consumed *Allium* Species and Effects on Human Health

İlker ATİK¹, Harun DIRAMAN²

¹ Öğr. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, AFYONKARAHİSAR, TÜRKİYE

² Doç. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, AFYONKARAHİSAR, TÜRKİYE-
ORCID ID: 0000-0001-8049-0465

Özet

Amaç: Günlük hayatta tükettiğimiz işlenmemiş doğal yiyecek ve içeceklerde yüksek oranda hastalıklara iyi gelen bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenleri yüksek oranda içeren gruplardan bir tanesi de *Allium* cinsine ait bitkilerdir. Normal şartlar altında çiğ veya pişmiş olarak sıklıkla tükettiğimiz; soğan, sarımsak, pırasa gibi sebzeler bu grupta yer almaktadır. İçerdikleri fenolik bileşikler, vitaminler, yağ asitleri, elzem aminoasitler, glikozitler gibi bileşikler bu ürünlerin sağlık açısından bir hayli önemli olduğunu göstermektedir. Bu derlemenin amacı *Allium* cinsine giren ve en çok tüketilen üç önemli tür olan soğan (*Allium cepa*), sarımsak (*Allium sativum*) ve pırasada (*Allium porrum*) bulunan sağlık açısından faydalı bileşenlerin neler olduğunu ve hangi rahatsızlıklara iyi geldiğini bilimsel literatüre dayandırarak özetlemektir.

Materyal ve Yöntem: Bu makalede *Allium* türlerinden özellikle soğan, sarımsak ve pırasadaki biyoaktif bileşenlerin neler olduğu ve insan sağlığı üzerine nasıl etki gösterdikleri konularında yapılan çalışmalar sistematik bir şekilde derlenmiştir.

Bulgular: Yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip bu bitkilerin insan sağlığı açısından önemli olduğu yapılan klinik çalışmalarla kanıtlanmıştır.

Sonuç: Bu çalışmaların sonuçlarına bakıldığında soğan, sarımsak, pırasa gibi bitkilerde bulunan kuersetin, allisin, kaempferol gibi bileşenler; kardiyovasküler rahatsızlıklardan kolesterole, diyabetten tümör oluşumuna kadar çeşitli hastalıkların tedavisinde olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Allium*, Kuersetin, Allisin, Kaempferol, Sağlık

Abstract

Objective: Natural foodstuffs consumed daily contain compounds which are recuperative for healing of diseases. Plants belong to genus *Allium* contain these components highly. Vegetables often consumed raw or cooked like onion, garlic, leek are included in this group. Compounds they contain such as phenolic compounds, vitamins, fatty acids, essential amino acids, glycosides show that these products are very important for health. The aim of this study is to summarize, based on scientific literature, the components good for health found in three of most consumed species belonged to the genus *Allium* as onion (*Allium cepa*), garlic (*Allium sativum*) and leek (*Allium porrum*) and the kinds of disorders which of these components are good for healing them.

Materials and Methods: In this article, the studies on the bioactive components of *Allium* species, especially onion, garlic and leek and how they act on human health have been systematically reviewed.

Results: Clinical studies have proven that these plants, which have high antioxidant and antimicrobial properties, are important for human health.

Conclusion: Components like quercetin, allisin, kaempferol have provided to obtain positive results in the treatment of various diseases from cardiovascular disorders to cholesterol, from diabetes to tumor formation.

Keywords: *Allium*, Quercetin, Allisin, Kaempferol, Health

1. Giriş

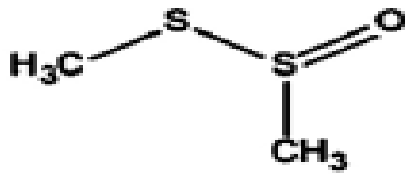
Ekonomik bakımdan gelişmiş, refah seviyesi yüksek toplumlarda, geçen yüzyıl içerisinde bir yandan insanların bedensel etkinliklerinin, diğer yandan tüketilen ekmek ve diğer hububat ürünlerinin miktarının önemli düzeyde azalarak, bireylerin gereksinim duydukları günlük enerjinin büyük kısmını et, yağ ve şeker içeriği yüksek gıdalardan sağlamaya başlamaları; şişmanlık, kalp ve dolaşım rahatsızlıkları, diyabet ve bağırsak hastalıkları gibi bazı hastalıkların artmasına ve yaygınlaşmasına yol açmıştır. Bu hastalıklara karşı önlem olarak; diyetlerin dikkatle seçilip düzenlenmesi ve günlük diyetlerde lif içeriği ve fonksiyonel özelliği yüksek gıdaların bulundurulması önerilmektedir (Gül ve ark. 2008, Dizlek ve ark. 2009). Bu amaçla üzerinde durulan ve sağlıklı gıdalara olan ilginin ve bilincin artmasıyla önemi son yıllarda daha da artan bitki gruplarından bir tanesi *Allium* cinsine ait bitkilerdir.

Allium, Alliaceae ailesinin en büyük ve en önemli temsilcisi olup başta Kuzey Amerika, Kuzey Afrika, Avrupa ve Asya olmak üzere kuzey yarımkürede geniş çapta dağılmış 700 tür içerir (Tsiaganis ve ark. 2006). *Allium* cinsinin üyeleri olan soğan (*Allium cepa*), sarımsak (*Allium sativum*) ve pırasa (*Allium porrum* L.) gibi türler aşılığın yanı sıra halk tıbbında da kullanılmaktadır (Lanzotti 2006; Tsiaganis ve ark. 2006). Tüketimi, başta lezzetli olması ve sağlık açısından olumlu etkilerinin bulunması sebebiyle fazla olmakla birlikte, birkaç faktör daha bu bitkilerin tüketiminin fazla olmasında etkilidir. Bu bitkilerin çoğunun güçlü ve kendilerine özgü lezzetleri, besleyicilik etkileri ve tıbbi uygulamaları, birçok bitki fizyoloğu, kimyager, beslenme uzmanı ve tıbbi araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Gowda ve ark. 2004).

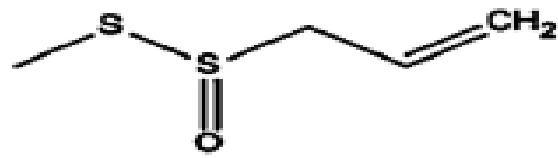
Yemelik bitkiler olmalarının yanı sıra antimikrobiyal, lipid düşürücü, hipokolesterolemik, antitrombotik, kardiyovasküler, hipoglisemik ve antitümörjenik olarak tıpta kullanılmaları sebebiyle *Allium* cinsine giren türlerin hepsinin ayrı ayrı önemi vardır (González-Morales ve ark. 2017).

2. *Allium* Türlerinin Genel Özellikleri

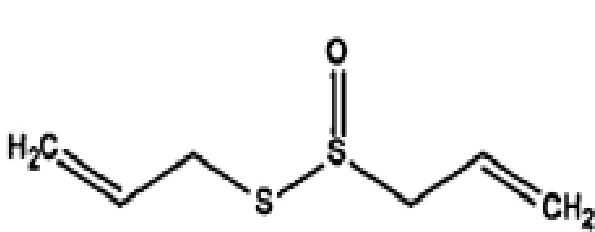
Birçok epidemiyolojik araştırma, *Allium* cinsine ait bitkilerin diyetle tüketilmesinin birçok formdaki kanser türünün, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıkların gelişme riskini azaltması ile ilişkili olduğunu doğrulamıştır. Bu bitkilerin sağlık üzerindeki yararlı etkileri fenolik bileşikler, özellikle flavonoidler ve çeşitli organosülfür bileşikleri gibi biyolojik açıdan aktif fitomolekülleri yüksek oranda içermelerine bağlanmaktadır (Fredotović ve ark. 2017). *Allium* cinsinde yer alan soğan, sarımsak ve pırasada bulunan temel organosülfür bileşikleri Şekil 1'de gösterilmiştir (Poojary ve ark. 2017).



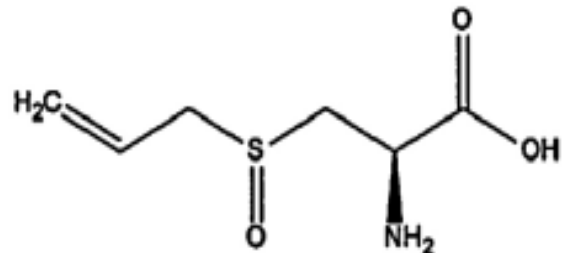
S-Metiltiyometansulfinat



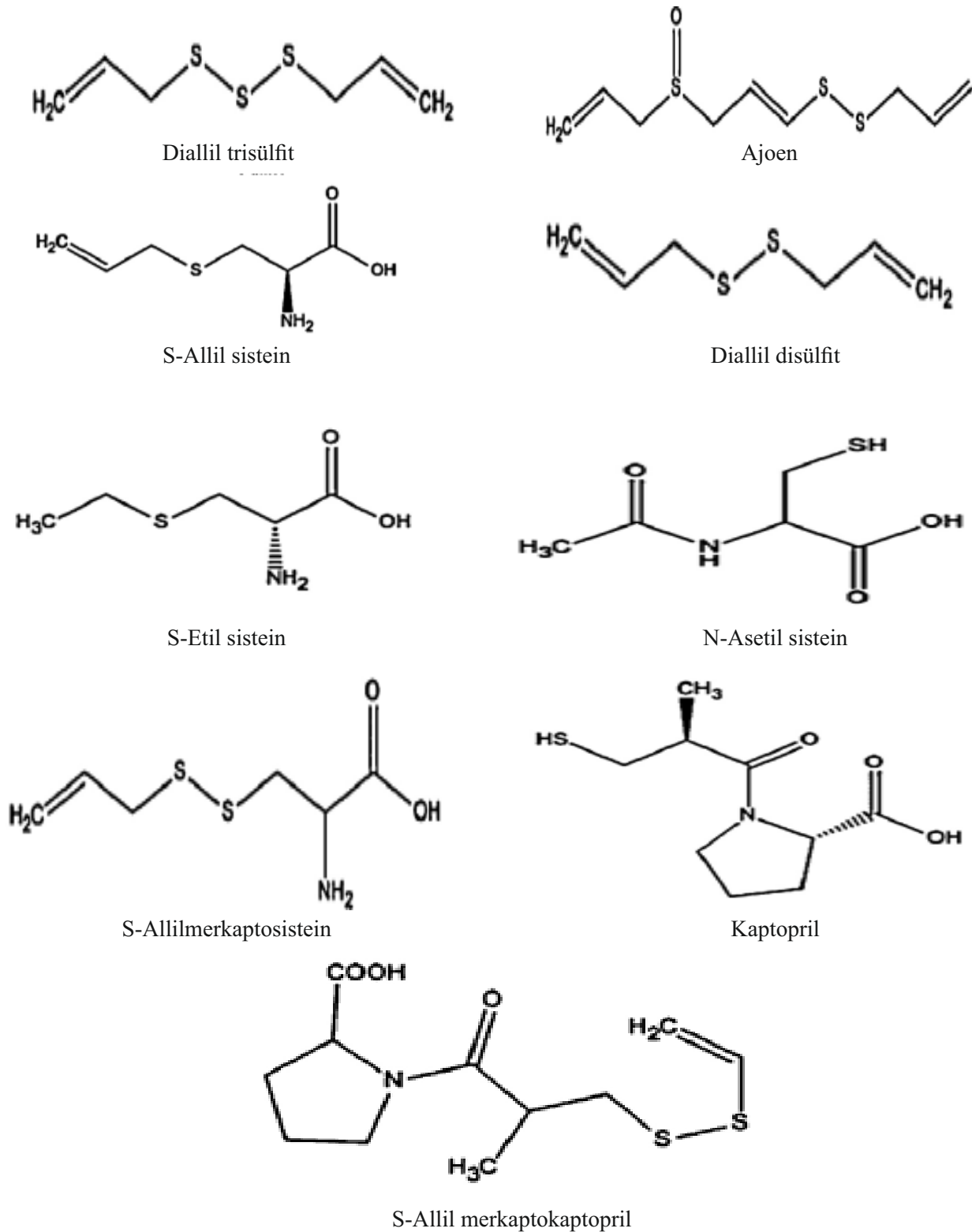
S-Metil-2-propen-1-tiyosulfinat



Allisin



Alliin



Şekil 1. *Allium* türlerinde yer alan temel organosülfür bileşikleri (Poojary ve ark. 2017).

Allium türlerinin biyolojik ve medikal etkilerinin aynı zamanda içeriğinde bulunan flavonoidler, lektinler, prostoglandinler, fruktan, pektin, adenozin, vitamin B1, B2, B6, C, E, biotin, nikotik asit, yağ asitleri, glikolipitler, fosfolipitler, elzem amino asitler, steroid saponinler ve sapogeninlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Kocić-Tanackov ve ark. 2017). Çizelge 1’de *Allium* türlerinin yağı çıkarılmış metanol ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid içerikleri gösterilmiştir (Abdel-Gawad ve ark. 2014).

Çizelge 1. *Allium* türlerinin yağı çıkarılmış metanol ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid içerikleri (Abdel-Gawad ve ark. 2014).

Bitki	Toplam fenol (mg gallik asit eşdeğer cinsinden/g bitki ekstraktı)	Toplam flavonoid (mg rutin eşdeğer cinsinden/g bitki ekstraktı)
Soğan (kuru)	73,01 ± 3,09	7,98 ± 0,29
Soğan (yeşil)	98,75 ± 4,33	15,75 ± 0,63
Sarımsak	89,66 ± 0,01	6,90 ± 0,16
Pırasa	108,78 ± 5,07	19,48 ± 1,40

Bazı baharat bitkilerinin antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle kimyasal katkı maddelerinin aksine doğal otlardan antimikrobiyal ajanlar olarak ekstrakte edilen elzem yağlar (EY), ekstraktlar, oleoresinler ve bunların ana bileşenleri, gıdalardaki mantar gelişimi ve mikotoksin biyosentezinin kontrol edilmesi için olası çözümlerden biri olarak dikkat çekmektedir. Soğan ve sarımsak gibi *Allium* türlerinin de organosülfürik bileşenleri sayesinde antimikrobiyal etkilerinin olduğu bilinmektedir. Birçok makale, bitkilerdeki ekstraktların ve elzem yağların inhibitör etkisinin, birçok bakteri ve mantarın büyümesini engellediğini göstermektedir (Kocić-Tanackov ve ark. 2012). Yağı çıkarılmış *Allium* türlerinin metanol ekstraktlarının; 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal önleyici aktivite, toplam antioksidan kapasitesi ve indirgen güç analizini gösteren değerler Çizelge 2’de gösterilmiştir (Abdel-Gawad ve ark. 2014).

Allium türlerinin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda bunların nörofizyofarmakolojik kullanımına yer verilmesi bu bitkilerin farklı kullanımlarına da ışık tutmaktadır. *Allium* türlerinden elde edilen ekstraktların; analjezik ve ateş düşürücü etkiler sergilediği ve iltihap, ülser, viral enfeksiyon, kanser, egzema, diyabet, yaşlanmaya bağlı kangren, zona, AIDS (edinilmiş bağışıklık yetmezliği sendromu) gibi hastalıkların tedavisinde kullanılabileceği görülmüştür (Bhandari ve ark. 2017).

Çizelge 2. *Allium* türlerinin yağı çıkarılmış metanol ekstraktlarının DPPH serbest radikal önleyici aktivite, toplam antioksidan kapasitesi ve indirgen güç analizi (Abdel-Gawad ve ark. 2014).

Bitki	DPPH serbest radikal önleyici aktivite SC50 [µg/ml]	Toplam antioksidan kapasitesi (mg askorbik asit eşdeğer cinsinden/g ekstrakt)	İndirgen güç analizi (700 nm’de absorbans)
Soğan (kuru)	832,43 ± 7,23	32,01 ± 9,79	0,067 ± 2,08
Soğan (yeşil)	436,73 ± 6,06	62,17 ± 3,72	0,088 ± 3,51
Sarımsak	455,51 ± 2,22	54,13 ± 3,18	0,080 ± 2,56
Pırasa	347,17 ± 3,44	87,25 ± 4,80	0,113 ± 0,50
Askorbik asit	8,06 ± 0,70	--	0,266 ± 2,77
Vitamin E (α- tokoferol)	14,89 ± 0,26	--	0,206 ± 1,57

3. *Allium* Cinsine Ait Yemelik Olarak Tüketilen Önemli Bitkiler

3.1. Soğan

Diğer *Allium* türleri arasında *Allium cepa* L. (yemelik soğan) dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan en eski bitkilerden birisidir (Gurushizde ve ark. 2007). Soğanın 5000 yıl önce Mısır’da kullanıldığına dair bulgular mevcuttur (Kaur ve ark. 2017). Dünya genelinde domatesten sonra en çok yetiştirilen tarımsal ürün soğandır (Kaur ve ark. 2009). Yıllık olarak Dünya genelinde 4.955.432 hektarlık alanda 93.198.548 ton kuru, 253.661 hektarlık alanda 5.725.132 ton yaş (yeşil) üretim ile birlikte toplamda 5.209.093 hektarlık alanda 98.923.680 ton soğan üretimi söz konusudur (Anonim 2016).

Birçok epidemiyolojik çalışma; diyet olarak tüketilen soğanın bazı kanser türlerinin, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıkların gelişme riskinin azaltılmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (Yang ve ark. 2013). Soğanın sağlık üzerindeki yararlı etkileri; içerdiği fenolik bileşikler, özellikle flavonoidler ile soğanın tadından ve kokusundan sorumlu olan çeşitli organosülfür bileşikleri gibi biyolojik açıdan aktif fitomolekülleri yüksek oranda içermesine bağlanmaktadır (Fredotović ve ark. 2017).

Bütün soğan çeşitleri başta kuersetin olmak üzere diğer flavonoid türleri bakımından zengindir. Soğan diyet olarak tüketilen gıda ürünleri içerisinde kuersetinin ana kaynağı olarak kabul edilmektedir (Siddiq ve ark. 2013). Epidemiyolojik çalışmalar kuersetinin kardiyovasküler hastalıklar ve kanserin önlenmesinde muhtemel rolü olduğuna dikkat çekmektedir (Rodríguez Galdón ve ark. 2008).

Bu bileşiklerin, DNA hasarı ve tümör gelişimini tetikleyen serbest radikalleri önleyici etkisi olduğu düşünülmektedir (Rodrigues ve ark. 2010). Soğan aynı zamanda; öksürük, grip, yanık, diş ağrısı, bağırsak ve böbrek enfeksiyonları ile kalp yetmezliği gibi diğer yaygın rahatsızlıkların tedavisinde ve vücutta bulunan mikropları uzaklaştırmak için kan temizleyici olarak kullanılır. Çiğ soğan, ağız ve boğaz için iyi bir temizlik ajanı olarak işlev görür (Lanzotti 2006, Kaur ve ark. 2017).

3.2. Sarımsak

Sarımsak *Allium* cinsine ait türler arasında ve diğer sebzeler arasında hem sağlık açısından hem de ekonomi açısından çok önemli bir yere sahiptir. Üretilen alan ve elde edilen ürün bakımından dünya genelinde önemli bir paya sahiptir. 2016 yılı verilerine bakıldığında dünya genelinde toplamda 1.468.811 hektarlık alanda 26.573.001 ton sarımsak üretiminin yapıldığı görülmektedir (Anonim 2016). Sarımsak bitkisi 6000 yıldan beri insanoğlu tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Anavatani Orta Asya olmakla birlikte zamanla dünya geneline yayılmıştır ve şu anda çoğu ülkede üretimi yapılmaktadır (Petropoulos ve ark. 2018).

Şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalar, sarımsağın terapötik özelliklerine ve sağlık açısından yararlarına büyük ilgi oluşmasını sağlamıştır ve birçok rapor sarımsak ve olgunlaştırılmış sarımsak ekstraktları, sarımsak yağları, elzem yağları gibi sarımsakla ilgili ürünlerin çeşitli hastalıklara karşı faydalı etkileri olduğunu bildirmektedir (Kyung 2012, Casella ve ark. 2013, Zeng ve ark. 2017).

Yemeklik amaçla yaygın olarak kullanılan sarımsak, hem geleneksel hem de modern tıp camiasında terapötik ve tıbbi özelliklerinden dolayı yoğun bir şekilde ilgi görmektedir. Çiğ sebze (taze yapraklar veya kurutulmuş sarımsak dişleri) olarak ya da yağ, ekstrakt ve hatta toz formunda işleme tabi tutulduktan sonra tüketilebilen farklı sarımsak formülasyonları arasında kimyasal bileşimde ve sonuç olarak biyoaktif bileşiklerde belirgin farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Lanzotti ve ark. 2014).

Çiğ sarımsak, sarımsak ekstraktları, olgunlaştırılmış sarımsak ekstraktları, ticari takviyeler ve bitkisel ilaçlar ile kobaylarda ve çeşitli formlarda klinik araştırmalarda; sarımsağın en önemli yararlı etkilerinden birinin antioksidan özelliği olduğu bildirilmektedir. (Petropoulos ve ark. 2018, Santhosha ve ark. 2013). Kanser önlenmesi, antitrombotik etki, kardiyovasküler koruma ve yaşlanma karşıtı etkileri de içeren birçok tedavi edici etki sarımsağın güçlü antioksidan özellikleri ile yakından ilişkilidir (Huang ve ark. 2015).

Sarımsağın antimikrobiyal etkisi çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. Geçmişte insanlar sarımsağı halk tıbbında çeşitli hastalıklara karşı temel bileşen olarak kullanıyorlardı (Lanzotti ve ark. 2014). Saf haldeki allisin ile yapılan in vitro testler ile teyit edilerek, allisinin belirgin antibakteriyel ve fungusit özellikleri ile sarımsağın potansiyeli en yüksek bileşeni olduğu düşünülmektedir. Fakat şimdiye kadar in vivo aktivitesi klinik öncesi ve klinik çalışmalarla elle tutulur bir şekilde teyit edilmemiştir (Marchese ve ark. 2016). Sarımsaktaki özellikle tiyosülfinatlar gibi organosülfürik bileşikler, uçucu bileşikler olarak önem sırasına göre son sıralarda yer almasına rağmen; özellikle işlenmesinden sonra sarımsak; fenoller, saponinler, peptidler ve benzerleri genel antimikrobiyal aktivitelere katkıda bulunan çok çeşitli biyoaktif bileşik içerir (Kyung 2012, Lanzotti ve ark. 2014).

3.3. Pırasa

Pırasa *Allium* cinsine ait bir bitki olup özellikle Avrupa'da yetiştiriciliği yapılan en önemli sebzelerden birisidir. Yıllık olarak dünya genelinde 131.766 hektarlık alanda 2.096.067 tonluk üretimi söz konusu olup bu değer pırasayı diğer yetiştiriciliği yapılan sebzeler arasında üretim miktarı açısından önemli bir yere koymaktadır (Anonim 2016).

Diğer *Allium* bitkilerine kıyasla, bitkisel gelişimi için optimum sıcaklık 20°C civarında olmasına rağmen pırasa, soğuk havaya karşı çok daha dayanıklıdır. Farklı iklimlere ve pazar taleplerine göre uyarlanmış yerel türler, Bulgaristan'dan İrlanda'ya kadar birçok Avrupa ülkesinde ve dünyanın diğer bölgelerinde (Örn: Ortadoğu) geliştirilmiştir. Daha önceleri yetiştiriciliği yapılan pırasa kültür bitkileri aslında yerel türler olmasına rağmen, sonraki zamanlarda bu bitkinin tarımsal ve morfolojik işlemlere karşı oldukça değişken olduğu tespit edilmiştir. 20. yüzyılın ikinci yarısında çok sayıda yeni türler geliştirilmiştir. Kışa karşı dayanıklılık, kış türlerinde uzun saplar, yaprakların dik olması ve koyu yaprak rengi pırasada arzulanan özelliklerdendir (Barnaert ve ark. 2012).

Yaygın olarak yiyeceklere lezzet vermek için pişirilerek veya nadir bir biçimde çiğ olarak yiyeceklerin yanında tüketilen pırasa, sağlık açısından faydalı olduğu bilinen fenolik asitler (ve türevleri), flavonoidler (flavan, flavanon, flavonler, flavonol, dihidroflavonol, flavan-3-ol, flavan-4-ol ve flavan-3,4-diol) ve flavonoid polimerler (proantosiyanidinler veya yoğunlaşmış tanninler) de dahil olmak üzere polifenolik bileşikler gibi zengin ikincil metabolitlerin kaynağı olarak tanınmaktadır (Barnaert ve ark. 2012).

Pırasa aynı zamanda kuersetin 3,4 -O-diglukozit, kuersetin 3-O-glukozit, kuersetin 4'-O-glukozit, izoramnetin 4-O-glukozit ve kuersetin aglikon gibi flavonoller açısından zengin bir kaynaktır. Konu üzerinde daha önce yapılan çalışmalar pırasadaki esas flavonoid aglikonunun kaempferol olduğu göstermiştir (Soininen ve ark. 2014). Bu fenolik bileşiklerden bazıları kanda pıhtılaşmayı ve topaklaşmayı önleyici etki göstermektedir. Kaempferol aynı zamanda tromboksan alıcısına karşıt etkili davranmaktadır. Bunun damar tıkanıklığının ve akut trombosit pıhtı oluşumunun önlenmesinde etkili bir madde olduğu iddia edilmektedir (Fattorusso ve ark. 2001).

Pırasa; halk arasında ateşli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca öğütülmüş formu öksürük, mukozal sekresyon ve boğaz ağrısının başlangıç aşamasında tedavi edicidir. Pırasa taze suyunun oral olarak alındığında mideye iyi geldiği ve antispazmodik olarak etki gösterdiği bildirilmiş ve ayrıca sindirim üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Adão ve ark. 2011).

4. Sonuç

Beslenmenin sağlık üzerindeki etkileri ortaya çıktıkça insanlar tükettikleri gıdalar konusunda daha bilinçli davranmaya başlamıştır. İşlenmiş gıdalardan ziyade doğal olan gıdaların tüketimi konusundaki istek her geçen gün artmaya devam etmektedir (Gül ve Dizlek 2009). Doğal olarak sınıflandırabileceğimiz ürünlerin başında da meyve ve sebzeler gelmektedir. İçerdikleri besleyici öğelerin yanında sağlık açısından da son derece önemli bileşenleri ihtiva etmeleri bu ürünlerin mümkün olduğunca az işlem görerek tüketilmelerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Allium cinsinde yer alan soğan, sarımsak ve pırasanın hem besleyici olduğu hem de yüksek oranda fitokimyasal bileşikleri içerdiği görülmüştür. Özellikle soğan, sarımsak ve pırasada sırasıyla yüksek oranlarda bulunan kuersetin, allisin ve kaempferol insan sağlığı açısından son derece önem arz eden biyoaktif bileşiklerdir. Bu bileşiklerin vücuda alınması insanların bağışıklık sistemi üzerine olumlu etki göstermekle birlikte çeşitli hastalıkların tedavisinde de olumlu etki göstermektedir. Ayrıca yine bu bitkilerin serbest radikal önleyici aktivitelerinin (342,17–842,13 µg/ml) ve toplam antioksidan kapasitelerinin (32,01–87,25 mg askorbik asit eşdeğer cinsinden/g ekstrakt) yüksek olması da bu ürünlerin önemini bir kat daha arttırmaktadır. İnsanların günlük diyetinde bu bileşikler yüksek oranda ihtiva eden soğan, sarımsak ve pırasayı gerek çiğ gerekse pişmiş olarak tüketmeleri hem beslenmelerine hem de sağlıklarına olumlu katkılar sağlayacaktır.

5. Kaynaklar

- Abdel-Gawad, M., Abdel-Aziz, M., El-Sayed, M., El-Wakil, E. and Abdel-Lateef, E., 2014. In vitro antioxidant, total phenolic and flavonoid contents of six *Allium* species growing in Egypt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3 (4): 343-346.
- Adão, C.R., Da Silva, B.P. and Parente, J.P., 2011. A new steroidal saponin with antiinflammatory and antiulcerogenic properties from the bulbs of *Allium ampeloprasum* var. *porrum*. *Fitoterapia*, 82: 1175-1180.
- Anonim, 2016. FAO Statistics Division, 2016. Food and Agriculture Data. Rome, Italy, (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 19.01.2018)).
- Barnaert, N., De Paepe, D., Bouten, C., De Clercq, H., Stewart, D., Van Bockstaele, E., De Loose, M. and Van Droogenbroeck, B., 2012. Antioxidant capacity, total phenolic and ascorbate content as a function of the genetic diversity of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *Food Chemistry*, 134: 669-677.
- Bhandari, J., Muhammad, B., Thapa, P. and Shrestha, B.G., 2017. Study of phytochemical, anti-microbial, anti-oxidant, and anti-cancer properties of *Allium wallichii*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(102): 1-9.
- Casella, S., Leonardi, M., Melai, B., Fratini, F. and Pistelli, L., 2013. The role of diallyl sulfides and dipropyl sulfides in the in vitro antimicrobial activity of the essential oil of garlic, *Allium sativum* L., and Leek, *Allium porrum* L. *Phytotherapy Research*, 27: 380-383.
- Dizlek, H., Özer, M. S., İnanç, E. ve Gül, H., 2009. Karabuğdayın (*Fagopyrum Esculentum* Moench) bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. *Gıda*, 34(5): 317-324.

- Fattorusso, E., Lanzotti, V., Tagliatalata-Scafati, O. and Cicala, C., 2001. The flavonoids of leek, *Allium porrum*. *Phytochemistry*, 57: 565-569.
- Fredotović, Ž., Šprung, M., Soldo, B., Ljubenković, I., Budić-Leto, I., Bilušić, T., Čikeš-Čulić, V. and Puizina, J., 2017. Chemical composition and biological activity of *Allium cepa* L. and *Allium x cornutum* (Clementi ex Visiani 1842) Methanolic Extracts. *Molecules* 2017, 22, 448: 1-13.
- González-Morales, S., Pérez-Labrada, F., García-Enciso, E.L., Leija-Martínez, P., Medrano-Macías, J., Dávila-Rangel, I.E., Juárez-Maldonado, A., Rivas-Martínez, E.N. and Benavides-Mendoza, A., 2017. Selenium and Sulfur to produce *Allium* functional crops. *Molecules*, 22, 558: 1-22.
- Gowda, N.K.S., Malathi, W. and Suganthi, R.U., 2004. Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 281-291.
- Gurushizde, M., Mashayekhi, S., Blattner, F.R., Friesen, N. and Fritsch, R.M., 2007. Phylogenetic relationship of wild and cultivated species of *Allium* section *Cepa* inferred by nuclear rDNA ITS sequence analysis. *Plant Systematics and Evolution*, 269: 259-269.
- Gül, H., Dizlek, H. ve Alparslan, Ş., 2008. Yulafın bileşimi ve gıda sanayinde kullanım olanakları. *Hasad Gıda*, 23(274): 38-43.
- Gül, H. ve Dizlek, H., 2009. Usage of oxidative enzymes instead of chemical oxidants in bread making. *International Symposium on Engineering and Architectural Sciences of Balkan, Caucasus and Turkic Republics*, 22-24 October, Isparta, TURKEY, 343-349.
- Huang, C-H., Hsu, F-Y., Wu, Y-H., Zong, L., Tseng, M-Y., Kuo, C-J., Hsu, A-L., Liang, S-S. and Chiou S-H., 2015. Analysis of lifespan-promoting effect of garlic extract by an integrated metabolo-proteomics approach. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 26: 808-817.
- Kaur, C., Joshi, S. and Kapoor, H.C., 2009. – Antioxidants in onion (*Allium cepa* L) cultivars grown in India. *Journal Of Food Biochemistry*, 33: 184–200.
- Kaur, G., Gupta, V., Christopher, A.F., Bansal, R. and Bansal, P., 2017. Kitchen phytochemicals from *Allium cepa* – their role in multidrug Resistance. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 30 (3): 789-792.
- Kocić-Tanackov, S., Dimić, G., Lević, J., Tanackov, I., Tepić, A., Vujičić, B. and Gvozdanović-Varga, J., 2012. Effects of onion (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) essential oils on the *Aspergillus versicolor* growth and sterigmatocystin production. *Journal of Food Science*, 77 (5): 278-284.
- Kocić-Tanackov, S., Dimić, G., Mojović, L., Gvozdanović-Varga, J., Djukić-Vuković, A., Tomović, V., Šojić, B. and Pejin, J., 2017. Antifungal activity of the onion (*Allium cepa* L.) essential oil against *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species isolated from food. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: 1-10.
- Kyung, K.H., 2012. Antimicrobial properties of *Allium* species. *Current Opinion in Biotechnology*, 23: 142-147.
- Lanzotti, V., 2006. The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography A*, 1112: 3-22.
- Lanzotti, V., Scala, F. and Bonanomi, G., 2014. Compounds from *Allium* species with cytotoxic and antimicrobial activity. *Phytochemistry Reviews*, 13: 769-791.
- Marchese, A., Barbieri, R., Sanches-Silva, A., Daglia, M., Nabavi, S.F., Jafari, N.J., Izadi, M., Ajami, M. And Nabavi S.M., 2016. Antifungal and antibacterial activities of allicin: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 52: 49-56.
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M. and Ferreira, I.C.F.R., 2018. Antimicrobial and antioxidant properties of various Greek garlic genotypes. *Food Chemistry*, 245: 7-12.
- Poojary, M.M., Putnik, P., Kovačević, D.B., Barba, F.J., Lorenzo, J.M., Dias, D.A. and Shpigelman, A., 2017. Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. *Journal of Food Composition and Analysis*, 61: 28-39.
- Rodrigues, A.S., Pérez-Gregorio, M.R., García-Falcón, M.S., Simal-Gándara, J. and Almeida D.P.F., 2010. Effect of post-harvest practices on flavonoid content of red and white onion cultivars. *Food Control*, 21: 878–884.
- Rodríguez Galdón, B., Rodríguez Rodríguez, E.M. and Díaz Romero, C., 2008. Flavonoids in onion cultivars (*Allium cepa* L.). *Journal of Food Science*, 73 (8): 599-605.

Santhosha, S.G., Jamuna, P. and Prabhavathi, S.N., 2013. Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance. *Food Bioscience*, 3: 59-74.

Siddiq, M., Roidoung, S., Sogi, D.S. and Dolan, K.D., 2013. Total phenolics, antioxidant properties and quality of fresh-cut onions (*Allium cepa* L.) treated with mild-heat. *Food Chemistry*, 136: 803-806.

Soininen, T.H., Jukarainen, N., Soininen, P., Auriola, S.O.K., Julkunen-Tiitto, R., Oleszek, W., Stochmal, A., Karjalainen, R.O. and Vepsäläinen, J.J., 2014. Metabolite profiling of leek (*Allium porrum* L.) cultivars by ¹H NMR and HPLC–MS. *Phytochemical Analysis*, 25: 220-228.

Tsiaganis, M.C., Laskari, K. and Melissari, E., 2006. Fatty acid composition of *Allium* species lipids. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 620-627.

Yang, E-J., Kim, G-S., Kim, J.A. and Song K-S., 2013. Protective effects of onion-derived quercetin on glutamate-mediated hippocampal neuronal cell death. *Pharmacognosy Magazine*, 9 (36): 302-308.

Zeng, Y., Li, Y., Yang, J., Pu, X., Du, J., Yang, X., Yang, T. and Yang, S., 2017. Therapeutic role of functional components in *Alliums* for preventive chronic disease in human being. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017: 1-13.



Chia Tohumu (*Salvia hispanica L.*) ve Yağının Fizikokimyasal Özellikleri ve Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi

Physicochemical Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica L.*) and Oil and Usage in Food Sector

Melis ERDOĞDU¹, Ümit GEÇGEL²

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TEKİRDAĞ, TÜRKİYE

² Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TEKİRDAĞ, TÜRKİYE
ORCID ID: 0000-0002-7092-5899

Özet

Amaç: İnsan sağlığı üzerine oldukça yararlı etkileri olan ve özellikle yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriği ile gündeme gelen chia (*Salvia hispanica L.*) tohumunun gıdalarda kullanımına yönelik gittikçe artan bir ilgi gözlenmektedir. Chia tohumunun doyumluk hissini ve bağıışıklığı arttırdığı, kalp-damar ve diyabet gibi hastalıkların da riskini azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca, chia tohumunun alerjik olmadığı, herhangi bir toksik etki göstermediği ve gıdalara katılarak yenilebilir olduğu yapılan bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır. Chia tohumu, unu veya yağı günümüzde ekmek, kek, bisküvi, kahvaltılık gevrek, aperatiflere, salata, yoğurt ve içecekler gibi bir çok gıdaya dahil edilmektedir. Bu derlemede chia tohumu ve yağının fizikokimyasal özelliklerine değinilerek insan sağlığına faydaları konusunda yapılan in vivo çalışmalar incelenmiş ve chia tohumunun gıdalarda kullanımı ile ilgili yapılan güncel araştırmalar derlenerek ileride yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Chia Tohumu, Omega-3 Yağ Asitleri, Fizikokimyasal Özellikleri, Fonksiyonel Gıda, Gıda Sektörü

Abstract

Objective: There has been a growing interest in the use of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds in the food, which is highly beneficial for human health and is especially high in unsaturated fatty acid content. Chia seeds have been reported to increase feeling of saturation and immunity and reduce risk of diseases such as cardiovascular and diabetes. It has also been proven by scientific studies that chia seed is not allergic, does not show any toxic effects and can be edible by adding food. Chia seeds, flour or oil are now included in many foods such as bread, cakes, biscuits, breakfast cereals, snacks, salads, yoghurt and beverages. In this review, by evaluating of the physicochemical properties of chia seed and oil, in vivo studies on human health have been investigated and recent researches on the use of chia seeds in food have been compiled and aimed to contribute to future studies.

