

Değişik Oranlarda Salça Üretim Atıkları İlave Edilerek Üretilen Tarhanaların Oksidasyon Parametrelerinin Zamana Bağlı Değişimi

Fatma Işık ✉, Aydın Yapar

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

Geliş Tarihi (Received): 18.02.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 10.04.2016

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): fisik@pau.edu.tr (F. Işık)*

☎ 0 258 296 31 11 📠 0 258 296 32 62

ÖZ

Bu çalışmada buğday ununa %15, 25 ve 35 oranlarında salça üretim atıkları (domates posası, domates çekirdeği, biber posası, biber çekirdeği) ikame edilen tarhanalar ile kontrol tarhananın toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, peroksit sayısı ve *p*-anisidin değerleri belirlendi. Analizler, örneklerin oda koşullarında 6 ve 12 ay muhafazaları sonrasında da yapıldı. Domates posası ilave edilen tarhanaların toplam fenolik madde miktarlarının ve antioksidan aktivite değerlerinin diğerlerinden belirgin derecede ($p<0.05$) yüksek olduğu bulundu. Başlangıçta en yüksek peroksit sayısına sahip örneğin kontrol grubu olduğu tespit edildi. 12 aylık depolamanın sonunda domates çekirdeği ve posası ilave edilen örnekler ile %25 ve 35 biber çekirdeği, %35 biber posası ilave edilen tarhanaların anlamlı derecede ($p<0.05$) daha düşük peroksit sayısına, yine kontrol tarhananın da anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek peroksit sayısına sahip oldukları saptandı. Depolamanın sonunda domates çekirdeği ve posası ilave edilenler ile %25 ve %35 biber çekirdeği ilave edilenlerin düşük ($p<0.05$) *p*-anisidin değerine de sahip oldukları gözlemlendi. Salça üretim atıklarının, tarhanalar için üretimde değerlendirilebilecek alternatif bir hammadde olmasının yanında, oksidasyonu engellemede de iyi bir potansiyele sahip oldukları söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Tarhana, Salça üretim atığı, Antioksidan aktivite, Peroksit sayısı, *p*-Anisidin değeri

Changes in Oxidation Parameters during Storage of Tarhanas Produced with Different Ratios of Tomato and Paprika Paste Waste Materials

ABSTRACT

In this research, wheat flour in tarhana production was partially (15, 25 and 35%) substituted with four different kinds of waste materials (tomato seeds, tomato pomace, paprika seeds and paprika pomace) except control. Total phenolics, antioxidant capacity values, peroxide values, and *p*-anisidine values of tarhanas were determined. Analyses were repeated after 6 and 12 months of storage at room temperature. Total phenolic contents and antioxidant capacities of tarhanas with tomato pomace were significantly ($p<0.05$) higher than those of others. At the beginning of storage, control group had the highest peroxide value. At the end of the 12 month-storage period, peroxide values of tarhanas with tomato seeds and pomace, tarhanas substituted with 25 and 35% of paprika seeds and tarhana substituted with 35% paprika pomace were significantly ($p<0.05$) lower than those of others. Peroxide value of control tarhana was significantly higher ($p<0.05$) than that of others. After 12 months of storage, tarhanas substituted with tomato seeds, tomato pomace and, 25 and 35% paprika seeds had low ($p<0.05$) *p*-anisidine values. These waste materials have the potential to be used as an alternative ingredient for tarhana production, and they can be used to prevent lipid oxidation in tarhanas during storage.

Keywords: Tarhana, Paste production waste, Antioxidant capacity, Peroxide value, *p*-Anisidine value

GİRİŞ

Son yıllarda fenolik bileşikler ve gıdaların antioksidan aktiviteleri üzerine olan ilgi ve yapılan çalışmalarda artış vardır [1, 2]. Gıda antioksidanları; "İnsanlarda fizyolojik şartlarda oluşan serbest oksijen radikalleri veya serbest azot radikallerinden birinin ya da her ikisinin de olumsuz etkilerini azaltabilen maddelerdir" şeklinde tanımlanmaktadır [3]. Antioksidan maddeler, serbest oksijen oluşumunu engelleyerek ya da oluşan serbest oksijenleri tutarak, oksidasyonun teşvik etmiş olduğu zararlanmaları hücresel bazda engellemektedirler [6]. İnsan metabolizmasında oluşan bu serbest oksijen radikalleri engellenmediğinde, DNA, protein, karbonhidrat ve lipidlerde yapısal bozulmalara yol açmaktadır. Dolayısıyla, hücre membranının hem yapısını hem de fonksiyonlarını bozarak, birçok dejeneratif hastalıklara neden olmaktadır [4-7].

