





Yeşil Kahve Ekstraktı Eklenmiş Ekmeğin Mikrobiyal İçeriğinin Değerlendirilmesi

Burcu İrem Omurtag Korkmaz¹ , Asena Nur Çopuroğlu² , Bengü Korkmaz³ , Ayça Aydın⁴ 

Gönderim Tarihi: 6 Mayıs, 2022

Kabul Tarihi: 25 Ekim, 2022

Basım Tarihi: 30 Nisan, 2023

Erken Görünüm Tarihi: 1 Şubat, 2023

Öz

Amaç: Bu çalışmada farklı oranlarda yeşil kahve ekstraktı (YKE) kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün ve 8. gün toplam Mezofil Aerob Bakteri (MAB) oranı, küf-maya tayini, nem ve kuru madde oranları araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Ekmek örnekleri, YKE eklenmemiş kontrol ekmeği ile %2 ve %4 oranında YKE ile zenginleştirilen ekmekler olmak üzere üç grup halinde üretilmiştir. Örneklerde toplam mezofilik aerob bakteri analizi, toplam küf-maya analizi ve kuru madde-nem tayini yapılmıştır.

Bulgular: Birinci gün MAB sayısı en düşük (<1 log kob/g) %4 YKE içeren ekmekte, en yüksek kontrol ekmeğinde ölçülmüştür. 8. günde ise MAB sayısı en düşük %2 YKE eklenmiş ekmekte (5,10 log kob/g), en fazla %4 YKE eklenmiş ekmekte (5,89 log kob/g) tespit edilmiştir. Küf ve maya içerikleri 8. günde en yüksek (5,91 log kob/g) kontrol ekmeğinde bulunurken, en az küf ve maya içeriği (2 log kob/g) %2 YKE eklenmiş ekmekte bulunmuştur. Kuru madde oranı YKE eklenmiş ekmeklere oranla kontrol ekmeğinde (%70,9) istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). Ekmeklerdeki YKE miktarı arttıkça kuru madde yüzdesi azalmasına karşın istatistiki olarak anlamlı bir farklı tespit edilmemiştir (p>0,05).

Sonuç: Bu çalışmada yeşil kahve ekstraktının, doza bağlı olarak ekmekte toplam bakteri sayısı ve küf-maya gelişimi üzerine azaltıcı etkisinin görülmesi, doğal bir antimikrobiyal katkı maddesi olarak kullanımının besinlerin raf ömrüne etki edebileceğini ve fonksiyonel özellik kazandırabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: *Yeşil kahve ekstraktı, ekmek, mikrobiyolojik analiz, zenginleştirme, fonksiyonel gıdalar*





¹**Burcu İrem Omurtag Korkmaz.** Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, 02167775701, irem.omurtag@marmara.edu.tr.

²**Asena Nur Çopuroğlu.** Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, 02167775701, info@asenacopuroglu.com.

³**Bengü Korkmaz.** Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, 02167775701, bengukorkmaz.99@gmail.com.

⁴**Ayça Aydın (Sorumlu Yazar).** İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Beslenme (İç Hastalıkları) Bölümü, İstanbul, 02124040701, ayca.aydin1@ogr.iuc.edu.tr.

Evaluation of Microbial Content of A Bread Added Green Coffee Extract

Burcu İrem Omurtag Korkmaz¹ , Asena Nur Çopuroğlu² , Bengü Korkmaz³ , Ayça Aydın⁴ 

Submission Date: 6th May, 2022

Acceptance Date: 25th October, 2022

Pub.Date. 30th April, 2023

Early View Date: 1st February, 2023

Abstract

Objectives: In this study, the determination of total mesophilic aerobic bacteria (MAB), mold-yeast, moisture and dry matter contents of breads added green coffee extract (GCE) at the different concentrations were investigated on the 1st and 8th days of production.

Materials and Methods: Bread samples were produced in three groups; a control bread without GCE, and breads containing GCE of 2% and 4%. Total mesophilic aerobic bacteria analysis, total mold-yeast analysis and dry matter-moisture analysis were analysed in the bread samples.

Results: The lowest (<1 log cfu/g) MAB count on the first day was measured in bread containing 4% GCE and the highest in control bread. On the 8th day, the lowest MAB count was determined in the bread with 2% GCE (5.10 log cfu/g), and the highest in the bread with 4% GCE (5.89 log cfu/g). While the mold and yeast contents were highest (5.91 log cfu/g) in the control bread on the 8th day, the lowest mold and yeast content (2 log cfu/g) was found in the bread with 2% GCE. Dry matter was statistically higher in the control bread (70.9%) compared to the breads with GCE ($p<0.05$). As the concentration of GCE in bread increased, dry matter decreased, but no significant difference was detected between the breads with GCE ($p>0.05$).