Key Words: Chia Seed, Omega-3 Fatty Acids, Physicochemical Properties, Functional Food, Food Sector

1. Giriş

Chia tohumu tarih öncesinden gelen, ancak son yıllarda yüksek oranda yağ, protein ve diyet lifi içermesiyle "süper gıda" olarak popülerleşen bir tohum çeşididir (Cassiday 2017). Chia tohumu %17-24 protein, %18-30 diyet lif ve %25-40 oranında yağ ihtiva etmektedir. Yağ içeriğinin %80'i de α -linolenik asit (omega-3; n-3) ve linoleik asitten (omega-6; n-6) oluşmaktadır (Timilsena ve ark. 2017). Doymamış yağ asitlerinin zengin bir kaynağı olan chia tohumunda n-6/n-3 oranı 0.29 olarak bulunmuştur. Düşük n-6/n-3 yağ asidi oranı, kardiyovasküler hastalıkların görülme riskinin azalması ile ilişkilendirilmiştir (Biçer ve ark. 2017). Ayrıca Ayerza ve Coates (2007)'in yaptıkları in vivo çalışmada, chia tohumlarının tüketilmesinin; serum trigliseridlerini ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) değerini önemli ölçüde azalttığını ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) değerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Günümüzde sağlıklı beslenme için omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin dengeli alınmasının ne kadar önemli olduğunun farkına varılmasıyla bu yağ asitleriyle zenginleştirilmiş gıdalara olan talepte de artış görülmüştür (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu 2012). İnsan sağlığına oldukça yararlı etkileri olan ve özellikle yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriği ile gündeme gelen chia tohumunun farklı formülasyonlarında gıdalara eklenerek bazı çalışmalar yapılmıştır. Ekmekte (Costantini ve ark. 2014, Pizarro ve ark. 2015, Verdú ve ark. 2017), kekta (Borneo ve ark. 2010, Gohara ve ark. 2013, Pizarro ve ark. 2013), bisküvilerde (Mesías ve ark. 2016), cipslerde (Coorey ve ark. 2012), et ürünlerinde (Souza ve ark. 2015, Ding ve ark. 2017, Pintado ve ark. 2018), margarinde (Nadeem ve ark. 2017), dondurmada (Ullah ve ark. 2017), yoğurttta (Ayaz ve ark. 2017) ve marmelatta (Özbek 2016) chia tohumu formülasyonları kullanımı incelenmiştir. Bu derlemede chia tohumu ve yağının fizikokimyasal özellikleri, chia tohumu yağı elde etme metotları, insan sağlığına faydaları konusunda yapılan in vivo çalışmalar üzerinde durularak chia tohumunun gıdalarda kullanımı ile ilgili yapılan güncel araştırmalar ele alınmıştır.

2. Chia Tohumu ve Kimyasal Kompozisyonu

Chia (*Salvia hispanica* L.) nane familyasına ait (*Lamiaceae*), oval şekilli, beyaz, gri veya siyah (çoğunlukla) renkte küçük tohumlu (yaklaşık 1 mm çapında) tek yıllık otsu bir bitkidir (Ixtaina ve ark. 2011). Tarihsel kayıtlar, chia tohumunun Maya ve Aztek uygarlıklarının ve Kolomb öncesi dönemde Orta Amerika'nın temel gıdalarından biri olduğunu belirtmektedir (Chicco ve ark. 2009, Peiretti ve Gai 2009, Verdú ve ark. 2017). Chia tohumunun en iyi yetişme alanı tropikal bölgelerdir. Güney Amerika'da özellikle Meksika ve Arjantin'de üretilen chia tohumu ayrıca Avustralya, Bolivya, Kolombiya, Ekvador, Nikaragua, Paraguay gibi birçok ülkede de yetiştirilmektedir (Bresson ve ark. 2009, Timilsena ve ark. 2017).

Yapılan literatür çalışmalarında chia tohumunun yaklaşık %25-40 yağ, %15-20 protein ve %26-41 karbonhidrat içerdiği bildirilmiştir (Orona-Tamayo ve ark. 2017). ABD Tarım Bakanlığı'nın veri tabanında bulunan chia tohumunun ortalama besin bileşenlerinin bazıları Çizelge 1'de gösterilmiştir. 100 g chia tohumundaki enerji değerinin 486 kcal, kalsiyum, fosfor, potasyum ve magnezyumun 335-860 mg, sodyum, demir ve çinkonun da 4,58-16 mg arasında olduğu bildirilmiştir (Anonim 2016). Chia tohumlarının, ağır metal içeriğinin güvenli seviyelerde bulunduğu, gıda güvenliği için maksimum metal seviyelerini aşmadığı ve tohumlarının mikotoksinlerden de arındırılmış olduğu tespit edilmiştir (Bresson ve ark. 2009). Chia tohumunun bir diğer önemli özelliği ise gluten içermemesidir. Bu özelliğiyle de gluten allerjisi olan bireyler için alternatif olmaktadır (Bueno ve ark. 2010).

Çizelge 1. Chia tohumu ortalama besin bileşenleri.

Bileşenler	Oranlar (%)
Toplam karbonhidrat	42,1
Toplam diyet lifi	34,4
Toplam yağ	30,7
Protein	16,5
Nem	5,8
Kül	4,8

Chia tohumunun bileşenlerinde değişikliğe neden olabilecek birçok faktör bulunmaktadır. Bitkinin ekim alanı, iklim değişiklikleri, hasat yılı, toprak koşullarına bağlı olarak chia tohumunun toplam yağ oranı %25-40 arasında değişebilmektedir (Mohd Ali ve ark. 2012). Ayerza ve Coates (2011) farklı ülke ve farklı koşullarda yetiştirilen chia tohumu bileşenlerinin değişimlerini incelemişlerdir. Yükseltinin artmasıyla protein içeriğinin, sıcaklığın artmasıyla da çoklu doymamış yağ asitlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca düşük rakımda yetiştirilen chia tohumu yağlarının yüksek rakımdakilere göre daha fazla doymuş yağ asiti içerdiğine sahip olduğu bildirilmiştir (Ayerza 2010). Chia tohumlarının erken hasat edilmesiyle α -linolenik asit içeriğinin %23 oranında kayba uğradığı, linoleik asit ve lignin seviyelerinde ise artış olduğu belirtilmiştir (Peiretti ve Gai 2009).

3. Chia Tohumu Yağı Elde Etme Yöntemleri

Chia tohumu yağı elde etmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar arasında öncelikle çözücü (solvent) ekstraksiyon, soğuk pres ve süperkritik sıvı ekstraksiyon yöntemleri sayılabilir. Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin yağın fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerinde değişimlere neden olduğu bildirilmiştir (Mohd Ali ve ark. 2012). Solvent ekstraksiyon tekniğiyle antioksidan içeriğinde daha fazla kayıplar yaşandığı ve diğer yöntemlere göre daha az tercih edildiği (Capitani ve ark. 2012), soğuk pres yönteminde ise antioksidan içeriğinin daha iyi korunduğu bildirilmiştir (Ixtaina ve ark. 2012). En çok tercih edilen metodun ise süperkritik sıvı ekstraksiyon olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda optimum basıncın 408 ve 80°C'de kullanılan CO₂ olduğu ve diğer yöntemlere göre son ürünün en iyi saflıkta ve en yüksek n-3/n-6 içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yöntemin dezavantajı ise kuruluş maliyetinin soğuk pres tekniğine göre daha fazla olmasıdır (Ixtaina ve ark. 2010, Uribe ve ark. 2011).

4. Chia Tohumu Yağının Fizikokimyasal Özellikleri

Chia tohumundan %25-40 oranında yağ elde edilmektedir. Çizelge 2'de farklı bölgelerde yetişen ve farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen chia tohumu yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir (Ixtaina ve ark. 2011, Segura-Campos ve ark. 2014, Ullah ve ark. 2017). Farklı bölgelerde yetiştirilmesi ve farklı ekstraksiyon metodlarının kullanılması chia tohumu yağının kırılma indeksi değerinde önemli bir değişim göstermezken; diğer fizikokimyasal özelliklerinde farklılıklar oluştuğu belirlenmiştir (Ixtaina ve ark. 2011).

Çizelge 2. Chia tohumu yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Ülke	Meksika		Arjantin		Guatemala	
	Solvent Ekstraksiyon	Solvent Ekstraksiyon	Pres	Solvent Ekstraksiyon	Pres	
Bağıl Yoğunluk	0,9241	-	-	-	-	
Kırılma İndisi 25°C	1,47	1,4768	1,4794	1,4763	1,4798	
Asit Sayısı (mg KOH/g yağ)	2,053	2,05	0,91	1,64	0,70	
Sabunlaşma Sayısı (mg KOH/g yağ)	222,66	193,09	193,12	193,01	192,99	
Sabunlaşmayan madde (g/kg)	0,839	1,27	0,85	1,00	0,68	
İyot Sayısı (g I₂/ 100 g yağ)	193,45	210,5	208,5	215,0	209,4	
Peroksit Sayısı (meq O₂ / kg yağ)	17,5	4,33		1,64		
Erime Noktası (°C)	-13,5					

Chia tohumu yağının %55-60'ı α -linolenik (omega-3) ve %18-20'si linoleik (omega-6) esansiyel yağ asitlerinden oluşmaktadır. Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilmediğinden dışarıdan besinlerle alınmaları gerekmektedir. Yiyeceklerle vücuda alınması durumunda; α -linolenik asit eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi omega-3 serisi yağ asitlerine; linoleik asit ise araşidonik asidine dönüşebilmektedir (Çelebi ve ark. 2017). EPA ve DHA da vücut tarafından sentezlenemedikleri için elzem yağ asitleri olarak adlandırılmakta ve mutlaka dışardan gıdalarla alınmaları gerekmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu 2012). Chia tohumu yağında esansiyel yağ asitlerine nazaran daha az oranlarda; %5-10 oleik, %6-7 palmitik ve %1-3 stearik asitleri de bulunmaktadır (Timilsena ve ark. 2017). Çizelge 3'de ABD Tarım Bakanlığı'nın ulusal besin veri tabanında bulunan chia tohumu yağının ortalama yağ asitleri bileşimi gösterilmiştir (Anonim 2016).

Çizelge 3. Chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi.

Doymuş yağ asitleri (SFA)	(g/100 g)	Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)	(g/100 g)	Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)	(g/100 g)
14:0	0,030	14:1	0,030	18:2	5,835
15:0	0,030	16:1	0,029	18:3	17,830
16:0	2,170	17:1	0		
17:0	0,063	18:1	2,203		
18:0	0,912	20:1	0,046		
20:0	0,093				
22:0	0,032				
Toplam (g/100 g)	3,330	Toplam (g/100 g)	2,309	Toplam (g/100 g)	23,665

Yapılan bilimsel araştırmalarda chia tohumunun yetiştirildiği bölge ya da ülkeye göre yağ asitleri bileşiminde farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi Çizelge 4'te gösterilmiştir (Ayerza ve Coates 2011, Ixtaina ve ark. 2011, Timilsena ve ark. 2017).

Çizelge 4. Chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi (%).

	Avustralya	Guatemala	Arjantin	Ekvador	Meksika	Bolivya
C16:0	6,2	5,5	6,2	6,4	6,7	7,7
C18:0	1,9	2,7	3,0	3,7	2,7	3,6
C18:1	5,7	5,8	5,3	6,6	10,6	9,1
C18:2	21,5	16,6	19,7	17,0	17,4	21,9
C18:3	64,4	69,3	65,6	64,8	62,4	56,9
SFA	8,5	8,3	9,3	10,1	9,7	11,3
PUFA	85,9	85,9	85,4	81,7	79,5	78,9

5. Chia Tohumu ve Yağının Sağlık Yönünden Değerlendirilmesi

Sağlıklı bir hayat ve beslenmenin temel taşları olarak diyetle trans veya doymuş yağ asitleri yerine doymamış yağ asitleri tüketmenin gerekliliği üzerinde durulmuştur (Gogus ve Smith 2010). Doymamış yağ asitlerinin biyolojik membranda çeşitli hayati fonksiyonları yerine getirdiği ve hücrel metabolizmanın çeşitli lipid düzenleyicilerinin öncüsü olarak kabul edildiği bilinmektedir (Guillen ve Ruiz 2004). Omega-3, EPA ve DHA gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin metabolik hastalıklara ve bozukluklara karşı korumada anahtar rol oynadıkları bildirilmiştir (Gogus ve Smith 2010). En önemlisi de omega-3 yağ asitlerinin kalp-damar hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkisi yönüyle, bunların diğer diyet takviyelerinden daha önemli olmasını sağlamıştır. Omega-3 yağ asitlerinin; kavrama yeteneğini artırdığı, kalp-damar hastalıkları, bağışıklık ve enflamatuvar hastalıklara karşı olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. EPA'nın daha çok kalp-damar hastalıklarının önlenmesinde etkili olduğu, DHA'nın ise beyin ve sinir gelişimi için gerekli olduğu tespit edilmiştir. Beyin hücrelerinde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, Alzheimer, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin de ortaya çıkmasına neden olduğu belirtilmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoglu 2012).

Yüksek miktarda omega-3 içeren chia tohumu tüketiminin kolesterol düşürme (Ayerza ve Coates 2007), diyabetle mücadele (Vuksan ve ark. 2007), kanserle mücadele (Espada ve ark. 2007) etkileri bilimsel araştırmalara konu olmuştur. Doymamış yağ asitlerinin zengin bir kaynağı olan chia tohumunda n-6/n-3 oranı 0,29 olarak bulunmuştur. Düşük n-6/n-3 yağ asidi oranı kardiyovasküler hastalıkların görülme riskinin azalması ile ilişkilendirilmiştir (Biçer ve ark. 2017). Chia tohumlarının alınmasının; serum trigliseridlerini ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) değerini önemli ölçüde azalttığı ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) değerini artırdığı bildirilmiştir (Ayerza ve Coates 2007). Ayrıca chia tohumunun doyumluk hissini ve bağışıklığı artırdığı, kalp-damar ve diyabet gibi hastalıkların da riskini azalttığı bildirilmiştir (Coelho ve de las Mercedes Salas-Mellado 2015, Levent 2017).

Nieman ve ark. (2009)'nın yaptığı klinik çalışmada, 76 kişinin günde 25 gr chia tohumu/250 mL suda 12 hafta boyunca tüketmesini sağlamışlardır. Aşırı kilolu veya obez kişilerde α -linolenik asit miktarının plazmada %24 artmasına rağmen, kilolu yetişkinlerde kilo vermeyi teşvik etmediğini ve hastalık risk faktörleri üzerinde anlamlı bir sonuç olmadığını vurgulamışlardır. Nieman ve ark. (2015)'nin yaptıkları diğer bir çalışmada da chia tohumu yağını spor öncesinde almalarına rağmen, spor yapan kişilerin performansı üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalara nazaran 11 sağlıklı bireyin 0, 7, 15 veya 24 g chia tohumu içeren 50 gr beyaz ekmeği tüketmesiyle, yemek sonrasında kan şekeri artışının azaldığı belirlenmiştir (Vuksan ve ark. 2010). Benzer diğer bir çalışmada günlük 25 g chia tohumunu 7 hafta boyunca tüketen kadınlarda çoklu doymamış yağ asit değerlerinin (özellikle ALA ve EPA değerleri) yükseldiği belirlenmiştir (Jin ve ark. 2012). Nopal, chia tohumu, soya proteini ve yulaf içeren 235 kcal'lik içeceklerin 2 ay süresince belirli aralıklarla içilmesiyle vücut ağırlığının, trigliserid ve kan şekeri seviyelerinin azaldığı belirlenmiştir (Guevara-Cruz ve ark. 2012). Tavares ve ark. (2015) günlük 35 g chia ununun kişilerde, toplam kolesterolünde %13 azalma, HDL değerlerinde %25 artış sağladığını, ayrıca kişilerin kilo ve bel bölgelerinde de belirgin bir azalma olduğunu belirlemişlerdir.

6. Chia Tohumunun Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi

Chia tohumu tarih öncesinden gelen, ancak son yıllarda "süper gıda" olarak popülerleşen bir tohum çeşidi olmuştur. Chia tohumu yüksek oranda omega-3, diyet lifi, protein, vitaminler, mineraller ve antioksidanlar içermesinden dolayı son yıllarda "süper gıda" olarak tanımlanmaktadır. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), chia tohumunu gıda katkı maddesi olarak değil, bir gıda olarak kabul ettiğini belirtmiştir (Cassiday 2017). 2000 yılında, Amerika Beslenme Rehberi'nde chia tohumunun günde max. 48 g kullanılması tavsiye edilmiştir (Mohd Ali ve ark. 2012). Chia tohumunun alerjik olmadığı, herhangi bir toksik etki göstermediği ve gıdalara katılarak yenilebilir olduğu yapılan bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır (Borneo ve ark. 2010). Chia tohumu, unu veya yağı günümüzde ekmeğe, kek, bisküvi gibi fırın ürünlerine, kahvaltılık gevrek, aperatiflere, salata, puding, yoğurt ve içecekler gibi bir çok gıdaya dahil edilmektedir (Cassiday 2017). Avrupa Komisyonu'nun 2013 raporuna göre chia tohumunun gıdalarda kullanımına izin verilen değerler Çizelge 5'de gösterilmektedir (Anonim 2013).

Çizelge 5. Chia tohumunun gıdalarda kullanımına izin verilen değerler.

Gıdalar	İzin Verilen Değer
Fırınlanmış Ürünler	En fazla %10
Kahvaltılık Tahıllar	En fazla %10
Meyve, fındık ve tohum karışımları	En fazla %10
Paketlenmiş chia tohumları	Günde en fazla 15 g

Nadeem ve ark. (2017)'i margarinlere chia yağı ilave ederek omega-3 yağ asidi ile zenginleştirilmiş yeni fonksiyonel ürün geliştirmeyi amaçlamışlardır. Margarin üretiminde hidrojenasyon aşaması kısmen de olsa trans yağ asitlerinin oluşturduğu ve bu yağ asitlerinin de LDL kolesterolünü arttırdığı ve HDL kolesterolünü düşürdüğü bilinmektedir. Trans yağ asitlerinin fazla alınması sonucu kalp-damar hastalıkları, kanser ve inflamasyona sebep olduğu yapılan bilimsel araştırmalarla kanıtlanmıştır (Mozaffarian ve Clarke 2009). Yapılan çalışmada omega-3 ve omega-6 yağ asitleri konsantrasyonunun artırılarak antioksidan özelliklerinin geliştirildiğini ve trans yağ asidi bulunmayan fonksiyonel margarin elde edildiğini bildirmişlerdir (Nadeem ve ark. 2017). Azeem ve ark. (2015) chia tohum ekstraktının, pamuk tohumu yağının raf ömrünü arttırdığını ve lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde inhibe ettiğini belirlemişlerdir (Nadeem ve ark. 2017).

Chia tohumu müsülajının yüksek su emme ve tutma kapasitesine sahip bir tetrasakkarit olduğu ve hidrokolloid gibi davranarak son ürünün özelliklerini olumlu etkilediği bildirilmiştir (Zettel ve Hitzmann 2016, Verdú ve ark. 2017). Chia tohumunun jelleşme özelliğiyle kendisinden 27 katı kadar su tutma kapasitesi bulunduğu (Munoz ve ark. 2012, Segura-Campos ve ark. 2014), su ve yağ tutma kapasitesinin de diğer ticari kıvam artırıcılardan daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Coorey ve ark. 2014, Özbek 2016). %20 oranında kahvaltılık gevreklerle katıldığında süte koyu kıvamlı jel yapısını oluşturduğu da bildirilmiştir (Cassiday 2017). Chia ile hazırlanan jel emülsiyonun sosislere katıldığı bir çalışmada, çoklu doymamış yağ asitlerinin arttığı, pişirme kaybının (su ve yağ) da önemli miktarda azaldığı gözlemlenmiştir (Pintado ve ark. 2018).

Optimal koşullar altında ekstrakte edilen chia tohum müsülajının, dondurmada stabilizatör ve emülgatör olarak kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir (Campos ve ark. 2016). Ayrıca dondurmaya ilave edilen chia yağının, dondurmada omega-3 yağ asidi miktarını ve antioksidan özelliğini arttırdığı da belirlenmiştir (Ullah ve ark. 2017).

Optimal koşullar altında ekstrakte edilen chia tohum müsilaajının, dondurmada stabilizatör ve emülgatör olarak kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir (Campos ve ark. 2016). Ayrıca dondurmaya ilave edilen chia yağının, dondurmada omega-3 yağ asidi miktarını ve antioksidan özelliğini arttırdığı da belirlenmiştir (Ullah ve ark. 2017).

Ekmekte buğday unu yerine chia tohumu unu kullanılmasıyla, son üründe besin değerinin arttığı ve bayatlama hızının düştüğü belirlenmiş, dilim hacminde ve sertliğinde de artış olduğu gözlemlenmiştir (Coelho ve de las Mercedes Salas-Mellado 2015, Pizarro ve ark. 2015). Costantini ve ark. (2014)'nın yaptığı bir çalışmada, ekmeğe %10 chia tohumu unu ilavesi ile toplam fenolik madde içeriğinin arttığını, toplam antioksidan kapasitesinde %75 artış olduğunu ve glutensiz ekmek üretimi için uygun olduğunu da vurgulamışlardır. Chia tohumu unu ilavesiyle; pizza (tortilla) ekmeğinin duyuşal özelliklerinin değişmeden, toplam diyet lifinde artma ve glisemik indekisinde azalma olduğu (Rendon-Villalobos ve ark. 2012), çikolatalı keklerde mineral madde içeriğinin artırılabilceği (Gohara ve ark. 2013), hamburgere de çoklu doymamış yağ asitleri miktarının arttığı, kalori değerinin de düştüğü gözlemlenmiştir (Souza ve ark. 2015). Buğday esaslı bisküvilerin formülasyonuna %10 chia unu ilavesinde (izin verilen düzey); akrilamid ve HMF oluşumunun görülmediğini; ancak daha yüksek düzeylerde kullanımının lipit oksidasyonunu hızlandırdığını ve raf ömrünü de kısalttığı bildirilmiştir (Mesías ve ark. 2016).

Chia tohum tüketiminin aşırı kilo ve obezite durumunun önlenmesinde faydalı bir diyet stratejisi olabileceği belirtilmiştir (Ayaz ve ark. 2017). Başka bir çalışmada ise chia tohumu eklenerek şekeriz marmelat hazırlanmış, diyabet hastaları ve kilo kaybetmeyi hedefleyen bireyler için besin değeri yüksek bir kahvaltılık ürün geliştirmek amaçlanmıştır. Chia tohumunun jelleşme kapasitesinin, chia unundan daha fazla olduğu ve chia tohumunun jelleşme özelliklerinin modifiye pektin türlerine çok yakın olduğu belirtilmiştir. Fenolik bileşenlerin ve diyet lifinin arttığı, enerji değerinin ise %48 düştüğü de gözlemlenmiştir (Özbek 2016).

7. Tartışma ve Sonuç

Günümüzde yanlış beslenme alışkanlıkları hipertansiyon, diyabet, kanser ve kalp-damar rahatsızlığı gibi hastalıkları arttırmaktadır. Diyetle aşırı miktarda doymuş yağ asitleri tüketiminin yüksek kolesterol ve kalp-damar hastalıklarına yol açtığı da bilinmektedir. Sağlık yönünden birçok faydası bilinen chia tohumunun in vivo klinik biyoaktivitesi ve güvenlik değerlendirmesiyle alakalı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Buna karşın chia tohumunun iyi bir protein, diyet lif ve doymamış yağ asidi kaynağı olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Chia tohumu gıdalarda jel oluşturucu, emülgatör ve stabilizatör gibi özelliklere sahip olup, yüksek omega-3 ve omega-6 içeriğiyle, besinlerin fonksiyonellik açısından zenginleştirilmesinde önemli bir kaynak konumundadır. Sağlıklı bir hayat için piyasada kolay bulunabilen chia tohumuyla ilgili daha fazla bilimsel araştırma yapılmalı ve diyetle bilinçli tüketimine teşvik edilmesi gerekmektedir.

8. Kaynaklar

Anonim, 2013. European commission implementing decision of 22.1.2013 authorising an extension of use of Chia (*Salvia hispanica*) seed as a novel food ingredient under regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council. OJEU. L 21/34-35.

Anonim, 2016. United States Department of Agriculture. National nutrition database for standard reference, release 28. (<http://ndb.nal.usda.gov/>)

Ayaz, A., Akyol, A., Inan-Eroglu, E., Kabasakal Cetin, A., Samur, G. and Akbiyik, F., 2017. Chia seed (*Salvia Hispanica* L.) added yogurt reduces short-term food intake and increases satiety: randomised controlled trial. Nutrition research and practice, 11(5): 412-418.

Ayerza, Jr. R. and Coates, W., 2007. Effect of dietary α -linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid composition of rat plasma. Annals of Nutrition and Metabolism, 51(1): 27-34.

Ayerza, R., 2010. Effects of seed color and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. Journal of the American Oil Chemists' Society, 87(10): 1161-1165.

Ayerza, R. and Coates, W., 2011. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). Industrial Crops and Products. 34(2): 1366-1371.

Azeem, W., Nadeem, M. and Ahmad, S., 2015. Stabilization of winterized cottonseed oil with chia (*Salvia hispanica* L.) seed extract at ambient temperature. Journal of Food Science and Technology, 52(11): 7191-7199.

- Biçer, B. N., Erdal, B., Kılınç, S. ve Çapaş M., 2017. Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.). II. Ulusal Beslenme ve Diyetetik Öğrenci Kongresi, Kongre Kitabı, Kayseri, 23 – 26 Mart 2017, s.57.
- Bresson, J. L., Flynn, A. and Heinonen, M., 2009. Opinion on the Safety of “Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.) and Ground Whole Chia Seeds” as a Food Ingredient. The EFSA Journal. 996: 1–26.
- Borneo, R., Aguirre, A. and León, A. E., 2010. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. Journal of the American Dietetic Association, 110(6): 946-949.
- Bueno, M., Sapio, O. D., Barolo, M., Busilacchi, H., Quiroga, M. and Severin, C., 2010. Quality tests of *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*) fruits marketed in the city of Rosario (Santa Fe province, Argentina). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 9(3): 221-227.
- Campos, B. E., Ruivo, T. D., da Silva Scapim, M. R., Madrona, G. S. and Bergamasco, R. D. C., 2016. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. LWT-Food Science and Technology, 65: 874-883.
- Capitani, M. I., Spotorno, V., Nolasco, S. M. and Tomás, M. C., 2012. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. LWT-Food Science and Technology, 45(1): 94-102.
- Cassiday, L., 2017. Chia: Superfood or superfad?. Inform, 28(1): 6-13.
- Chicco, A. G., D'Alessandro, M. E., Hein, G. J., Oliva, M. E. and Lombardo, Y. B., 2009. Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in α -linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. British Journal of Nutrition, 101(1): 41-50.
- Coelho, M. S. and de las Mercedes Salas-Mellado, M., 2015. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. LWT-Food Science and Technology, 60(2): 729-736.
- Costantini, L., Lukšič, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonafaccia, G., Manzi, L. and Merendino, N., 2014. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. Food chemistry, 165: 232-240.
- Coorey, R., Grant, A. and Jayasena, V., 2012. Effect of Chia flour incorporation on the nutritive quality and consumer acceptance of chips. Journal of Food Research, 1: 85-95.
- Coorey, R., Tjoe, A. and Jayasena, V., 2014. Gelling properties of chia seed and flour. Journal of food science, 79(5): E859-E866.
- Çakmakçı, S. ve Tahmas-Kahyaoğlu, D., 2012. Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış. Academic Food Journal/Akademik Gıda. 10(1): 103-113.
- Çelebi, Ş., Kaya, H. ve Kaya, A., 2017. Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkileri. Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 32(2): 105-112.
- Ding, Y., Lin, H. W., Lin, Y. L., Yang, D. J., Yu, Y. S., Chen, J. W., Wang, S. Y. and Chen, Y. C., 2017. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. Journal of Food and Drug Analysis. 1-11.
- Espada, C. E., Berra, M. A., Martinez, M. J., Eynard, A. R. and Pasqualini, M. E., 2007. Effect of chia oil (*Salvia hispanica*) rich in ω -3 fatty acids on the eicosanoid release, apoptosis and t-lymphocyte tumor infiltration in a murine mammary gland adenocarcinoma. Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids, 77(1), 21-28.
- Gogus, U. and Smith, C., 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. International Journal of Food Science & Technology. 45(3): 417-436.
- Gohara, A. K., Souza, A. H., Rodrigues, Â. C., Stroher, G. L., Gomes, S., Souza, N. E., Visentainerb, J. V. and Matsushita, M., 2013. Chemometric methods applied to the mineral content increase in chocolate cakes containing chia and azuki. Journal of the Brazilian Chemical Society, 24(5): 771-776.
- Guevara-Cruz, M., Tovar, A. R., Aguilar-Salinas, C. A., Medina-Vera, I., Gil-Zenteno, L., Hernández-Viveros, I., López-Romero, P., Ordaz-Nava, G., Canizales-Quinteros, S., Guillen Pineda L. E. and Torres, N., 2012. A Dietary Pattern Including Nopal, Chia Seed, Soy Protein, and Oat Reduces Serum Triglycerides and Glucose Intolerance in Patients with Metabolic Syndrome-. The Journal of nutrition, 142(1): 64-69.
- Guillen, M. D. and Ruiz, A., 2004. Formation of hydroperoxy and hydroxyalkenals during thermal oxidative degradation of sesame oil monitored by proton NMR. European Journal of Lipid Science and Technology. 106(10): 680–687.

- Ixtaina, V. Y., Vega, A., Nolasco, S. M., Tomás, M. C., Gimeno, M., Bárzana, E. and Tecante, A., 2010. Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): Characterization and process optimization. *The Journal of Supercritical Fluids*, 55(1): 192-199.
- Ixtaina, V. Y., Martínez, M. L., Spotorno, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M. and Diehl, B. W. K., 2011. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(2): 166–174.
- Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M. and Tomás, M. C., 2012. Oxidative stability of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil: effect of antioxidants and storage conditions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 89(6): 1077-1090.
- Jin, F., Nieman, D. C., Sha, W., Xie, G., Qiu, Y. and Jia, W., 2012. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods For Human Nutrition*, 67(2): 105-110.
- Levent, H., 2017. Effect of partial substitution of gluten-free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica* L.) flour on quality of gluten-free noodles. *Journal of Food Science and Technology*. 54(7): 1971-1978.
- Mesías, M., Holgado, F., Márquez-Ruiz, G. and Morales, F. J., 2016. Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour. *LWT-Food Science and Technology*, 73: 528-535.
- Mohd Ali, N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W. and Tan, S. G., 2012. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *BioMed Research International*. 171956.
- Mozaffarian, D. and Clarke, R., 2009. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63: S22-S33.
- Munoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O. and Aguilera, J. M., 2012. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of food Engineering*, 108(1): 216-224.
- Nadeem, M., Imran, M., Taj, I., Ajmal, M. and Junaid, M. 2017. Omega-3 fatty acids, phenolic compounds and antioxidant characteristics of chia oil supplemented margarine. *Lipids in health and disease*, 16(1), 102.
- Nieman, D. C., Cayea, E. J., Austin, M. D., Henson, D. A., McAnulty, S. R. and Jin, F., 2009. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutrition Research*, 29(6): 414-418.
- Nieman, D. C., Gillitt, N. D., Meaney, M. P. and Dew, D. A., 2015. No positive influence of ingesting chia seed oil on human running performance. *Nutrients*, 7(5): 3666-3676.
- Orona-Tamayo, D., Valverde, M. E. and Paredes-Lopez O., 2017. Chia-The New Golden Seed for the 21st Century: Nutraceutical Properties and Technological Uses. *Sustainable Protein Sources*; 265–281.
- Özbek, T., 2016. Chia seed added strawberry marmalade with no added sugar. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*.
- Peiretti, P. G. and Gai, F., 2009. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. *Animal Feed Science and Technology*, 148(2-4): 267-275.
- Pintado, T., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., Cavalheiro, C. P. and Ruiz-Capillas, C., 2018. Chia and oat emulsion gels as new animal fat replacers and healthy bioactive sources in fresh sausage formulation. *Meat science*, 135: 6-13.
- Pizarro, P. L., Almeida, E. L., Sammán, N. C. and Chang, Y. K., 2013. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. *LWT-Food Science and Technology*, 54(1): 73-79.
- Pizarro, P. L., Almeida, E. L., Coelho, A. S., Sammán, N. C., Hubinger, M. D. and Chang, Y. K., 2015. Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *Journal of food science and technology*, 52(7): 4475-4482
- Rendon-Villalobos, R., Ortíz-Sánchez, A., Solorza-Feria, J. and Trujillo-Hernández, C. A., 2012. Formulation, physicochemical, nutritional and sensorial evaluation of corn tortillas supplemented with chía seed (*Salvia hispanica* L.). *Czech Journal of Food Science*, 30(2): 118–125.
- Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L. and Betancur-Ancona, D., 2014. Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. *International journal of food Science*. 5(3): 220-226.

- Souza, A. H., Gohara, A. K., Rotta, E. M., Chaves, M. A., Silva, C. M., Dias, L. F., Gomes, S. T., Souza, N. E. and Matsushita, M., 2015. Effect of the addition of chia's by-product on the composition of fatty acids in hamburgers through chemometric methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(5): 928-935.
- Tavares T. L., Tavares T. L., Leite Tavares, R., Surama Oliveirada da Silva, C. and Silva, A. S., 2015. Chia induces clinically discrete weight loss and improves lipid profile only in altered previous values. *Nutricion hospitalaria*, 31(3): 1176-1182.
- Timilsena Y. P., Vongsvivut, J., Adhikari, R. and Adhikari, B., 2017. Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. *Food Chemistry*, 228: 394-402.
- Ullah, R., Nadeem, M. and Imran, M., 2017. Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. *Lipids in health and disease*, 16(1): 34.
- Uribe, J. A. R., Perez, J. I. N., Kauil, H. C., Rubio, G. R. and Alcocer, C. G., 2011. Extraction of oil from chia seeds with supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*, 56(2): 174-178.
- Verdú, S., Barat, J. M. and Grau, R., 2017. Improving bread-making processing phases of fibre-rich formulas using chia (*Salvia hispanica*) seed flour. *LWT-Food Science and Technology*, 84: 419-425.
- Vuksan, V., Whitham, D., Sievenpiper, J. L., Jenkins, A. L., Rogovik, A. L., Bazinet, R. P., Vidgen, E., Hanna, A., 2007. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 30(11): 2804-2810.
- Vuksan, V., Jenkins, A. L., Dias, A. G., Lee, A. S., Jovanovski, E., Rogovik, A. L. and Hanna, A., 2010. Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia hispanica* L.). *European journal of clinical nutrition*. 64(4): 436.
- Zettel, V. and Hitzmann, B., 2016. Chia (*Salvia hispanica* L.) as fat replacer in sweet pan breads. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6): 1425-1432.



Farklı Protein İçerikli Pamuk Tohumu Küspelerinin HPLC Yöntemi ile Gossipol Düzeylerinin Belirlenmesi

Determination of Gossypol Levels by HPLC Method of Cotton Seed Meals with Different Protein Contents

Habil UMUR¹, Figen KÜTÜKOĞLU², Hacer EKŞİ KARAAĞAÇ³, Serkan KARA⁴

¹ Zir. Yük. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE- ORCID ID-0000-0002-9824-1165

² Dr. Vet. Hekim, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE- ORCID ID-0000-0002-3360-6485

³ Gıda Yük. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE- ORCID ID-0000-0003-0866-2212

⁴ Zir. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE- ORCID ID-0000-0003-3091-5466

Özet

Amaç: Bu çalışma ülkemizde pamuk üretiminin yaygın olduğu Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden toplanan pamuklardan elde edilmiş farklı protein içerikli pamuk tohumu küspelerinin (+), (-) gossipol izomerleri ve toplam gossipol miktarlarının Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) metodu ile belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Pamuk tohumu küspelerinin örnekleme 2013 ve 2014 üretim yıllarında yapılmış ve (+), (-) gossipol izomerleri ve toplam gossipol miktarları Hron ve ark. (1999)'un geliştirmiş oldukları Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) metoduna göre belirlenmiştir.

Gossipol analizinde HPLC-PDA (Photo Diode Array Dedector) dedektörlü (Shimadzu, Japon) likit kromatografi cihazı, InterSustain C₁₈ (250x4.6mm, 5 µm) (GL Sciences Inc., Japon) kolon, mobil faz olarak %80 asetonitril, %20 10 nM KH₂PO₄ tampon kullanılmış olup, 40°C'lik fırın sıcaklığında şartlandırılmış ve 254 nm dalga boyunda, 20 µL enjeksiyon yapılarak 1 mL/dakika akış hızı uygulanmıştır.

Bulgular: Araştırmada, 2013 ve 2014 üretim yıllarında elde edilmiş ve %10,79-36,40 ham protein içeriğindeki pamuk tohumu küspelerinin (+), (-) gossipol izomerleri ve toplam gossipol miktarları sırasıyla; 30,26-1.134,00 mg/kg, 37,21-933,32 mg/kg ve 72,37-2.285,38 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Sonuç: Ülkemizde pamuk tohumu küspelerinde gossipol izomerleri üzerinde yapılmış çalışma olmadığı için hayvanlarda oluşturacağı toksik etkileri değerlendirmek mümkün olmamıştır. Bu nedenle pamuk tohumu küspelerinde gossipol izomerlerinin hayvan türlerine göre toksik etkisini ortaya koyan daha ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Pamuk Tohumu Küspesi, Gossipol, HPLC Metot

Abstract

Objective: This study was carried out to determine the (+), (-) gossypol isomers and the total gossypol content by high-performance liquid chromatography (HPLC) method in cottonseed meal obtained from cotton collected from Aegean, Mediterranean and Southeastern Anatolia regions where cotton production is common in Turkey.