Vitamin A, C ve E'ye ilaveten antioksidan aktivite gösteren en önemli diğer doğal bileşikler, değişik miktar ve oranlarda tahıl, meyve ve sebzelerde bulunan karotenoidler, flavonoidler, likopen ve diğer fenolik bileşiklerdir [2, 3, 8]. Doğal antioksidanlarca zengin beslenmenin, serbest radikallerden kaynaklanan kanser, kalp-damar rahatsızlıkları, katarakt, nörolojik rahatsızlıklar, deri rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların riskini azalttığı ifade edilmektedir [1, 2, 8-10].

Gıda sanayi içinde salça üretim işletmeleri dünyada ve Türkiye'de artan ihtiyacı karşılamak amacıyla her geçen zaman sürecinde daha fazla üretim yapmakta ve bu üretim sonrasında kayda değer ölçüde doğal biyolojik atık açığa çıkmaktadır. Çevre kirliliği ve bunun oluşturduğu sorunların arttığı dünyada en önemli çabalardan birisi, atıkların çevre kirlenmesine neden olmadan arıtılması veya değerlendirilmesi olmalıdır.

İstatistik verilere göre dünyada yılda yaklaşık 145 milyon ton, Türkiye'de de yılda yaklaşık 11 milyon ton domates üretilmektedir [11, 12] ve üretilen domatesin önemli bir kısmı salça, püre, konserve, ketçap, domates suyu ve diğer domates ürünlerine işlenmektedir. Aynı zamanda Türkiye'de yılda yaklaşık 2 milyon ton biber üretilmektedir ve bunun 730.493 tonunun salçalık biber olduğu bildirilmektedir [12].

Türkiye'de yetiştirilen domatesin %20'si endüstriyel üretim için işlenmekte, kalan miktar ise taze tüketime sunulmaktadır. Endüstriyel olarak işlenen toplam miktarın %80'i salça, %15'i konserve domates imalatı için, kalan kısmı ise ketçap, domates suyu ve benzeri domates ürünlerinin imalatı için kullanılmaktadır. Türkiye sahip olduğu yıllık 600.000 tonu aşan domates salçası üretim kapasitesiyle dünyada dördüncü sırada yer almaktadır [13]. Türkiye'de yetiştirilen biberin de, yukarıda da ifade edildiği gibi, 730.493 tonu salçalık biberdir [12] ve son yıllarda biber salçası tüketiminin arttığı da belirtilmektedir [14].

Domates salçası üretiminde hammaddenin %10-30'unun posa olarak ayrıldığı ifade edilmektedir [15, 16]. Bu posa genellikle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır [17]. Oysa, salça üretimi sırasında açığa çıkan posa,

domates ve biberin özellikle kabuk ve çekirdek gibi besin öğeleri içeriği açısından önemli kısımlarını içermektedir. Domates ile biberin çekirdek ve kabuklarının biyolojik aktiviteye sahip bileşikler açısından zengin olduğu bazı araştırmalarda [17-22] vurgulanmaktadır. Bu nedenle bileşimce böylesine zengin materyalleri insanların tüketimine sunma alternatiflerini göz önünde bulundurmak gerekir.

Karotenoidlerin antioksidan etki aktiviteleri likopen> α - tokoferol> α -karoten> β -kriptoksantin> zeaksantin= β -karoten> lutein şeklinde sıralanabilir [23]. Baysal ve ark. [24] domatesteki bulunan karotenoidlerin çoğunluğunun domates işletmelerinde atıklarla kaybedildiğini belirtmişlerdir. Likopen domatese karakteristik kırmızı rengini veren başlıca karotenoiddir ve özellikle domates kabuğu zengin bir likopen (539.0-734.0 μ g/g kuru ağırlık) kaynağıdır [17, 19, 25]. Domates kabuğu ve çekirdeği öncelikle β -karoten olmak üzere diğer karotenoidleri ve flavonollar olmak üzere diğer polifenolik bileşikleri de içermektedir [2, 17, 26, 27]. Kırmızı biberde de başta kapsaksantin (175.6 μ g/g yaş ağırlık) ve zeaksantin olmak üzere β -karoten, lutein, β -kriptoksantin, kuersetin ve diğer antioksidanların olduğu bilinmektedir [2, 10, 28].