Conclusion: The dose-depend decreasing effect of green coffee extract on MAB and mold-yeast growth in breads suggested that GCE as a natural antimicrobial additive may affect the shelf life and functional properties.

Keywords: *Green coffee extract, bread, microbiological analysis, enrichment, functional foods*

¹**Burcu İrem Omurtag Korkmaz.** Marmara University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, İstanbul, 02167775701, irem.omurtag@marmara.edu.tr.

²**Asena Nur Çopuroğlu.** Marmara University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, İstanbul, 02167775701, info@asenacopuroglu.com

³**Bengü Korkmaz.** Marmara University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, İstanbul, 02167775701, bengukorkmaz.99@gmail.com.

⁴**Ayça Aydın (Corresponding Author).** Istanbul University-Cerrahpasa, Cerrahpasa Faculty of Medicine, Department of Nutrition (Internal Diseases), İstanbul, 02124040701, ayca.aydin1@ogr.iuc.edu.tr.

Giriş

Küresel olarak antik çağdan beri ekmek, besleyiciliği, kolay yapılabilir ve erişilebilir olması ile tüm insanlığın temel besin kaynağı olarak kabul edilmektedir (Lopes ve diğ., 2017). Sağlığın korunmasını sağlamak amacıyla bilim insanları farklı formülasyonda ekmekler geliştirmektedir. Ekmekteki mikrobiyolojik bozulmaların önüne geçebilmek ve duyuşal özelliklerin iyileştirilmek istenmesi bitki tohumlarına, yapraklarına ve ekstraktlarına olan talebi arttırmaktadır. Bu bakımdan ekmeğin besin bileşimlerini zenginleştirmek amacıyla antioksidan yönünden zengin çeşitli baharatlar, otlar ve bitkilerin yeşil kısımları kullanılan ürünler arasında yer almaktadır (Raba ve diğ., 2007; Lim ve diğ., 2011; Goh ve diğ., 2015).

Kahvenin kavrulmamış hali olan yeşil kahve çekirdekleri, *Rubiaceae* familyasına ve *Cinchonoideae* alt familyasına ait *Coffea arabica* L. (arabica coffee) ve *Coffea canephora* (robusta coffee) olmak üzere ticari iki türden oluşmaktadır. Yeşil kahve çekirdekleri karbonhidrat, protein, lipid (trigliserit, tokoferol, fosfolipid, sterol) kafein, mineral, hidroksisinnamik asit, kafeik asit ve klorojenik asit gibi bileşenlerden oluşmaktadır (Farah ve diğ., 2008). Yeşil kahve çekirdeklerinin kendine özgü bir aroması olmadığı için kahveye aroma ve lezzet vermek adına kavurma işlemi yapılmaktadır. Kavurma işlemiyle birlikte kuru madde miktarının, klorojenik asitlerin, aminoasitlerin, oligosakkaritlerin ve total polisakkaritlerin kayba uğradığı görülürken, yağ oranının arttığı görülmektedir (Smith, 1989). Kavurma işlemi sırasında fenolik bileşiklerin kaybı nedeniyle antioksidan aktivitede azalma görülmektedir. Yeşil kahve çekirdeklerini içerdiği fenolik bileşiklerden klorojenik asit; antiinflamatuvar, antifungal, antimikotoksijenik, antiviral, antibakteriyel ve antimutajenik etkiler göstermektedir (Farah ve diğ., 2008). Klorojenik asidin; biyoyararlanımının yüksek olması ve antimikrobiyal etkilere sahip olması onu ideal bir koruyucu ve gıda katkı maddesi fonksiyonunda kullanılabilmesini sağlamaktadır (Farah ve diğ., 2008; Naveed ve diğ., 2018).

Literatürde yer alan çalışmalarda ekmeğin besin bileşimini geliştirmek ve antioksidan bakımından zenginleştirmek amacıyla kavrulmamış yeşil kahve ekstraktı dışında yeşil çay özü (Ning ve diğ., 2017), zencefil (Balestra ve diğ., 2011), fesleğen (Raba ve diğ., 2007), sarımsak (Raba ve diğ., 2007) gibi besinlerin denendiği görülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda yeşil kahve ekstraktının, ekmekte duyuşal özellikleri iyileştirebilmek için (Ateş ve Elmacı, 2017), bisküvide rengi, nem oranını ve su aktivitesini düzenlemek için (Garcia-Serna ve diğ., 2014), besinlerin antioksidan içeriğini arttırmak ve aroma verici özelliğinden faydalanabilmek için kullanım şekilleri araştırılmıştır (Ateş ve Elmacı, 2017). Tüm bu faydaların sağlayacağı katkılara ek olarak ekmekte, mikrobiyal bozulmaların önüne geçebilmek için sentetik gıda katkı maddeleri yerine doğal bir form olan yeşil kahve