Material and Methods: Sampling of cottonseed meal was formed in 2013 and 2014 production years and the (+), (-) gossypol isomers and the total gossypol content were determined by the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method developed by Hron et al. (1999).

For Gossypol analysis, HPLC-PDA (Photo Diode Array Dedector) detector (Shimadzu, Japanese) high-performance liquid chromatography, InterSustain C₁₈ (250x4.6mm, 5 µm) (GL Sciences Inc., Japanese) column, 80% acetonitrile as mobile phase, 20% 10 nM KH₂PO₄ buffer were used and conditioned at 40°C oven temperature and a flow rate of 1 mL/min was applied at 254 nm wavelength by injection of 20 µL.

Results: In the study, the (+), (-) gossypol isomers and total gossypol contents of cottonseed meals obtained in the years 2013 and 2014 and 10,79-36,40% of crude protein content, were determined as 30,26-1.134,00 mg/kg, 37,21-933,32 mg/kg and 72,37-2.285,38 mg/kg respectively.

Conclusion: It was not possible to evaluate its toxic effects on animals because there was no study on gossypol isomers in cottonseed meal in our country. Therefore, more detailed studies are needed to reveal the toxic effects of gossypol isomers of cottonseed meal.

Key Words: Cottonseed Meal, Gossypol, HPLC Method

1. Giriş

Hayvan beslemede, hayvansal protein kaynaklarına göre daha ekonomik olan bitkisel protein kaynakları önemli yer tutmaktadır. Bitkisel protein kaynaklarını da başlıca yağlı tohumlar ve bunların küspeleri oluşturmaktadır (Ustaoglu 2007).

Çok eski yıllardan beri yetiştirilmekte olan pamuk bitkisinden, lif ve tohumu olmak üzere iki önemli ürün elde edilmektedir. Tohumlarının değerli bir yağ ve protein kaynağı olduğunun anlaşılması, pamuk bitkisinin ekim alanının daha da genişlemesini sağlamıştır (Kırkpınar ve Ergün 2003).

Çırcır makinesinde işlenen tohumun orijinal ağırlığının yaklaşık %6-12'lik kısmını pamuk lifleri, %20-25'lik kısmını kabuk oluşturmaktadır. Pamuk tohumu (PT)'nda, %19-28 oranında yağ bulunur. Tohumdan yağ çıkarıldıktan sonra geri kalan %35-45 gibi önemli bir kısım ise pamuk tohumu küspesi (PTK) olarak elde edilmektedir (Wellmann 2007).

TÜİK verilerine göre dünyada 2016 yılında yağlı tohum küspesi üretim miktarı, 554 milyon ton gerçekleşmiş olup 127 milyon tonluk üretim miktarı ile üretimin %23'lük kısmını 1. sırada ABD gerçekleştirmiştir. Toplam üretimde, 337 milyon ton ile soya küspesi 1. sırayı alırken PTK 40 milyon tonluk bir kısmı oluşturmuştur. Türkiye'de ise 2016 yılında 2.698.000 ton yağlı tohum üretilmiş, 1.250.000 tonluk üretim ile 1. sırayı ayçiçeği tohumu, 1.100.000 tonluk üretim ile 2. sırayı PT almıştır (Anonim 2016a). Yine TÜİK verilerine göre son 10 yıllık dönemde yağlı tohum küspelerinin ithalatı 12.597.000 ton gerçekleşmiş ve 4.150 milyon dolar ödeme yapılmıştır. Bu ithalat miktarı son 10 yılda, yağlı tohum küspelerinden soyanın ithalatı 15.204.000 ton, ayçiçeğinin ise 5.990.000 ton olmasına karşılık PTK 74.000 ton ile ithalatı yok denecek kadar azdır (Anonim 2016b). Yani PTK, soya ve ayçiçeğinde olduğu gibi ithalata bağımlı değil, tamamen yerli üretime dayalı bir yem hammaddesidir.

PT, tek mideli çiftlik hayvanları ve insanlar için toksik etkiye sahip olan eter ve asetonla eriyebilen fenolik yapıda bir bileşik olan gossipol içerir. Pamuk bitkisinin kökleri tarafından sentezlenmesine karşın kökler dışındaki diğer tüm organlarda gland adı verilen salgı bezlerinde bulunmaktadır. Bitkinin kökleri dışında her yerinde, özellikle tohumlarında bulunan toksik etkili gossipol nedeniyle gıda ve hayvan yemi sanayisinde birçok ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır (Efe 2016). PT'deki gossipolün hemen hemen tamamı serbest formda ise de küspenin üretimi esnasında serbest formdaki gossipol değişen miktarlarda lizin ile bağlı forma dönüşmektedir. Böylece gossipol biyolojik aktivitesinin önemli bir kısmını kaybeder. Toksik etki yapan serbest gossipoldür (Chandrashekar ve ark. 2013, Khodwe ve Bhowmick 2013). PT'deki gossipol, küspe elde edilme yöntemine göre bir kısmı küspede kalmakta, bir kısmı yağ ile ekstrakte edilmekte, bir kısmı gossipol-lizin kompleksine dönüşmekte ve bir kısmı da serbest formda kalmaktadır. İşlenmiş küspede, serbest halde kalmış gossipol ile bağlı gossipolün toplamı, küspenin toplam gossipol miktarını verir ve yağın ekstraksiyonunda kullanılan metottan etkilenmez (Wellmann 2007).

PT'de, 300-24.000 mg/kg arasında serbest ve bağlı formda gossipol bulunur. PTK'da ise uygulanan yağ çıkarma yöntemine göre (sıkma, sıkma-süzme ve çözücüyle ekstraksiyon gibi) ortamdaki gossipolün çok önemli bir kısmı (%80-98) tahrip edilmekte veya uzaklaştırılarak 200-1.000 mg/kg arasında serbest gossipol düzeyine inmektedir. Bu işlemler esnasında ısı işlem uygulandığı için gossipol ile birlikte bulunan lizin parçalanmakta ve PTK'nın besleyici değerini azaltmaktadır. Bu durumdan dolayı pamuk tohumu küspesi katılmış yemler mutlaka lizin yönünden desteklenmelidir (Kaya ve Yavuz 1993).

Tuncer ve Yalçın (1986), PTK'nın gossipol düzeyi üzerine küspenin elde edilme şeklinin de etkili olduğunu, ekspeller ve pres yöntemi ile elde edilen küspelerin ekstraksiyon küspelerine göre daha düşük düzeyde gossipol içerdiği ve ekspeller, pres ve ekstraksiyon küspelerinin serbest gossipol düzeylerini 300, 400 ve 2.400 mg/kg olarak bildirmektedirler.

Genel bir kural olarak, kanatlılar geviş getirenler nazarın gossipole karşı daha hassastırlar. Kasaplık piliç yem karmalarında serbest gossipol miktarı 400 mg/kg'ın üzerine çıktığında iştah ve canlı ağırlıkta gerilemeyle başlayıp ölümle sonuçlanan durumlar ortaya çıkmaktadır. Yumurta tavuklarında ise gossipol, yumurta verimi ve çıkış gücünü geriletmekte, ayrıca depolanan yumurtaların sarılarında renk bozukluklarına sebep olmaktadır. Bu nedenle, yumurta tavuklarının yem karmalarında serbest gossipol miktarının 300 mg/kg'dan az olması gerekmektedir. Bunun yanında, yeme demir tuzları ilavesiyle gossipolün zararlı

etkileri giderilebilmektedir. Çünkü serbest gossipol, demir tuzlarıyla sindirim enzimlerinin etkileyemediği kompleks bileşikler meydana getirmekte ve gübre ile dışarı atılmaktadır. Gossipollü PTK'dan kasaplık piliç karmalarına %30-35 hatta %50'ye varan oranlarda, yumurta tavuklarının karmalarına ise %20 oranında katıldığında her hangi bir zararlı etkisi olmamaktadır. Karabulut ve Filya (2007)'ye göre kümes kanatlılarının rasyon karmalarına %10-15, broilerlere ise %10 düzeyine kadar katılması durumunda zararlı bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Geviş getiren hayvanlar ise gossipole karşı kanatlılardan daha az hassas oldukları için gerek genç, gerekse gelişmesini tamamlamış sığır ve koyunların kesif yem karmalarına protein takviyesi olarak %50 ve hatta daha yüksek oranlarda pamuk tohumu küspesi katılabilir (Efe 2016).

Tuncer ve Yalçın (1986)'ya göre yumurta tavuklarına 50 mg/kg gossipol düzeyine kadar herhangi bir yan etki yapmamaktadır. Ancak yumurta tavuk rasyonlarına 40 mg/kg, broilerlerde 150 mg/kg üst sınırına ulaşabilmektedir. Ancak kanatlı rasyonlarına, her mg serbest gossipol için yumurta tavuklarına 4 mg/kg, broilerlere 1-2 mg/kg demirsülfat ilavesi yumurta tavuklarında 150-200 mg/kg, broilerlerde 400 mg/kg düzeylerindeki gossipolün zararlı etkisi olmamaktadır.

Ülkemizde 'Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ'de %12 rutubet içeren üründe PT'de 5.000 mg/kg, pres ya da ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş PTK'da ise 1.200 mg/kg olarak gossipol düzeyi sınırlandırılmıştır (Karabulut ve Filya 2007, Ustaoglu 2007, Anonim 2014).

Gossipol öncelikle kronik zehirlenmeye sebep olan ve vücutta birikebilen bir maddedir. Düşük düzeyde uzun süre alınmasıyla bir kaç ay içinde hayvanlarda yem tüketiminde azalma, gelişme geriliği, zayıflama, kıl renginde değişme, anemi (gossipolün demiri bağlaması sonucu Hb miktarında, alyuvar, trombosit ve akyuvar sayısında azalma), güçsüzlük, isteksizlik, yumurta veriminde düşme veya durma, yumurtadan civciv çıkma oranında azalma, yumurta sarısı (gossipol demir bileşiğinden dolayı zeytin yeşili renk alma) ve akında (siklopropan yağ asitinden dolayı pembe renk alma) renk değişiklikleri görülür (Kaya ve Yavuz 1993).

PT ve PTK'da bulunan gossipolün hem (+), hem de (-) izomerleri mevcuttur. Gossipolün zararları üzerine birçok çalışma bulunmasına rağmen izomerlerinin sayısal olarak belirlenmesi için uygun yöntem olmadığı için yeterli çalışma mevcut değildir. Gossipolün izomerlerinin belirlenmesine yönelik ilk çalışma Kim ve ark. (1996) tarafından, plazma ve doku örneklerinde R-(-)-2-amino-1-propanol'ün gossipolü aniline çevirebildiğini belirleyerek bir metot geliştirmesi şeklindedir. Ancak geliştirilen bu yöntem PT'de gossipolün belirlenmesi için uygun bir yöntem olmamıştır. Hron ve ark. (1999), yaptıkları çalışma ile bu yöntemi PT'ye modifiye etmiş ve gossipolün izomerlerinin sayısal olarak belirlenmesini mümkün kılan metodu geliştirmişlerdir. Bu aşamadan sonra gossipol izomerlerinin toksisitesi üzerine çalışmalara başlanılmıştır.

Hron ve ark. (1999), PT'de gossipolün (+) ve (-) izomerleri üzerinde yaptıkları çalışmada 1996 yılında PT'nin 6 Upland varyetelerinde toplam gossipol içerisindeki izomerlerin oranlarını (+) izomeri %67,6, (-) izomeri %32,4 olarak belirlerken Prima varyetesinde ise %46,9 (+) izomeri, %53,1 (-) izomeri olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Prima varyetesinin (-) izomerinin (+) izomere göre daha yüksek bulunmasının yanında Upland varyetelerine göre toplam gossipol düzeyinin daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Bu konuda Lordelo ve ark. (2004), gossipolün etlik piliçler üzerindeki toksik etkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada, gossipolün (+) ve (-) izomerlerini her ikisinin de etlik piliçler üzerine toksik etkili olduğunu ve (-) izomerin (+) izomere göre daha fazla zararlı etki yaptığını belirlemişlerdir. Benzer bir çalışmada ise Lordelo ve ark. (2005), yumurta tavuklarında gossipol izomerlerinin toksik etkisini incelemişlerdir. 42 haftalık yaştaki 25 tavuğu, kontrol, 200 (+), 400 (+), 200 (-) ve 400 (-) mg/kg gossipol izomerleri içeren mısır/soya bazlı yemler ile 20 gün süre ile beslemişler, sonuç olarak kontrol ile (+) ve (-) izomeri arasında yumurta verimi açısından farklılık çıkmamış, fakat (+) gossipol izomeri ile beslenen tavukların toplam yumurta verimi kontrol ve (-) gossipol izomeri içeren gruplara göre düşük bulunmuştur (p<0,05).

Bu araştırma, ülkemizde yaygın üretim bölgeleri olan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde üretilmiş pamuklardan elde edilmiş farklı protein içerikli PTK'ların Hron ve ark. (1999)'un geliştirmiş oldukları HPLC metodu ile gossipolün (+) ve (-) izomerlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Yem Materyali

Araştırmanın yem materyalini, ülkemizde yaygın üretim bölgeleri olan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 2013 ve 2014 üretim yıllarında yetiştirilmiş pamuklardan elde edilmiş ve ham protein (HP) içeriği %26 ve altında, %27-29, %30-32, %33-35, %36 ve üzerinde olan PTK'lar oluşturmuştur. PTK'lar, PT'den yağ çıkaran fabrikalardan C.P. Standart Gıda San. ve Tic. A.Ş. tarafından sağlanmıştır. Yem materyali, HP içeriklerine göre her bir grupta 10 adet olacak şekilde, farklı üretim yerlerinden Anonim (2017)'de belirtilen esaslara uyularak yaklaşık 10 kg alınmıştır.

2.2. Kimyasal Analizler

Bu çalışmada kimyasal analizler, kuru madde (KM) Anonim (2017)'ye, HP Leco-FP-528 Azot/Protein Cihazı kullanılarak Anonim (2007)'ye, gossipol HPLC Cihazı kullanılarak Hron ve ark. (1999)'a göre yapılmıştır.

Gossipol Tayini

Çözeltiler

Mobil faz: %80 asetonitril (Sigma CAS No: 75-05-8, %99,9 HPLC gradient grade saflıkta), %20 10 nM KH_2PO_4 (Sigma CAS No: 7778-77-0, %99,99 Suprapur anhydrous saflıkta) tampon (pH=3'e H_3PO_4 kullanılarak ayarlanmış). 200 ml 1,36 g/L KH_2PO_4 içeren çözelti + 800 ml Asetonitril eklenerek hazırlanır ve kullanmadan önce oda sıcaklığına getirilir.

Kompleks Çözelti: 100 ml'lik ölçülü balona 2 ml - (R)-(-)-2-amino-1-propanol (Acros Organics CAS No: 35320-23-1, %98 pure saflıkta) ve 10 ml glacial asetik asit (Sigma CAS No: 64-19-7, %99,8 HPLC saflıkta) eklenir, oda sıcaklığına soğutulur. Ölçülü balon N,N-Dimethylformamide (Sigma CAS No: 68-12-2, %99,9 HPLC LiChropur saflıkta) ile tamamlanır. Çözelti buzdolabında saklanır, kullanılmadan önce oda sıcaklığına getirilir.

Standart Rasemik Gossipol Çözeltileri: 25 ml'lik hacimli ölçülü balona 38,0 mg gossipol asetik asit (Sigma CAS No: 12542-36-8, %95 HPLC saflıkta) tartılır. 25 ml'lik hacme kompleks çözelti ile tamamlanır. Tüm kimyasalın çözünmesi sağlanır. Bu şekilde, gossipol asetik asitten gossipole 0,8962 dönüşüm faktörü kullanılarak 1.294 mg/kg gossipol konsantrasyonuna sahip stok çözelti hazırlanmış olur.

Kalibrasyon Eğrisinin Oluşturulması

Stok çözeltilerden 0,5-1,0-2,0-3,0-4,0-5,0 ml standart gossipol çözeltileri 20x125 mm ölçülü cam tüplere aktarılır, her tübe 4 ml kompleks çözelti ilave edilir. Tüplerin kapakları sıkıca kapatıldıktan sonra vortekslenir, 100°C'ye ayarlanmış etüvde 30 dakika tutulur, süre sonunda soğutulur, her tüpe 16 ml mobil faz ilave edilir. Tüpler kapatılıp karıştırıldıktan sonra standart Watman No:2 filtre kağıdından süzülür. Her tüpten 5 ml'lik kısım alınarak 10 ml'lik deney tüplerine konur ve 10 ml'lik hacme mobil faz ile tamamlanır. Bu şekilde kalibrasyon eğrisi oluşturmak için hazırlanan standartlar 16, 32, 64, 128, 256 ve 320 mg/kg gossipol konsantrasyonlarında olmaktadır. Daha sonra tüpler vortekslelendikten sonra 0,45 µm membran fitreden geçirilerek viallenir.

Örneklerden (+)-, (-)- ve Toplam Gossipolün Ekstraksiyonu

PTK örnekleri milli bir değirmende öğütülür ve tohum kısımlarının ayrılması için elenir. Öğütülen bu kısım, 82°C'de 4 saat kurutulur. Daha sonra kurutulan numuneden 0,2 g (1,6-3,5 mg gossipol içerecek şekilde) 20x125 mm ölçülü tüpe tartılır. Üzerine 4 ml kompleks çözelti ilave edilir. Tüplerin kapakları sıkıca kapatıldıktan sonra vortekslenir, 100°C'ye ayarlanmış etüvde 30 dakika tutulur, süre sonunda soğutulur, her tüpe 16 ml mobil faz ilave edilir. Tüpler kapatılıp karıştırıldıktan sonra standart Watman No:2 filtre kağıdından süzülür. Her tüpten 5 ml'lik kısım alınarak 10 ml'lik deney tüplerine konur ve 10 ml'lik hacme mobil faz ile tamamlanır. Tüpler vortekslelendikten sonra 0,45 µm membran fitreden geçirilerek viallenir.

(+)-, (-)- ve Toplam Gossipolün Belirlenmesi

Bu analizde HPLC-PDA (PhotoDiode Array Dedector) dedektörlü (Shimadzu, Japon) likit koromotografi cihazı kullanılmıştır. Kolon olarak InterSustain C_{18} (250x4.6mm, 5 µm; GL Sciences Inc., Japon) kullanılmış olup 40°C'lik fırın sıcaklığında şartlandırılmıştır. Mobil faz olarak %80 asetonitril, %20 10 nM KH_2PO_4 tampon kullanılmış, 254 nm dalga boyunda, 20 µL enjeksiyon yapılarak 1 mL/dakika akış hızı uygulanmıştır. Toplam analiz süresi 10 dakikadır.

(+)-, (-)- ve Toplam Gossipolün Hesaplanması

Her bir izomer için hesaplama aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmaktadır:

$$(+) \text{-gossipol (mg)} = m(+) ((+) \text{-pik alanı}) + b(+)$$

$$(-) \text{-gossipol (mg)} = m(-) ((-) \text{-pik alanı}) + b(-)$$

Burada;

m: Her bir izomer için kalibrasyon eğrisinin eğimi,

b: Her bir izomer için kesişim noktasını,

ifade etmektedir.

$$\% (+) \text{ gossipol} = (m(+) ((+) \text{-pik alanı}) + b(+)) / (\text{Örnek Miktarı (g)} \times 10)$$

$$\% (-) \text{ gossipol} = (m(-) ((-) \text{-pik alanı}) + b(-)) / (\text{Örnek Miktarı (g)} \times 10)$$

$$\text{Toplam Gossipol (\%)} = (+) \text{ gossipol (\%)} + (-) \text{ gossipol (\%)}$$

olarak hesaplanır.

2.3. İstatistik Analizler

Araştırma sonucunda elde edilen bulguların ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi için JUMP istatistik programından, görülen farklılıkların önem seviyesinin belirlenmesinde ise LSD (Least Significant Difference) Karşılaştırma Testi'nden yararlanılmıştır.

3. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, PTK Gruplarının 2013 ve 2014 yıllarındaki HP ve gossipol içerikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de, HPLC'de gossipol standardı ve PTK örneğine ait kromatogramlar ise Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

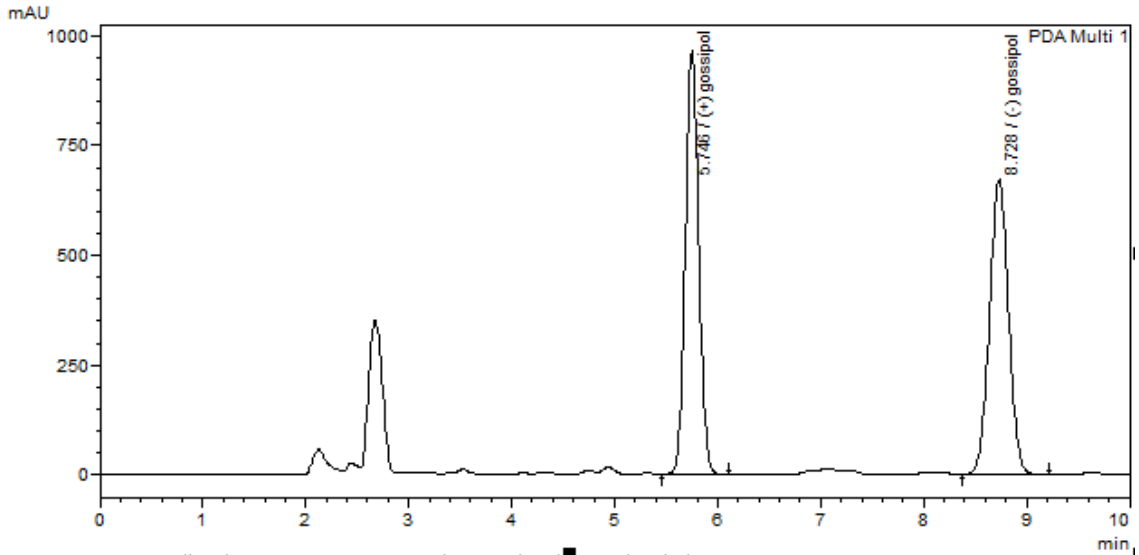
Çizelge 1. PTK'ların 2013 ve 2014 yılları HP içerikleri.

ANALİZLER	2013				
	1. GRUP (%10) (n=10)	2. GRUP (%22) (n=10)	3. GRUP (%25) (n=10)	4. GRUP (%30) (n=10)	5. GRUP (%34) (n=10)
KM (%)	92,15±0,13	94,55±0,21	94,97±0,15	89,60±0,08	89,12±0,05
HP (%)	10,79±0,11	22,12±0,43	25,13±0,26	30,68±0,21	34,24±0,81
ANALİZLER	2014				
	1. GRUP (%17) (n=10)	2. GRUP (%26) (n=10)	3. GRUP (%28) (n=10)	4. GRUP (%32) (n=10)	5. GRUP (%36) (n=10)
KM (%)	92,39±0,05	94,49±0,07	94,82±0,03	90,46±0,03	90,48±0,05
HP (%)	17,51±0,19	26,03±0,13	28,73±0,04	32,41±0,05	36,40±0,20

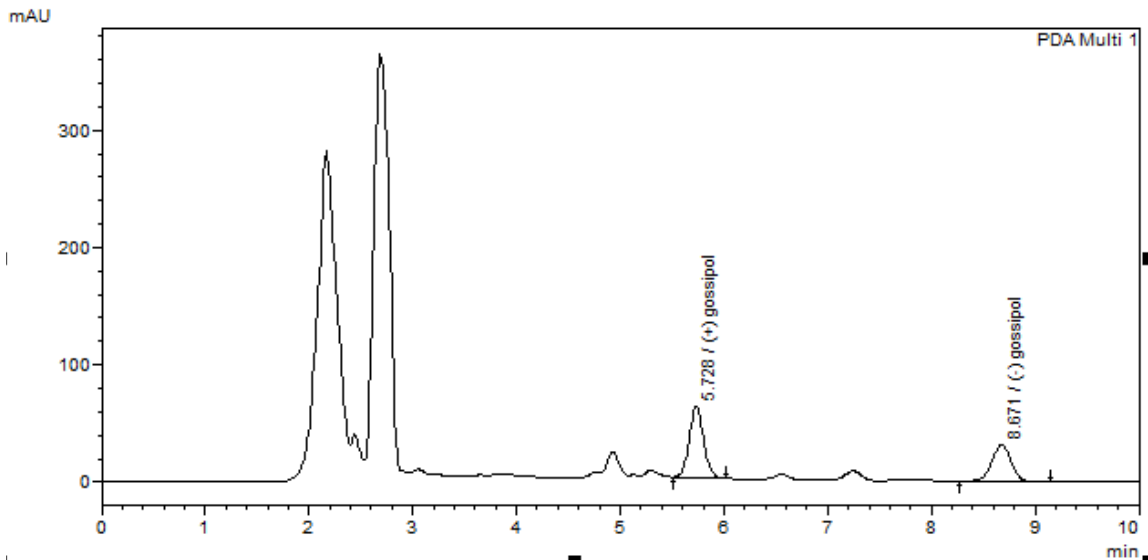
Çizelge 2. PTK'ların 2013 ve 2014 yılları (+), (-) ve toplam gossipol içerikleri.

Parametre	2013				
	1. GRUP (%10) (n=10)	2. GRUP (%22) (n=10)	3. GRUP (%25) (n=10)	4. GRUP (%30) (n=10)	5. GRUP (%34) (n=10)
(+) Gossipol (mg/kg)	30,26±2,20a	361,97±5,06c	126,42±1,54b	632,94±12,67d	676,53±107,62d
(-) Gossipol (mg/kg)	37,21±1,71a	269,64±3,25b	96,50±0,70a	511,37±9,68c	491,02±77,31c
Toplam Gossipol (mg/kg)	72,37±7,17a	727,64±78,80c	256,17±27,52b	1.287,22±137,84d	1.468,22±215,29d
Parametre	2014				
	1. GRUP (%17) (n=10)	2. GRUP (%26) (n=10)	3. GRUP (%28) (n=10)	4. GRUP (%32) (n=10)	5. GRUP (%36) (n=10)
(+) Gossipol (mg/kg)	134,33±0,34a	634,08±22,42b	790,83±119,95c	1.134,00±143,44d	1.119,01±17,12d
(-) Gossipol (mg/kg)	101,24±0,38a	434,45±15,89b	515,96±77,37b	933,32±112,83c	864,84±13,16c
Toplam Gossipol (mg/kg)	269,75±29,17a	1199,96±139,51b	1.642,04±238,56c	2.166,94±314,03d	2.285,38±244,61d

*Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ($p < 0.01$).



Şekil 1. 128 mg/kg konsantrasyonuna ait gossipol standardı kromatogramı.



Şekil 2. 2013 yılı 4. Grup (%30 HP) PTK örneğine ait gossipol kromatogramı.

PTK Gruplarının 2013 yılında HP içerikleri sırasıyla; %10,79±0,11, 22,12±0,43, 25,13±0,26, 30,68±0,21 ve 34,24±0,81, 2014 yılında ise %17,51±0,19, 26,03±0,13, 28,73±0,04, 32,41±0,05 ve 36,40±0,20 olarak belirlenmiştir.

PTK gruplarının 2013 yılında (+), (-) ve Toplam gossipol içerikleri (mg/kg) sırasıyla; 30,26±2,20, 361,97±5,06, 126,42±1,54, 632,94±12,67 ve 676,53±107,62; 37,21±1,71, 269,64±3,25, 96,50±0,70, 511,37±9,68 ve 491,02±77,31; 72,37±7,17, 727,64±78,80, 256,17±27,52, 1.287,22±137,84 ve 1.468,22±215,29 olarak belirlenmiştir. Toplam gossipol ve (+), (-) izomerleri 4. ve 5. grupta en yüksek, 1. grupta en düşük düzeyde bulunmuştur. 2013 yılında 1. grup haricinde (+) gossipol izomeri, (-) izomere göre daha yüksek değerler elde edilmiştir.

2013 yılında (+), (-) ve toplam gossipol içeriklerinin HP içeriklerine göre artış olmasına rağmen 3. grupta 2. gruba göre düşük bulunmasının nedeni bu gruptaki PTK'ların pres yöntemi ile elde edilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim bu durum Tuncer ve Yalçın (1986)'nın bildirişleriyle uyum içerisindedir.

PTK gruplarının 2014 yılında (+), (-) ve Toplam gossipol içerikleri (mg/kg) sırasıyla; 134,33±0,34, 634,08±22,42, 790,83±119,95, 1.134,00±143,44 ve 1.119,01±17,12; 101,24±0,38, 434,45±15,89, 515,96±77,37, 933,32±112,83 ve 864,84±13,16; 269,75±29,17, 1.199,96±139,51, 1.642,04±238,56, 2.166,94±314,03 ve 2.285,38±244,61 olarak belirlenmiştir. Toplam gossipol 5. grupta en yüksek, 1. grupta en düşük düzeyde bulunurken (+) ve (-) izomerleri ise 4. grupta en yüksek, 1. grupta en düşük düzeyde bulunmuştur. 2014 yılında da 2013 yılına benzer şekilde (+) gossipol izomeri, (-) izomere göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu bulgular Hron ve ark. (1999)'un bildirişleriyle uyum içerisindedir.

Her iki yılda da 4 ve 5. Gruplar ile 1, 2 ve 3. Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). 4 ve 5. Gruplarda (+), (-) ve Toplam gossipol düzeylerinin yüksek olmasının nedeni bu grupların HP içeriklerinin yüksek olmasını sağlayan pamuk tohumunun embriyo kısımlarının daha fazla bulunması ve embriyo kısımlarının da yüksek düzeyde gossipol içermesidir. Nitekim bu durum Efe (2016), Wellmann (2007), Kaya ve Yavuz (1993) bildirişleriyle benzerlik göstermektedir.

2013 ve 2014 yıllarında en yüksek gossipol düzeyi olan 2014 yılının 4. grubundaki (+), (-) ve toplam gossipol düzeyleri sırasıyla (mg/kg); 1,134, 933 ve 2166 yumurta tavuğu rasyon karmalarına %15 katılması durumunda rasyonun gossipol içerikleri yaklaşık olarak sırasıyla (mg/kg); 170, 139 ve 325 düzeylerinde, broilerlere ise %10 düzeyinde katılması durumunda ise 113, 93 ve 216 düzeylerinde olur. Bu düzeylerdeki gossipol Lordelo ve ark. (2004)'ün yumurta tavukları üzerinde yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre yumurta veriminde herhangi bir verim düşüklüğüne neden olmadan kullanılabilir. Benzer şekilde broilerlerde de Lordelo ve ark. (2005)'e göre olumsuz bir etkinin olmayacağı söylenebilir.

Araştırma sonucunda 2013 ve 2014 yıllarında elde edilmiş %10,79-36,40 HP içeriğindeki PTK'ların gossipolün (+) izomeri 30,26-1134,00 mg/kg, (-) izomeri 37,21-933,32 mg/kg ve toplam gossipol 72,37-2285,38 mg/kg düzeylerinde olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde PTK'da gossipolün izomerleri üzerinde yapılmış çalışma olmadığı için hayvanlarda meydana getirebilecek toksik etkilerini değerlendirmek mümkün olmamıştır. Bu nedenle ülkemizde PTK'da gossipolün izomerlerinin hayvan türlerine göre toksik etkisini ortaya koyan daha ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç vardır.

4. Kaynaklar

- Anonim, 2007. Official methods of analysis of AOAC international.
- Anonim, 2014. Yemlerde istenmeyen maddeler hakkında tebliğ. 19.04.2014 tarih 28977 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 2016a. Bitkisel üretim istatistikleri veri tabanı.
- Anonim, 2016b. Dış ticaret istatistikleri veri tabanı.
- Anonim, 2017. Yemlerin resmi kontrolü için numune alma ve analiz metotlarına dair yönetmelik. 21.01.2017 tarih 29955 sayılı Resmi Gazete.
- Chandrashekar, R., Kudle, K.R., Chaitanya, P.J. and Bhavani, N.L., 2013. Gossypol analysis in Bt and Non Bt cottonseed extracts by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). International Journal of Herbal Medicine, Volume:1, Issue:2, pp.53-58.
- Efe, L., 2016. Gossypolsüz Pamuklar ve önemi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl. (<http://cafelife.com.tr/ant/index.php/antbirlik/haberler/item/103-gossypolsuz-pamuklar-ve-onemi>).
- Hron Sr, H.L.Kim, R.J. and Fisher, G.S., 1999. Fetermination of (+)-, (-)-, and total gossypol in cottonseed by High-Performance Liquid Chromatography. JAOCS, Vol.76, No.11, pp.1351-1355.
- Karabulut, A. ve Filya, İ., 2007. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları No:67, (Genişletilmiş 4. Baskı), s. 81-82, Bursa.
- Kaya, S. ve Yavuz, H., 1993. Yem ve yem hammaddelerinde bulunan olumsuzluk faktörleri ve hayvanlara yönelik etkileri: 1: Organik Nitelikli Olumsuzluk Faktörleri. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg. 40(4): 386-614.
- Kırkpınar, F ve Ergül, M., 2003. Pamuk tohumu küspesinin yem olarak kullanımı. Pamukta Eğitim Semineri. Ege Üniv., 14-17 Ekim, İzmir, 223-235.
- Kim, H.L., Calhoun, M.C. and Stipanovic, R.D., 1996. Accumulation of gossypol enantiomers in ovine tissues, Comp, Biochem, Pfyiol, 113B:417-420p.
- Khodwe, M.S. and Bhowmick, D.N., 2013. Separation of of gossypol from cottonseed and prepatation of gossypol-free cottonseed cake. International Journal of Recent Scientific Research. Vol.4, Issue 8, pp. 1290-1295.
- Lordelo, M.M., Davis, A.J., Calhoun, M.C. and Dale, N.M., 2004. Relative toxicity of gossypol enantiomers in broilers. Poultry Science, Vol. 84, pp. 1376-1382.
- Lordelo, M.M., Davis, A.J., Calhoun, M.C. and Dale, N.M., 2005. Relative toxicity of gossypol isomers in laying hens. Poultry Science, Vol. 83, Suppl. 1, pp. 263.
- Tuncer, Ş.D. ve Yalçın, S., 1986. Türkiye’de üretilen pamuk tohumu küspelerinde gossypol düzeylerinin tespit edilmesi üzerinde bir araştırma. Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg. Cilt:2, Sayı:1, 125-134.
- Ustaoglu, A., 2007. Hatay ilinde üretimi yapılan pamuk tohumu küspelerinin besin madde içerikleri ve gossypol düzeylerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 27 s, Antakya.
- Wellmann, K.T., 2007. Farklı düzeylerde kullanılan pamuk tohumu küspelerinin etlik piliçler üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 42s, Aydın.



Kırmızı Pul Biberde Bazı Azo Boyaların LC-MS/MS ile Belirlenmesi

Determination of Some Azo Dyes in Red Pepper Flakes by LC-MS/MS

Ayşe Binnur KARATAŞ¹, İbrahim Emre TOKAT², Ayşegül ARIKAN ASAN³

¹ Gıda Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE-ORCID ID:0000-0001-7750-5427

² Veteriner Hekim, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE-ORCID ID 0000-0003-1975-9706

³ Kimya Yük. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE-ORCID ID 0000-0002-2664-4635

Özet

Amaç: Çalışmada, 11 adet azo boyanın (Sudan I, Sudan II, Sudan III, Sudan IV, Sudan Orange G, Sudan Black B, Sudan Red B, Sudan Red 7B, Sudan Red G, Para Red, Rhodamine B) kantitatif olarak tespiti için LC-MS/MS cihazı kullanarak metot validasyonu yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada kırmızı pul biber kullanılmıştır. Örnekler asetonitril ile ekstrakte edilmiştir. Kantitatif hesaplamalar matris uyumlu kalibrasyona göre yapılmıştır. Doğrulama için; doğruluk, tekrarlanabilirlik, tekrarüretilebilirlik, tespit limiti (LoD), ölçüm limiti (LoQ) ve geri kazanım parametreleri incelenmiştir. Tüm azo boyları için ölçüm belirsizliği hesaplanmıştır.

Bulgular: Tüm boylar için doğruluk $r \geq 0,99$ olarak saptanmıştır. LoD değerleri 0,62-13,12 µg/kg aralığında iken, LoQ değerleri ise 2,06-43,72 µg/kg aralığında bulunmuştur. Geri kazanım oranları %83,38-100,27 arasında değişmiştir.

Sonuç: LC-MS/MS metodunun, pul biberde azo boyların tespiti için yüksek hassasiyette ve uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azo Boyalar, Sudan Boyaları, LC-MS/MS, Kırmızı Pul Biber, Validasyon

Abstract

Objective: In this study, a method validation is performed for quantitative detection of 11 azo dyes (Sudan I, Sudan II, Sudan III, Sudan IV, Sudan Orange G, Sudan Black B, Sudan Red B, Sudan Red 7B, Sudan Red G, Para Red, Rhodamine B) by using LC-MS/MS system.

Material and Methods: In this study red pepper flakes were used and the samples were extracted with acetonitrile. Matrix-match calibration was used for quantification. Linearity, repeatability, reproducibility, limit of detection (LoD), limit of quantification (LoQ) and recovery were studied as validation parameters. Uncertainty was calculated for all azo dyes.