Tarhana, Türkiye'de yaygın olarak tüketilen geleneksel fermente bir gıdadır. Tarhana kuru bir çorbalıktır ve besleyici özelliklerinden dolayı üzerinde çalışılan bir gıda maddesidir [29]. Geleneksel yollarla üretilen tarhananın kimyasal [30, 31], mikrobiyolojik [32-35], reolojik [36-38] ve besleyici [39, 40] özellikleri çeşitli araştırmacılar tarafından daha önce çalışılmıştır. Ayrıca son yıllarda tarhana üretiminde karışıma mısır unu, arpa unu, pirinç unu, darı unu, soya fasulyesi unu, keçiyoynuzu unu, buğday kepeği, buğday ruşeymi, peyniraltı suyu, soya yoğurdu, balık eti gibi farklı materyaller ikame edilerek, yeni tarhana çeşitleri geliştirmeye yönelik çalışmalar da yapılmıştır [41-49]. Ancak, tarhanaya salça üretim atıklarının ilavesi ile bu uygulamayla tarhanaların fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde meydana gelen değişiklikler üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada tarhana üretiminde salça üretim atıklarının una farklı oranlarda ikame edilmesiyle tarhanaların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada ayrıca salça üretim atıklarının ilavesiyle tarhanaların yağ oranlarının belirgin düzeyde artacağı da göz önünde bulundurularak tarhana içeriğindeki yağların oksidasyon durumlarını tespit etmek ve salça üretim atıklarının kullanılmasıyla ürünlere yağlarının oksidasyon durumlarında değişiklik olup olmadığını ortaya koymak da amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Tarhana üretiminde kullanılan un, yoğurt, soğan, domates, kırmızı biber, ticari kompres yaş ekme

mayası (*Saccharomyces cerevisiae*), kuru nane ve tuz Denizli piyasasındaki yerel marketlerden temin edildi. Üretimde, %12 nem ve kuru madde esasına göre %11 protein ve %0.47 kül içeren buğday unu (Tip 550), inek sütünden elde edilmiş ticari olarak üretilen set tipi tam yağlı yoğurt kullanıldı.

Araştırmada kullanılan domates ve biber salçası atıkları Honaz Salça Fabrikası (Honaz, Denizli) ile Tamek Gıda ve Konsantre San. ve Tic. A.Ş.'den (Salihli, Manisa) temin edildi.

Posa (Atık) Tozlarının Hazırlanması

Domates ve biber posaları salça üretiminin yapıldığı gün işletmelerden alındı ve laboratuvara getirildi. Bu materyaller elektrikli ve fanlı kabinli kurutucuda (Yücebaş Makine, İzmir) 60°C'de kurutuldu. Kurutma sırasında kurutucudaki hava hızı 0.2 m/s'de sabit tutuldu ve kabin içindeki havanın bağıl nemi %19-21 arasında olacak şekilde ayarlandı. Posalar, nem miktarı %10'un altında olacak şekilde kurutulduktan sonra öğütücüde (Topey TKS-16S, İzmir) tanecik boyutu <1000µm'e getirildi.

Tablo 1. Tarhana üretim formülasyonları

Tarhana çeşidi*	Un (g)	Atık katkısı (g)	Yoğurt (g)	Domates püresi (g)	Biber püresi (g)	Soğan püresi (g)	Tuz (g)	Maya (g)	Kuru Nane (g)	Su (mL)
K	1000	-	500	120	120	120	20	20	2	-
DÇ15	850	150								10
DÇ 25	750	250	500	120	120	120	20	20	2	15
DÇ35	650	350								20
DP 15	850	150								-
DP 25	750	250	500	120	120	120	20	20	2	15
DP 35	650	350								30
BÇ 15	850	150								-
BÇ 25	750	250	500	120	120	120	20	20	2	-
BÇ 35	650	350								-
BP 15	850	150								70
BP 25	750	250	500	120	120	120	20	20	2	290
BP 35	650	350								440

*K: Kontrol grubu tarhana, DÇ15: %15 Domates çekirdeği ikame, DÇ25: %25 Domates çekirdeği ikame, DÇ35: %35 Domates çekirdeği ikame, DP15: %15 Domates posası ikame, DP25: %25 Domates posası ikame, DP35: %35 Domates posası ikame, BÇ15: %15 Biber çekirdeği ikame, BÇ25: %25 Biber çekirdeği ikame, BÇ35: %35 Biber çekirdeği ikame, BP15: %15 Biber posası ikame, BP25: % 25 Biber posası ikame, BP35: %35 Biber posası ikame.