ekstraktının kullanımının yararlı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte yeşil kahve ekstraktı tüketiminin insanlarda antihipertansif etki gösterdiği (Kozuma ve diğ., 2005), glikoz metabolizmasını modüle ettiği (Blum ve diğ., 2007) ve farelerde yağ oluşumunu üzerine inhibe edici bir etki gösterdiği tespit edilmiştir (Shimoda ve diğ., 2006). Bu etkilerin kaynağının yeşil kahvede bulunan diğer bileşenlerle birlikte klorojenik asit olduğu düşünülmektedir (Farah ve diğ., 2008). Yapılan çalışmalarda klorojenik asit tüketiminin tip 2 diyabet, Alzheimer hastalığı ve kardiyovasküler hastalıkların göreceli risklerinin azaltılmasında rol oynadığı ifade edilmiştir (Farah ve Lima, 2019; Herawati ve diğ., 2019; Ludwig ve diğ., 2014; Ranheim ve Halvorsen, 2005).

Bu çalışmada, doğal gıda katkı maddesi olarak yeşil kahve ekstraktının farklı oranlarda ekmek üretiminde kullanılmasının ekmeğin mikrobiyal içerik, kuru madde ve nem içeriğine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Kimyasallar ve Materyaller

Yeşil kahve ekstraktı, kavrulmamış *Coffea arabica* L. çekirdeğinin su ve etanol çözücülerini ile ekstrakte edilmiş ve toz formdadır (SepeNatural Organik Ürünler, İzmir, Türkiye, menşei:Çin). *Saccharomyces cerevisiae* içeren yaş hamur mayası kullanılmıştır (Pakmaya, Pak Gıda, İstanbul, Türkiye). Çalışmada kullanılan un (Sinangil, Tekirdağ, Türkiye), içme suyu (Kuzeyden, İstanbul, Türkiye) ve iyotlu kristalize tuz (Billur, İzmir, Türkiye) perakende işletmelerden temin edilmiştir.

Çalışmada hamur karışımının hazırlığında terazi (Premier PKS293, İstanbul, Türkiye), yoğurma makinesi (Arzum AR1066, İstanbul, Türkiye), pişiriminde mutfak tipi fırın (Luxell LX2535, Kayseri, Türkiye) kullanılmıştır.

Ekmeğin Hazırlanması

Kontrol (K), %2 YKE içeren ve %4 YKE içeren olmak üzere 3 çeşit ekmek hamuru temel olarak buğday unu, içme suyu, maya ve tuzdan üretilmiştir (Tablo 1). YKE oranları daha önce yayınlanmış olan Diziki ve diğ.. (2015)'nin hedonik ve duyusal analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir.

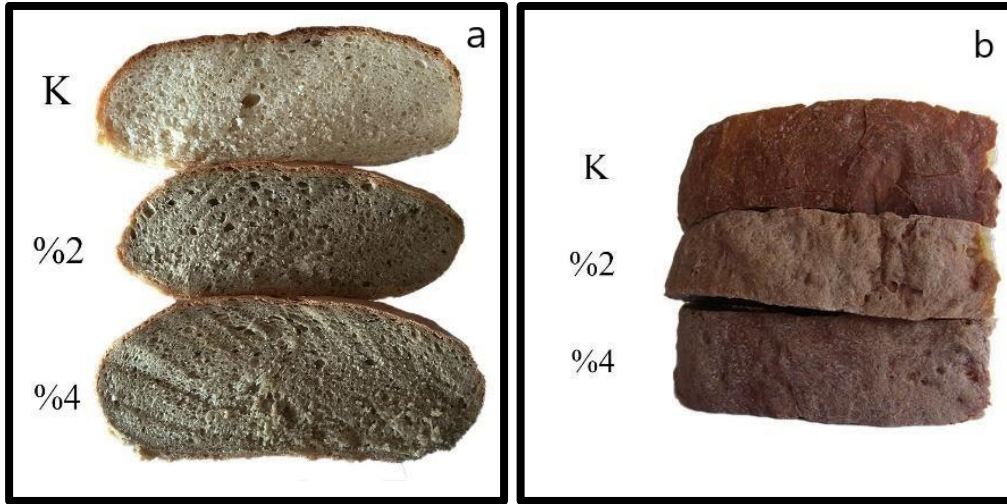
Hazırlanan hamur karışımları homojen oluncaya kadar 9 dakika boyunca ayrı hamur yoğurma makinelerinde yoğurulmuştur. Yoğurulan hamurlar kitle fermantasyonu için takibi sağlanan oda sıcaklığında (25-30°C) 30 dakika süre ile üzeri kapalı olarak bekletilmiştir. Bekletme işleminden sonra 8 dakika boyunca havalandırma ve şekil verme işlemi gerçekleştirilmiştir. Son fermantasyon işlemi için tekrar oda sıcaklığında 50 dakika süre ile