Results: Linearity obtained for all dyes were $r \geq 0,99$. LoD and LoQ were in the range of 0,62-13,12 µg/kg and 2,06-43,72 µg/kg respectively. Recovery range was between 83,38-100,27%.

Conclusion: LC-MS/MS method was found to be high sensitivity and applicable for detection of azo dyes in red pepper flakes.

Key Words: Azo Dyes, Sudan Dyes, LC-MS/MS, Red Pepper Flakes, Verification

1.Giriş

Gıda renklendiricileri; gıda katkı maddelerinde yer alan gruplardan biridir. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde "Gıdalara renk veren veya rengini geri kazandıran, gıdaların doğal bileşenlerini ve genel olarak olduğu gibi gıda olarak tüketilmeyen doğal kaynakları içeren ve genellikle gıdanın karakteristik bir bileşeni olarak kullanılmayan maddeler" olarak tanımlanmaktadır. Kullanım miktarları ise aynı yönetmelik ile belirlenmiş ve sınırlanmıştır (Anonim 2013a). Günümüzde gıdalara uygulanan işleme

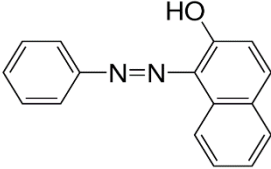
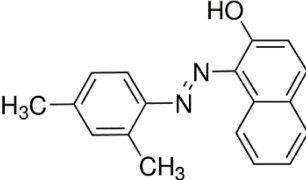
tekniklerinin, gıdaların görünüş özelliklerine olumsuz etkileri olabilmektedir ve bundan dolayı gıdaların teknolojik olarak renklendirilmesi gereksinimi ortaya çıkmıştır (Atlı 2010). Gıdalarda doğal olarak bulunan renklendiriciler, gıda işleme ve depolama sırasında kararsızdır ve hızla değişmektedir. Bu nedenle, düşük fiyat, yüksek etkinlik ve stabilite gibi çeşitli özelliklerinden dolayı sentetik boyalar, tüm dünyada gıda şirketleri tarafından yaygın şekilde kullanılmaktadır (Tsai ve ark. 2015).

Sudan boyaları, endüstride (kozmetik ve tekstil ürünlerinde) yaygın olarak kullanılan sentetik azo boyalardır. Genel görünümü geliştirmek için balmumları, baskı mürekkepleri, cilalar, plastikler ve yağlar gibi ürünlerde kullanılmaktadırlar (Li ve ark. 2014, Fonovich 2013). Sudan boyalarının indirgenme ürünleri kanserojen ve teratojen etkilere sahip olduğu için Avrupa ve Amerika’da gıda renklendiricisi olarak kullanımları yasaklanmıştır. Benzer şekilde ülkemizde de “Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği”ne göre sudan boyalarının gıdalarda kullanımı yasaktır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün bir kolu olan Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (ICRA), sudan boyalarını “Grup 3 genotoksik kanserojen madde” olarak sınıflandırmıştır (Anonim 1975). Sudan boyalarının gıdalarda kullanımına izin verilmemesine rağmen birçok ülkede yapılan kontrollerde bu boyaların halen kullanıldığı tespit edilmektedir. Bu nedenle analizlerin düzenli olarak yapılmasına ihtiyaç vardır (Wang ve ark. 2013, Çağlıcı ve ark. 2017). Bu boyalar düşük maliyetli olmaları ve geniş kullanım alanından dolayı gıdalarda yasak olmasına rağmen renklendirici olarak cazip hale gelmektedirler (Rebane ve ark. 2010). Ayrıca sudan boyalarının yasal olduğu alanların bulunması taklit ve taşış için bu maddelerin teminini kolaylaştırmaktadır. Örneğin Sudan III, kozmetikte kullanılmaktadır. Ancak kozmetik ürünlerde bir renklendirici olarak kullanıldığı zaman tüketiciler için tam bir risk değerlendirilmesi yapılmamıştır (Anonim 2005a). İlk kez Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinden Fransa, ithal ettiği biberlerde Sudan I boyası tespit edildiğini bildirmiştir. Bu durum Avrupa Komisyonu (EC)’nün sudan boyalarına karşı acil önlemler almasını gerektirmiştir (Anonim 2003). 2015 Yılında İngiltere’de Worcester sosunda ve 2016 yılında Çin’de ördek yemlerine Sudan IV konulduğu tespit edilmiştir. Ardından bölgede kapsamlı gıda izleme ve laboratuvar testleri yapılmıştır (Wong 2012).

Azo boyaların gıda sektöründeki riskleri yanında tekstil endüstrisinde kullanılması ve atıklarının büyük ölçüde deniz suyunu kirletmesi deniz yaşamına zarar vermektedir. Sudan boyalarının parçalanma ürünlerinden olan “naftilamin” karsinojenik etki gösteren ve suda çözünen bir maddedir (Nisa ve ark. 2016).

Sudan boyaları azot:azot (azo) köprüsü ile karakterize edilen moleküler yapıya sahiptir (Çizelge 1). Bu maddelerin yüksek moleküler ağırlıkları ve düşük polaritede olmaları yağda çözünebilmelerini sağlamaktadır. Bununla birlikte azo boya olan Rhodamine B yapısında bulunan bazik amin grupları sayesinde hem yağ hem de su içinde çözünebilir (Anonim 2006).

Çizelge 1. Azo boyaların kimyasal formülleri.

Kimyasal Adı	Chemical Abstracts Service Number (CAS No)	Molekül Ağırlığı	Kimyasal Formülü
Sudan I	842-07-9	248,28	
Sudan II	3118-97-6	276,33	

Sudan III	85-86-9	352,39	
Sudan IV	85-83-6	380,44	
Sudan Orange G	2051-85-6	214,52	
Sudan Black B	4197-25-5	456,54	
Sudan Red B	3176-79-2	380,44	
Sudan Red 7B	6368-72-5	379,46	
Sudan Red G	1229-55-6	278,31	
Para Red	6410-10-2	293,28	
Rhodamine	81-88-9	479,01	

Tam bir risk değerlendirmesi için yeterli veri olmadığı bildirilmesine karşın, Sudan I ile Rhodamine B'nin genotoksik ve karsinojenik olduğunu gösteren deneysel kanıtlar vardır (Fonovich 2013). Sudan II, Sudan III, Sudan IV ve Para Red için ise kesin kanıtlar bulunmamasına rağmen Sudan I ile kimyasal yapılarının benzer olması, potansiyel olarak genotoksik ve kanserojen olduklarını düşündürmektedir (Anonim 2005b). Bu nedenle yaygın ve kontrolsüz olarak gıdalarda kullanımları nedeniyle tespit edilmeleri önem kazanmaktadır. Azo boyalarını tespit etmek için kullanılan yöntemler Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Azo boyalarını farklı gıdalarda tespit etmek için kullanılan yöntemler.

Materyal	Kullanılan yöntem	Kaynak
Domates sosu	Manyetik metal-organik sistem ile katı faz ekstraksiyonu- Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi-Ultraviyole dedektör (HPLC- UV)	Shi ve ark. 2018
Kırmızı toz biber	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR)	Lohumi ve ark. 2017
Kırmızı toz biber	UPLC-MS/MS	Wang ve ark. 2013
Gıdalarda	Enzim-bağlı immunosorbent tayini (ELISA)	Wang ve ark. 2011
Yumurta ve hayvan kası	HPLC-UV	Wu ve ark. 2010
Kırmızı toz biber	Liquid chromatography Electrospray Ionization- Time-of-flight Mass Spectrometer (LC-ESI-TOF-MS)	Fang ve Keever 2008
Kırmızı toz biber	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi-Ultraviyole visible dedektör (LC-UV-VIS)	Ertaş ve ark. 2007
Kırmızıbiber	Gel Permeation Chromatography Liquid Chromatography Electrospray İonization Tandem Mass Spectrometry (GPC-LC-ESI-MS/MS)	Sun, Wang ve Ai 2007

Sudan boyalarının Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) ile analizinde kullanılan yöntemlerde “solvent standart, temiz matrikse hazırlama ve standart ekleme” yöntemleri kullanılmış ve standart ekleme yönteminin geri kazanım yönünden en uygun olduğu görülmüştür (Schreiber ve Czapiewski 2010). Bu nedenle çalışmada numune ve standart hazırlama aşamalarında standart ekleme yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmada azo boyaların HPLC analizine göre daha hassas olan LC-MS/MS ile metot validasyonu yapılarak analizinin gerçekleştirilmesi ve laboratuvarında yapılabilir duruma gelinmesi amaçlanmaktadır. HPLC analizinde tespit limitleri yüksek ve kromatogramlarda interferans girişimleri olabildiğinden daha hassas ve seçici olan LC-MS/MS metodu ile çalışılması uygun görülmüştür. Ülkemizde ithalat ve ihracatı yapılan kırmızıbiber ve ürünlerinde kullanımına izin verilmeyen azo boyaların kalıntı düzeyinde tespit edilmesi gerekliliği önem kazanmıştır. Bu nedenle çalışma kırmızıbiber ve ürünlerinde sudan boyaları analizlerini kapsamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kimyasallar

Kullanılan kimyasal maddeler analitik safıkta olup Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri.

Kimyasal Adı	CAS No	Kimyasal Maddelerin Safılıkları (%)
Sudan I standart maddesi	842-07-9	97
Sudan II standart maddesi	3118-97-6	90
Sudan III standart maddesi	85-86-9	100
Sudan IV standart maddesi	85-83-6	100
Black B standart maddesi	4197-25-5	100
Red B standart maddesi	3176-79-2	100
Red 7B standart maddesi	6368-72-5	100
Red G standart maddesi	1229-55-6	100
Orange G standart maddesi	2051-85-6	85
Rhodamine B standart maddesi	81-88-9	95
Para Red standart maddesi	6410-10-2	95
Asetonitril	75-05-8	gradient grade for liquid chromatography
Amonyum format	540-69-2	> 99,00
Formik asit	64-18-6	98-100
Metanol	66-57-1	gradient grade for liquid chromatography

2.2. Materyal

Validasyon çalışmalarında kırmızı pul biber kullanılmıştır. Pul biber örneği satın alma yoluyla temin edilmiş ve 6 tekrarlı çalışma ile azo boyaları içermediği belirlenmiştir. Numuneler analize alınana kadar +4°C de ve karanlık ortamda saklanmıştır.

2.3. Kullanılan Cihazlar

Çalışmada; santrifüj (Sigma 3K15), çoklu çalkalayıcı (Heidolph Unimax 1010, Almanya), azot jeneratörü (Peak Scientific Genius 1050, UK), ikili pompa (Shimadzu AD-30, Japonya), autosampler (Shimadzu Nexera X2 SIL-30AC, Japonya), kolon fırını (Shimadzu CTO-20AC, Japonya), C₁₈ kolon (Waters Cortecs 2.1x100 mm, 2.7 µm) ve kütle dedektörü (Shimadzu 8040 MSMS triple quadrapole, Japonya) kullanılmıştır.

2.4. Standart Çözeltilerin Hazırlanması

Standart çözeltiler hazırlandıktan sonra +4°C de 6 ay süre ile saklanır. Ancak standardın son kullanma tarihi geçtiği durumlarda stok çözeltiler yeniden hazırlanır. Çalışma çözeltileri ise analiz yapılacağı zaman taze olarak stok çözeltilerden hazırlanır.

Stok Çözeltiler: Azo boyalara ait stok standart çözeltiler Çizelge 4’de belirtilen konsantrasyonlarda, asetonitril ile 100 ml’ye tamamlanarak hazırlanmıştır. Stok standart çözeltileri hazırlarken analitik safılıkları dikkate alınarak tartım yapılmıştır. Hazırlanan stok çözeltilerden Çizelge 4’te belirtilen konsantrasyonlara ulaşmak için uygun miktarlarda balon jöjeye aktarılmış ve asetonitril ile 100 ml’ye tamamlanmıştır. Bu şekilde stok standart karışımı (mix çözelti) elde edilmiştir.

Azo boyalar ışığa duyarlı olduğu için amber renkli balon jöje kullanılmıştır. Tüm çözeltiler solvent ile tamamlandıktan sonra ultrasonik su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir.

Çizelge 4. Stok standart çözelti hazırlama.

Kimyasal adı	Stok standart çözelti konsantrasyonu (mg/kg)	Karışım (Mix çözelti) içindeki konsantrasyonu (µg/kg)
Black B	10	5
Red 7B		
Sudan I	100	25
Sudan II		
Sudan IV		
Red G		
Rhodamine B		
Sudan III		50
Orange G		
Red B	250	250
Para Red		

Çalışma Çözeltileri: Azo boyası içermeyen numune madde 2.5'e göre ekstrakte edilmiştir. Tüm çalışma çözeltileri bu ekstrakt ile Çizelge 5'de verilen konsantrasyonlar elde edilecek şekilde seyreltilmiştir.

Çizelge 5. Azo boyaların kalibrasyon noktaları.

Madde ismi	Mix Çözelti (µg/kg)	Kalibrasyon Noktaları (µg/kg)				
		1.Seviye	2.Seviye	3.Seviye	4.Seviye	5.Seviye
Black B	5	0,08	0,1	0,2	0,4	1,0
Red 7B	5	0,08	0,1	0,2	0,4	1,0
Sudan I	25	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Sudan II	25	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Sudan IV	25	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Red G	25	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Rhodamine B	25	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Sudan III	50	0,8	1,0	2,0	4,0	10
Orange G	50	0,8	1,0	2,0	4,0	10
Red B	50	0,8	1,0	2,0	4,0	10
Para Red	250	4,0	5,0	10	20	50

2.5. Ekstraksiyon

1 gram örnek 50 ml'lik santrifüj tüpüne tartılmıştır. Üzerine 25 ml asetonitril eklenmiş ve 30 dakika çoklu çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Sonrasında 4000 rpm ve 10 dakika santrifüj edilmiştir. Berrak kısım alınarak 0,22 µm filtreden (Millipore Millex-HV) süzülüp viallenmiştir (Tsai ve ark. 2015, Young ve Tran 2014, Schreiber ve Czapiewski 2010).

2.6. Cihaz Parametreleri

LC (Likit Kromatografi) Parametreleri: Mobil faz A 2 mM amonyum format ve %0,1 formik asitli su, mobil faz B ise 2 mM amonyum format ve %0,1 formik asitli metanol:asetonitril (50:50 v/v) karışımıdır. Akış hızı 0,4 ml/dk ve gradient olarak Çizelge 6'da belirtildiği şekilde kullanılmıştır. Kolon fırını sıcaklığı 45°C'ye ayarlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 5 µl dir.

MS (Kütle Spektrometresi) Parametreleri: Hedef moleküllerin tespiti için elektrosprey iyonizasyon pozitif mod (ESI+) ve tanımlama için çoklu iyon izleme (MRM) modu kullanılmıştır. Sudan IV ve Sudan RED B için 3 MRM, diğer moleküller için 2 MRM seçilmiştir. Moleküllerin MRM'leri ve uygulanan voltajlar Çizelge 7'de özetlenmiştir.

Çizelge 6. Gradient akış şeması.

Zaman (dakika)	A (%)	B (%)
0,5	40	60
5	0	100
9	0	100
9,5	80	20
12	40	60

Çizelge 7. Azo boyaların MRM listesi ve uygulanan voltajlar.

Adı	Precursor Ion (m/z)	Production Ions (I ve II) (m/z)	Q1 (V)	CE (V)	Q3 (V)
Sudan I	249,0	93,0	-28	-28	-16
		156,0	-29	-17	-28
Sudan II	277,0	121,1	-30	-22	-24
		106,1	-30	-44	-20
Sudan III	353,1	128,1	-23	-40	-22
		156,0	-23	-30	-22
Sudan IV	381,1	224,2	-25	-23	-14
		143,1	-25	-34	-29
		104,1	-10	-52	-18
Sudan Orange G	215,0	93,0	-27	-27	-16
		122,1	-28	-17	-23
Sudan Black B	457,2	194,1	-15	-36	-19
		221,1	-15	-29	-14
Sudan Red B	381,20	224,1	-26	-24	-22
		225,2	-28	-20	-24
		134,1	-23	-23	-23
Sudan Red 7B	380,1	115,0	-18	-48	-21
		183,1	-28	-16	-12
Sudan Red G	279,2	108,1	-15	-36	-19
		123,1	-15	-20	-23
Para Red	293,9	156,2	-12	-19	-29
		128,0	-24	-27	-22
Rhodamine B	443,30	399,2	-23	-44	-27
		355,1	-23	-55	-24

CE: Çarpışma Enerjisi; Q1: Giriş voltajı; Q3: Çıkış voltajı

2.7. Metot Validasyon Parametreleri

Ulusal veya uluslararası valide bir metodun laboratuvarında uygulanabilirliğinin görülmesi amacıyla kantitatif analizlerde aşağıdaki parametreler uygulanmaktadır (Anonim 2018a).

- Doğrusallık
- Tespit Limiti (Limit of Detection, LoD)
- Ölçüm Limiti (Limit of Quantification, LoQ)
- Doğruluk
 - Kesinlik (Precision)
 - Tekrarlanabilirlik (Repeatability)
 - Tekrarüretilebilirlik (Reproducibility-with in Laboratory)
 - Gerçeklik (Trueness)
 - Geri Kazanım (Recovery)

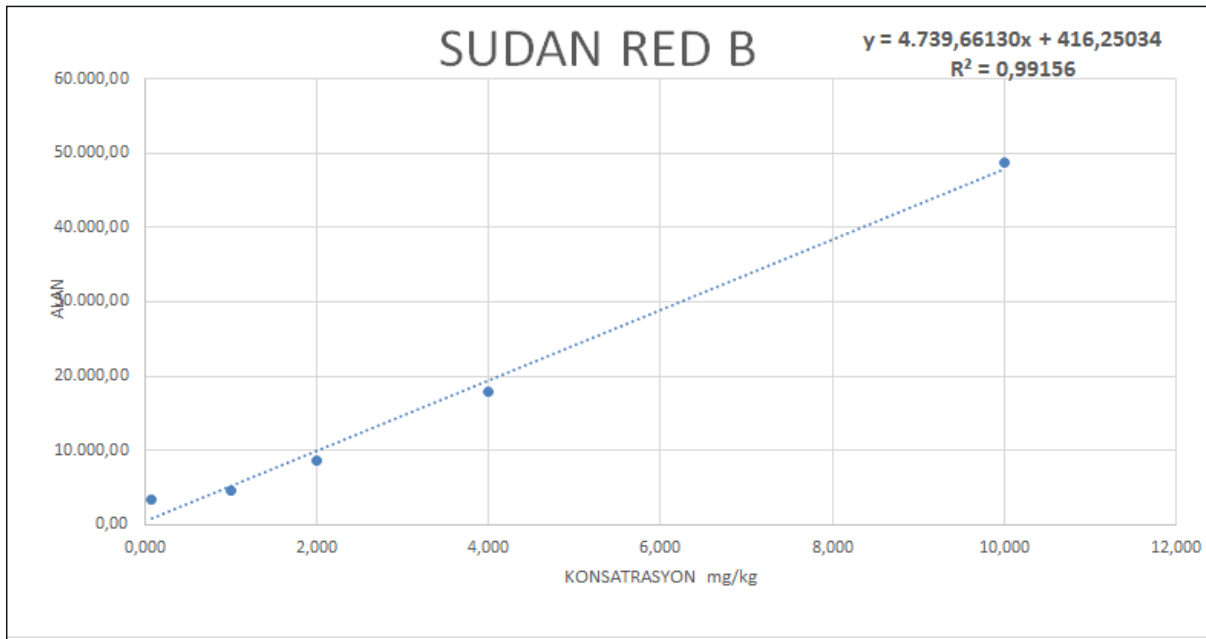
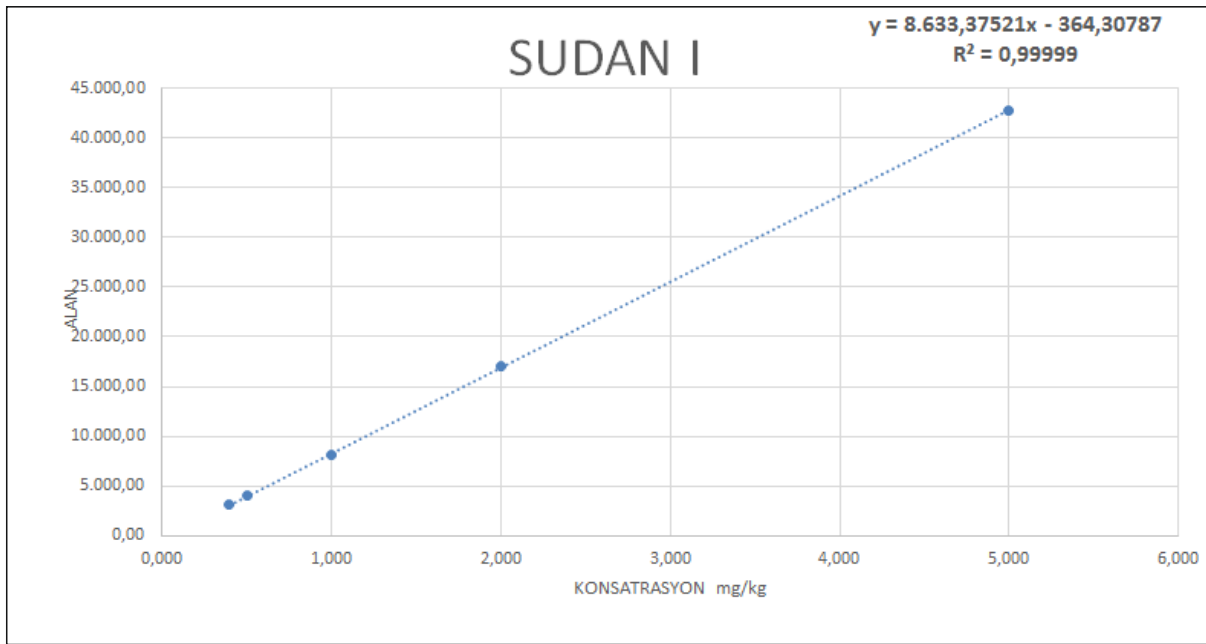
3. Bulgular

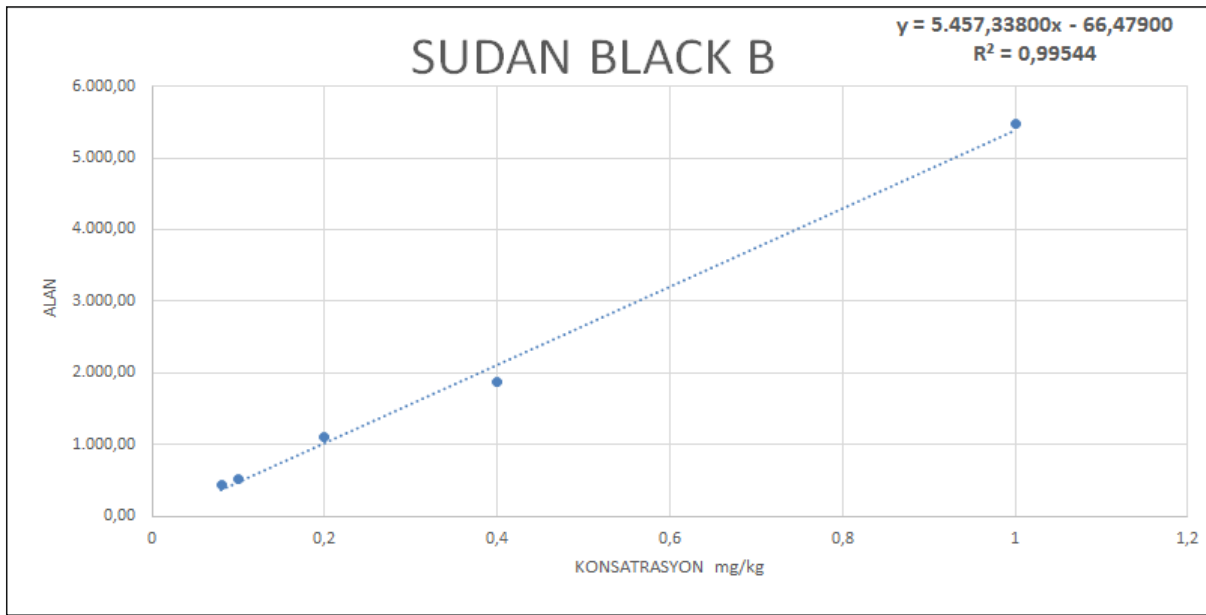
3.1. Metot Validasyonu

3.1.1. Kalibrasyon ve Doğrusallık

Doğrusallık çalışmalarında kullanılan standartlar Çizelge 4’deki gibi hazırlanmıştır. Kırmızı pul biber ile matris uyumlu kalibrasyon yapılarak Çizelge 5’te verilen doğrusal aralıkta çalışmalar yapılmıştır. Çalışma aralığı 5 farklı konsantrasyon seviyesinde, 2 tekrarlı yapılmıştır (Anonim 2002).

Doğrusal aralık için $r^2 \geq 0,99$ olarak belirlenmiş ve bazı boyalara ait doğrusallık grafikleri Şekil 1’de gösterilmiştir.





Şekil 1: Azo boyalardan Sudan I, Black B ve Red B'ye ait doğrusallık kalibrasyon grafikleri.

3.1.2. Tespit (Dedeksiyon) Limiti (LoD), Ölçüm (Kantitasyon) Limiti (LoQ)

Ölçüm limiti için Çizelge 8'de belirtilen konsantrasyonlarda ve temiz kırmızı pul bibere kirletme işlemi uygulanarak toplam 10 adet bağımsız çalışma yapılmıştır. LC-MS/MS cihazının performansı da göz önünde bulundurulmuş ve tespit edilebilen en düşük konsantrasyona inilmiştir. Bazı sudan boyaalarına ait kromatogram örnekleri Şekil 2'de yer almaktadır.

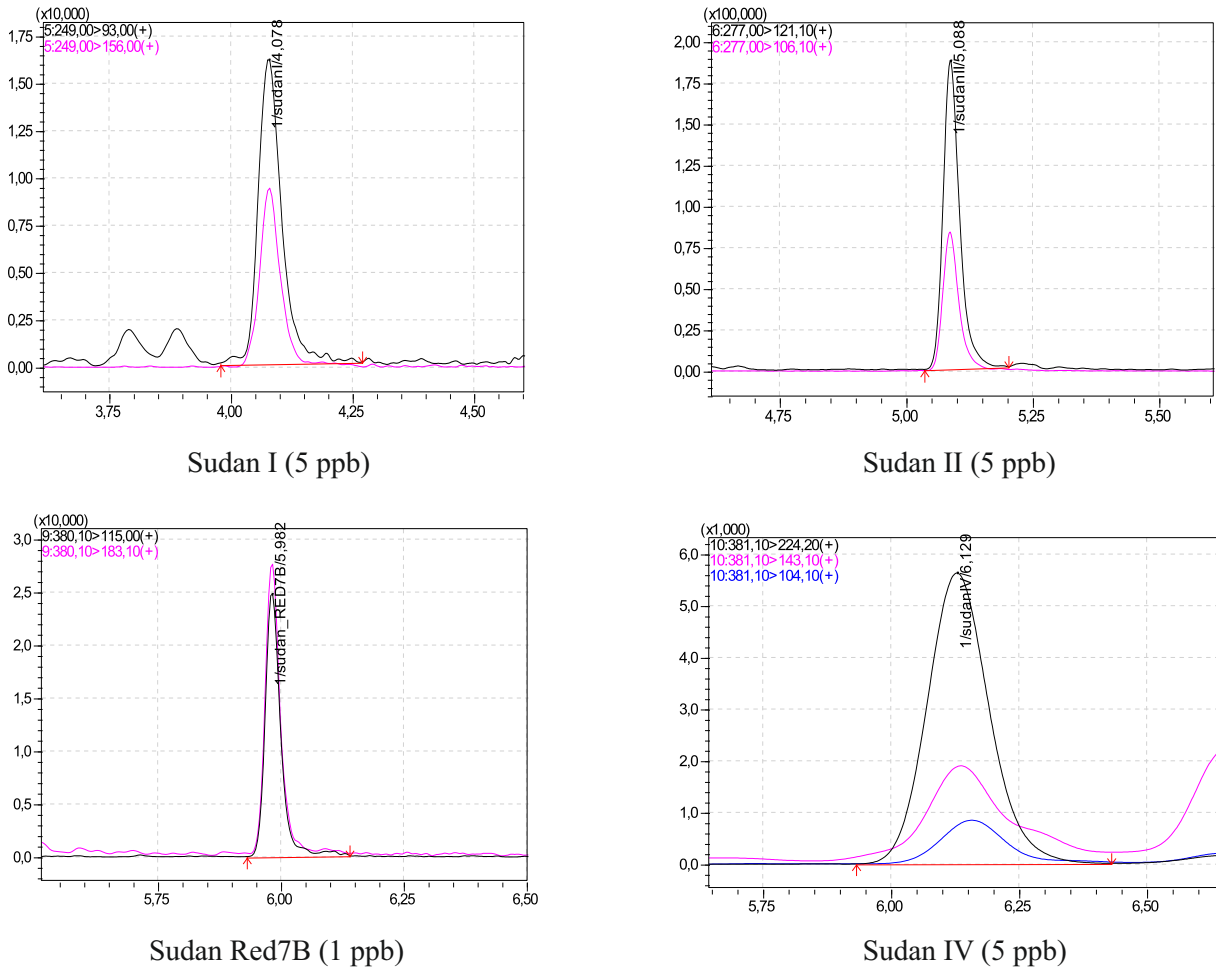
Çalışmalar sonucunda bulunan değerlerin standart sapma (s) değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Hesaplanan standart sapmaların 3 katı LoD (LoD=3xs), 10 katı ise LoQ (LoQ=10xs) olarak belirlenmiştir (Anonim 2018a).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

s: standart sapma
x: Ölçüm sonuçlarının ortalaması
xi: Her bir ölçüm sonucu
N: Yapılan çalışma sayısı

Çizelge 8. Azo boyaların LoD ve LoQ çalışma sonuçları.

Analit	Konsantrasyon (µg/kg)	LoD (µg/kg)	LoQ (µg/kg)
Sudan I	10	3,50	11,67
Sudan II	10	3,63	12,10
Sudan III	20	6,88	22,95
Sudan IV	10	3,56	11,88
Sudan Orange G	20	7,10	23,68
Sudan Black B	2	0,62	2,06
Sudan Red B	20	6,87	22,91
Sudan Red 7B	2	0,68	2,27
Sudan Red G	10	3,00	10,01
Para Red	100	13,12	43,72
Rhodamine B	10	2,90	9,68



Şekil 2. Azo boyalarına ait kromatogram örnekleri.

3.1.3. Kesinlik (Tekrarlanabilirlik ve Tekrarüretilebilirlik)

Tekrarlanabilirlik, bir metodun aynı laboratuvarında, aynı cihazla/metotla, aynı uygulama koşulları altında, aynı kişi tarafından kısa zaman (analizin süresi ve analitin yapısına göre değişir) aralığında, aynı veya benzer matrislerde elde edilen ölçüm sonuçlarının birbirine yakınlığının ölçüsüdür ve % rölatif standart sapma (%RSDr) ile ifade edilir. Analistlerin farklı konsantrasyon seviyelerindeki kesinlik değerleri arasında fark olup olmadığı F-Testi ile kontrol edilmiştir. Cihazın ve metodun tekrarlanabilirliği için temiz örnekler standart ile kirletilerek her bir analist için aynı gün, 2 farklı konsantrasyonda, 6 paralel olacak şekilde numune hazırlama prosedürüne göre hazırlanmış ve analize alınmıştır.

Laboratuvar içi tekrarüretilebilirlik ise, bir metodun aynı laboratuvarında aynı/farklı cihazlarla, farklı kişiler tarafından, geniş zaman aralığında, aynı veya eş değer matrislerde yapılan ölçüm sonuçlarının birbirine yakınlığının ölçüsüdür (Anonim 2018a). Tekrarüretilebilirlik için örnekler her bir analist için 2 farklı konsantrasyonda, 3 farklı günde toplam 10 paralel olacak şekilde numune hazırlama prosedürüne göre hazırlanmış ve analize alınmıştır.

Tekrarlanabilirlik (%RSDr) ve tekrarüretilebilirlik (%RSDR) değerleri Horwitz eşitliğinden hesaplanmıştır. Elde edilen %RSD'ler Çizelge 9'da verilmiştir. %RSD değerlerinin uygunluk değerlendirmesi "Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Kimyasal ve Fiziksel Analizlerde Metot Validasyonu/Verifikasyonu Rehberi"nde yer alan kriterlere göre yapılmıştır. Tüm tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik sonuçları ilgili kriterlere göre uygun bulunmuştur (Anonim 2018a).

$$RSD (CVr) = \frac{s}{\bar{x}}$$

s: standart sapma
x: Ölçüm sonuçlarının ortalaması

$$\% RSD (CVr) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Çizelge 9. Tekrarlanabilirlik (%RSD_r) ve tekrarüretilebilirlik (%RSD_R) değerleri.

Adı	Tekrarlanabilirlik (%RSD _r)	Tekrarüretilebilirlik (%RSD _R)
Sudan I	2,56	2,53
Sudan II	2,43	8,12
Sudan III	3,99	3,78
Sudan IV	3,36	9,36
Sudan Orange G	2,58	5,12
Sudan Black B	4,22	5,02
Sudan Red B	3,36	9,23
Sudan Red 7B	4,80	7,89
Sudan Red G	3,55	4,65
Para Red	2,62	2,98
Rhodamine B	2,54	3,40

3.1.4. Geri Kazanım

Kirletilmiş materyal ile gerçeklik çalışması için temiz örneklere ihtiyaç vardır. Kirletme yoluyla geri kazanım çalışmasının en büyük avantajı rutin numune ile çalışma yapılabilmesidir (Anonim 2018a). Metodun geri kazanım oranı için, örnekler 2 analist tarafından 3 farklı günde, toplam 10 bağımsız çalışma olacak şekilde numune hazırlama prosedürüne göre hazırlanmış ve analize alınmıştır. Bulunan geri kazanım değerleri Çizelge 10'da verilmiştir. Geri kazanım oranlarının uygunluk değerlendirmesi "Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Kimyasal ve Fiziksel Analizlerde Metot Validasyonu/Verifikasyonu Rehberi"nde yer alan kriterlere göre yapılmıştır.

$$\% \text{ GK} = \frac{\bar{X}' - \bar{X}}{X_{\text{kirletilmiş}}} \times 100$$

% GK: Geri kazanım oranı
 x : Kirletilmemiş örneklerle yapılan analiz sonuçları ortalaması
 x' : Kirletilmiş örneklerle yapılan analiz sonuçları ortalaması
 x kirletilmiş: Kirletmek için kullanılan analit miktarı (eklenen konsantrasyon)

Çizelge 10. Azo boyaların geri kazanım değerleri.

Adı	Geri Kazanım (%)
Sudan I	97,16
Sudan II	83,38
Sudan III	98,95
Sudan IV	96,69
Sudan Orange G	89,74
Sudan Black B	96,46
Sudan Red B	97,55
Sudan Red 7B	100,27
Sudan Red G	89,35
Para Red	96,56
Rhodamine B	97,09

3.1.5. Ölçüm Belirsizliği

Ölçüm belirsizliği; ölçüm sonucunda elde edilen değerleri mantıklı kılabilen dağılımları karakterize eden ve ölçümün sonucuyla bağlantılı olan parametrelerdir. Ölçüm sonucunun kalitesinin bir göstergesidir ve ölçüm sonuçlarından istatistiksel olarak hesaplama ile elde edilir (Anonim 2018b). Doğrusallık, tekrarlanabilirlik, tekrarüretilebilirlik, geri kazanım gibi validasyon parametrelerinden hesaplanan belirsizlikler bu grup altında toplanır (Anonim 2013b). Yapılan çalışmalar sonucunda hesaplanan ölçüm belirsizlikleri için kullanılan formüller Çizelge 11'de, Azo boyalara ait ölçüm belirsizlikleri ise Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 11. Ölçüm belirsizliği hesaplamaları için kullanılan formüller.

Belirsizlik Kaynakları	Formüller	Açıklama
Kalibrasyon eğrisi ölçüm belirsizliği U(c₀)	$U(c_0) = \frac{S}{B_1} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(c_0 - \bar{c})^2}{S_{xx}}}$	S: Residual Standart Sapma B ₁ : Eğim p: Örnek ölçümü için okuma sayısı n: Kalibrasyon için yapılan ölçüm sayısı c ₀ : Tayin edilen çözelti derişimi S _{xx} : Aşağıdaki formüle göre hesaplanır \bar{C} : Farklı kalibrasyon standartlarının ortalaması
Tekrarüretilebilirlik ölçüm belirsizliği U(RSDR)	$RSD_{pool} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \times RSD_1^2 + (n_2 - 1) \times RSD_2^2 + \dots}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \dots}}$	RSD _{pool} : Genişletilmiş Bağlı Standart sapma n: Yapılan ölçüm sayısı RSD: Bağlı Standart sapma
Tekrarlanabilirlik ölçüm belirsizliği U(RSDr)	$RSD_{pool} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \times RSD_1^2 + (n_2 - 1) \times RSD_2^2 + \dots}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \dots}}$	RSD _{pool} : Genişletilmiş Bağlı Standart sapma n: Yapılan ölçüm sayısı RSD: Bağlı Standart sapma
Geri kazanım ölçüm belirsizliği U(GK)	$U(gk) = \frac{s}{\sqrt{n}}$	s: Standart Sapma n: Yapılan ölçüm sayısı
Rölatif Bileşik Belirsizlik U(x)	$U(X) = \sqrt{\frac{U(co)}{co} + \frac{U(RSDR)^2}{RDSR} + \frac{U(RDSDr)^2}{RSDr} + \frac{U(gk)^2}{gk}}$	U(x): Birleştirilmiş belirsizlik U(c ₀):Kalibrasyon eğrisinin belirsizliği U(RSDR): Kesinlik – Tekrarüretilebilirlik belirsizliği U(RSDr): Kesinlik – Tekrarüretilebilirlik belirsizliği U(gk): Geri Kazanım belirsizliği
Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği = Rölatif Birleşik Belirsizlik x 2 (%95 güven aralığında, k=2)		

Çizelge 12. Azo boyaların ölçüm belirsizlikleri.