Tarhana üretim sürecinin başlangıcında, bileşime ilave edilecek sebzelerden doğranmış soğan, domates ve kırmızı biberler bir arada kaynama başladıktan sonra 10 dakika süre ile pişirildi ve sonrasında püre haline getirildi. Püre haline getirilen malzemeler soğuduktan sonra tarhana üretimine geçildi. Tarhana hamurlarının hazırlanmasında; malzemeler Tablo 1'deki formülasyonda belirtilen miktarlarda tartıldı, karıştırıldı ve 50 rpm'de 5 dakika süre ile yoğurma mikserinde (İnoksan MPM-40, Bursa) yoğuruldu. Yapılan ön denemelerde, hazırlanan tarhana hamurlarının farklı miktarlarda suya ihtiyaç gösterdikleri gözlemlendi için, tarhana hamurlarına Tablo 1'de gösterildiği miktarlarda su ilave edildi. Yoğurulan tarhana hamurları sıcaklığı 30±2°C'ye ayarlanan inkübatörde (Fimak, Fırın Makinaları İml. San. Tic. A.Ş., Konya) asitlik derecesi 15 ve üzeri olana kadar fermentasyona tabi tutuldu.

Çekirdek Tozlarının Hazırlanması

Nemli haldeki domates ve biber posaları uygun hacimli bir kap içinde suyla karıştırıldıktan sonra çekirdekler yoğunluk farkından dolayı kabin dibine çökelirken, posadaki diğer materyallerin suyun yüzeyine çıkması sağlandı. Posadaki çekirdek harici materyaller suyun yüzeyinden uzaklaştırıldıktan sonra, çekirdekler kabin dip kısmından alınarak kabinli kurutucuda kurutuldu. Kurutmadan sonra çekirdeklerin arasında kalan yabancı materyaller ayıklandı ve çekirdekler <400µm tanecik boyutuna öğütüldü.

Tarhanaların Hazırlanması

Kontrol grubunun haricinde, 4 farklı salça üretim atığının (domates çekirdeği, domates posası, biber çekirdeği ve biber posası tozu) her birinden buğday ununun yerine 3 farklı oranda (%15, 25 ve 35) ikame edilerek toplam 13 farklı formülasyonda tarhana üretim gerçekleştirildi. Her bir formülasyondan 2 tekerrürlü üretim yapıldı [50] (Tablo 1).

Fermentasyonu tamamlanan tarhana hamurları 40°C'deki döner ekmek fırınında (Enko, Enkomak Makina Sanayi Ltd. Şti., Konya), nem oranı %10'un altına azalınca kadar kurutuldu. Tarhana örnekleri kurutma işleminden sonra <400 µm tanecik boyutuna öğütüldü.

Tarhanalar, zamana bağlı bazı değişimleri analizlerle tespit edebilmek için geleneksel muhafaza yöntemine uygun olarak bez torbalara dolduruldu ve oda koşullarında karanlıkta muhafaza edildi. Tarhanalardaki asitlik derecesi, pH, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, peroksit sayısı ve p-anisidin değeri analizleri başlangıçta, depolamanın 6. ayında ve depolamanın 12. ayında olmak üzere 3'er kez gerçekleştirildi.

Tarhanalarda Yapılan Analizler

Asitlik Derecesi Tayini

Tarhana hamurları ve kuru tarhanaların asitlik derecesi değerleri Türk Standartları Enstitüsü Tarhana Standardı TS 2282'ye [51] göre belirlendi.

pH Tayini

Tarhana hamurlarında pH ölçümü, dijital pH metrenin (Hanna Instruments HI 8314) probu doğrudan tarhana hamurlarına daldırılarak gerçekleştirildi. Kuru tarhanalardaki pH ölçümünde ise, 5 g örnek 100 mL saf su ile homojenizatörle 3 dakika karıştırılıp kaba filtre kağıdından süzüldü, sonra pH değerleri, probun bu süzüntü içine daldırılmasıyla okundu [52].

Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri için öncelikle tarhana numunelerinden ekstraktlar hazırlandı: Öğütülen kuru tarhana örnekleri 1:10 (w/v) oranında su:metanol (30:70, v/v) karışımıyla karıştırıldı ve elde edilen karışım, ultrasonik su banyosunda (Elma E 60 H) 10 dakika, mekanik çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D) 15 dakika süreyle oda koşullarında karıştırıldıktan sonra, 4°C'de 26,000g değerinde 20 dakika santrifüj işlemine tabi tutuldu (Hettich, Universal 30 RF). Üstteki berrak supernatant cam pastör pipetleriyle koyu renkli şişelere toplandı. Ekstraksiyon prosedürüne göre santrifüj tüplerinin dibinde kalan çökeltiye ekstraksiyon işlemi aynı şekilde bir kez daha tekrarlandı. Toplanan supernatantlar analize kadar -24°C'de muhafaza edildi.