üzeri kapalı olarak bekletilmiştir. Daha sonra bıçak atma işlemi yapılmıştır. Önceden 10 dakika süre ile 220 °C'ye ısıtılmış fırında 35 dakika boyunca tüm ekmekler pişirilmiştir. Pişen ekmekler oda sıcaklığında dinlendirilmiştir. Dinlendirilen ekmekler steril ekipmanla 2 cm kalınlığında eşit parçalara ayrılmış ve mikrobiyolojik analize alınmak üzere steril numune poşetlerine konmuştur. Gruplara ayrılan numuneler 1. gün ve 8. gün incelemelerinin yapılabilmesi için analiz süreci boyunca oda sıcaklığında ve ışık almayan ortamda muhafaza edilmiştir. Ekmeklerin kesitsel görünümü Şekil 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Hazırlanan ekmeklerin içeriği.

Ekmek çeşitleri	Buğday unu (g)	YKE(g)	Maya (g)	Tuz (g)	Su (mL)
Kontrol	300	0	12 (%4)	4,5 (%1,5)	200
%2 YKE	300	6	12 (%4)	4,5 (%1,5)	200
%4 YKE	300	12	12 (%4)	4,5 (%1,5)	200

YKE: Yeşil kahve ekstraktı



Şekil 1: Hazırlanan ekmeklerin görüntüsü (a; iç-kesit, b; kabuk)

K: Kontrol ekmeği

%2: %2 oranında yeşil kahve ekstraktı ile zenginleştirilmiş ekmeği

%4: %4 oranında yeşil kahve ekstraktı ile zenginleştirilmiş ekmeği

Mikrobiyolojik Analiz

Numunelerin Ön Seyreltmesi

Kontrol ekmeği (K) ile %2 oranında YKE ve %4 oranında YKE ile zenginleştirilen ekmeği numunelerinin her birinden 3 tekrarlı 10 g numune, steril stomacher poşetlerine alınarak tartılmıştır. Her numunenin üzerine 90 ml peptonlu su (Peptone Water, LabM LAB

104) ilave edilerek stomacherde 1 dakika boyunca homojen hale getirilen numunelerin 1:10 (10^{-1}) oranında peptonlu su ile ön seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem analizin 1. ve 8. günlerinde tekrarlanmıştır.

Toplam Mezofilik Aerob Bakteri Analizi

Homojenize edilen 10^{-1} 'lik dilüsyonlardan Mezofilik Aerob Bakteri (MAB) sayımı için peptonlu su ile 10^{-3} 'e kadar seyreltme işlemine devam edilmiştir. Elde edilen tüm dilüsyon sıvıları Plate Count Agar (PCA, LabM LAB 149) besiyeri içeren petri kutularına yayma plak yöntemi ile 3 tekrarlı ekilmiştir. Ekim yapılan tüm petri ler 48 saat süreyle, 37 °C'de aerobik koşulda inkübasyona bırakılmıştır (Omurtag ve ark, 2012). İnkübasyon süresi sonunda petri lerde üreyen tüm koloniler sayılarak \log_{10} tabanında koloni oluşturan birim/gram (kob/g) olarak hesaplanmıştır. MAB tayini 1. gün ve 8. günde olmak üzere iki kere üçer tekrarlı yapılmıştır.

Toplam Küf-Maya Analizi

Ekmek üretimini takiben 8. günde yeniden peptonlu su ile 10^{-3} 'e kadar seyreltilen numuneler üç tekrarlı stomacher ile homojenize edilmiş ve küf-maya tayini için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC, OXOID CM1148) besiyerine yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır (Da Silva ve diğ., 2013). Besiyerleri 25°C sıcaklıkta 5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Kullanılmadan önce YKE ürününde küf maya tayini yapılmıştır.