Adı	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (%) %95 güven aralığında, k=2
Sudan I	7,21
Sudan II	17,09
Sudan III	11,15
Sudan IV	19,96
Sudan Orange G	11,72
Sudan Black B	13,49
Sudan Red B	20,14
Sudan Red 7B	18,81
Sudan Red G	11,74
Para Red	8,09
Rhodomine B	8,54

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonucu elde edilen verilerin (tekrarlanabilirlik, tekrarüretilebilirlik ve geri kazanım) değerlendirilmesi AOAC Peer-Verified Methods Program, Manual on Policies and Procedures, (1998) AOAC International'a göre yapılmış ve uygun olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1998).

Azo boyalar; düşük üretim maliyetli olmaları ve renk bütünlüğünü sağlamaları nedeniyle gıdalarda taklit ve tağşiş amacıyla kullanılmaktadır. Bu özelliklere rağmen olası kanserojen ve teratojenik etkileri nedeniyle sağlık açısından riskli bulunmaktadır. Azo boyaların daha hassas yöntemler ile tespit gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Wang ve ark. (2013) UPLC-MS/MS ile 10 farklı toz biber örneğinde 8 tane sudan boyasının tespiti için validasyon çalışması yapmışlardır. Kalibrasyon eğrisi çalışma aralığı 0,1-25 mg/kg'dır. Geri kazanım oranları %80,7-104,4 aralığında değişmiştir. Metodun rutin analizlerde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Çağılıcı ve ark. (2017) spektrofotometre ile yapmış oldukları çalışmada, Sudan I için LoQ değerini 500-3.000 µg/kg aralığında bulmuştur. Başka bir çalışmada, gıdalarda 6 adet Sudan boyası ve Para Red UPLC-MS/MS ile analiz edilmiştir. Sudan boyları için lineer çalışma aralığı 2-50 µg/kg, Para Red için 10-250 µg/kg (ppb)'dir. Geri kazanımlar ise %83,4-112,3 aralığında değişmiştir. Ölçüm limiti sudan boyları için 0,9-4,8 µg/kg ve Para Red için 19,8 µg/kg bulunmuştur (Li ve ark. 2010).

Bir diğer yapılan çalışmada HPLC sisteminde UV-Vis dedektör kullanılmıştır. Kırmızı toz biberde Sudan I, II, III, IV ve Para Red tespiti için metot validasyonu yapılmıştır. Çalışma sonucunda geri kazanım oranı %89-98, ölçüm limiti 4-18 µg/kg aralığında bulunmuştur (Ertaş ve ark. 2007).

Çalışmada LC-MS/MS sistemi kullanarak kırmızı pul biberde azo boyların validasyon çalışması yapılmıştır. LoQ değerleri 2,06-43,72 µg/kg aralığında belirlenmiştir. Geri kazanımlar ise %83,38-100,27 aralığında bulunmuştur.

Yapılan çalışma göstermiştir ki; azo boyların tespitinde LC-MS/MS sisteminin kullanılmasının avantajı yüksek hassasiyette, daha az solvent harcayarak ve kısa sürede analiz yapılmasıdır. Sonuç olarak baharatlarda, özellikle kırmızıbiberde, renk vermek amacıyla kullanılmasa dahi bulaşmış olan sudan boyları tespit edilecektir.

5. Kaynaklar

- Anonim, 1975. Summaries and evaluations; sudan I. International Agency for Research on Cancer.
- Anonim, 1998. AOAC Peer-verified methods program, Manual on policies and procedures, AOAC International.
- Anonim, 2002. TS ISO 11095, 2002. Referans malzemeler kullanarak doğrusal kalibrasyon. Ankara.
- Anonim, 2003. Commission decision on emergency measures regarding hot chilli and hot chilli. Official Journal of the European Union, (2003/460/EC).
- Anonim, 2005a. Opinion on the use of CI26100 (CI Solvent Red 23) as a colorant in cosmetic products. European Commission Health. (https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_o_013.pdf)
- Anonim, 2005b. Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission to review the toxicology of a number of dyes illegally present in food in the EU. The EFSA Journal(263), 1-71.
- Anonim, 2006. Analysis of illegal dyes in paprika powder by LC-MS/MS. Statutory Analysis Government Chemist Programme Ad Hoc Project I.
- Anonim, 2013a. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği.
- Anonim, 2013b. EA-4/02 Kalibrasyonda ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi. (<http://www.turkak.org.tr/TURKAKSITE/docs/EA402.pdf>)
- Anonim, 2018a. Gıda ve kontrol genel müdürlüğü, kimyasal ve fiziksel analizlerde metot validasyonu/verifikasyonu rehberi. (https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/G%C4%B1da%20ve%20Yem%20Hizmetleri/gıda_kontrol/Kimyasal_Fiziksel_Val_Ver_Rehber.pdf)

- Atlı, B., 2010. Gıda Boyaları. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi.
- Çağlıcı, O. C., Gümrükçüoğlu, A., Alp, H., Vanlı, E., Ocak, Ü. ve Ocak, M., 2017. Baharatlarda Sudan I boyasının tayini için basit bir spektrofotometrik yöntem. Karadeniz Chem. Sci. Tech., 16-21.
- Ertaş, E., Özer, H. and Alasalvar, C., 2007. A rapid HPLC method for determination of Sudan dyes and Para Red in red chilli pepper. Food Chemistry (105), 756-760.
- Fang, Y. and Keever, J., 2008. A Rapid and sensitive analysis method for sudan reds in curry and chili powder using LC/MS/MS. (<https://www.agilent.com/cs/library/applications/5989-7308EN.pdf>)
- Fonovich, T. M., 2013. Sudan dyes: Are they dangerous for human health? Drug and Chemical Toxicology, 36, 343-352.
- Li, C., Chen, L. and You, X., 2014. Extraction of Sudan dyes from environmental water by hemimicelles-based magnetic titanium dioxide nanoparticles. Environmental Science and Pollution Research, 21, 12382–12389.
- Li, C., Wu, Y. L. and Shen, J. Z., 2010. UPLC-ESI-MS/MS analysis of Sudan dyes and Para Red in food. Food Additives and Contaminants (27), 1215-1220.
- Lohumi, S., Joshi, R., Kandpal, L. M., Lee, H., Kim, M. S., Cho, H. and Cho, B.K., 2017. Quantitative analysis of Sudan dye adulteration in paprika powder using FTIR spectroscopy. Food Additives and Contaminants, 34, 678-686.
- Nisa, A., Zahra, N. and Butt, Y., 2016. Sudan dyes and their potential health effect. Pak. J. Biochem. Mol. Biol., 49(1), 29-35.
- Rebane, R., Leito, I., Yurchenko, S. and Herodes, K., 2010. A review of analytical techniques for determination of Sudan I–IV dyes in food matrixes. Journal of Chromatography A, 1217(17), 2747–2757.
- Schreiber, A. and Czapiewski, K., 2010. Quantitation and Identification of 13 Azo-dyes in Spices using LC-MS/MS. AB SCIEX Application Note, Publication number: 1281510-01.
- Shi, X-R., Chen, X-L., Hao, Y-L., Li, L., Xu, H-J., Wang, M-M., 2018. Magnetic metal-organic frameworks for fast and efficient solid-phase extraction of six Sudan dyes in tomato sauce. Journal of Chromatography B, 1086, 146-152.
- Sun, H., Wang, F. and Ai, L., 2007. Determination of banned 10 azo-dyes in hot chili products by gel permeation chromatography–liquid chromatography–electrospray ionization-tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A, 1164(1-2), 120-128.
- Tsai, C. F., Kuo, C. H. and Shih, D. Y., 2015. Determination of 20 synthetic dyes in chili powders and syrups-preserved fruits by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. Journal of Food and Drug Analysis, 23(3), 453-462.
- Wang, L., Zheng, J., Zhang, Z., Wang, T. and Che, B., 2013. Determination of eight sudan dyes in chili powder by UPLC-MS/MS. Scientific Research Publishing, 5, 154-157.
- Wang, Y., Yang, H., Wang, B. and Deng, A., 2011. A sensitive and selective direct competitive enzyme-linked immunosorbent assay for fast detection of Sudan I in food samples. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91(10), 1836-1842.
- Wong, Y., 2012. Inter-laboratory comparison programme on Sudan dyes in chilli powder. Journal of the Association of Public Analysts, 40, 13-27.
- Wu, Y., Li, C., Xia, X., Liu, Y. and Shen, J., 2010. Development and validation of a confirmatory HPLC method for simultaneous determination of sudan dyes in animal tissues and eggs. Journal of Chromatographic Science, 48(1), 63-67.
- Young, M.S., Tran, K.V., 2014. Waters application note , LC-MS determination of sudan dyes in Chili oleoresin using the cortecs C₁₈ column , wate



Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ekstraktlarının ve Uçucu Yağlarının Model Gıda Olarak Blok Tip Eritme Peynirinde *Clostridium tyrobutyricum* ve Toplam Maya-Küf Sayıları Üzerine Etkisi

Effect of Water Extracts and Essential Oils of Some Medicinal and Aromatic Plants on *Clostridium tyrobutyricum* and Total Yeast-Mold Levels in Block Type Processed Cheese as a Model Food

Hasan CANKURT¹, Osman SAĞDIÇ²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu M.Y.O, Gıda İşleme Bölümü, KAYSERİ, TÜRKİYE- ORCID ID 0000-0002-3842-6539

² Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL, TÜRKİYE

Özet

Amaç: Bu çalışmada tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağlarının ve su ekstraktlarının kullanıldıkları peynirlerde maya-küf inhibisyonu ve *C. tyrobutyricum*'a karşı antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Tıbbi ve aromatik bitkiler olarak kekik, nane ve sarımsak seçilmiş ve çalışmada bunların su ekstraktları ve uçucu yağları kullanılmıştır. *C. tyrobutyricum*'a karşı etkinin incelendiği peynirlerde kullanılan uçucu yağlar (50ppm) ve su ekstraktları (%5,0) eritme aşamasında ve iç sıcaklık 50°C sıcaklıkta iken eritme peynirinin hamuruna eklenmiştir. Sonrasında üretilen peynirler vakum paketlenmiş ve 90 günlük depolama (+4°C) boyunca 5 farklı zamanda (1., 15., 30., 60. ve 90. günler) analizler yapılmıştır. Küflere karşı antimikrobiyal etkinin izlendiği aşamada ise üretilen sade eritme peynirleri 25g olacak şekilde aynı boyutlarda dilimlenmiştir. Kontrol hariç tüm dilimler *Aspergillus niger* küfünü içeren solüsyonlara bırakılmıştır. Burada 5 dakika tutulduktan sonra çıkarılmış ve tıbbi ve aromatik bitkilerin su ekstraktlarına bırakılmıştır. Burada da 15 dakika tutulduktan sonra çıkarılıp kilitli poşetlere konulmuş ve içeride hava kalacak şekilde ağzı kapatıldıktan sonra +4°C'de depolamaya alınmıştır. Su ekstraktlı örnekler için kontrol örneği musluk suyu içerisinde 15 dakika tutulmuştur. Uçucu yağlı örneklerde ise aynı şekilde hazırlanmış solüsyonda küf ile bulaştırılmış örnekler, kilitli poşetlere konulmuş ve poşetlerin içine otomatik mikropipet kullanılarak 0,01 ml uçucu yağ eklenmiştir. Poşetlerin ağzı kapatıldıktan sonra +4°C'de depolamaya alınmıştır. Örnekler 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde analize alınmıştır.

Bulgular: Çalışma sonunda tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağlarının su ekstraktlarına ve pozitif kontrol örneği olan nisine göre *C. tyrobutyricum*'a karşı daha etkili olduğu ancak sarımsak yağının ve su ekstraktının azaltmak yerine teşvik edici etki yaptığı görülmüştür. *C. tyrobutyricum* sayısı en düşük kekik (4,27 log kob/g) ve nane uçucu (4,35 log kob/g) yağlı örneklerde en yüksek ise sarımsak su ekstraktlı örnekte (6,09 log kob/g) tespit edilmiştir. Küf azaltma çalışmaları sonucunda tıbbi ve aromatik bitki uçucu yağlarının su ekstraktlarına göre küfleri çok daha fazla baskıladığı tespit edilmiştir.

Sonuç: Tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağlarının ve su ekstraktlarının eritme peynirinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uçucu Yağ, Aromatik Su, Su Ekstraktları, Blok Tip Eritme Peyniri

Abstract

Objective: The aim of this study was to investigate the antimicrobial impact of water extracts and essential oils of some medicinal and aromatic plants on *C. tyrobutyricum* and total yeast-mold levels in block type processed cheese.

Material and Methods: As medicinal and aromatic plants, oregano, mint and garlic were selected and their water extracts or essential oils were used. In block type processed cheese where antimicrobial effects against *C. tyrobutyricum* was assessed, essential oils (50ppm) and water extracts (%5,0) were added during the processing into the mix while the internal temperature was 50°C. At the end of the production, cheese was vacuum-packed and stored at 4°C during which microbial analysis was conducted (at days 1, 15, 60 and 90).

To test antimicrobial activity against total yeast-mold levels, processed cheese was cut in 25g slices. All the slices, except the controls, were dipped in solutions containing *Aspergillus niger* mold for 5 minutes, then, transferred into medicinal and aromatic plant water extracts. Following 15 minutes of incubation, the cheese slices were packaged in zipper plastic bags leaving some air inside, and stored at 4°C. A control slice was dipped in tap water for 15 minutes. To test the antimicrobial activity of essential oils, following *Aspergillus niger* mold treatment, samples were packaged in plastic zipper bags with 0,01 ml of essential oil inside. The closed bags were stored at 4°C and the tested on days 1, 15, 30, 60 and 90.

Results: Our results showed that essential oils of medicinal and aromatic plants had superior antimicrobial activity against *C. tyrobutyricum* compared with water extracts or positive control nisin. In contrast, both garlic essential oil or water extract promoted its growth. The quantity of *C. tyrobutyricum* was lowest in oregano (4,27 log/kob/g) and mint (4,35 log/kob/g) essential oil treated samples, and highest in garlic water extract-treated samples (6,09 log kob/g). In summary, our mold reduction study revealed that essential oils of medicinal and aromatic plants have superior activity and thus inhibited mold growth more effectively than those of water extracts.

Conclusion: It has been found that essential oils and water extracts of medicinal and aromatic plants can be used successfully in processed cheese.

Keywords: Essential Oils, Aromatic Water, Water Extracts, Block Type Processed Cheese

1. Giriş

Türkiye’de üretilen 50 civarındaki peynir çeşidinden en fazla kabul gören ve yaygın olarak üretilenleri beyaz peynir, kaşar ve tulum peynirleridir (Hayaloğlu ve ark. 2002)

Pastörize sütlerden üretilen endüstriyel peynirlerde genellikle pastörizasyon normları patojen mikroorganizmaları inaktive etmek için yeterli olmakta, ancak üretim sürecinde ve sonrasında meydana gelen bulaşma sonucu peynirlerde göz açma denilen şişme (Yaygın ve Dabiri 1989) ve erime sorunları meydana gelebilmektedir. Özellikle kaşar benzeri eritme tipi blok peynirlerde kullanılan asitlik düşürücü bazik özellikteki emülsifiye edici tuzlar, hamurun pH değerini yükseltmekte ve böylece geç şişme problemine neden olan *Clostridium* cinsi bakteriler üründe daha kolay gelişme fırsatı bulmaktadırlar. *Clostridium*’ların üründe bulunmaları, üründe şişme problemini ortaya çıkarmakta ve bunun sonucunda ciddi boyutlarda ekonomik zararlara neden olmaktadır. Üreticilerin bazıları bu sorunları aşabilmek için kaşar hamuruna nisin, lizozim, nitrat ve daha başka koruyucular ilave etmektedirler (Yaygın ve Dabiri 1989).

Blok tip eritme peynirleri ve olgunlaştırılarak satılan kaşar peynirleri; üretildikten sonra yüzeylerinin kuruması, olgunlaşmanın sağlanması ve arzulanan kabuk renginin oluşması için birkaç günden birkaç aya kadar raflarda bekletilirler. Bu sırada ürünün yüzeyinde küflenmeler meydana gelebilmektedir. Endüstride bunu önlemek için yüzeye antifungal özellikte kimyasal bir koruyucu olan potasyum sorbat solüsyonu püskürtülmekte veya peynirler bu solüsyona daldırılmaktadır (Nizamlioğlu ve ark. 1996).

Eritme peyniri üretiminde insan faktörü önemli rol oynar. Bu nedenle eritme peynirlerinde en yaygın olarak koliform grubu bakteriler görülür. Ancak bitmiş üründe en fazla sorun çıkaran bakteri grubu *Clostridium*’dur. Bunların içinde en fazla problem yaşatanı ise peynirlerin ambalajında şişme yapan *C. tyrobutyricum*’dur. Bu bakteri anaerobik ortamda gelişebilir, spor oluşturabilir ve peynir içerisindeki laktatı fermente ederek hem gaz oluşturarak peynirde gözenekler oluşmasına hem de peynir aromasının bozulmasına sebep olur (Bursa 2012).

Gıdaları uzun süre muhafaza edebilmek için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlar arasında ısı işlem uygulama, soğutma, dondurma, kurutma ve fermente etme sayılabilir. Daha önceleri kimyasal koruyucu olarak sadece tuz ve bazı organik asitler bilinirken, son zamanlarda çeşitli kimyasal maddelerin kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bunlar ile ürünün raf ömrünün uzatılması sağlanabilmesine karşın, sağlık endişelerini de beraberinde getirmektedirler (Güven 1998).

Bazı küf türleri insan ve hayvan sağlığını tehdit eden toksik ve kanserojenik etkiye sahip mikotoksinler üretirler. Mikotoksinlerin oluşumu ile halk sağlığı tehdit edilmekte ve önemli oranda gıda kayıpları meydana gelmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek için bazen antifungal katkıların kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu nedenle küflere karşı en etkili koruyucuların (propiyonik, sorbik ve benzoik asitlerin tuzları, kükürtdioksit ve natamisin) kullanılması gerekmektedir. Bunlar, ürünün özelliğine göre bileşime katma veya yüzeye uygulama şeklinde uygulanabilmektedir (Topal 1993). Ancak kimyasal koruyucuların sağlık üzerine olumsuz etkileri tüketicileri doğal alternatiflere yönlendirmektedir. Bu çalışmada kullanılmış olan tıbbi ve

aromatik bitkilerin su ekstraktları ve uçucu yağlar doğal materyaller olup, bunların antimikrobiyal etkileri birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Tornuk ve ark. 2011). Peynirlerde küflenmeye karşı bu koruyucular kullanılırken geç şişmeye karşı da nitratin yanında lizozim enzimi de kullanılabilir. Birçok bitki ve hayvan dokusunda bulunan lizozim enzimi 100 g yumurta kuru maddesinde 3,5 g civarında olduğu için ticari olarak yumurta akından üretilmektedir (Yaygın 1989).

Lizozim asit ortamda dayanıklıdır. Bununla beraber 100°C sıcaklıkta 10 dakikalık ısı uygulamasında bile aktivitesini kaybetmez. Clostridium'larla beraber gram pozitif bakterilerin hücre duvarını parçalayarak bu bakterilerin aktivitesini durdurur ve büyük oranda ölümlerine neden olur. Gram negatiflere ise etki etmez. *C. tyrobutyricum* diğer bakterilere göre en hassas olanıdır. Vejetatif hücrelerinin nerede ise tamamı inaktif hale gelirken sporları bu enzimden etkilenmemektedir. Peynirde meydana gelen *C. tyrobutyricum* kaynaklı geç şişme olayı bu enzim ile büyük çapta engellenebilmektedir. Kullanım miktarı az olduğu için peynirdeki starter kültürleri etkilememektedir. Peynir yapımında kazein ile birleşerek peynir kitlesinde kalmaktadır. Kullanılan sütün 1 ml'sinde ortalama 20 spor olduğunda lizozim geç şişmeye karşı yeterli korumayı sağlamakta, ancak sporların fazla olması halinde bunu başaramamaktadır. Lizozimin kullanıldığı sütlerin mikrobiyolojik kalitesinin iyi olma zorunluluğu vardır. Bu nedenle lizozimden daha etkili doğal antimikrobiyal madde arayışları devam etmektedir (Cankurt 2015).

Yaygın kullanılmakta olan bir diğer antimikrobiyal madde nisindir. *Lactococcus lactis* tarafından sentezlendiği tespit edilen ilk bakteriyosindir. Nisin geniş etki spektrumu nedeni ile gıda endüstrisinde bir koruyucu olarak yaygın kullanılmaktadır. Ancak gram pozitiflere karşı daha etkilidir. Düşük pH değerlerinde çok yüksek sıcaklıklara çok uzun süre dayanabilmektedir. Bu bakteriyosin, günümüzde hem süt ve ürünleri hem de konserve ürünlerde kullanılmaktadır (Şimşek ve ark. 2007). Nisinin, özellikle etkili olduğu bakteri cinsleri arasında *Streptococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Staphylococcus* ve *Listeria* sayılabilir. Ancak maya ve küflere karşı etki etmediği gibi bu mikroorganizmalar tarafından parçalanmaktadır. Nisinin bazı araştırmalar sonucunda sporlara vejetatif hücrelerden daha fazla etki ettiği tespit edilmiştir (Şimşek ve ark. 2007; Shimuzu ve ark. 1999; Bertrand ve ark. 2001).

Bitki aromatik suları (su ekstraktları); uçucu yağ elde edilmesi sırasında ortaya çıkan ve yeterince değerlendirilmeyen biyolojik değeri yüksek yan ürünlerdir. Genelde içecek olarak sınırlı miktarlarda kullanılmaktadırlar. Bunların da uçucu yağlar gibi antimikrobiyal etkileri pek çok çalışma ile ortaya konulmuştur. Uçucu yağlar, genellikle bitkilerin karakteristik aromasını taşırlar ve distilasyon yöntemi ile bitkilerden elde edilebilirler. Çok az miktarlarda kullanılmaları halinde bile elde edildikleri bitkinin aromasını uygulandıkları ürüne kazandırır (Sagdic 2003). Uluslararası dergilerde yayınlanan çalışmalarda bitki su ekstraktlarının antimikrobiyal özelliğe sahip doğal sanitizerler olduğu bildirilmiştir (Tornuk ve ark. 2011). Yani duyuşsal olarak uyum sağlanan bazı gıdaların mikrobiyolojik dekontaminasyonunda kullanılabilecekleri ortaya çıkarılmıştır.

Bitki kimyasalları arasında yer alan uçucu yağlar da eskiden beri tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ana ve etken maddelerine göre değişiklik göstermekle birlikte pek çok uçucu yağın antifungal özelliğinin olduğu bildirilmektedir. Bu bileşikler, terpenler, alkoller, aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler, esterler, sülfidler vb. şeklinde gruplandırılabilir. Ancak bu maddeler tek başlarına kullanıldığında, yaklaşık olarak içinde binden fazla bileşik bulunan uçucu yağların yaptığı kadar bir etki yapamamaktadırlar. Uçucu yağların antifungal etkilerini, hücre membran yapısının bozulması, enzimin bloke edilmesi, deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA) sentezinin inhibisyonu ve hücre solunumunun bozulması şeklinde gerçekleştirdiği bildirilmektedir. Bu konuda 19. yüzyıldan bugüne birçok araştırmalar yapılmış olup, gıdalarda kimyasal maddeler yerine doğal fitokimyasalların kullanımı artan bir ilgi ile devam etmektedir (Şahan ve Korukluoğlu 2006).

Çalışmada endüstriyel tarzda üretilen blok tip eritme peynirlerinin küflenmesi ve *C. tyrobutyricum* kaynaklı şişmesini önlemek için tıbbi ve aromatik bitkilerin su ekstraktlarının ve uçucu yağlarının kimyasal veya diğer pahalı biyolojik koruyuculara alternatif olabirlikleri test edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Peynir üretiminde inek sütü kullanılmıştır. Sütler Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma Merkezine ait inek çiftliğinden temin edilmiştir. Bu sütlerin bazik madde, peroksit ve antibiyotik içerip içermedikleri kontrol edilmiştir. Peynir mayası, starter kültür (Danisco, Choozit TM 81) ve kalsiyum klorür Konya piyasasındaki bir firmadan (İntermak A.Ş.) satın alınmıştır. Satın alınan starter kültürler bu firma tarafından yurt dışından ithal edilmiştir. Ayrıca kekik, nane ve sarımsak bitkilerinin su ekstraktları tarafımızdan laboratuvarında üretilmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin su ekstraktlarının üretimi için gerekli kekik, nane ve sarımsak Kayseri piyasasında

faaliyet gösteren baharat firmasından (Beyza Gıda Baharat Ltd. Şti.) satın alınmıştır. Peynir örneklerin üretimi Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu Gıda Teknolojisi Pilot Uygulama Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Bitki Aromatik Sularının Üretimi

Kekik ve naneden su ekstraktı ile uçucu yağ eldesi distilasyon ile yapılmıştır. Distilasyon balonuna uçucu yağ ve su ekstraktı elde edilecek tıbbi ve aromatik bitkiden 100 g tartıldıktan sonra üzerini kapatacak kadar su eklenmiştir. Cam balon distilasyon düzeneği kurulduktan sonra ısıtılmış ve oluşan su buharı ile taşınan uçucu yağlar geri soğutucuda tekrar yoğunlaştırılarak uçucu yağ elde edilmiştir. Elde edilen yoğunlaşmış sudan uçucu yağ ayrıldıktan sonra kalan su, ilgili bitkinin su ekstraktı olarak kullanılmıştır (Sagdic 2003). Elde edilen su ekstratları steril şişelere alındıktan sonra ağzı sıkıca kapatılmış, parafilm ile sarılmış ve buzdolabında muhafaza edilmiştir. Sarımsak su ekstraktının tadının bozulabileceği ve etkinliğini kaybedeceği endişesi nedeni ile sarımsağın su ekstraktı eldesi farklı yapılmıştır. Sarımsak su ekstraktı peynir üretiminin hemen öncesinde hazırlanmıştır. 100 g soyulmuş sarımsak üzerine 1 litre su eklenmiş ve mikserde homojen hale getirilmiştir. Elde edilen sarımsak su ekstraktı 15 dakika kendi haline bırakıldıktan sonra süzölmüş ve diğer aromatik sular gibi buzdolabında saklanmıştır.

2.2.2. *Clostridium tyrobutyricum* Çalışması İçin Üretilen Blok Tip Eritme Peyniri Çeşitleri ve Örneklerin Hazırlanması

Peynir çeşitleri aşağıdaki gibi hazırlanmış, isimlendirilmiş ve kodlanmıştır.

Peynire işlemek üzere alınan sütün platform testleri (toplam asitlik (SH), pH, antibiyotik, nötralize edici madde, toplam kuru madde, briks, yağ oranı ve hidrojen peroksit) yapılmış, uygun olduğu kanaatine varıldıktan sonra işlemeye alınmıştır. Süt kaba bir filtrasyondan geçirildikten sonra buharlı çift cidarlı kaşar proses kazanında 65°C'de 30 dakika tutulmuş ardından mayalama sıcaklığı olan 37°C'ye soğutulup %2 oranında önceden aktifleştirilmiş direkt kullanımlık kaşar peyniri starter kültürü eklenmiştir. Maya testine göre maya miktarı hesaplanıp mikrobiyal rennet ile mayalanma süresi 1 saat olacak şekilde mayalanmıştır. Bu süre sonunda aynı kazanın içinde kazanın tarafları ile pıhtı kırılmıştır. Telemenin toplanması için buhar ile 40°C'ye kadar tekrar ısıtma yapılmış, sonrasında teleme boşaltılmıştır. Süzme teknesinde süzöldükten sonra üzerine baskı konmuş, starter kültür vasıtası ile pH değeri 5,80 oluncaya kadar asitlenmesi sağlanmıştır. Bu değerde birinci doğrama yapılmış, pH değeri 5,40 olunca ikinci doğrama yapılmıştır. pH değeri 5,25 iken teleme, buharlı haşlama makinesine alınmış üzerine %0,7 oranında olacak şekilde 2185 kodlu eritme tuzundan (Casomel, Belçika), %0,3 oranında 3112 kodlu eritme tuzundan (Casomel, Belçika), ve %2 sofratuzundan ilave edilmiştir. Karışım ısıtılmaya başlanmış ve 50°C'de iken bunlara ek olarak her parti hamura %5 olacak şekilde ayrı ayrı tıbbi ve aromatik bitkilerin su ekstraktlarından eklenmiştir. Bir tanesi de bu ekstraktların karışımı şeklinde düzenlenmiştir. Kontrole de aynı miktarda musluk suyu eklenmiştir. Uçucu yağlı örneklerde aynı yöntem ve karışım uygulanmış ancak uçucu yağlar 50ppm düzeyinde ve otomatik mikropipet kullanılarak uygulanmıştır. Kontrole aynı miktarda su eklenmiştir. Bu aşamada her bir örnek üzerine Emmental peynirinden izole edilmiş ve önceden sıvı besiyerinde aktifleştirilmiş ve mililitresinde 106-107 sayıda canlı bakteri içeren saf *C. tyrobutyricum* (DSMZ, Almanya, Kültür No: DSM-663) kültüründen 1 ml aşılantıdır. Örnekler 75°C'de 5 dakika haşlanmıştır. Örnekler arasında makine yüksek sıcaklıkta su ile çalkalanmıştır. Elde edilen peynirler yarım kiloluk kalıplara dökülmüştür. Birbirlerine kokularının sinmemesi için streç film ile örtülmüştür. Kalıplar söküldükten yaklaşık 8 saat sonra poşetlere vakum ambalajlama (NEW DIAMOND VAC, MODEL V01, TAIWAN) yapılmış ve +4°C'de depolamaya alınmıştır. Örnekler 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde analize alınmıştır.

- Telemesine karışık su ekstraktı katılmış blok tip eritme peyniri (ECH 1)
- Telemesine kekik su ekstraktı katılmış blok tip eritme peyniri (ECH 2)
- Koruyucusuz kontrol (sade, su ekstraktlı örnekler için) blok tip eritme peyniri (ECHK 3)
- Telemesine nisin (su ekstraktlı örnekler için pozitif kontrol) katılmış blok tip eritme peyniri (ECHNK 3)
- Telemesine nane su ekstraktı katılmış blok tip eritme peyniri (ECH 4)
- Telemesine sarımsak su ekstraktı katılmış blok tip eritme peyniri (ECH 5)
- Telemesine karışık uçucu yağ katılmış blok tip eritme peyniri (ECU 1)

- Telemesine kekik uçucu yağı katılmış blok tip eritme peyniri (ECU 2)
- Koruyucusuz kontrol (sade, uçucu yağlı örnekler için) blok tip eritme peyniri (ECUK 3)
- Telemesine nisin (sade, uçucu yağlı örnekler için pozitif kontrol) katılmış blok tip eritme peyniri (ECUNK 3)
- Telemesine nane uçucu yağı katılmış blok tip eritme peyniri (ECU 4)
- Telemesine sarımsak uçucu yağı katılmış blok tip eritme peyniri (ECU 5)

2.2.3. Küf Önleme Çalışması İçin Üretilen Blok Tip Eritme Peyniri Çeşitleri ve Örneklerin Hazırlanması

Peynir çeşitleri aşağıdaki gibi hazırlanmış, isimlendirilmiş ve kodlanmıştır.

Süt kaba bir filtrasyondan geçirildikten sonra buharlı çift cidarlı kaşar proses kazanında 65°C'de 30 dakika tutulmuş ardından mayalama sıcaklığı olan 37°C'ye soğutulup %2 oranında önceden aktifleştirilmiş direkt kullanımlık kaşar peyniri starter kültürü eklenmiştir. Maya testine göre maya miktarı hesaplanıp mikrobiyal rennet ile mayalanma süresi 1 saat olacak şekilde mayalanmıştır. Bu süre sonunda aynı kazanın içinde kazanın tarakları ile pıhtı kırılmıştır. Telemenin toplanması için buhar ile 40°C'ye kadar tekrar ısıtma yapılmış, sonrasında teleme boşaltılmıştır. Süzme teknesinde süzildikten sonra üzerine baskı konmuş, starter kültür vasıtası ile pH değeri 5,80 olunca kadar asitlenmesi sağlanmıştır. Bu değerde birinci doğrama yapılmış, pH değeri 5,40 olunca ikinci doğrama yapılmıştır. pH değeri 5,25 iken teleme, buharlı haşlama makinesine alınmış üzerine %0,7 oranında olacak şekilde 2185 kodlu eritme tuzundan (Casomel, Belçika), %0,3 oranında 3112 kodlu eritme tuzundan (Casomel, Belçika), ve %2 sofratuzundan ilave edilmiştir. Teleme ve katkı maddeleri karışımı 75°C'de 5 dakika haşlanmıştır. Elde edilen peynirler 1 kiloluk kalıplara dökülmüştür. Kalıplar söküldükten yaklaşık 8 saat sonra 25 g olacak şekilde tamamı aynı boyutlarda dilimlenmiştir. Kontrol hariç tüm dilimler *Aspergillus niger* (Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonu) küfünü içeren solüsyonlara daldırılmıştır. Burada 5 dakika tutulduktan sonra çıkarılmış ve tıbbi ve aromatik bitkilerin su ekstraktlarına daldırılmıştır. Burada da 15 dakika tutulduktan sonra çıkarılıp kilitli poşetlere konulmuş ve içeride hava kalacak şekilde ağzı kapatıldıktan sonra +4°C'de depolamaya alınmıştır. Su ekstraktlı örnekler için kontrol örneği musluk suyu içerisinde 15 dakika tutulmuştur. Uçucu yağlı örneklerde ise aynı şekilde hazırlanmış solüsyonda küf ile bulaştırılmış örnekler, kilitli poşetlere konulmuş ve poşetlerin içine otomatik mikropipet kullanılarak 0,01 ml uçucu yağ bırakılmıştır. Poşetlerin ağzı kapatıldıktan sonra +4 °C'de depolamaya alınmıştır. Örnekler 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde analize alınmıştır.

- Karışık su ekstraktına daldırılmış blok tip eritme peyniri (EKH 1)
- Kekik su ekstraktına daldırılmış blok tip eritme peyniri (EKH 2)
- Kontrol (sade, su ekstraktlı örnekler için) blok tip eritme peyniri (EKHK 3)
- K-sorbit solüsyonuna daldırılmış pozitif kontrol (su ekstraktlı örnekler için) blok tip eritme peyniri (EKHPK 3)
- Nane su ekstraktına daldırılmış blok tip eritme peyniri (EKH 4)
- Sarımsak su ekstraktına daldırılmış blok tip eritme peyniri (EKH 5)
- Ambalajına karışık uçucu yağ konulmuş eritme kaşar peyniri (EKU)
- Ambalajına kekik uçucu yağı konulmuş blok tip eritme peyniri (EKU 2)
- Kontrol (sade, uçucu yağlı örnekler için) blok tip eritme peyniri (EKUK 3)
- Ambalajına nane uçucu yağı konulmuş eritme kaşar peyniri (EKU 4)
- Ambalajına sarımsak uçucu yağı konulmuş eritme kaşar peyniri (EKU 5)

2.2.4. Kullanılan Hammaddede ve Üretilen Peynirlerde Yapılan Analizler

2.2.4.1. Kullanılan Sütte Yapılan Analizler

Peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün pH analizleri masa tipi pH metre (Hanna-Instrument pH microprocessor, ABD) ile toplam asitliği titrasyon yöntemiyle Soxhlet-Henkel (°SH) cinsinden, kuru madde oranları gravimetrik yöntemle, yağ oranları Gerber santrifüjü ile belirlenmiştir (Kurt ve ark. 1996).

Dumas yöntemiyle sütün toplam azot miktarı belirlenmiş, bu değer 6,38 faktörüyle çarpılarak % protein miktarı bulunmuştur. Sütte soda veya diğer nötralize edici bazik madde varlığı rozalik asit testi ile (Metin 2010) briks ölçümü ise çok parametrelili süt analiz cihazı (Milkana milkotester) ile yapılmıştır.

2.2.4.2. Peynirde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerin mikrobiyolojik özelliklerini test etmek için 25 gr örnek ve 225 ml steril ringer çözeltileri kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlanmış kültürel sayım metotları ile maya-küf ve EMS yöntemi ile *C. tyrobutyricum* sayımı yapılmıştır. Peynir analizleri üretim gerçekleştirildikten sonra 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde 3 paralelli yürütülmüş ve bulunan değerlerin ortalaması alınmıştır.