Kuru Madde ve Nem Tayini

Kuru madde ve nem tayini yapabilmek için ekmek üretiminin yapıldığı günden 8 gün sonra üç çeşit ekmek örneklerinden hassas terazi ile 10 gram üç tekrarlı tartılan örnekler kurutma fırınında kurutulmuştur. Daha sonra darası alınıp kurutma kaplarının tabanına yayılmıştır. Etüvde 100°C'de sabit ağırlık elde edilene dek kurutulmuştur (Uyar ve diğ., 2013).

$$\text{Kuru madde (\%)} = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1) \times 100$$

$$\text{Nem (\%)} = (m_2 - m_3) / (m_2 - m_1) \times 100$$

m_1 : Dara, m_2 : Toplam, m_3 : Sonuç

İstatistiksel Analiz

Analizler aynı partiden 3 tekrarlı numune olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kuru madde (%) ve nem (%) tayini ile elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Gruplar arasında anlamlı farklılığın belirlenmesi için non-parametrik Kruskal-Wallis H Testi analizi yapılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışma öncesi YKE ürün içeriğinde küf-maya tespit edilmemiş, ancak 2 log kob/g MAB içerdiği görülmüştür. Ekmeklerin üretildiği 1. günde yapılan toplam MAB sayımında kontrol ekmeğinde 3,87 log kob/g bakteri tespit edilmiştir. %2 YKE ile zenginleştirilmiş ekmekte 3,84 log kob/g ve %4 YKE ile zenginleştirilmiş ekmekte ise <1 log kob/g mezofilik aerob bakteri tespit edilmiştir. Ekmeklerin üretiminden 8 gün sonra yapılan MAB sayımında (8. gün) ise kontrol ekmeğinde 5,48 log kob/g, %2 YKE ile zenginleştirilmiş ekmekte 5,10 log kob/g ve %4 YKE ile zenginleştirilmiş ekmekte 5,89 log kob/g bakteri tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre MAB içeriği en çok %4 YKE içeren ekmekte, en az %2 YKE ile zenginleştirilmiş ekmekte görülmüştür.

Ekmeklerin üretiminden 8 gün sonra yapılan (8. gün) küf-maya sayımında ise kontrol ekmeğinde 5,91 log kob/g, %2 YKE ile zenginleştirilen ekmekte 2 log kob/g ve %4 YKE ile zenginleştirilen ekmekte 5,48 log kob/g küf-maya tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre en çok küf-maya kontrol ekmeğinde gözlenirken, en az küf-maya %2 YKE ile zenginleştirilen ekmekte gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2: Ekmeklerin birinci ve sekizinci gündeki Mezofilik Aerob Bakteri ve küf-maya sayım sonuçları.

Örnekler (n=3)	MAB (log kob/g)		Küf-maya (log kob/g)
	1.Gün	8.Gün	8.Gün
Kontrol ekmeği	3,87	5,48	5,91
%2 YKE içeren ekmek	3,84	5,10	2,00
%4 YKE içeren ekmek	<1	5,89	5,48
Yeşil kahve ekstraktı	2,00	-	-

YKE: Yeşil Kahve Ekstraktı MAB: Mezofil Aerob Bakteri-:Analiz Yapılmamıştır.

Kuru madde (%) oranları karşılaştırıldığında en yüksek kuru madde oranı kontrol grubunda, en düşük kuru madde oranı %4 YKE içeren ekmeklerde ölçülmüştür. Kuru madde açısından ekmekler arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$), kontrol ekmeğinin diğer ekmek çeşitlerine oranla daha fazla kuru madde içerdiği tespit edilmiştir (Tablo 3). İçeriğindeki kahve düzeyi arttıkça kuru madde oranı düşmesine karşın %2 ve %4'lük ekmekler arasında kuru madde açısından istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir. Nem (%) oranları karşılaştırıldığında en yüksek nem içeriği %4 YKE içeren ekmeklerde, en düşük nem oranı ise YKE içermeyen ekmeklerde ölçülmüştür. İçerdikleri yeşil

kahve ekstraktı düzeyi arttıkça nem oranları artmasına karşın %2 ve %4 YKE içeren ekmekler arasında nem açısından istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 3: Ekmeklerin kuru madde ve nem içerikleri (%).

Örnekler (n=3)	Kuru madde (%)	Nem (%)
Kontrol ekmeği	70,9±0,3	29,0±0,3
%2 YKE içeren ekmek	66,0±0,6	33,9±0,6
%4 YKE içeren ekmek	65,2±2,4	34,7±2,4
p değeri*	0,006	0,006

Ortalama ± Standart Sapma. YKE: Yeşil Kahve Ekstraktı. * Kruskal-Wallis H Testi

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda YKE (%2 ve %4) katılarak yapılan ekmeklerin MAB, küf-maya ve kuru madde içerikleri analiz edilmiş ve sade ekmek (kontrol) ile karşılaştırılmıştır. MAB sayısı bir gıdanın mikroorganizma ile kontaminasyon düzeyini ortaya koyan ve gıda güvenliği açısından önemli bir parametredir. Fardiaz (1995)'in çalışmasında farklı oranlarda kavrulmuş *C. robusta* türü kahve ekstraktı içeren PCA besiyerleri hazırlanmış (2,5; 5; 7,5 ve 10 g/100 mL PCA) ve çeşitli gram (+), ve gram (-) bakteriler ile küf ve maya ekimleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda gram (-) özellikteki *Pseudomonas aeruginosa* haricinde 10 g/100 mL PCA ortamında gram (-) ve gram (+) bakterilerde gelişim gözlemlenmediği tespit edilmiştir. Bunun dışında 7,5 g/100 mL PCA'dan daha az konsantrasyonda kahve içeren PCA besiyerlerinde gram (-) bakterilerin tamamında ve gram (+)'lerin bazılarında üreme olmuştur. Çalışmanın devamında küf ve maya içerikleri değerlendirildiğinde ise *Rhizopus oryzae* türü haricinde küf ve mayalarda kahvenin etkili olmadığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmada ise ekmekler daha düşük dozda yeşil kahve ekstraktı ile zenginleştirilmesine rağmen, daha az bakterinin üremesinin nedeninin, Fardiaz (1995)'in çalışmasından farklı olarak kahve çekirdeklerinin kavrulmamış olması ve bu sayede daha yüksek antimikrobiyal özellik gösterebilmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Twaruzek ve arkadaşlarının (2020) yapmış olduğu çalışmada yeşil kahve ürünlerinde ve yeşil kahve içeren diyet besin takviyelerinde meydana gelen küf kontaminasyonu incelenmiştir. Çalışmada altı farklı yeşil kahve içeren ürün çeşidi incelenmiş ve sonucunda bir tanesi dışında hepsinde küf kontaminasyonu olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada ise satın alınan yeşil kahve ekstraktında, firma tarafından yapılan analiz sonucunda ürünün spesifikasyonunda belirtildiği gibi 1×10^2 log kob/g küf-maya içeriğine rastlanmıştır.

Dolayısıyla gerçekleştirilen bu araştırma da Twarużek ve arkadaşlarının (2020) yapmış olduğu çalışmayı destekler niteliktedir.

Budryn ve arkadaşlarının (2013) yaptığı çalışmada mayalı hamur ürünlerine YKE eklenmiş ve daha sonra hamurlar kızartılmıştır. Yapılan bu işlemlerden sonra ürünler incelenmiş ve YKE içeren hamurlarda, kontrol grubuna göre kuru madde oranları istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca eklenen YKE miktarı arttıkça kuru madde (%) oranının arttığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ise YKE ile zenginleştirilen ekmeklerin kuru madde (%) oranı kontrol ekmeğindeki kuru madde (%) oranına göre istatistiksel olarak daha düşük ($p<0,05$) bulunmuştur. Sonuçların bu araştırma ile benzer olmayışının, iki çalışmada kullanılan çekirdek türünün ve hamurlara katılan ekstrakt oranının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Budryn ve arkadaşlarının (2013) çalışmasında pişirme tekniği olarak yağda kızartma kullanılması, kızartma işlemiyle gerçekleşen yağ oksidasyonu sebebiyle kuru madde miktarını etkilemiş olabilir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Çiçek (2019)'in yaptığı bir çalışmada ise YKE ile zenginleştirilen fındık ezmesinin depolama süresi incelenmiştir. Çalışmada nem (%) miktarları ölçüldüğünde YKE katkı oranı arttıkça nem (%) miktarının da önemli seviyede ($p<0,01$) arttığı gözlemlenmiştir. Bu yönüyle de yapılan araştırma ile bu çalışma benzerlik göstermektedir ($p<0,05$). Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'ne göre ekmek çeşitlerinde nem (%) oranının en fazla %38 olması gerektiği bildirilmektedir (TGK, 2012). Yapılan bu çalışmada ise tüm ekmek çeşitlerinde tayin edilen nem (%) oranı, tebliğe uygun şekilde %38'den düşük bulunmuştur.