Toplam maya-küf sayımı Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar'a yüzeye yayma metodu kullanılarak 25°C'de 3-5 gün inkübasyon sonucu gelişen koloniler sayılarak yapılmıştır. *C. tyrobutyricum* sayımında besiyeri olarak Tyrobutyricum Broth kullanılmıştır. Sayı standart EMS yöntemi ile bulunmuştur. Bu amaçla kullanıma hazır hale getirilmiş Tyrobutyricum Broth besiyerine 1 ml örnek ilave edilmiş üzerine su banyosunda tutularak sıvı hale getirilmiş katı parafinden 4 ml ilave edilmiştir. Tüpler refakatçi florada bulunan vejetatif hücrelerin öldürülmesi için su banyosunda 75°C'de 10 dakika tutularak pastörize edildikten sonra 37°C'de 1 hafta inkübasyona bırakılmıştır. İçerisinde gaz oluşarak parafin tabakası yukarı itilmiş tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir. EMS tablosu kullanılarak sayı bulunmuştur (Halkman 2005).

2.2.4.3. Verilere Uygulanan İstatistiksel Analizler

Yapılan tüm analizlerin sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi Windows tabanlı SAS 8.0 istatistiksel paket programı kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan uçucu yağların ve su ekstraktlarının peynirlerin bazı özellikleri üzerine etkisi iki faktör ve tek faktör varyans analizleri ile tespit edilmiş ve gruplar arası fark, $\alpha=0.05$ önemlilik düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Anonim 2000).

3. Tartışma ve Sonuç

Daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda kaşar ve eritme peynirlerinin koliform bakteri içermediği bildirilmiştir (Tavacı 1997; Babacan 2012). Bu nedenle peynir örneklerimizde koliform bakteri analizi yapılmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak kaşar ve blok tip eritme peynirlerin mikrobiyolojik olarak en büyük problemleri geç şişmeye neden olan *C. tyrobutyricum* ve potansiyel mikotoksin üreten ve duyuşsal kabulü olumsuz etkileyen küflerdir. Bu nedenle bu çalışmada bu iki mikrobiyal parametrenin takibi yapılmıştır.

3.1. Hammadde Özellikleri

Peynirlerin üretiminde kullanılan sütlerin ortalama değerleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Sütlerin üretime mani herhangi bir katkı maddesi içermediği, asitlik değerlerinin uygun olduğu ve diğer fizikokimyasal değerlerinin beklendiği gibi olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 1. Peynir çeşitlerinin üretiminde kullanılan sütlerin özellikleri.

Özellik	Değer
Kuru madde (%)	12,02 ± 0,05
Yağ (%)	3,65 ± 0,02
Protein (%)	3,38 ± 0,03
pH	6,65 ± 0,01
SH	6,7 ± 0,01
Briks	8,45 ± 0,02
Antibiyotik	Tespit edilmedi
Nötralize edici bazik madde	Tespit edilmedi
Hidrojen peroksit	Tespit edilmedi

3.2. *Clostridium tyrobutyricum* Sayıları

Çizelge 2. de sunulmuş veriler incelendiğinde *C. tyrobutyricum* sayılarının tüm örneklerde sürekli artış gösterdiği görülmektedir. Buna karşın bazı örneklerde hızlı artış var iken bazılarında yavaş bir artış olmuştur. Ortaya çıkan ilginç sonuçlardan birisi de koruyucu olarak kullanılan nisin varlığında da sayının sürekli artış göstermiş olmasıdır. Ancak su ekstraktlı örnekler içerisinde de nisin tam bir inhibisyon yapamadığı görülmektedir. Bunun nedeni kullanılan nisin miktarının yetersiz olma ihtimali olabilir. Kekik ve nane uçucu yağları nisinden daha fazla inhibe edici etki yapmıştır. Uçucu yağlı örneklerde bakteri gelişimini en fazla baskılayan örnek kekik uçucu yağlı örnek olmuştur. Sarımsak uçucu yağının kontrole göre *C. tyrobutyricum* gelişimini teşvik ettiği anlaşılmaktadır. Çarpıcı sonuçlardan bir tanesi de su ekstraktlı örneklerde uçucu yağlı örneklere göre bakteri sayısının daha yüksek olmasıdır. Bu durum su ekstraktlı örneklerde nem miktarının daha fazla olmasına dolayısı ile aw değerinin de yüksek olmasına bağlanabilir. Yağsız peynir kitlesinde %2-4 arasında bile olsa nem miktarının artması suyun mikroorganizmalar tarafından kullanılabilirliğinde büyük artışlara neden olmaktadır. Bu da mikroorganizma ve enzim faaliyetlerini hızlandırmaktadır (Koca 2002; Fenelon ve ark. 1999). Şekil 1.'de, sarımsak su ekstraktı içeren blok tipi eritme peynirinin ambalajının 30. ve 60. günlerde balon gibi şiştiği görülmektedir. Su ekstraktlı örneklerde en düşük sayı pozitif kontrol olan nisinli örnekte kaydedilmiştir. Kekik ve nane su ekstraktlarının da nisin kadar olmasa da ciddi anlamda baskılayıcı etki yaptığı görülmüştür.

Sarımsak uçucu yağı veya su ekstraktlı örneklerde bakteri sayısının yüksek olması kükürlü bileşiklere bağlanabilir. Çünkü sarımsakta kükürlü bileşikler bulunur. Bu bileşiklerin oksijen ile reaksiyona girip ortamdaki oksijeni tüketmiş olma ihtimali vardır. Bunun sonucunda oksijeni çabuk tükenmiş ortamda bakterinin hızla çoğalmış olma ihtimali yüksektir (Cankurt 2015). Nitekim yine kükürlü bir bileşik olan kükürtdioksit'in, şarap endüstrisinde kullanımı kaçınılmaz bir antioksidan olduğu bildirilmiştir (Cabaroğlu ve Canbaş 1993).

Su ekstraktlı örneklerde en düşük sayı pozitif kontrol olan nisinli örnekte kaydedilmiştir. Kekik ve nane su ekstraktlarının da nisin kadar olmasa da kontrol örneğine göre yaptıkları baskılayıcı etki istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada üretilen eritme peynirlerinin ilk günkü ve depolama sonundaki *C. tyrobutyricum* sayıları 3,07-3,12 log ile 4,27-6,09 log arasında ölçülmüştür. Libra'n ve ark. (2013) yapmış oldukları bir çalışmada bazı bitkilerin su ekstraktlarının ve uçucu yağlarının erken şişmeye neden olan *E. coli* ve geç şişmeye neden olan *C. tyrobutyricum*'a karşı antimikrobiyal etkilerini incelemişlerdir. Bunlardan yalnızca İngiliz lavantası (*Lavandula angustifolia* Mill.) ve hibrit lavanta'nın (*Lavandula hybrida*) uçucu yağlarının *C. tyrobutyricum*'a karşı antimikrobiyal etki yaptığını bulmuşlardır.

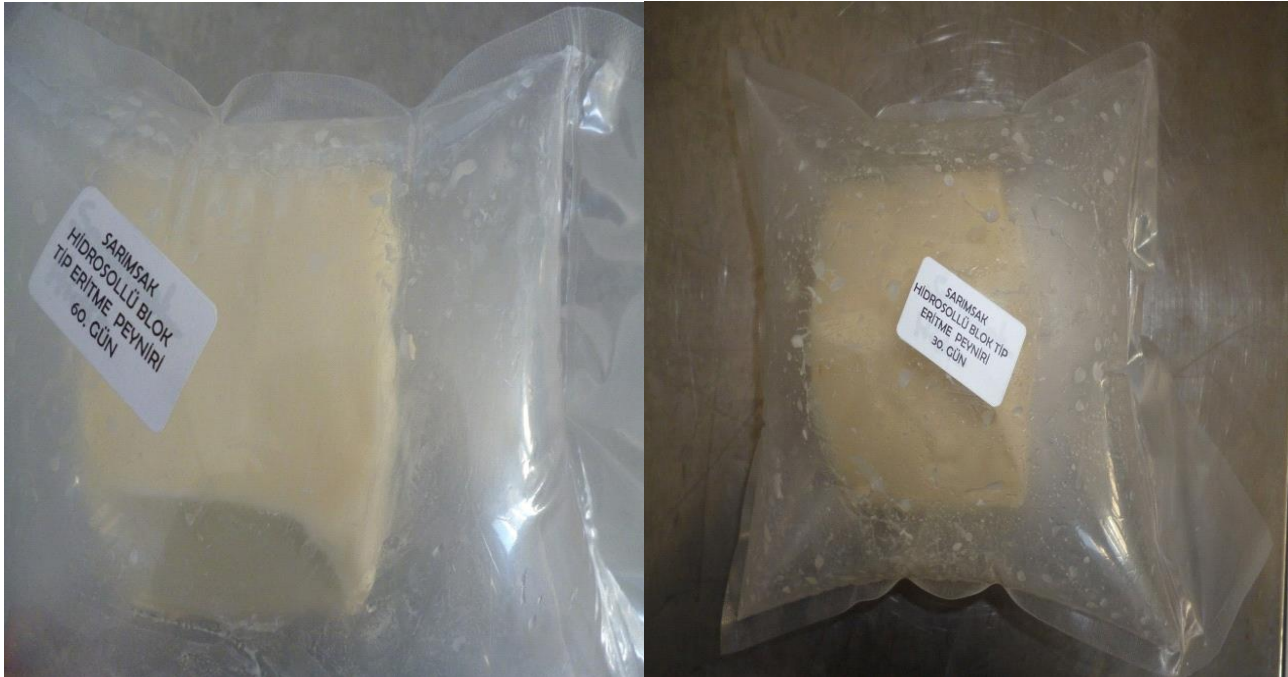
C. tyrobutyricum'un inhibisyonu için endüstride lizozim kullanılmaktadır. Lizozim enzimi ekonomik olduğu için genellikle yumurta akından üretilmektedir. Ancak Yaygın (1989)'un bildirdiğine göre lizozim *C. tyrobutyricum*'un vejetatif hücrelerini öldürmekte ama sporlarına etki etmemektedir. Bu nedenle yeni doğal koruyuculara ihtiyaç duyulmaktadır.

Clostridium botulinum üzerine antimikrobiyal etki denemelerinin yapıldığı bir çalışmada (İsmail ve Pierson 1990) sarımsak, soğan, tarçın, kekik, yabani mercanköşk ve karabiber yağlarının 100 ppm konsantrasyonda, karanfil ve yenibahar yağlarının ise 150 ppm konsantrasyonda *Clostridium botulinum* 67 B'nin spor oluşturmalarını engellediği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, vejetatif üremeye karşı en etkili iki baharat yağının karanfil ve karabiberde olduğunu, sporun gelişimi üzerine hiçbir yağın önemli bir etki yapmadığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar tarafından karanfil, kekik, karabiber, yenibahar, yabani mercanköşk, sarımsak, soğan ve tarçın yağlarının *C. botulinum* üremesine etkileri yönünden baharat yağları 3 kategoriye ayrılmıştır. Çok etkili olanlar; tarçın, yabani mercanköşk, karanfil, etkili olanlar; yenibahar, kekik ve az etkili olanlar; sarımsak, soğan, karabiber olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada *C. tyrobutyricum* çalışılmamış olsa da yine bir *Clostridium* cinsi olan *Clostridium botulinum* üzerine en az etkili bulunanlar sarımsak ve soğan olmuştur. Bu çalışma bizim sonuçlarımızı doğrular niteliktedir.

Çizelge 2. Blok tip eritme peynirlerinde depolama boyunca ölçülen *C. tyrobutyricum* sayıları (Log10 kob/g).

Örnek No	Depolama (gün)				
	1.gün	15.gün	30. gün	60.gün	90.gün
ECU 1	3,11 ^{Ae} ±0,02	3,35 ^{Fd} ±0,04	3,97 ^{Hc} ±0,02	4,32 ^{Ib} ±0,02	4,47 ^{Ha} ±0,02
ECU 2	3,09 ^{Ae} ±0,03	3,25 ^{Gd} ±0,02	3,75 ^{Kc} ±0,05	4,05 ^{Lb} ±0,02	4,27 ^{Ka} ±0,02
ECUK 3	3,11 ^{Ae} ±0,02	3,33 ^{Fd} ±0,02	4,35 ^{Ec} ±0,02	4,65 ^{Eb} ±0,01	5,09 ^{Eb} ±0,02
ECU 4	3,10 ^{Ae} ±0,04	3,24 ^{Gd} ±0,02	3,77 ^{Ic} ±0,04	4,10 ^{Kb} ±0,03	4,35 ^{Ja} ±0,02
ECUNK 3	3,08 ^{Ae} ±0,02	3,36 ^{Fd} ±0,02	3,92 ^{Hc} ±0,02	4,19 ^{Ib} ±0,03	4,43 ^{Ia} ±0,02
ECU 5	3,11 ^{Ae} ±0,03	3,68 ^{Dd} ±0,02	4,81 ^{Bc} ±0,02	5,18 ^{Bb} ±0,01	5,51 ^{Ba} ±0,01
ECH 1	3,10 ^{Ae} ±0,02	3,80 ^{Bd} ±0,02	4,47 ^{Dc} ±0,02	4,77 ^{Db} ±0,01	5,01 ^{Ea} ±0,01
ECH 2	3,11 ^{Ae} ±0,01	3,67 ^{Dd} ±0,02	4,20 ^{Fc} ±0,02	4,46 ^{Gb} ±0,02	4,72 ^{Fa} ±0,01
ECHK 3	3,12 ^{Ae} ±0,02	3,75 ^{Cd} ±0,01	4,71 ^{Cc} ±0,02	5,11 ^{Cb} ±0,01	5,42 ^{Ca} ±0,01
ECH 4	3,12 ^{Ae} ±0,02	3,68 ^{Dd} ±0,02	4,35 ^{Ec} ±0,01	4,53 ^{Fb} ±0,01	4,75 ^{Fa} ±0,01
ECHNK 3	3,07 ^{Ae} ±0,01	3,51 ^{Ed} ±0,01	4,09 ^{Gc} ±0,02	4,37 ^{Hb} ±0,02	4,55 ^{Ga} ±0,02
ECH 5	3,12 ^{Ae} ±0,02	4,15 ^{Ad} ±0,03	5,14 ^{Ac} ±0,03	5,76 ^{Ab} ±0,01	6,09 ^{Aa} ±0,01

^{A-B}: Aynı sütündeki büyük harfler her bir peynir örneğinde olgunlaşma süresince ölçülen *C. tyrobutyricum* sayılarının değerinin karşılaştırılmasıdır.
^{a-c}: Aynı satırdaki küçük harfler ise analiz edilen depolama günlerinde örneklerin *C. tyrobutyricum* sayılarının karşılaştırılmasıdır. Farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak fark ($p < 0.05$) olduğunu gösterirken, aynı harfler ile gösterilenler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p > 0.05$). **ECU 1**: Karışık Uçucu Yağlı, **ECU 2**: Kekik Uçucu Yağlı, **ECUK 3**: Kontrol (Uçucu Yağlılar için), **ECUNK 3**: Nisinli Pozitif Kontrol (uçucu yağlılar için), **ECU 4**: Nane Uçucu Yağlı, **ECU 5**: Sarımsak Uçucu Yağlı, **ECH 1**: Karışık Su Ekstraktlı, **ECH 2**: Kekik Su Ekstraktlı, **ECHK 3**: Kontrol (Su ekstraktlılar için), **ECHNK 3**: Nisinli Pozitif Kontrol (Su ekstraktlılar için), **ECH 4**: Nane Su Ekstraktlı, **ECH 5**: Sarımsak Su Ekstraktlı

Şekil 1. *C. tyrobutyricum* çalışması için üretilen sarımsak su ekstraktlı blok tip eritme peynirinde depolama ile meydana gelen gaz oluşumu.

3.3. Toplam Maya-Küf Sayıları

Çizelge 3'deki toplam maya-küf sayıları irdelendiğinde uçucu yağların ve su ekstraktlarının maya-küf gelişimini baskıladığı anlaşılmaktadır. Ancak her ne kadar sayılar kontrole göre daha düşük olsa da pratikte tıbbi ve aromatik bitki su ekstraktlarının küf önleyici olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir. Bununla beraber uçucu yağlı örneklerde büyük bir başarı söz konusudur. Özellikle uçucu yağlı örneklerde maya-küf gelişiminin kontrol altına alınması bakımından önemli bir başarı elde edilmiştir. Bu örneklerde 90 günlük depolama sonunda toplam maya-küf sayısı kontrole göre yaklaşık 3 log azaltılmıştır. Ambalajına karışık uçucu yağ konulmuş örnekte depolama sonunda toplam maya-küf sayısı 4,15 log kob/g iken uçucu yağlı örnekler için hazırlanan kontrol örneğinde bu sayı 6,82 log kob/g olmuştur. En fazla antifungal etkiyi uçucu yağlı örnekler arasında karışık uçucu yağlı, su ekstraktlı örnekler arasında ise karışık su ekstraktlı örnekler göstermiştir. Her iki durumda da K-sorbit içeren örneklerde hiç maya-küf üremesi görülmemiştir. İlk günlük değerler açısından bakıldığında uçucu yağlı örneklerin su ekstraktlı örneklere göre önemli ($p < 0.05$) düzeyde daha az maya-küf içerdiği görülmektedir. Her ikisinde de kontrol örneklerinin diğer örneklere göre maya-küf yükü önemli derecede ($p < 0.05$) daha fazladır. Depolama sonunda da yine en fazla maya-küf yüküne sadece kontrol örnekleri sahip olmuştur. Uçucu yağlı ve su ekstraktlı örneklerin toplam maya-küf sayılarında depolama ile meydana gelen değişimler grafik halinde Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir.

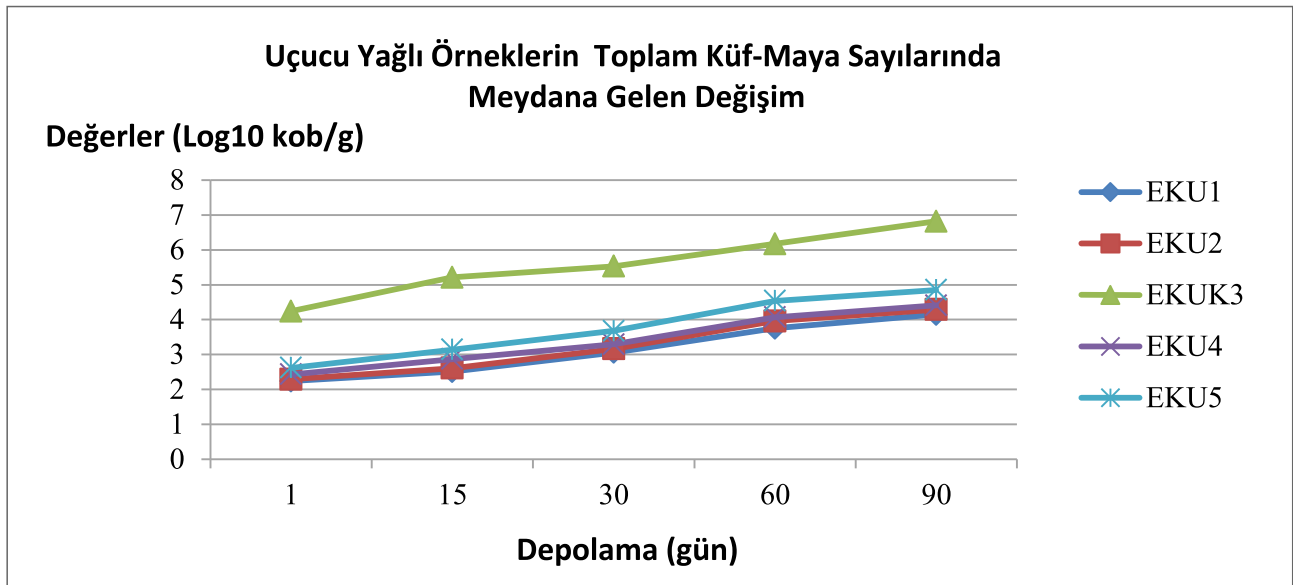
Çizelge 3. Blok tip eritme peynirlerinde depolama boyunca ölçülen toplam maya-küf sayıları (Log10 kob/g).

Örnek No	Depolama (gün)				
	1. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün
EKU 1	2,24 ^{Ge} ±0,07	2,51 ^{Hd} ±0,04	3,06 ^{Ic} ±0,05	3,75 ^{Ib} ±0,04	4,15 ^{Ia} ±0,02
EKU 2	2,29 ^{Ge} ±0,09	2,61 ^{Hd} ±0,06	3,16 ^{Hc} ±0,04	3,96 ^{Hb} ±0,02	4,29 ^{Ha} ±0,02
EKUK 3	4,24 ^{Ae} ±0,05	5,21 ^{Ad} ±0,02	5,53 ^{Ac} ±0,04	6,17 ^{Ab} ±0,04	6,82 ^{Aa} ±0,01
EKU 4	2,43 ^{Fe} ±0,04	2,87 ^{Gd} ±0,07	3,29 ^{Gc} ±0,03	4,07 ^{Gb} ±0,03	4,41 ^{Ga} ±0,03
EKU 5	2,62 ^{Ec} ±0,07	3,14 ^{Fd} ±0,05	3,68 ^{Fc} ±0,04	4,54 ^{Fb} ±0,03	4,85 ^{Fa} ±0,03
EKH 1	3,11 ^{Ce} ±0,06	4,36 ^{Ed} ±0,04	4,75 ^{Ec} ±0,02	5,38 ^{Eb} ±0,03	5,88 ^{Ea} ±0,03
EKH 2	2,91 ^{De} ±0,03	4,50 ^{Dd} ±0,04	4,80 ^{Dec} ±0,02	5,51 ^{Db} ±0,01	5,99 ^{Da} ±0,02
EKHK 3	3,36 ^{Be} ±0,04	4,84 ^{Bd} ±0,03	5,33 ^{Bc} ±0,03	5,94 ^{Bb} ±0,02	6,54 ^{Ba} ±0,01
EKH 4	3,08 ^{Ce} ±0,06	4,56 ^{DCd} ±0,04	4,85 ^{DCc} ±0,02	5,57 ^{Db} ±0,02	6,06 ^{Da} ±0,02
EKH 5	3,16 ^{Ce} ±0,04	4,64 ^{Cd} ±0,02	4,93 ^{Cc} ±0,02	5,64 ^{Cb} ±0,01	6,12 ^{Ca} ±0,02
EKHPK 3	- ^{Ha} ±0,00	- ^{Ia} ±0,00	- ^{Ja} ±0,00	- ^{Ja} ±0,00	- ^{Ja} ±0,00

^{A-B:} Aynı sütundaki büyük harfler her bir peynir örneğinde olgunlaşma süresince ölçülen toplam maya-küf sayıları değerinin karşılaştırılmasıdır.
^{a-c:} Aynı satırdaki küçük harfler ise analiz edilen depolama günlerinde örneklerin toplam maya-küf sayıları değerinin karşılaştırılmasıdır. Farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak fark ($p < 0.05$) olduğunu gösterirken, aynı harfler ile gösterilenler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p > 0.05$). - : tespit edilemedi < 2 log, **EKU 1:** Ambalajına Karışık Uçucu Yağ Konulmuş, **EKU 2:** Ambalajına Kekik Uçucu Yağı Konulmuş, **EKUK 3:** Kontrol (sade, uçucu yağlı örnekler için), **EKU 4:** Ambalajına Nane Uçucu Yağı Konulmuş, **EKU 5:** Ambalajına Sarımsak Uçucu Yağı Konulmuş, **EKH 1:** Karışık Su Ekstraktına Daldırılmış, **EKH 2:** Kekik Su Ekstraktına Daldırılmış, **EKHK 3:** Kontrol (sade, su ekstraktlı örnekler için), **EKHPK 3:** K-sorbit Solüsyonuna Daldırılmış, **EKH 4:** Nane Su Ekstraktına Daldırılmış, **EKH 5:** Sarımsak Su Ekstraktına Daldırılmış.

Nizamlioğlu ve ark. (1996) yapmış oldukları bir araştırmada, deneysel olarak yaptıkları kaşar peynirlerini farklı oranlarda (% 0, 1, 2 ve 3) K-sorbit içeren solüsyonlara 5 dakika boyunca daldırmışlar ve potasyum sorbatın, ürünün olgunlaşma periyodunun 1., 15., 30. ve 60. günlerdeki kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerine etkisine bakmışlardır. Bu çalışmanın neticesinde birinci günün sonunda örneklerdeki maya-küf sayısı K-sorbit oranına göre sırası ile 7.5×10^2 , 3.3×10^3 , 1.1×10^3 , 7.6×10^2 kob bulunmuştur. Depolama sonunda da 1.1×10^7 , 3.0×10^6 , 1.8×10^6 ve 1.8×10^5 kob/g şeklinde bulmuşlardır. Bu çalışmada potasyum sorbatlı olanlarının tamamında ilk günden itibaren küf üremesi görülmemiştir. Bunun nedeni daldırma işleminin 15 dakika yapılması ve kapalı pakette muhafaza edilmesidir. Ambalaj atmosferi hep aynı kalmıştır. Nizamlioğlu ve ark. (1996)'nın son ürünleri ambalajlayıp ambalajlamadıkları yayınladıkları makalede bildirilmemiştir.

Çalışma üretilmiş olan eritme peynirlerinin toplam maya-küf değerleri incelendiğinde kontrolden sonra en az etkili olanın sarımsak uçucu yağı olduğu anlaşılmaktadır. Su ekstraktları içerisinde de en az etkili olanı sarımsak su ekstraktı olmuştur. Tüm uçucu yağların ve su ekstraktlarının maya-küf gelişimini baskıladığı görülmüştür. Bunlar içerisinde en etkili olanlarının karışık uçucu yağ ve karışık su ekstraktının olduğu tespit edilmiştir. Bu da uçucu yağların ve su ekstraktlarının birbirlerine sinerjistik bir etki yaptığını göstermektedir. Depolamanın ilk günü ve son günü kontrol örneğinde ve karışık uçucu yağ kullanılmış örnekte toplam maya-küf değerleri sırası ile 4,24-2,24 ve 6,82-4,15 log kob/g arasında bulunmuştur. Su ekstraktlarında ise kontrol ve ilk gün en etkili su ekstraktı olan kekik su ekstraktlı örneklerde sırası ile 3,36-2,91 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolama sonunda ise en düşük maya-küf yükü karışık su ekstraktlı örnekte olmuştur. 90 günlük depolamanın sonunda kontrol ve karışık su ekstraktlı örneklerde bulunan maya-küf sayıları sırası ile 6,54 ve 5,88 log kob/gr bulunmuştur.

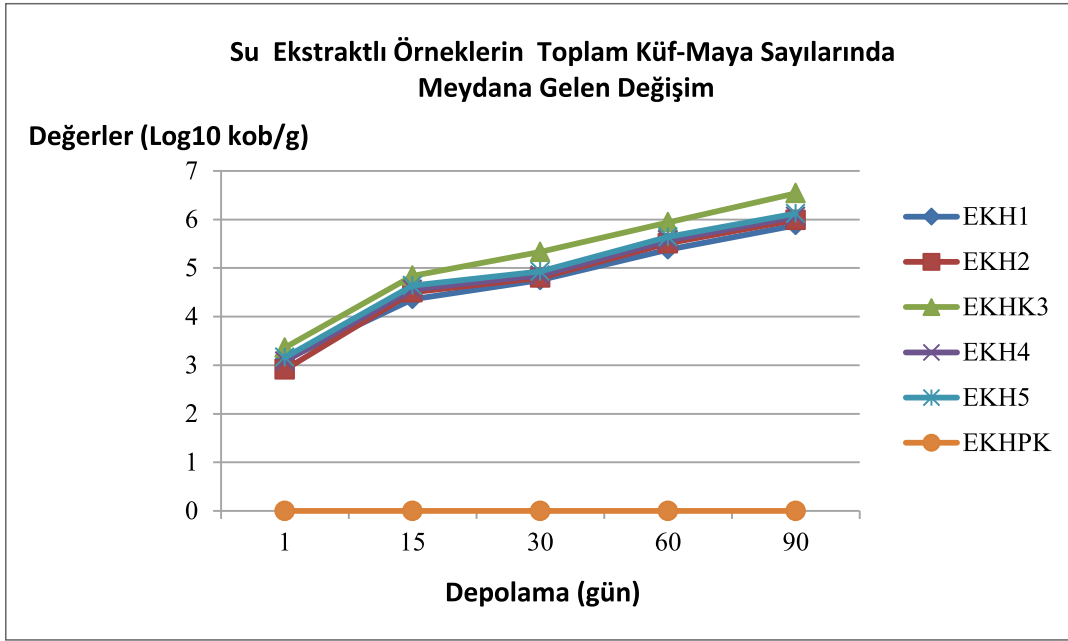


EKU 1: Ambalajına Karışık Uçucu Yağ Konulmuş, **EKU 2:** Ambalajına Kekik Uçucu Yağı Konulmuş, **EKUK 3:** Kontrol (sade, uçucu yağlı örnekler için), **EKU 4:** Ambalajına Nane Uçucu Yağı Konulmuş, **EKU 5:** Ambalajına Sarımsak Uçucu Yağı Konulmuş

Şekil 2. Uçucu yağlı örneklerde depolama ile toplam küf-maya sayılarında meydana gelen değişim.

Karaman ve Akbulut (2006) kaşar peynirinin raf ömrünün uzatılması üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada bir grup örnek, peynir üretimini takiben PA/PE vakum ambalajla (kontrol örnek 1), diğeri %5-10'luk K-sorbat çözeltisi ile muamele edilip PA/PE vakum ambalajı ile (2. ve 3.), %10'luk K-sorbat ile muamele edilen ve edilmeyen peynirler kaplama materyali ile kaplanmıştır (4. ve 5.). Örnekler olgunlaşmanın 1., 30. ve 90. günü fiziksel, kimyasal, mikrobiyal ve duyuşal testlere tabi tutulmuşlardır. Elde edilen sonuçlardan, farklı oranlarda ilave edilen K-sorbat ve K-sorbat ile kaplama materyalinin kombinasyonunun mikrobiyal açıdan hedeflenen azalmaya neden olduğu görülmüştür. Kaplama materyali ile muamelelenin peynirin raf ömrünü uzatmadığı, duyuşal kriterler dikkate alındığında ise hedeflenen peynire has tat ve aromaya da ulaşamadığı görülmüştür.

Yenilebilir film ile kaplanmış kaşar peynirleri üzerine yapılan bir çalışmada yenilebilir film üretiminde natamisin kullanılmış ve natamisin görünür küf gelişimini 1 ay geciktirdiği bildirilmiştir (Uğurlu 2004). Çalışmanın detayı açıklanmadığı için küf sayısı ile alakalı bilgi edinilememiştir. Babacan (2012) sorbat uygulamasının kaşar peyniri kalitesine etkisini incelediği bir çalışmada sorbat kullanımının küf gelişimini geciktirdiğini ancak tam olarak önlemediğini bildirmiştir.



EKH 1: Karışık Su Ekstraktına Daldırılmış, **EKH 2:** Kekik Su Ekstraktına Daldırılmış, **EKHK 3:** Kontrol (sade, su ekstraktlı örnekler için), **EKHPK 3:** K-sorbat Solüsyonuna Daldırılmış, **EKH 4:** Nane Su Ekstraktına Daldırılmış, **EKH 5:** Sarımsak Su Ekstraktına Daldırılmış

Şekil 3. Su ekstraktlı örneklerde depolama ile toplam küf-maya sayılarında (log) meydana gelen değişim.

Pek çok araştırmacı tarafından kaşar peynirlerinin maya-küf yükü araştırılmıştır. Modern depo şartlarında olgunlaştırılan kaşar peynirlerinde maya-küf sayısı en düşük 3,48 log kob/g, en yüksek 9,92 log kob/g olarak bulunmuştur (Topal 1987). Diğer bazı araştırmacıların buldukları değerler 4,90 log kob/g (Kıvanç 1989), 5,88 log kob/g (Kurultay 1993), 3,61 log kob/g (Coşkun ve Öztürk 2000) şeklindedir. Sonuçlar kontrol örneğinde bulunan ilk ve son günlük değerler olan 4,24-6,82 log kob/g ile benzerlik arz etmektedir. Bu çalışmada antimikrobiyal etkileri değerlendirilen tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağlarının ve su ekstraktlarının duysal yönden ürüne artı bir lezzet ve albeni kazandırdığı ancak sarımsak uçucu yağlı ve su ekstraktlı örneklerin duysal yönden tercih edilmediği bildirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında duysal özelliklere artıları da göz önüne alındığında bu bitkilerin hem koruyucu hem de çeşni amaçlı kullanılabilir olması bunları diğer koruyuculara göre avantajlı hale getirmektedir (Cankurt 2015).

Bu çalışmanın başarılı yönlerinden bir tanesi *C. tyrobutyricum* sayılarının kekik ve nane uçucu yağları ile nisine göre daha fazla inhibe edilmiş olmasıdır. Bir diğer ilginç sonuç ise sarımsak su ekstraktlı veya sarımsak uçucu yağı içeren örneklerde bu bakterinin teşvik edilmiş olmasıdır. Kekik ve nane su ekstraktları da bu bakteri üzerinde inhibe edici etki yapmıştır ancak bu etki pozitif kontrol olan nisin etkisi kadar yüksek bulunmamıştır.

Toplam maya-küf sayısı uçucu yağlar ile ciddi anlamda baskılanmıştır. Başlangıç rakamlarına göre kontrol örnekte yaklaşık 4 log artış olurken uçucu yağlı örneklerde sadece 2 log artış olmuştur. Su ekstraktları da baskılayıcı etki yapmıştır ancak bu etki uçucu yağların yaptığı kadar değildir. Potasyum sorbata daldırılan örneklerde hiç üreme olmamıştır. Bu sonuç uçucu yağların K-sorbat kadar etkili olmadığını ancak model gıdada da önemli derecede etkili olduğunu göstermiştir. Sarımsak uçucu yağı ve su ekstraktı *C. tyrobutyricum* gelişimini teşvik etmiştir. Buradan hareketle sarımsak ve türevlerinin istenmeyen anaerob bakterilerin bulunma ihtimali olan yerlerde kullanılmaması önerilir. Bu çalışmada bitki su ekstraktları eritme peynirine daldırma yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. Benzer çalışmanın aynı su ekstraktları ile kuru ürünün yüzeyine farklı zamanlarda püskürtme yolu ile denemesi önerilir.

Bu çalışma bu makalenin yazarlarından olan Hasan Cankurt'un doktora tezinden uyarlanmıştır. Daha detaylı bilgiye ilgili kişinin doktora tezinden ulaşılabilir.

4. Kaynaklar

- Anonim., 2000. SAS/ STAT User's guide (6, 03); SAS Institue, Inc., Cory, New York.
- Babacan, A., 2012. Farklı tuzlama yöntemlerinin ve sorbat uygulamasının kaşar peyniri kalitesine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Bertrand, N., Fliss, I. and Lacroix, C., 2001. High nisin-z production during repeated-cycle batch cultures in supplemented whey permeate using immobilized *Lactococcus lactis* UL719. International Dairy Journal, 11: 953-960.
- Bursa, İ. A., 2012. Eritme peynirinde farklı baharat ilavesinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerine inhibisyon etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Cabaroğlu, T. ve Canbaş, A., 1993. Şarapçılıkta kükürt dioksit kullanımı ve önemi. Gıda, 18: (2) 139-144.
- Cankurt, H., 2015. Bazı bitki aromatik su ve uçucu yağlarının blok tip eritme peyniri ve beyaz peynirin çeşitli özellikleri üzerine etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri.
- Coşkun, H. ve Öztürk, B., 2000. Bazı süt işletmelerinde üretilen beyaz ve kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalite kriterleri yönünden incelenmesi. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s. 547-555, Tekirdağ.
- Güven, M., 1998. Antimikrobiyel maddeler ve süt teknolojisinde kullanım olanakları. Gıda, 23: (5) 365-369.
- Fenelon, M. A., Ryan, M. P., Rea, M. C., Guine, T. P., Ross, R. P., Hill, C. and Harrington, D., 1999. Elevated temperature ripening of reduced fat cheddar made with or without Lacticin 3147 producing starter culture. Journal of Dairy Science, 82: 10-22.
- Halkman, K., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, (<http://www.mikrobiyoloji.org>, (Erişim tarihi 01.05.2012))
- Hayaloğlu, A. A., Güven M. and Fox, P. F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White Cheese 'Beyaz Peynir'. International Dairy Journal, 12, 635-648.
- İsmail, A.A. and Pierson, M.D., 1990. Inhibition of germination, out-growth and vegetative growth of *C. botulinum* 67 B by spice oils. Journal of Food Protection, 53 (9): 755-758.
- Karaman, A. D. and Akbulut N., 2006. Kaşar peynirinin raf ömrünün arttırılması üzerine bir araştırma. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bildiri Özetleri Kitabı, s, 653-656, Bolu.
- Kıvanç, M., 1989. Erzurum piyasasında tüketime sunulan kaşar peynirlerinin mikrobiyal florası. Gıda, 14 (1): 23-30.
- Koca, N., 2002. Bazı yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış taze kaşar peynirinin nitelikleri üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, İzmir.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 1996. Süt ve mamülleri analiz metotları rehberi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 18, Erzurum.
- Kurultay, Ş., 1993. Çiğ süttten ve pastörize süttten değişik kültür kombinasyonları ilavesiyle yapılan vakum paketlenmiş kaşar peynirleri üzerinde bir araştırma. Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Doktora Tezi, 102 s, Edirne.
- Libra'n, C. M., Moro, A., Zalacain, A., Molina, A., Carmona, M. and Berruga, M. I., 2013. Potential application of aromatic plant extracts to prevent cheese blowing. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 29:1179-1188.
- Metin, M., 2010. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları, 94 s, İzmir.
- Nizamlıoğlu, M., Gürbüz, Ü. ve Doğruer, Y., 1996. Potasyum sorbatın kaşar peynirin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi. Veteriner Bilimleri Dergisi, 12 (2): 23-29.
- Sagdic, O., 2003. Sensitivity of four pathogenic bacteria to turkish thyme and oregano hydrosols. LWT – Food Science and Technology, 36 (5), 467-47.
- Shimuzu, H., Mizuguchi, T., Tanaka, E. and Shioya, S., 1999. Nisin production by a mixed –culture system consisting of *Lactococcus lactis* and *Kluyveromyces marxianus*. Applied and Environmental Microbiology, 65: 3134-3141.

- Şahan, Y. ve Korukluoğlu, M., 2006. Bazı uçucu yağların antifungal özellikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bildiri özetleri kitabı, 455-456, Bolu.
- Şimşek, Ö., A. H., Çon ve Akçelik, M., 2007. Endüstriyel nisin üretiminde etkili faktörler ve model sistemler. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13 (1): 57-67.
- Tavacı, M. Ç., 1997. Çeşitli baharatlar ilavesiyle yapılan vakum paketlenmiş kaşar peynirleri üzerine bir araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Topal, Ş., 1987. Kontrollü nem koşullarında depolamanın kaşar peynirinde yüzey küflenmeye ve kalite özelliklerine etkisi. Gıda Sanayi, 4: 11-20.
- Topal, Ş., 1993. Gıdalarda küf kontaminasyonu riskleri ve önlemleri, Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü, Yayın No: 124, s, 174-178.
- Tornuk, F., Cankurt, H., Ozturk, I., Sagdic, O., Bayram, O. and Yetim, H., 2011. Efficacy of various plant hydrosols as natural food sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* on fresh cut carrots and apples, International Journal of Food Microbiology, 148, 30–35.
- Uğurlu, F. G., 2004. Yenilebilir kaplama ile kaplanmış kaşar peynirlerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Yaygın, H., 1989. Peynirlerde görülen geç şişmeye karşı lysosym kullanılması. Gıda, 14 (6): 337-341.
- Yaygın, H. ve Dabiri, K., 1989. İnek, koyun, keçi sütleriyle yapılan ve farklı sıcaklıklarda olgunlaştırılan kaşar peynirlerinin özellikleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (1): 333-346.



Yöresel Bir Ürün Olan Tuzlu Yoğurda Enzime Dirençli Nişasta (EDN) İlavesinin Mineral Madde, Randıman, Renk ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması

Effect of Resistant Starch Addition on The Mineral Matter, Yield, Color and Sensory Properties of Salted Yoghurt

Meral KAYGISIZ¹, Ayşe Neslihan DÜNDAR², Ferhat POLAT³, Burcu KADIOĞLU⁴, Nagihan UĞUR⁵

¹ Kimya Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE - ORCID ID:0000-0003-1250-3679

² Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

³ Dr. Veteriner Hekim, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE - ORCID ID: 0000-0002-6289-1051

⁴ Zir. Yük. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE - ORCID ID:0000-0002-3599-0943

⁵ Zir. Yük. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE - ORCID ID: 0000-0003-2429-9898

Özet

Amaç: Besin değeri yüksek, kısa ömürlü bir ürün olan yoğurdun raf ömrünü uzatmak amacıyla geleneksel yöntemler uygulanarak tuzlu yoğurt, kış yoğurdu, güz yoğurdu, pişmiş yoğurt gibi adlarla bilinen ürünler elde edilmektedir. Yoğurtlarda enzime dirençli nişasta (EDN) gibi lif içeriği yüksek bileşenlerin kullanılmasıyla ürüne fonksiyonellik de kazandırılmaktadır. EDN'nin ayrıca hacim arttırıcı, jelleştirici, stabilize edici, dokuyu iyileştirici gibi fonksiyonları avantaj olarak görülmektedir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada %0,15 ve %1,5 süt yağ oranındaki yoğurtlara, %0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 oranlarında EDN ilave edilmiş, elde edilen ürünün mineral madde, randıman, renk ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

Bulgular ve Sonuç: EDN ilavesinin randıman, mineral madde, a* ve b* değerleri üzerine etkisi önemliyken (p<0,05), L* değeri üzerine etkisi önemsiz, hammaddekteki yağ oranının ise randıman, mineral madde, L*, a*, b* değerleri üzerine etkisi önemli olarak saptanmıştır (p<0,05).

EDN ilavesinin renk-görünüm, koku ve tat puanları üzerine etkisi önemsizken, kıvam ve toplam duyusal puan üzerine etkisi önemli olarak belirlenmiştir (p<0,05). Yağ oranının ise renk-görünüm üzerine etkisi önemsiz; koku, kıvam, tat, toplam duyusal puan açısından önemli bulunmuştur (p<0,05).

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, Tuzlu Yoğurt, Enzime Dirençli Nişasta, Fonksiyonel Ürün

Abstract

Objective: Yoghurt is a high nutritional value but short lived product and some traditional methods are applied to extend shelf life of it. Functional properties has been brought to product by using high fiber content components like Resistant Starch (RS). Moreover, it was seen an advantage of using RS which has such properties as bulking, gelling, stabilizing, and tissue improving.

Materials and Methods: In the study, 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 % of RS were added to yoghurts which include 0,15 and 1,5%.fat and, mineral matter, yield, color and sensory properties were analysed.

Results and Conclusion: Effect of addition of RS on mineral matter, yield, a* and b* values were significant (p<0,05) while its effect on L* value was insignificant. Effect of fat content of raw materials on mineral matter, yield, L*, a* and b* values were significant (p<0,05).

The effect of RS addition on color-appearance, odor and taste scores was insignificant while its effect on consistency and total sensory score was significant (p<0,05). The effect of fat on color-appearance was insignificant while its effect on odor, consistency, taste, total sensory points were found important (p<0,05).

Keywords: Yoghurt, Salted Yoghurt, Resistant Starch, Functional Product

1. Giriş

Yoğurt; yüksek biyolojik değere sahip protein, kalsiyum, fosfor, tiamin, riboflavin ve kobalamin içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Yoğurdun folik asit, niasin, magnezyum ve çinko değerleri de süte oranla daha yüksektir. Ayrıca, yoğurtta bulunan mineral ve vitaminlerin biyolojik yararlılığı da yüksektir (Şeker ve ark. 2006).

Yoğurdun bileşimi; üretildiği süte, uygulanan teknolojik işlemlere, kullanılan starter kültüre ve fermentasyon işlemine göre değişkenlik gösterir. Yoğurt pıhtısının oluşumunda ısı uygulaması ve inkübasyon sırasındaki asitlik gelişimi önemli rol oynamaktadır (Anonim 2011).

Yoğurdun kaliteli üretimini etkileyen başka bir etmen de iyi depolama şartlarıdır. Diğer süt ürünlerinde olduğu gibi yoğurdun da raf ömrü sınırlıdır (Özdemir ve ark. 1995; Şahan ve Say 1998). Pastörize edilmiş yoğurtların muhafaza süreleri 3-4 hafta arasında değişmektedir (Tamime 1978; Özdemir ve ark. 1995). Yoğurdun dayanımının artırılması amacıyla yüzyıllar boyu pratik gözleme dayalı olarak değişik modifikasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu modifikasyonlar arasında en bilineni, yoğurdun suyunun uzaklaştırılması ile daha konsantre bir ürün haline dönüştürülerek dayanımının artırılmasıdır (Özer 2006).

Yoğurdun raf ömrünü uzatmak amacıyla tuzlama, pişirme, suyunu alma, ısıtma ve muhafaza sırasında havayla teması önleme gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Önemli fermente süt ürünlerimizden olan yoğurdun süzülerek, pişirilerek koyulaştırılması, tuz ile yoğrularak güneşte kurutulması oldukça eski devirlerden beri uygulanmaktadır. Yöresel olarak üretilen bu ürünlerin protein içerikleri yüksek olup, hayvansal protein ihtiyacını karşılamada ve ayrıca ek gelir kaynağı olmada da önemli bir yere sahiptir. Uygulanan bu yöntemler sonucunda da Tuzlu Yoğurt, Torba Yoğurdu, Tulum Yoğurdu, Labneh, Pesküten, Kurut, Kishk, Keş, Labneh Anbaris, Chanklich isimleriyle bilinen farklı, geleneksel yoğurtlar üretilmiştir. Ancak bu yöresel ürünler gün geçtikçe güncelliğini yitirmektedir, üretimi ve tüketimi de azalmaktadır (Özrenk 2004).

Ülkemizde tuzlu yoğurt (kış yoğurdu, güz yoğurdu, pişmiş yoğurt ve tutma yoğurdu) özellikle Van, Hatay, Sivas illeriyle Akdeniz Bölgesinin bazı illerinde geleneksel olarak üretilmektedir (Gökcalpay 1965; Kaptan 1986). Bu ürünler, sütün özellikle bol olduğu mevsimde yapılmakta olup, kış aylarında ise ekmeğin üzerine sürülerek veya diğer şekillerde tüketilmektedir. Tuzlu yoğurt çorba ve börek yapımında kullanılmakta, ayran olarak hazırlanıp yemeklerde tüketilmektedir. Baharat ve zeytinyağı ile zenginleştirilerek kahvaltılık ve meze olarak da kullanılmaktadır (Özrenk 2004).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (2009/25) göre tuzlu yoğurt; "Protein oranı fermentasyondan önce veya sonra en az %5,6 oranına yükseltilmiş konsantre fermente süt ürünü" olarak tanımlanır. Ayrıca tuzlu yoğurt için en fazla %1 oranında tuz içerebilir ifadesi yer almaktadır. Yine aynı tebliğde sadece fermentasyon sonrası ısı işlem görmüş fermente süt ürünlerinde (tuzlu yoğurt vb.) ve çeşnili fermente süt ürünlerinde nişasta kullanılabileceği ifade edilmiştir (Anonim 2009).

Tuzlu yoğurt üretiminde ilk olarak süt yoğurda işlenir ve kazanlara alınan yoğurt, özel ocaklarda sürekli karıştırılarak kaynatılır. Kaynamanın başlamasından sonra içerisine kaya tuzu ilave edilip, ürün koyulaşmaya kadar kaynatmaya devam edilir. Soğuması beklenir ve büyük kavanozlara doldurularak üzerine zeytinyağı veya sadeyağ dökülüp, serin bir yerde saklanır (Şahan ve Say 1998, 2003; Şahan ve Kaçar 2002).

Yoğurtlarda lif içeriği yüksek bileşenlerin kullanılmasıyla ürüne fonksiyonellik kazandırılabilir. Ayrıca lif katımı yoğurtta kıvamı iyileştirmekte ve kıvam sağlanması için katılan süt tozu miktarının aşağı çekilmesine yardımcı olmaktadır. Stabilizör; ürün viskozitesini artırmakta, sineresisi önlemekte, kremsilik gibi dokusal özellikleri geliştirmekte ve kıvamlı pudinglerin ve yarı-katı kıvamlı yoğurtların oluşmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca toplam diyet lif içeriğini artırıcı özelliği de sağlığa olan etkilerine bir avantaj sağlamaktadır (Göncü 2016).

Enzime dirençli nişasta da amiloz ve amilopektinden oluşan nişastayla aynı yapıda olup, ancak vücutta sindirilemeyen diyet lifi kapsamında yer almaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Kalın bağırsakta sadece bifidobakterler tarafından fermente edilmektedir (Fuentes-Zaragoza ve ark. 2010). Enzime dirençli nişastanın fonksiyonel özellikleri yanında, beyaz renkli ve ürün dokusunu asgari derecede etkileyen partikül boyutuna sahip olması nedeniyle farklı gıdalarda kullanımı avantajlı olarak görülmektedir (Murphy ve ark. 2008). Kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumuna katkıda bulunması da EDN'nin önemli fizyolojik etkilerinden biri olarak gösterilmektedir (Saldamlı 2007).

Bununla birlikte enzime dirençli nişastanın yağ ikamesi olarak gıdalarda kullanımı da son yıllarda önem kazanmıştır. Yağ yerine EDN kullanılarak hem gıdanın yağ içeriği azaltılmakta hem de yağların gıdaya kazandırdığı karakteristik özelliklerden taviz verilmemektedir (Kotancılar ve ark. 2009). Bu maddeler gıdalarda yağ yerine kullanıldığında gıdadaki yağ kısmen veya tamamen azaltılabilmekte ve yağdan kaynaklanan enerjinin minimuma inmesi sağlanabilmektedir (Baixauli ve ark. 2008; Nugent 2005).

Bu araştırmanın amacı, EDN ilavesinin yöresel bir ürün olan tuzlu yoğurdun mineral madde, randıman, renk ve duyu özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir. Denemelerde standartlara uygun yağsız ve yarım yağlı yoğurtlara dört farklı oranda %2,5, %5, %7,5, %10 EDN katılıp, süzme işlemi uygulanmadan geleneksel yöntemlere göre tuzlu yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Tuz oranı son üründe %1 olacak şekilde üretim gerçekleştirilmiş olup duyu olarak piyasada mevcut tuzlu yoğurtlar ile de karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Tuzlu yoğurt üretiminde kullanılan yağsız (%0,15 süt yağlı) ve yarım yağlı (%1,5 süt yağlı) yoğurtlar piyasadan temin edilmiştir. Diyet lif içeriği için Hi-Maize Enzime Dirençli Nişasta ve tuz için ticari kaya tuzu piyasadan temin edilmiştir. Plastik kapaklı kaplara doldurulan tuzlu yoğurtlar +4°C’de muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem:

Çalışmada %0,15 süt yağlı yoğurttan üretilen tuzlu yoğurt “A”, %1,5 süt yağlı yoğurttan üretilen “B” olarak isimlendirilmiştir. Tuzlu yoğurt üretiminde hammadde olarak kullanılan yoğurtlara süzme işlemi uygulanmadan geleneksel yöntemlerle üretim gerçekleştirilmiştir. Hammadde olan yoğurtlar çelik tencereye aktarılmış, tahta kaşıkla sürekli karıştırılarak kaynatılmıştır. Daha önceden ön denemelerle belirlenen briks aralığına gelinceye kadar kaynatma işlemine devam edilmiştir. Pişme aralığının son 5 dakikasında son üründe %1 tuz olacak şekilde kaya tuzu ilave edilmiştir. Pişirilen yoğurtlar plastik kaplara doldurulmuş, soğuyunca kapakları kapatılıp +4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Tuzlu yoğurt üretimi akış şeması.

Her iki tip yoğurttan üretilen tuzlu yoğurtlar için kontrol ve dört farklı oranda %2,5, %5, %7,5, %10 EDN ilaveli olarak tuzlu yoğurt üretiminde de aynı üretim yöntemi kullanılmıştır. Tuzlu yoğurt üretim akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.

Mineral madde açısından hammadde olarak kullanılan yoğurtlar ile üretilen tuzlu yoğurtlarda kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, magnezyum analizleri yapılmıştır. Mineral madde tayininde örnekler kapalı sistem yaş yakma (mikrodalga fırın) yöntemi ile yakılmış ve ölçümler Agilent ICP-MS (7500) ile yapılmıştır (Anonim 2007).

Randıman değeri başlangıçta kullanılan yoğurt miktarından elde edilen tuzlu yoğurt miktarının % olarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir.

Renk ölçümünde Minolta CM 3600d model renk kolorimetresi kullanılmıştır. CIE Renk Değerleri (L*, a*, b*)'nden oluşan üçlü skalada L*:parlaklık/beyazlık, a*:kırmızılık/yeşillik, b*:sarıklık/mavilik olarak değerlendirilmiştir.

Duyusal analizlerin değerlendirmesi 10 kişilik eğitimli panelist grubun katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Panelistler tadım yaptıkları tuzlu yoğurtların özelliklerini bilmeden, örnek kodlarına göre değerlendirme yapmışlardır. Ayrıca piyasadan temin edilen orjinal tuzlu yoğurt ile karşılaştırmaları istenmiştir. Duyusal analizlerde, "Renk-Görünüm" 5 tam puan, "Koku" 5 tam puan, "Kıvam" 5 tam puan, "Tat" 5 tam puan olmak üzere toplam 20 tam puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

İstatiksel analizler ise; sonuçlar Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre JMP Programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve grup farklılıkları LSD (Least Significant Differences test) testine göre incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma:

A ve B tuzlu yoğurtları için mineral madde miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Örneklerde hammadde yağ oranı ve farklı oranlarda katılan EDN miktarının mineral madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Kullanılan EDN oranı arttıkça mineral madde miktarları azalmaktadır.

Şahan ve Say (2003), tuzlu yoğurtların besin değerleri ve mineral madde içerikleri ile ilgili yaptıkları çalışmalarında sodyum miktarlarını; inek sütü yoğurtlarından üretilenlerde 1.625,18 mg/100g, inek sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 2.213,58 mg/100g, keçi sütü yoğurtlarından üretilenlerde 1.731,77 mg/100g, keçi sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 2.251,72 mg/100g olarak bulmuşlardır. Yoğurda yapılan süzme işleminin sodyum içeriği üzerine etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Sodyum mineralinin beklenenden daha fazla olmasını ise ürüne istenen tadın kazandırılması için dışarıdan ilave edilen tuzla açıklamışlardır.

Bu çalışmada sodyum değerleri (237,9-387,0 mg/100g) yapılan tuzlu yoğurt çalışmalarından düşüktür. Bunun sebebi olarak A ve B tuzlu yoğurtlarının üretiminde yasal mevzuatta geçen tuz limitine uygun olması amacı ile katılan tuz miktarının diğer tuzlu yoğurt çalışmalarından oldukça düşük olmasıdır.

Şahan ve Say (2003), tuzlu yoğurtların besin değerleri ve mineral madde içerikleri ile ilgili yaptıkları çalışmalarında magnezyum miktarlarını; inek sütü yoğurtlarından üretilen tuzlu yoğurtlarda 89,59 mg/100g, inek sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde ise 86,55 mg/100g, keçi sütü yoğurtlarından üretilen tuzlu yoğurtlarda 94,54 mg/100g, keçi sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde ise 108,44 mg/100g olarak bulmuşlardır. Magnezyum değerlerinin yüksek çıkması hammadde olarak kullanılan sütlerin magnezyum değerlerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Şahan ve Say (1998), tuzlu yoğurt ile ilgili yaptıkları başka bir çalışmada magnezyum değerini 29,31 mg/100g olarak bulmuş olup, bu çalışmada kontrol gruplarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. İlave edilen EDN oranı arttıkça magnezyum değeri (19,9-28,8 mg/100g) düşmüştür.

Şahan ve Say (2003), çalışmalarındaki tuzlu yoğurtların fosfor miktarlarını; inek sütü yoğurtlarından üretilenlerde 187,25 mg/100g, inek sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 149,10 mg/100g, keçi sütü yoğurtlarından üretilenlerde 178,60 mg/100g, keçi sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 148,97 mg/100g olarak bulmuşlardır. İstatistik analizler sonucunda yoğurda uygulanan süzme işleminin fosfor içeriği üzerine etkisinin önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Süzme işleminin fosfor miktarını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Şahan ve Say (1998), tuzlu yoğurtlar üzerine yaptıkları başka çalışmalarında fosfor miktarını 171,29 mg/100g olarak saptamışlardır. Tüm A tuzlu yoğurtlarının fosfor değerleri (141,7-194,3 mg/100g) bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. B tuzlu yoğurunda hammadde olarak kullanılan yoğurdun fosfor içeriği daha düşük olduğu için tüm B tuzlu yoğurtlarının fosfor değerleri (124,5-159,1 mg/100g) süzme işlemi uygulanarak üretilen tuzlu yoğurtların fosfor değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Şahan ve Say (2003), tuzlu yoğurtların potasyum miktarlarını inek sütü yoğurtlarından üretilenlerde 664,54 mg/100g, inek sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 436,36 mg/100g, keçi sütü yoğurtlarından üretilenlerde 662,90 mg/100g, keçi sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 460,82 mg/100g olarak bulunmuştur. Tuzlu yoğurtlarda uygulanan süzme işleminin potasyum içeriği üzerine olan etkisini önemli bulmuş olup süzme işleminin potasyum değerini düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Şahan ve Say (1998), başka çalışmalarında potasyum değerini 258,17 mg/100g bulmuşlardır. Çalışmada elde edilen A ve B tuzlu yoğurtlarının potasyum değerleri (292,2-427,5 mg/100g) verilen literatür değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 1. Yağsız ve yarım yağlı yoğurtlardan üretilen tuzlu yoğurtların mineral madde özellikleri.

Ham madde (%)	EDN Oranı (%)	Sodyum* (mg/100g)	Magnezyum* (mg/100g)	Fosfor* (mg/100g)	Potasyum* (mg/100g)	Kalsiyum* (mg/100g)
0,15(A)^x	0	329,6 ^{aBC}	27,5 ^{aAB}	194,3 ^{aA}	427,5 ^{aA}	303,3 ^{aA}
	2,5	311,5 ^{aCD}	25,6 ^{abBC}	179,5 ^{abAB}	389,7 ^{abAB}	269,2 ^{bB}
	5	272,4 ^{bEF}	23,8 ^{bcCDE}	170,6 ^{bcBC}	354,3 ^{bcBC}	249,1 ^{cC}
	7,5	264,2 ^{bcFG}	22,0 ^{cdEF}	154,7 ^{cdCD}	334,0 ^{cdBCD}	234,2 ^{dCD}
	10	237,9 ^{cG}	19,9 ^{dG}	141,7 ^{dDE}	302,7 ^{dCD}	208,1 ^{eE}
1,5(B)^x	0	387,0 ^{aA}	28,8 ^{aA}	159,1 ^{aBCD}	375,8 ^{aAB}	277,4 ^{aA}
	2,5	341,3 ^{bB}	25,2 ^{bC}	153,9 ^{aBCD}	365,9 ^{abAB}	247,9 ^{bC}
	5	332,1 ^{bBC}	24,4 ^{bCD}	146,4 ^{aCD}	344,1 ^{abB}	236,6 ^{bcCD}
	7,5	318,2 ^{bcBCD}	22,5 ^{cDE}	142,2 ^{abDE}	341,2 ^{bcCD}	220,6 ^{cDE}
	10	297,3 ^{cDE}	20,5 ^{dFG}	124,5 ^{bE}	292,2 ^{cd}	189,0 ^{dF}

xn:3 ortalama değerleri

Küçük harfler grup içi değerlendirmeyi, büyük harfler tüm grubun değerlendirmesini ifade etmektedir.

** Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında p<0,05 oranında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadırlar.*

Şahan ve Say (2003), tuzlu yoğurtların potasyum miktarlarını inek sütü yoğurtlarından üretilenlerde 664,54 mg/100g, inek sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 436,36 mg/100g, keçi sütü yoğurtlarından üretilenlerde 662,90 mg/100g, keçi sütü torba yoğurtlarından üretilenlerde 460,82 mg/100g olarak bulunmuşlardır. Uygulanan süzme işleminin potasyum içeriğine etkisinin önemli olduğunu, süzme işleminin potasyum içeriğini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca tuzlu yoğurtların potasyum, fosfor ve potasyum mineralleri bakımından oldukça zengin bir kaynak olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada A tuzlu yoğurtlarının kontrol (303,3 mg/100g), %2,5 (269,2 mg/100g), %5 EDN (249,1 mg/100g) ilaveli olanların potasyum değerleri inek ve keçi sütünden yapılan tuzlu yoğurtlar ile benzerlik göstermektedir.

A ve B tuzlu yoğurtları için % Randıman değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. A ve B tuzlu yoğurtlarının üretiminde ham madde yağ oranı ve farklı oranlarda katılan EDN miktarının randıman üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

Eren (2002), farklı oranlarda inek/keçi sütü karışımından üretilen tuzlu yoğurtlar üzerine yaptığı çalışmada; %100 inek sütünden yapılan tuzlu yoğurdun randımanını en düşük değer bulmuş olup, keçi sütü oranı arttıkça randıman değerinin artış gösterdiğini belirtmiştir. Kurumadde ve yağ oranı daha yüksek olan keçi sütünün oranı arttıkça randıman değeride artmıştır.

Mevcut çalışmada daha yüksek yağlı olan B tuzlu yoğurdunun randıman değerleri (%46,23-69,96) A tuzlu yoğurduna (%49,28-64,45) göre daha yüksektir. Randıman değeri EDN oranı arttıkça önemli olarak artış göstermiştir.

Genel olarak süt ve fermente süt ürünlerinin L*, a* ve b* parametreleri ile ilgili mevcut çalışma oldukça azdır. Süt, ışığı geçirmeyen kalsiyum kazeinat ile ışığı yansıtan süt yağının etkisiyle porselen beyazı renginde görünmektedir. Yeşilimsi sarı pigment maddeleri içeren karoten ve riboflavin de renk üzerinde etkili olup, fazla yeşil yemle beslenen hayvanların sütü daha sarımsı olmaktadır. Diğer taraftan hayvanın türü, ırkı, mevsim ve yediği yemin de rengin üzerine belirli etkileri bulunmaktadır. Ayrıca bazı mikroorganizmalar ve bunların neden olduğu hastalıklar sütün rengini değiştirebilmektedir. Manda sütünün rengi inek sütüne göre daha beyaz olup, yağ alınmış ve kurumadde az olan sütlerin rengi mavimsidir (Kurdal ve ark. 2016). Üretilen yoğurtların renk değerleri ise kullanılan sütün renginden etkilenmektedir.

IA ve B tuzlu yoğurtlarının ortalama renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Çizelge 2’de verilmiştir. A ve B tuzlu yoğurtlarına farklı oranlarda katılan EDN miktarının a^* ve b^* değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiş olup ($p<0,05$), L^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hammaddede yağ oranının ise L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 2. Yağsız ve yarım yağlı yoğurtlardan üretilen tuzlu yoğurtların renk ve randıman değerleri.

Hammadde (%)	EDN Oranı (%)	L^* ¹ (Parlaklık/beyazlık)	a^* ² (Kırmızılık/yeşillik)	b^* ² (Sarılık/mavilik)	Randıman ² (%)
0,15(A) ^x	0	89,18 ^{aDEF}	-3,56 ^{cDE}	15,99 ^{aA}	49,28 ^{bEF}
	2,5	88,21 ^{bG}	-3,42 ^{cCD}	15,13 ^{bB}	52,01 ^{bDE}
	5	88,97 ^{abEF}	-2,95 ^{bB}	14,40 ^{cCD}	53,35 ^{bDE}
	7,5	88,54 ^{abFG}	-2,86 ^{abB}	14,12 ^{cD}	59,70 ^{aC}
	10	89,21 ^{aDE}	-2,55 ^{aA}	13,52 ^{dE}	64,45 ^{aB}
1,5(B) ^x	0	90,75 ^{aA}	-3,83 ^{eE}	14,59 ^{aC}	46,23 ^{dF}
	2,5	90,13 ^{aABC}	-3,46 ^{dCD}	14,07 ^{bD}	54,25 ^{cD}
	5	90,45 ^{aAB}	-3,24 ^{cC}	13,66 ^{bE}	63,66 ^{bBC}
	7,5	89,98 ^{aCD}	-2,84 ^{bB}	13,11 ^{cF}	67,00 ^{abAB}
	10	90,07 ^{aBC}	-2,51 ^{aA}	12,74 ^{cG}	69,96 ^{aA}

^xn:3 ortalama değerleri

Küçük harfler grup içi değerlendirmeyi, büyük harfler tüm grubun değerlendirmesini ifade etmektedir.

¹Aynı sütunda tüm grubun değerlendirilmesi farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır.

²Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır.

Kesenkaş ve ark. (2015), kış yoğurtları ile yaptıkları çalışmada süzerek ve süzmeden yapılan üretimin ve 90 gün depolama süresinin L^* değerinin üzerine etkisini (%100 inek sütünden üretilen hariç) önemsiz bulmuş olup, oluşan L^* değerlerindeki farklılıkların üretim esnasında sürekli karıştırma işlemi ile yağ globüllerinin parçalanmasının neticesi olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında en yüksek L^* değerini 85,35 ile 90.günde %50 inek+%50 keçi sütünden süzerek yaptıkları kış yoğurdunda bulmuşlardır. Mevcut çalışmada L^* değerleri daha yüksek bulunmuştur. B tuzlu yoğurtlarının A tuzlu yoğurtlarına göre L^* değerleri daha yüksek bulunmuş olmasında süt yağının etkisi olabileceği düşünülmektedir. Araştırmacılar, üretim yöntemi ve depolamanın a^* değeri üzerine etkisini önemli bulmuşlardır. Depolamanın 1.gününde en yüksek a^* değerini -0,98 ile süzmeden keçi sütünden üretilen kış yoğurdunda, en düşük a^* değerini de süzmeden %50 inek+%50 keçi sütünden üretilen kış yoğurtlarında bulmuşlardır. Depolamanın son günü olan 90. günde en yüksek değeri yine -1,38 ile süzmeden keçi sütünden üretilen kış yoğurdunda, en düşük değeri ise -2,70 ile süzerek keçi sütünden üretilen kış yoğurdunda tespit etmişlerdir. Bu farklılığa üretim metoduna göre yüzeye koruma amaçlı dökülen zeytinyağının homojenliği bozmasının olabileceğini ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmada katılan EDN oranı arttıkça a^* değeri artmaktadır. A ve B tuzlu yoğurtlarında EDN oranı artışı ile kurumadde miktarı arttığından yoğurt suyunun yeşilimsi rengi azaldığı ve a^* değerinin arttığı düşünülmektedir.

Aynı araştırmacılar ayrıca, üretim yöntemi ve depolamanın b^* (sarılık/mavilik) değeri üzerine etkisini depolamanın 1. ve 30. günlerinde önemli bulmuşlardır. Depolamanın son gününde en yüksek b^* değerini 15,59 ile daha düşük yağ oranına sahip %100 inek sütünden süzmeden üretilen kış yoğurdunda tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada da en yüksek b^* değeri düşük yağ oranına sahip A tuzlu yoğurdunda tespit edilmiş olup, katılan EDN oranı arttıkça b^* değeri azalmıştır. Süt yağı ve kurumadesi düşük sütlerin renginin daha mavimsi olduğu göz önüne alındığında, hammaddedeki yağ ve EDN oranı arttıkça kurumadde değerleri arttığından b^* değerinde azalma gözlenmiştir.

Kesenkaş ve ark. (2015), ayrıca tüm örnekler için b^* değerlerinin süzmeden %100 inek sütünden üretilen kış yoğurdu hariç depolama boyunca arttığını bildirmişlerdir. Kullanılan üretim yöntemi olarak yüksek ısının laktöz üzerinde karamelizasyon ve proteinler üzerinde maillard reaksiyonuna sebep olması nedeniyle oluşan etkinin b^* değeri üzerinde etkili olabileceğini de ifade etmişlerdir.

Duyusal değerlendirmede A ve B tuzlu yoğurtları için panelist değerlendirmelerinin renk-görünüm, koku, kıvam, tat ve toplam duyuşsal ortalama puanları Çizelge 3'de verilmiştir. A ve B tuzlu yoğurtları için farklı oranlarda katılan EDN miktarının renk-görünüm, koku ve tat üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu, fakat kıvam ve toplam duyuşsal puan üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Hammadde yağ oranının renk-görünüm üzerine etkisi önemsiz iken; koku, kıvam, tat ve toplam duyuşsal puan üzerine etkisi ise önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 3. Yağsız ve yarım yağlı yoğurtlardan üretilen tuzlu yoğurtların duyuşsal özellikleri.

Hammadde (%)	EDN Oranı (%)	Renk-Görünüm	Koku ¹	Kıvam*	Tat ¹	Toplam Duyuşsal Puan*
0,15(A)^x	0	3,3 ^{aAB}	2,7 ^{bC}	2,6 ^{cE}	2,4 ^{bC}	11,3 ^{bD}
	2,5	3,4 ^{aAB}	2,9 ^{abBC}	2,7 ^{bcDE}	2,5 ^{abBC}	11,5 ^{bCD}
	5	3,4 ^{aAB}	3,3 ^{aAB}	3,0 ^{abcCDE}	3,0 ^{abABC}	12,7 ^{abBC}
	7,5	3,7 ^{aA}	3,4 ^{aAB}	3,3 ^{abBCD}	3,2 ^{aA}	13,6 ^{aAB}
	10	3,6 ^{aAB}	3,3 ^{aABC}	3,6 ^{aAB}	3,0 ^{abABC}	13,4 ^{aAB}
1,5(B)^x	0	3,1 ^{bB}	3,5 ^{aA}	3,2 ^{bBCD}	3,1 ^{aAB}	12,9 ^{bB}
	2,5	3,2 ^{abAB}	3,6 ^{aA}	3,5 ^{abABC}	3,4 ^{aA}	13,7 ^{abAB}
	5	3,3 ^{abAB}	3,4 ^{aAB}	3,2 ^{bBCD}	3,2 ^{aA}	13,0 ^{bB}
	7,5	3,2 ^{abAB}	3,4 ^{aAB}	3,6 ^{abAB}	3,5 ^{aA}	13,7 ^{abAB}
	10	3,6 ^{aAB}	3,5 ^{aA}	4,0 ^{aA}	3,3 ^{aA}	14,5 ^{aA}

^xn:10 ortalama değerleri

Küçük harfler grup içi değerlendirmeyi, büyük harfler tüm grubun değerlendirmesini ifade etmektedir.

¹Aynı sütunda tüm grubun değerlendirilmesi farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır.

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,05$ oranında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaktadır.

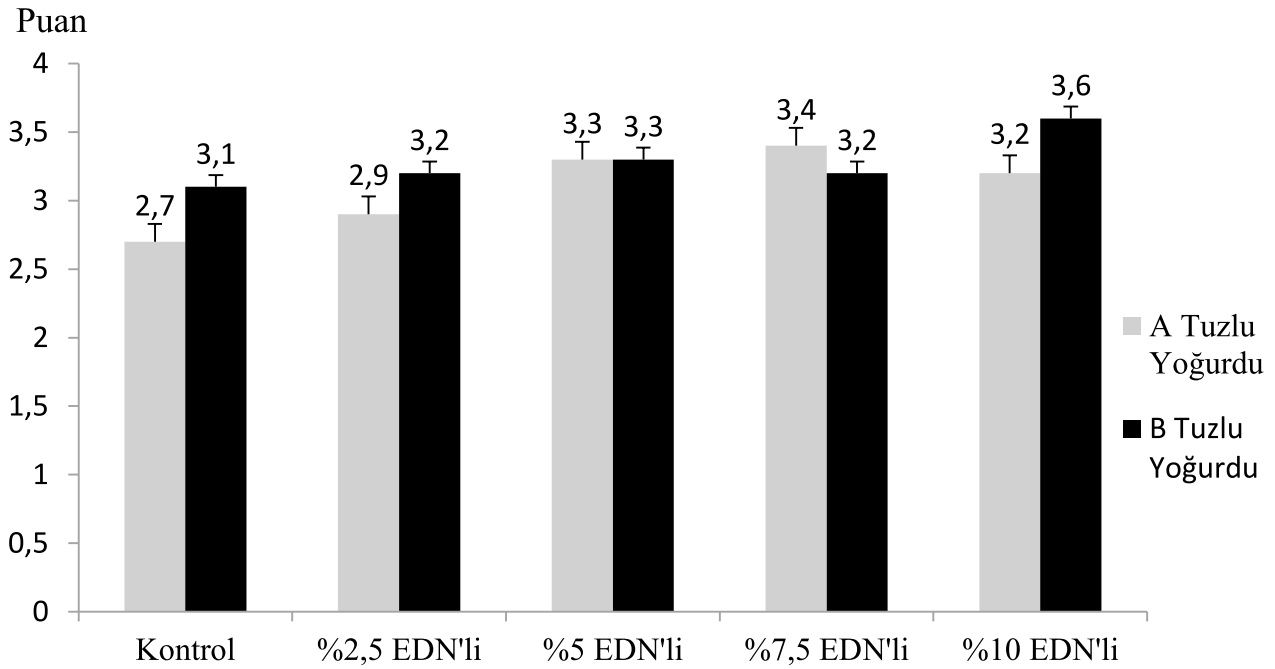
Eren (2002), farklı oranlarda inek/keçi sütü karışımından üretilen tuzlu yoğurtlar üzerine yaptığı çalışmada duyuşsal açıdan keçi sütü kullanımının artmasıyla renk, görünüm ve kıvam özelliklerinde iyileştirme gözlemlendiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra inek sütünden üretilen tuzlu yoğurtların renk, pütürlü yapı ve kıvamının düzeltilmesi amacıyla %50 veya %75 oranında keçi sütü katılması da önerilmektedir.

Yöresel olarak tuzlu yoğurt üretiminde daha ziyade renk, kıvam ve yapıdaki kusurları engellemek için yüksek yağlı sütlerden yapılan yoğurtların tercih edilmesi göz önüne alındığında, mevcut çalışmada yağ içeriği düşük yarım yağlı ve yağsız yoğurt kullanılmış olup ilave edilen EDN ile nişasta bazlı yağ ikame edicilerin kullanımının başlıca avantajı olan nişastanın suda dispers jel oluşturarak, yağın gıdaya kazandırdığı tekstürü kısmen sağlayabilme özelliğinden yararlanılmıştır.

Küçükakgöl ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada, karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi (Litesse®Ultra™) (%1 ve %1,5) kullanımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, yağsız süte karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi (Litesse®Ultra™) ilavesinin, yağsız yoğurdun viskozite ve konsistensini artırdığını ve serum ayrılmasını azalttığını, yoğurdun duyuşsal özelliklerini olumlu etkilediği ve starter kültür aktivitesini etkilemediği, yağlı ürünlere denk sonuçlar verdikleri belirlenmiştir.