Świeca ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışmada yeşil kahve ile zenginleştirilen ekmeklerde, yeşil kahvenin, ekmeğın fenolik içeriğini geliştirdiği ve ekmekteki lipid oksidasyonunu azalttığı istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda ise fenolik madde içeriği nedeniyle buğday ekmeğının yeşil kahve ile zenginleştirilmesinin fonksiyonel gıda üretimi için önemli derecede etkili olduğu söylenmiştir. Aynı zamanda Seçzyk ve arkadaşlarının (2017) yaptıkları çalışmada yeşil kahve ekstraktı, soya sütünü zenginleştirmek amacıyla kullanılmıştır. Zenginleştirilen soya sütünde; antioksidan aktivite ve fenolik seviyeler incelenmiştir. Soya sütünde fenolik etkilerin ve antioksidan aktivenin arttığı görülmüştür. YKE eklenen besinlerdeki antioksidan aktivitenin ve fenolik madde içeriğinin artışı ile birlikte, YKE eklenen gıdaların raf ömrünün olumlu etkilendiği görülmüştür. Yeşil kahvenin antimikrobiyal özelliğini sağlayan ve önemli bir antioksidan bileşen olan klorojenik asit ile yapılan diğer bir çalışmada Jiao ve arkadaşlarının (2019) şeftaliye ekledikleri klorojenik asit-sitozan ile şeftalinin raf ömrü değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmada klorojenik asidin ajan olarak eklendiği şeftalilerdeki ağırlık kaybının anlamlı derecede ($p<0,05$) daha düşük olduğu ve antiradikal etkisinin de anlamlı derecede ($p<0,05$) daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle bilinen antioksidan etkileri ile birlikte bu araştırmada da tespit edilen antimikrobiyal etkileri göz önünde bulundurulduğunda klorojenik asit içeren yeşil kahvenin fonksiyonel bir besin olarak kullanımının elde edilecek yeni ürünlerde olumlu sonuçlar ortaya çıkarabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada zenginleştirilen ekmeklerin antioksidan aktivitesi ve fenolik içeriklerini, pandemi döneminde yaşanan zaman ve ekipman kısıtlılıklarından dolayı incelenememiştir. Bu nedenle bu alanda çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada ekmeklerde gelişen mikrobiyal bozunmaları önlemede ve raf ömrünü arttırabilmek amacıyla kullanımı düşünülebilecek alternatif doğal içerikli bir ürün olan YKE'nin etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mikrobiyolojik değerlendirme sonuçlarına göre yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu bilinen ve aynı zamanda doğal içerikli YKE'nin %2 oranında kullanıldığında daha uygun bir antimikrobiyal bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabilmesi dolayısıyla gıdaların raf ömrüne olumlu yönde etki edebileceği ve gıdalara fonksiyonel özellik kazandırabileceği düşünülmektedir. Yine de bu araştırmada kullanılan konsantrasyon dışında eklenmesi gereken optimum YKE miktarının belirlenebilmesi için yapılacak mikrobiyolojik yönlü araştırmaların yerinde olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Temel Sağlık Bilimleri Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ayşen Gargılı Keleş'e laboratuvar imkânlarını sunduğu için teşekkür ederiz.

Finansal Destek

Bu çalışma için finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada, yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Ateş, G., & Elmacı, Y. (2017). Potansiyel Fonksiyonel Bileşen: Kahve Çekirdeği Zarı. *Akademik Gıda*, 15(1), 66-74. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.306069>
- Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G., & Romani, S. (2011). Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT-Food Science and Technology*, 44(3), 700-705.
- Blum J, Lemaire B, & Lafay S. (2007). Effect of a green decaffeinated coffee extract on glycaemia. *NutraFoods Res.* 6(3), 13-17.
- Budryn, G., Zyzelewicz, D., Nebesny, E., Oracz, J. & Krysiak, W. (2013). Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products. *Food Research International*, 50(1),149-160. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.006>
- Çiçek, B. (2019). Yeşil Kahve Ekstraktı ile Katkılanmış Fındık Ezmelerinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. O.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Da Silva, N., Taniwaki, M. H., Junqueira, V. C. A., de Arruda Silveira, N. F., Okazaki, M. M., & Gomes, R. A. R. (2018). Microbiological examination methods of food and water, a laboratory manual. CRC Press, Netherlands. ISBN: 9781138057111. <https://doi.org/10.1201/97811315165011>
- Farah, A., & Lima, J. d. (2019). Consumption of chlorogenic acids through coffee and health. *Implication Beverages*, 5(11), 1-29. <https://doi.org/10.3390/beverages5010011>
- Farah, A., Monteiro, M., Donangelo, C.M., & Lafay, S. (2008). Chlorogenic acids from green coffee extract are highly bioavailable in humans. *The Journal of Nutrition*, 138(12), 2309-2315. <https://doi.org/10.3945/jn.108.095554>
- Fardiaz, S. (1995). Antimicrobial activity of coffee (*Coffea robusta*) extract. *ASEAN Food Journal*, 10, 103-106.
- Garcia-Serna, E., Martinez-Saez, N., Mesias, M., Morales, F.J., & del Castillo, M.D. (2014). Use of coffee silverskin and stevia to improve the formulation of biscuits. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64, 243–251. <https://doi.org/10.2478/pjfn-2013-0024>
- Goh, R., Gao, J., Ananingsih, V. K., Ranawana, V., Henry, C. J., & Zhou, W. (2015). Green tea catechins reduced the glycaemic potential of bread: An in vitro digestibility study. *Food Chemistry*, 180, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.054>
- Herawati, D., Giriwono, P.E., Dewi, F.N., Kashiwagi, T., & Andarwulan, N. (2019). Three major compounds showing significant antioxidative, α -glucosidase inhibition, and antiglycation activities in Robusta coffee brew. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 994-1010. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1622562>
- Jiao, W., Shu, C., Li, X., Cao, J., Fan, X., & Jiang, W. (2019). Preparation of a chitosan-chlorogenic acid conjugate and its application as edible coating in postharvest preservation of peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 154:129-136. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.003>
- Kozuma, K., Tsuchiya, S., Kohori, J., Hase, T., & Tokimitsu, I. (2005). Antihypertensive effect of green coffee bean extract on mildly hypertensive subjects. *Hypertens Res.* 28:711–8.
- Lim, H.S., Park, S.H., Ghafour, K., Hwang, S.Y., & Park, J. (2011). Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea. *Food Chemistry*, 124(4), 1577-1582. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.016>
- Ludwig, I.A., Mena, P., Calani, L., Cid, C., Del Rio, D., Lean, M.E., & Crozier, A. (2014). Variations in caffeine and chlorogenic acid contents of coffees: what are we drinking? *Food& Function*, 5, 1718-1726. <https://doi.org/10.1039/C4FO00290C>
- Lopes, M., Cavaleiro, C., & Ramos, F. (2017). Sodium Reduction in Bread: A Role for Glasswort (*Salicornia ramosissima* J. Woods). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 1056–1071. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12277>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2011). Gıda teknolojisi gıdalarda nem ve kuru madde tayini.
- Mukkundur Vasudevaiah, A., Chaturvedi, A., Kulathooran, R., & Dasappa, I. (2017). Effect of green coffee extract on rheological, physico-sensory and antioxidant properties of bread. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1827-1836. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2613-9>

- Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A.A., Khan, G.J., Shumzaid, M., ... & XiaoHui, Z. (2018). Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 97, 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.064>
- Ning, J., Hou, G. G., Sun, J., Wan, X., & Dubat, A. (2017). Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 342-348. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.052>
- Omurtag İ., Smulders F.J.M., Hilbert F., & Paulsen, P. (2012). Microbiological condition of chicken doner kebab sold in Vienna, Austria, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 63(5), 142-146.
- Raba, D.N., Moigradean, D., Poiana, M.A., Popa, M., & Jianu, I. (2007). Antioxidant capacity and polyphenols content for garlic and basil flavored bread. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologie*, 13(1), 163-168.
- Ranheim, T., & Halvorsen, B. (2005). Coffee consumption and human health: beneficial or detrimental? Mechanisms for effects of coffee consumption on different risk factors for cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49(3), 274-84. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200400109>
- Sęczyk, Ł., Świeca, M., & Gawlik-Dziki, U. (2017). Soymilk enriched with green coffee phenolics-antioxidant and nutritional properties in the light of phenolics-food matrix interactions. *Food Chemistry*, 223, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.020>
- Shimoda, H., Seki, E., Aitani, M. (2006). Inhibitory effect of green coffee bean extract on fat accumulation and body weight gain in mice. *BMC Complement Altern Med*, 6, 1-9. doi:10.1186/1472-6882-6-9
- Smith, A. W. (1989). *Coffee: Volume 1: Chemistry 1*. Clarke, R.J., Macrae, R. (Ed.), Coffee. (ss. 1-41). Netherlands, Springer.
- Świeca, M., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., & Baraniak, B. (2017). Wheat bread enriched with green coffee- *In vitro* bioaccessibility and bioavailability of phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 221, 1451-1457. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.006>
- Türk Gıda Kodeksi (TGK). (2012). Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. EK-1 (Değişik: RG-2/4/2013-28606. Resmi Gazete, Tebliğ No. 2012/2.
- Twarużek, M., Kosicki, R., Kwiatkowska-Giżyńska, J., Grajewski, J., & Ałtyn, I. (2020). Ochratoxin A and citrinin in green coffee and dietary supplements with green coffee extract. *Toxicon*, 188, 172-177. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.10.021>
- Uyar, B. B., Gezmen-Karadağ, M., Şanlıer, N., & Günyel, S. (2013). Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *Gıda*, 38(1), 23-29.