Koçak (2006), tarafından protein esaslı (DairyLo™) ve karbonhidrat esaslı (Litesse®Ultra™) yağ ikame maddeleri sırasıyla %1 ve %2 ile %1 ve %1,5 oranlarında kullanılarak yağsız set tipi yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine olan etkisi incelenmiş ve sonuçlar yoğurdun konsistens ve viskozitesini artırıp, serum ayrılmasını azalttığını, duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Tuzlu yoğurtların duyuşsal özelliklerinden renk-görünüm için 5 tam puan üzerinden değerlendirilmesi Şekil 2'de gösterilmiştir. A tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı 3,4 ile %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı 2,7 ile %0 EDN'li tuzlu yoğurt almıştır. B tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı ise 3,6 ile %10 oranında EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. Ayrıca en düşük puanı ise 3,1 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır.



Şekil 2. A ve B tuzlu yoğurtlarının renk-görünüm puanları.

Yoğurtlarda pütürsüz görünüm EDN arttıkça iyileşmiş, daha yağlı olan B yoğurdunun puanları ise daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte EDN'nin yağ ikame edici olma özelliğinden dolayı görünüme olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir.

Say (2001), çalışmasında duyuusal analizlerde 5 tam puan üzerinden renk-görünüm değerini değerlendirmiş ve süzme işlemi uygulanmış yoğurttan üretilen inek ve keçi tuzlu yoğurtları için sırasıyla 3,50 ve 4,82, süzme işlemi uygulanmamış yoğurttan üretilen inek ve keçi tuzlu yoğurtları için 2,79 ve 3,71 değerlerini bulmuştur. Çalışmada tespit edilen A ve B tuzlu yoğurtları için renk-görünüm puan değerleri, süzme işlemi uygulanmamış tuzlu yoğurtların değerlerine benzemektedir.

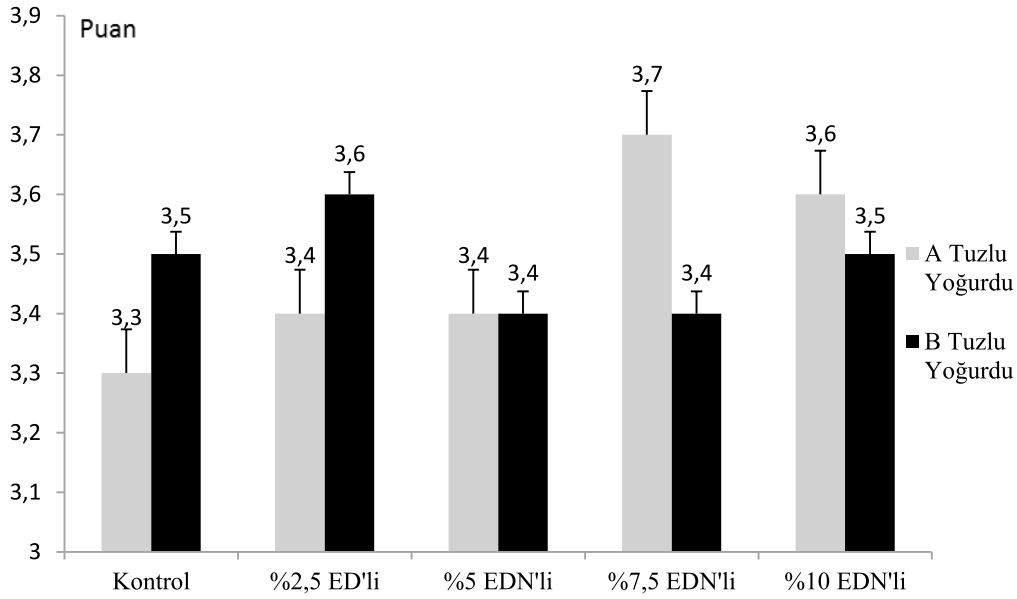
Kesenkaş ve ark. (2015), inek ve keçi sütü karışımlarından farklı üretim yöntemleriyle yaptığı tuzlu yoğurt çalışmasında farklı üretim metodunun değerlendirmesinde renk-görünüm üzerine etkisini önemsiz bulmuştur. Öte yandan depolamanın 1. gününde keçi sütünden farklı metotlarla yapılan tuzlu yoğurtların daha beyaz renkli olduğunu, depolamanın sonraki günlerinde renk değişiminin panelistler tarafından olumsuz değerlendirildiğini belirtmiştir.

Eren (2002), farklı oranlarda inek/keçi sütü karışımından üretilen tuzlu yoğurtlar üzerine yaptığı çalışmasında renk ve görünüm puanlarında en yüksek puanları keçi sütünden yapılan örneklerin aldığını, keçi sütü miktarı azaldıkça renk-görünüm puanlarının düştüğünü, süt çeşidinin renk-görünüm üzerine etkisini önemli bulduğunu belirtmiştir. Ayrıca depolamanın renk ve görünüm üzerine etkisini önemsiz bulmuştur. Keçi sütleri karoten miktarının az olmasından dolayı inek sütlerine oranla daha beyaz renk göstermektedirler.

Gönç ve Oktar (1973), tuzlu yoğurtlarda rengi bir kalite kriteri olarak değerlendirip, beyaz renkli olanların tercih edildiğini ve koyu renkliliğin kusur sayıldığını belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada keçi sütünden üretilen yoğurt kullanılmamakla birlikte EDN'nin renk değişimine etkisi bulunmamaktadır.

Murphy ve ark. (2008), EDN'nin beyaz renkli ve ürün dokusunu asgari derecede etkileyen partikül boyutuna sahip olmasının, gıdalarda kullanım için avantaj olabileceğini belirtmiştir. Çalışmada da arzu edilen renk ve görünümün EDN oranı arttıkça daha da iyileştiği saptanmıştır. Üretilen A ve B tuzlu yoğurtlarında EDN oranı arttıkça a* ve b* değerleri azalmış, L* değeri ise artmıştır.

Duyusal özelliklerden kokunun 5 tam puan üzerinden değerlendirmesi Şekil 3'te gösterilmiştir. A tuzlu yoğurtlar arasında en yüksek puanı 3,7 ile %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 3,3 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır. B tuzlu yoğurtlar arasında en yüksek puanı 3,6 ile %2,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puan ise 3,4 ile %5 ve %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurtlarda saptanmıştır.



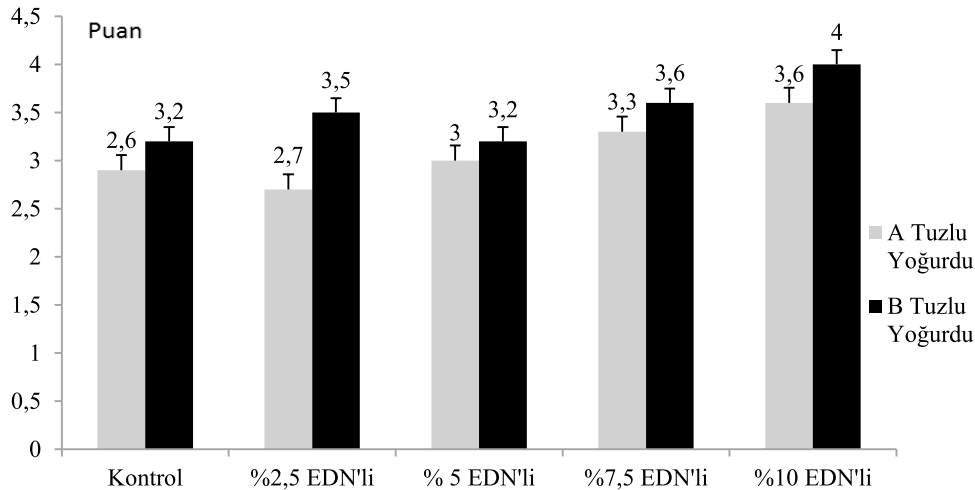
Şekil 3. A ve B tuzlu yoğurtlarının koku puanları.

Kesenkaş ve ark. (2015), inek ve keçi sütü karışımlarından farklı üretim yöntemleriyle yaptığı tuzlu yoğurt çalışmasında farklı üretim metodunun değerlendirmesinde koku üzerine etkisini istatistiksel olarak önemsiz bulmuştur. Fakat çalışmasında tuzlu yoğurdun karakteristik bir kokusunun olduğunu vurgulamış ve örneklerin muhafazası için kullanılan zeytinyağının panelistler tarafından yabancı koku olarak algılandığını belirtmiştir. Pişirme sırasında kokuda oluşabilecek kusurları engellemek için (yanık tat vb.) alevin kontrollü olması, sürekli ve teknik karıştırmanın bu kusurları engelleyebileceğini bildirmiştir. Çalışmada puanlamalar arasında çok fark bulunmamakla birlikte, bu durumun pişirme sırasında oluşan farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (karıştırma sıklığı, yanma vb.). EDN'nin kokusuz olması da bu durumun ortaya çıkmasında etkindir. Hammaddeki yağ oranı etkisinin ise A ve B tuzlu yoğurtlarının süt yağ miktarındaki farklılıktan ve süt yağının kokuyu absorbe etme özelliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Eren (2002), çalışmasında koku puanlarında en yüksek puanları keçi sütünden yapılan örneklerin aldığını, süt çeşidinin ve depolamanın koku üzerine etkisinin önemli olduğunu tespit etmiştir.

Ocak (1996), kış yoğurtlarında ortalama koku puanını 5 üzerinden 3,93 bulurken, örnekler arasındaki farklılığı üretim aşamasındaki ısıl işlemin hatalı uygulanması sonucu yanık kokunun meydana gelmesiyle açıklamıştır.

Kıvam özelliklerinin 5 tam puan üzerinden değerlendirmesi Şekil 4'te gösterilmiştir. A tuzlu yoğurtlar arasında en yüksek puanı 3,6 ile %10 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 2,6 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır. B tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı 4 ile %10 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 3,2 ile kontrol ve %5 ilaveli tuzlu yoğurtlar almıştır.



Şekil 4. A ve B tuzlu yoğurtlarının kıvam puanları.

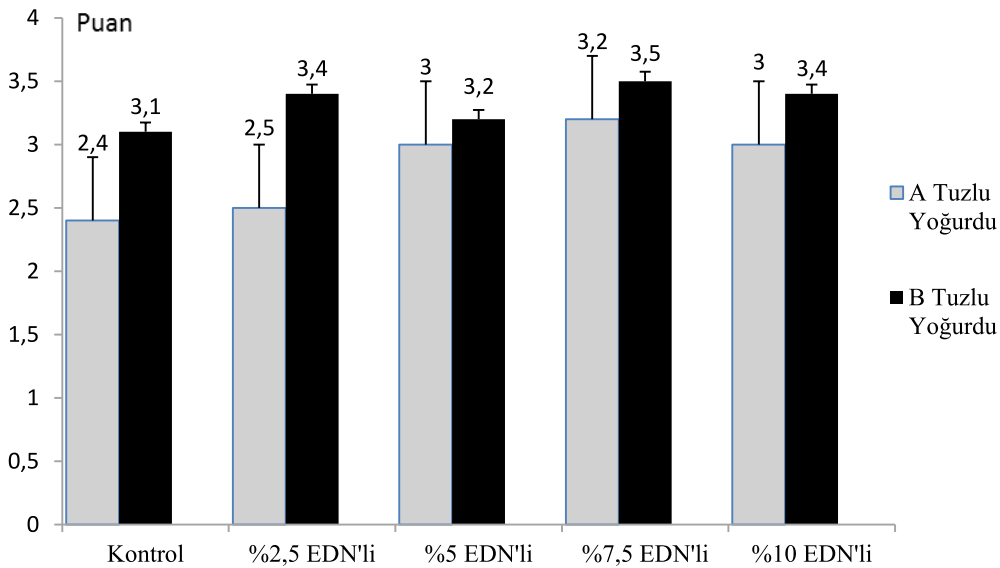
Üretilen tuzlu yoğurtların kıvamı EDN arttıkça iyileşmiştir. Her iki grupta da en yüksek puanı %10 EDN ilaveli olanlar almış olup, A ve B tuzlu yoğurtlarında EDN'nin kıvam üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sonuçlar EDN ilavesinin kıvam üzerine olumlu etki yaptığını göstermektedir.

Eren (2002), süt çeşidine bağlı olarak kıvam puanlarının değiştiğini ve keçi sütü oranı arttıkça kıvamın iyileştiğini belirtmiştir. En yüksek yağ oranı sahip keçi sütünden yapılan tuzlu yoğurdun en yüksek puanı alıp dolgun ve homojen yapısıyla en iyi kıvama sahip olduğunu bildirmiştir.

Mevcut çalışmada da hammaddeki yağ oranının kıvam üzerine etkisi önemli olup daha yağlı B tuzlu yoğurtlarının kıvam puanları yüksektir. Bununla birlikte A ve B tuzlu yoğurtlarında kullanılan EDN oranı arttıkça yağ miktarı düşmüş, fakat EDN'nin yağ ikame edici olma özelliğinden faydalanılarak arzu edilen kıvam elde edilmiştir.

Küçükakgöl ve ark. (2008), yağ ikame edicilerin yağsız yoğurdun kalitesi üzerindeki etkisini incelemiş ve sonuç olarak yağsız yoğurdun viskozite, konsistensini artırdığını ve serum ayrılmasını azalttığını, yoğurdun duyuşal özelliklerini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan EDN oranı arttıkça kıvam puanlarının arttığı ve EDN'nin kıvam üzerine olumlu etkisi gözlemlenmiştir. Oluşan sapmaların ise pişirme kusurlarından olduğu düşünülmektedir.

Tuzlu yoğurtların 5 tam puan üzerinden yapılan tat özellikleri değerlendirmesi Şekil 5'te gösterilmiştir. A tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı 3,2 ile %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 2,4 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır. B tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı 3,5 ile %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 3,1 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır.

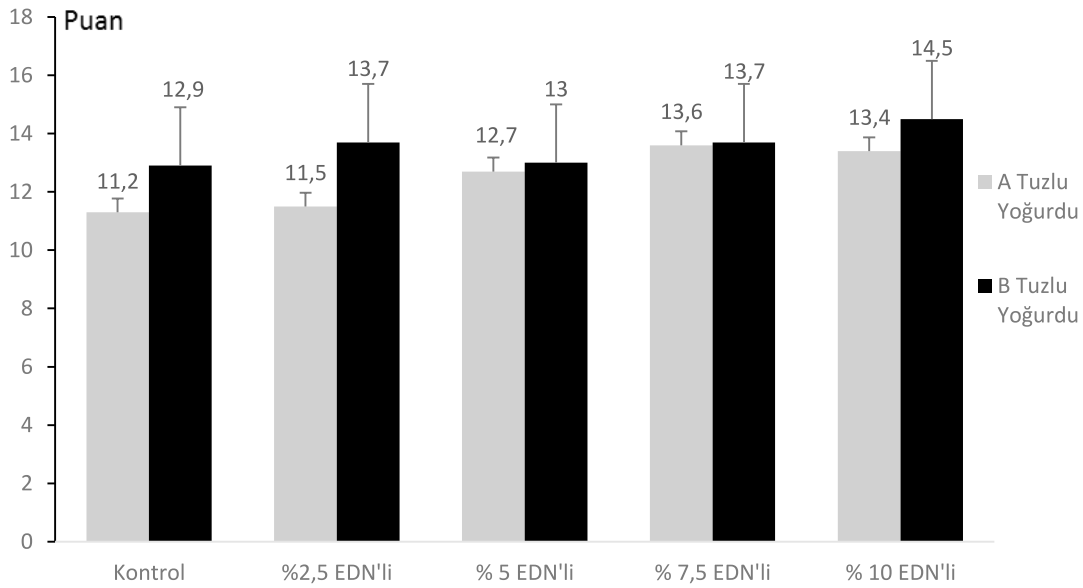


Şekil 5. A ve B tuzlu yoğurtlarının kıvam puanları.

Her iki grupta da tat açısından en beğenilenler %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurtlar olmuştur. Bunlar arasında ise B tuzlu yoğurtları panelistler açısından daha yüksek puan almıştır. Bunun ise hammaddeki yağ oranının tat üzerine etkisinin önemli olması ve B tuzlu yoğurdunun daha yüksek yağ içeriğine sahip olması olarak değerlendirilebilir.

Çalışmada panelistlerden orijinal tuzlu yoğurtlar ile karşılaştırma yapılması istenmiş olup, üretilen tuzlu yoğurtlar tuz içeriği bakımından daha yavan bulunmuştur. Buna piyasada satışa sunulan ya da evlerde geleneksel olarak üretilen alışlagelen tuzlu yoğurdun tuz içeriği bakımından yüksek olması etkindir. Çalışmada A ve B tuzlu yoğurtların tebliğde geçen yasal limitlerdeki tuz içeriğine göre üretilmiş olması nedeniyle orijinal tattan tuz içeriği bakımından uzaklaşmak zorunda kalınmıştır.

Tuzlu yoğurtların toplam duyuşal puan üzerinden yapılan değerlendirmesi Şekil 6'da gösterilmiştir. A tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı 13,6 ile %7,5 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 11,2 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır. B tuzlu yoğurtları arasında en yüksek puanı 14,5 ile %10 EDN ilaveli tuzlu yoğurt almıştır. En düşük puanı ise 12,9 ile kontrol tuzlu yoğurdu almıştır. Kısacası kontrol örneklerinin duyuşal analizlerdeki toplam duyuşal puanları diğer örneklerden daha düşüktür. EDN ilavesi tuzlu yoğurtların duyuşal özelliklerinin geliştirilmesini sağlamıştır.



Şekil 6. A ve B tuzlu yoğurtlarının toplam duyuşsal puanları.

4. Sonuç

Çalışmada Enzime Dirençli Nişasta (EDN) ilavesinin düşük yağ içeriğine sahip yoğurtlardan üretilen tuzlu yoğurtların kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla süt yağ oranı %0,15 olan yağsız yoğurt ve %1,5 olan yarım yağlı yoğurtlara, %0, 2,5, 5, 7,5, 10 oranlarında EDN ilave edilerek geleneksel yöntemlerle, tebliğde geçen tuz oranına uygun, tuzlu yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. EDN ilavesinin üretilen tuzlu yoğurtların mineral madde, randıman, renk ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

EDN'nin kıvam arttırıcı niteliği yağsız ve yarım yağlı yoğurtlardan üretilen tuzlu yoğurtların randıman oranını arttırmıştır. Her iki tip tuzlu yoğurt için; renk analizlerinden a* ve b* değerleri EDN ilavesine bağlı olarak azalırken, L* değeri ise EDN ilavesinden etkilenmemiştir. Kullanılan EDN oranı arttıkça mineral madde miktarı da azalmaktadır.

Geleneksel olarak tuzlu yoğurt üretimi yüksek yağlı yoğurtlardan yapılmasına karşın; çalışmada yağsız ve yarım yağlı yoğurtlardan yağ ikame edici olarak EDN kullanımı ile duyuşsal olarak yağlılık hissi verebilen fakat düşük yağlı bir ürün elde edilmiştir. Bunun yanında sağlık üzerine olumlu etkisi olan diyet lif içeriğine sahip bu yoğurtlar fonksiyonel bir ürün özelliği de taşımaktadır.

Ürünlerin duyuşsal olarak değerlendirmesinde ise toplam puan üzerinden %10 oranında EDN ilaveli tuzlu yoğurt en yüksek puanı almasına karşın, tat olarak en yüksek puanı %7,5 EDN ilaveli olan tuzlu yoğurt almıştır. Orijinal tuzlu yoğurt ile karşılaştırıldığında üretilen tuzlu yoğurtların daha yavan bulunduğu ifade edilmiştir. Bunun nedeni Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen en fazla %1 tuz oranına göre üretim yapılmasıdır (Anonim 2009). Geleneksel tatta tuzlu yoğurt üretimi için çalışmalar yapılarak tebliğde izin verilen tuz oranının yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

5. Kaynaklar

Anonim, 2009. Fermente süt ürünleri tebliği, 27143, 16.02.

Anonim, 2011. MEGEP, 2011. Milli Eğitim Bakanlığı Gıda Teknolojisi-Yoğurt. Erişim Adresi: (http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yo%C4%9Furt.pdf)

Anonim; 2007. Nordic committee on food analysis trace elements (NMKL) - As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion. No: 186

Baixaui, R., Salvador, A., Martinez-Cervera, S. and Fiszman, S.M., 2008. Distinctive sensory features introduced by resistant starch in baked products. *Lwt, Food Science technology*, 41, 1927-1933.

Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F., 2003. Gıdalarda diyet lifinin önemi, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(15), 18-25.

Eren, O., 2002. Farklı Oranlarda inek/keçi sütü karışımından üretilen tuzlu yoğurtların bazı özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Fuentes-Zaragoza, E., Riquelme-Navarrete, M.J., Sánchez-Zapata, E. and Pérez-Álvarez, J.A., 2010. Resistant starch as functional ingredient: A Review, *Food Research International*, 43, 931–942.
- Gökalpay, S., 1965. Antakya’da konserve yoğurtçuluk üzerinde incelemeler (Mezuniyet Tezi). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara. (Yayınlanmamış).
- Göncü, B., 2016. Süt endüstrisinde liflerin kullanım olanakları, *Yaşam Bilimleri Dergisi*; 6(2).
- Gönç, S. ve Oktar, E., 1973. Hatay bölgesinde yapılan kış yoğurdunun teknolojisi ve kimyasal bileşimi üzerine araştırmalar, *E. Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 10(1), 97-110.
- Kaptan, N., 1986. Süt teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 969, Ders Notu: 18, Ankara.
- Kesenkaş, H., Karagözlü, C., Yerlikaya, O., Özer, E., Akpınar, A. ve Akbulut, N., 2015. İnek ve keçi sütü karışımlarından üretilen kış yoğurtlarının fizikokimyasal ve duyuşsal karakteristikleri, *Tarım Bilimleri Dergisi*.
- Koçak, C., 2006. Yağsız yoğurt üretiminde yağ ikame maddeleri kullanımı üzerine araştırmalar , (<http://Acikarsiv.Ankara.Edu.Tr/Browse/2063/>.(Erişim: 20.05.2013))
- Kotancılar, G., Gerçekaslan, E., Karaoğlu, M. ve Boz, H., 2009. Besinsel lif kaynağı olarak enzime dirençli nişasta, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 40 (1), 103-107.
- Kurdal, E., Özcan T. ve Yılmaz-Ersan L., 2016. Süt teknolojisi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Küçükakgöl, Ö., Koçak, C., Sezen, F. ve Yıldız, F., 2008. Yağsız yoğurt üretiminde karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi (litesse) kullanımının yoğurt kalitesine etkisi, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum.
- Murphy, M. M., Douglass, J.S. and Birkett, A., 2008. Resistant Starch Intakes in The United States. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108, 67-78.
- Nugent, A. P., 2005. Health properties of resistant starch. *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 30, 27-54.
- Ocak, E. 1996. Van ve yöresinde üretilen kış yoğurtlarının duyuşsal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal nitelikleri üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). 100.Yıl Ü. Fen Bil. Ens., Van.
- Özdemir, S, Gökalp, H ve Zorba Ö., 1995. Yoğurdun muhafaza teknikleri, *Milli Süt Ürünleri Sempozyumu “Yoğurt”*. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 548, S: 166-177, Mert Matbaası, Ankara.
- Özer, B. H., 2006. Yoğurt bilimi ve teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şanlıurfa, 488s.
- Özrenk, E., 2004. Kurutulmuş ve koyulaştırılmış yoğurtlar, *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Saldamlı, İ., 2007. Gıda kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 119-123.
- Say, D., 2001. İnek ve keçi sütlerinden üretilen tuzlu yoğurtların özellikleri ve bu özelliklere depolama koşullarının etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Şahan, N ve Say, D., 1998. Hatay ilinde üretilen tuzlu yoğurtlar üzerine bir araştırma. *V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*, Geleneksel Süt Ürünleri Mpm Yayınları: 621.
- Şahan, N. ve Kaçar, A., 2002. Farklı asitliklerdeki yoğurtlardan torba yoğurdu üretimi sırasında seruma geçen besin öğeleri. *Türkiye 7. Gıda Kongresi*, Ankara, S.759-766.(Poster)
- Şahan, N. ve Say, D., 2003. Tuzlu yoğurtların besin değerleri ve mineral madde içerikleri, *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 18 (3), 115-122.
- Şeker, T., Gökbulut, İ, Öztürk, S, Özbaş, Ö. ve Köksel, H., 2006. Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımını. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu.
- Tamime, A. Y., 1978. Concentrated yoghurt “labneh”- a potential new dairy spread, *The Milk Industry*, 80 (3), 4-5.

GENEL İLKELER ve YAZIM KURALLARI
GIDA VE YEM BİLİMİ-TEKNOLOJİSİ DERGİSİ
GIDA VE YEM KONTROL VE MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
BURSA

MAKALENİN HAZIRLANMASI

Dergiye başvuru sırasında gönderilecek makale, Microsoft Word yazılımıyla, A4 boyutundaki kağıdın tek yüzüne Times New Roman yazı tipi, 12 punto ve 1 satır aralıkla iki yana yaslanmış olarak yazılmalı; kenar boşlukları, her bir kenardan sağ, üst ve alt 2 cm sol 2,5 cm olmalıdır. Sayfada gölgelendirme ve çerçeve vb. uygulamalar yapılmamalıdır. Makale içeriği dil bilgisi kurallarına özen gösterilerek akıcı ve anlaşılır bir şekilde yazılmalıdır. Araştırma ve derleme makaleleri, çizelge ve şekiller dâhil toplam 10 sayfayı geçmemelidir. Editör ve yayın kurulu, makalenin kısaltılmasını isteyebilir. Metin içinde belirli bir sayfa numarasına atıf olmamalıdır.

Makale; Başlık, İngilizce Başlık, Yazar İsimleri ve Adresleri, Özet, Türkçe Anahtar Kelimeler, Abstract, KeyWords, Ana Metin (Giriş, Materyal ve Yöntem, Tartışma ve Sonuç), Teşekkür (gerekliyse) ve Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Kısaltmalar metin içerisinde tanımlanmalıdır. Çalışma içerisinde geçen mikroorganizma isimleri ile Latince ifade ve isimler italik olarak yazılmalı ve kısaltmalarda uluslararası yazım kuralları göz önünde bulundurulmalıdır. İngilizce hazırlanacak makalelerde ana metin kısımları aynı başlıklardan oluşmalıdır.

Başlık: Makale başlığı metne uygun kısa ve açık, İngilizce ve Türkçe, sadece ilk harfi büyük, 12 punto, koyu ve sayfaya ortalanmış ve 1.5 satır aralıkla yazılmış olmalıdır. Diğer başlıklarda makale başlığı ile aynı özellikte olup sola dayalı olarak yazılmalıdır.

Diğer başlıklardan sonra 6nk boşluk bırakılır.

Yazar İsimleri: Eserin yazar ya da yazarlarının adı ve soyadı başlığın hemen altında bir satır boşluktan sonra, unvan belirtilmeden, 10 punto, yazarın isim ve soyadı baş harfleri büyük ve kelime koyu yazılmalıdır. Ünvan ve bağlı oldukları kurumlar yazar isimlerinin altında italik ve 8 punto olarak yazılmalıdır.

Özet ve Abstract: 150 kelimeyi geçmeyecek şekilde Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır.

Anahtar Kelimeler / KeyWords: Özetlerin altına eser metnini ifade edebilecek en az 2 en çok 7 adet anahtar kelime belirtilmelidir.

Metin: Giriş, Materyal ve Yöntem, Tartışma ve Sonuç kısımlarından oluşur.

Çizelgeler ve Şekiller: Yazı içinde geçen tablolar, “çizelge”; grafik, resim, fotoğraf, harita ve akım şemaları ise “şekil” olarak isimlendirilmeli ve 11 puntodan düşük punto kullanılmasından olabildiğince kaçınılmalıdır.

Çizelge başlıkları çizelgenin üstüne, şekil başlıkları ise şeklin altına yazılmalı ve sırayla numaralandırılmalıdır. Kullanılan çizelge ve şekillere metin içinde atıf mutlaka yapılmalıdır. Metin içinde geçen veriler çizelge ve şekillerin tekrarı olmamalıdır. Çizelge ve şekillerin başlıkları içerikleriyle uyumlu ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller ve resimlerin yüksek çözünürlükte olmasına dikkat edilmelidir. Resimler (ve gerekiyorsa şekiller) *.jpg formatında metin içerisinde yer almalıdır. Çizelge ve şekillerde verilecek dipnotlar çizelge ve şekillerin altına 8 punto ve italik olarak yazılmalıdır. Tercihe bağlı olarak Türkçe araştırma makalelerinde çizelge/şekil başlığı ve varsa tüm dipnotlar çizelgede/şekilde yer alan Türkçe kelimelerin İngilizcesi de italik olarak yazılmalıdır.

Kaynaklar:**a. Kaynak listesi:**

Yararlanılan kaynaklar sıra numarası verilmeksizin yazarın soyadı dikkate alınarak alfabetik sıraya göre yazılmalıdır. Aynı yazara ait fazla sayıdaki eserler kronolojik olarak sıralanmalıdır.

Kitap:

Anonymous, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. TOKB Köy Hiz. Gen. Müd. Yayınları, Genel Yayın No: 65, 796 s, Ankara.

Kitap bölümü:

Öztan, A., 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: 1 Genişletilmiş Baskı, s. 200-400, Ankara.

Rhoades, J.D., 1982. Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., Ed: A.L. Page. Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, Wisconsin, pp. 149-157.

Kongre bildiri veya poster:

Parsons, C.M., 1994. Amino acid availability for poultry. 9th European Poultry Conference, World's Poultry Science Association, Book of proceedings, Glasgow, UK, Vol: 2, 356-359.

Makale:

Karakaya, M., Sarıçoban, C. ve Aksoğan, M., 2003. Tavşan etinin prerigor ve postrigor aşamalarında bazı teknolojik özelliklerinin tespiti. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi, 3: 15-19.

İnternet Kaynağı:

Warrence, N.J., Bauder, J.W. and Pearson, K.E., 2004. Basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties. Land Resources and Environmental Sciences Department, Montana State University, <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/basics.pdf> (Accessed 15.12.2004).

b. Metin içinde kullanılan kaynaklar:

Kaynaklar metin içerisinde yazarın soyadı ve eserin yayın yılı esas alınarak verilmelidir.

Örneğin; metin içindeki kaynaklara yapılan atıflarda, (Kantar 1998), (Ekşi ve Karadeniz 1993), (Altan ve ark. 1984); yazarlara yapılan atıflarda, "Kantar (1998)"e göre, Ekşi ve Karadeniz (1993), Altan ve ark. (1998); aynı yazarın birden fazla yayınına atıfta bulunuluyorsa, (Kantar 1998a, 1998b) örneklerinde olduğu gibi yazılmalıdır.





174
ALO GIDA
ATO GIDA



ALO 174 GIDA HATTI

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Güvenilir Gıda konusunda gelen talepleri karşılamak için tüm Türkiye'de 174 ALO GIDA HATTI'nı hizmete geçirmiştir.

GÜVENİLİR
GIDA
SAĞLIKLIL
YAŞAM

10
YAŞINDA





 **BIOTECON** Diagnostics

BIOTECON DIAGNOSTICS REAL TIME PCR KİTLERİ

GDO TARAMA KİTLERİ (35S,NOS,bar,FMV)

GDO TIPLENDİRME KİTLERİ

GDO KANTİTASYON KİTLERİ

KARNABAHAAR MOZAİK VIRÜSÜ TESPİT KİTİ (GDO YANLIŞ POZİTİFLİK)

PATOJEN TESPİT KİTLERİ

TÜR TAYİNİ KİTLERİ

DNA İZOLASYON KİTLERİ

MANYETİK DNA İZOLASYON CİHAZI (96 NUMUNE / 35 DAKİKA)



ALTIGENBIO INTERNATIONAL TRADE

www.altigenbio.com

7/24 teknik destek ve sipariş hattı +90 850 360 88 40

BIOTECON DIAGNOSTICS / foodproof ürünleri Türkiye tek distribütörü

Sanat MATBAASI

- Broşür
- Katalog
- Takvim
- Davetiye
- Kartvizit
- Dergi
- Form Fatura
- Sevk İrsaliyesi
- Fotoğraf Çekimi
- Grafik Tasarım

Maliye ile Anlaşmalı
Matbaa

Renk ayırım yapmaz,



Herkese aynı gözüdür.



Selamet Mahallesi
Dr. Sadık Ahmet Caddesi
Sütçüoğlu Sit. A Blok 27/A
Osmangazi / BURSA

☎ 0 224 222 00 54

📠 0 224 224 28 29

www.sanatmatbaasi.net

sanatmat@hotmail.com



ANAHTAR TESLİM MOLEKÜLER MİKROBİYOLOJİ VE GDO ANALİZ LABORATUVAR KURULUMU



EUROFINS GENESCAN GDO & ET TÜR TAYİN KİTLERİ

- GDO TARAMA
- GDO KANTİTASYON
 - Hazır kit ve CRL metoduna uygun verifikasyon ve kantitasyon uygulamaları
- GDO TIPLENDİRME
- ET TÜR TAYİN KİTLERİ
- İZOLASYON KİTLERİ

GIDA VE PATOJEN TESTLERİNDE İLERİ MOLEKÜLER MİKROBİYOLOJİK KİT VE SİSTEMLER

- RT-PCR Temelli Hızlı Gıda Patojen test ve kitleri
- BAX Q7 RT-PCR Cihazı
- Tam Otomatik Bakteri Tiplendirme ve Karakterizasyon sistemi
- RIBOPRINTER Ribotiplendirme sistemi

KROMO-GEN Biyoteknoloji San. ve Tic. Ltd. Şti.

Yıldırım-BURSA / TÜRKİYE

Kurtoğlu Mh. Gökdere Bul. Aloy Apt. No:16/6

Tel: +90 (224) 211 5712

Fax: +90 (224) 211 5713

Batı Ataşehir-İstanbul / TÜRKİYE

Deluxia Palace Barboros Mh. Mor Sümbül Sk.

No:5 D:479

www.kromogen.com
info@kromogen.com

Gıdalarda Enzimatik Analizler

- Referans Metodlar - Roche "Yellow Line"
- Enzytec™ Liquid - kullanıma hazır reaktifler ile hızlı uygulama
- RIDA®CUBE SCAN - tek pipetleme ile sonuç
- Yoğun laboratuvarlar için otomasyon seçeneği



- Organik Asitler Asetik, Ascorbic, Citric, Formic, Gluconic, Glutamic, D-3-Hydroxybutyric, D-Isocitric, D/L-Lactic, L-Lactic, D-Malic, L-Malic, Oxalic, Succinic, Tartaric
- Şekerler β -Glucan, D-Glucose, D-Glucose/D-Fructose, D-Glucose/D-Fructose, Lactose/D-Galactose, Lactose/D-Glucose, Maltose/Sucrose/D-Glucose, Raffinose, Starch, Sucrose/D-Glucose, Sucrose/D-Glucose/D-Fructose
- Diğerleri Acetaldehide, Ammonia, Urea/Ammonia, Kolesterol, Copper, Ethanol, Glycerol, Iron, Nitrate, D-Sorbitol/Xylitol, Free Sulfite, Total Sulfite

sincer

Sincer Biyoteknoloji Ticaret ve Sanayi AŞ
Ziya Gökalp Bulvarı 1715 Alentepe, İzmir 35220
Tel: +90(232)464-8006 Fax: +90(232)464-8007
bilgi@sincor.com.tr www.sincor.com.tr

r-biopharm





HASSAS ANALİZ



GIDA GÜVENLİĞİ



GÜVENİLİR ÜRETİM






SAĞLIKLI GELECEK

Farklı ihtiyaçlara yenilikçi çözümler

Deneyimli kadromuz, teknolojik olanaklarımız, üstün hizmet anlayışımız ve geniş kapsamlı analitik ve laboratuvar çözümlerimizle gıda laboratuvarlarınıza doğru analiz ve güvenilir üretim olanakları sunuyoruz.

Shimadzu ve diğer iş ortaklarımızın uzmanlığı ve teknolojisi ile gıdalarda vitamin ve aminoasit analizleri, gıda katkılarının, mikotoksinlerin, biyotoksinlerin, veteriner ilaç ve pestisit kalıntılarının miktar tayinleri, migrasyon testleri ve daha birçok uygulama alanında ihtiyaç ve beklentileri karşılıyoruz.



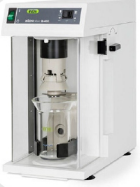
-  Analitik Cihazlar
-  Endüstriyel Cihazlar
-  Sarf Malzeme ve Aksesuarlar
| Spektroskopi | | Kromatografi |

THINK BIG, SEE BEYOND
| antteknik.com |

©ANT Teknik, 2019 All rights reserved.



PARS
ANALİTİK



BÜCHI
SWITZERLAND

- ROTARY EVAPORATÖR (LABORATUVAR TİPİ)
- ROTARY EVAPORATÖR (ENDÜSTRİYEL TİP)
- SPRAY DRYER ve ENKAPSÜLATÖR
- ERİME ve KAYNAMA NOKTASI
- PARALEL EVAPORASYON
- FREEZE DRYER (LİYOFİLİZATÖR)
- FLASH ve PREPERATİF KROMOTOGRAFİ
- KJELDAHL - AZOT/PROTEİN
- EKSTRAKSİYON
- NIR
- NIR-ONLINE



SİSTEMLERİ
SATIŞ ve SATIŞ SONRASI
HİZMETLERİ
GÜNEY MARMARA BÖLGESİNDE

ARIF MALYER
LİMİTED ŞİRKETİ

TECRÜBESİYLE ...