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu (FC) metoduna [53] göre tespit edildi. Kalibrasyon eğrisi 5-100 mg/L konsantrasyon aralığındaki gallik asit çözeltileri kullanılarak oluşturuldu.

Örneklerin analizinde 1 mL örnek ekstraktı 5 mL 1:10'luk (v/v) FC çözeltilisi ve 4 mL 75 g/L'lik Na₂CO₃ ile karıştırıldı. Karışımlar oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra 760 nm'de absorbanans değerleri spektrofotometrede okundu. Absorbanans değerleri kalibrasyon eğrisinin dışında kalan örneklere seyreltme işlemi uygulandı. Sonuçlar için, her 1 g kuru örnekteki toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplandı.

Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metodu [54] kullanılarak gerçekleştirildi. Kalibrasyon eğrisi 10-50 µM aralığındaki Trolox çözeltileri kullanılarak oluşturuldu.

Stok çözeltilisi 24 mg DPPH'in 100 mL'ye metanolle tamamlanmasıyla hazırlandı ve çözelti kullanılabildiği kadar -20°C'de muhafaza edildi. Çalışma çözeltilisi, 10 mL stok çözeltinin 45 mL metanol ile karıştırılmasıyla elde edildi. Bu çözeltinin spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda

absorbanans değerinin 1.1±0.02 olması sağlandı. Analizde; 150 µL tarhana ekstraktı 2850 µL DPPH çözeltilisi ile karıştırıldı ve oda sıcaklığında karanlıkta 24 saat bekletildikten sonra 515 nm dalga boyunda absorbanansları ölçüldü. Sonuçlar kuru madde esasına göre µmol Trolox eşdeğeri (TE)/g örnek olarak hesaplandı.

Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit sayısı (PS) tayini, Chaijan ve ark.'nın [55] tarif ettiği şekilde gerçekleştirildi. Burada öncelikle tarhana örneklerindeki yağ, petrol eteri ile (50°C) Soxhlet ekstraksiyon cihazında ekstrakte edildi. Erlenmayer içine tartılan yaklaşık 1 g yağın üzerine 25 mL asetik asit-kloroform (3:2, v/v) karışımı ilave edilip karıştırılarak örneğin çözünmesi sağlandı. Karışımın üzerine doymuş KI çözeltilisinden 1 mL ilave edilerek karışım 5 dakika karanlıkta bekletildi. Bu sürenin sonrasında örneğin bulunduğu kaba 75 mL saf su ilave edilip iyice çalkalandı ve üzerine 0.5 mL nişasta çözeltilisi (%1, w/v) ilave edilerek 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltilisiyle titre edildi. Sonuç aşağıdaki şekilde hesaplandı.

$$PS = (V \times N) / M \times 1000$$

M: Örnek miktarı

V: Sodyum tiyosülfat çözeltilisi sarfiyatı (mL)

N: Sodyum tiyosülfat çözeltilisi normalitesi

p-Anisidin Değeri Tayini

p-Anisidin değeri (p-AV) analizi IUPAC [56] ve AOCS [57]'a göre gerçekleştirildi. Tarhana örneklerinden Soxhlet ekstraksiyon cihazında petrol eteri ile ekstrakte edilen yağdan, 25 mL'lik balon jöjeye yaklaşık 1 g tartıldıktan sonra balon jöje n-hekzan ile tamamlanarak yağ çözüldü. Çözeltinin absorbanansı (A1), n-hekzanı kör olarak kullanarak, spektrofotometrede (PG Instruments Ltd., T80 UV/VIS Spectrometer) 350 nm dalga boyunda ölçüldü. Yağ çözeltilisinden bir test tüpüne 5 mL alınarak üzerine asetik asit içinde hazırlanan % 0.5 (w/v)'lik p-anisidin çözeltilisinden 1 mL ilave edildi. 10 dakika bekletme süresinden sonra, 5 mL n-hekzan ve 1 mL p-anisidin karışımı kör olarak kullanılarak, 350 nm dalga boyunda bu çözeltinin absorbanansı (A2) okundu. Belirlenen değerler kullanılarak örnekteki yağın p-anisidin değerleri hesaplandı:

$$p-AV = 25 \times (1.2 \times A2 - A1) / M$$

M: Örnek miktarı

A1: p-Anisidin ilave edilmeden önce 350 nm'deki absorbanans

A2: p-Anisidin ilave edildikten sonra 350 nm'deki absorbanans

İstatistiksel Analizler

Salça üretim atıklarının tarhana örneklerinde oluşturduğu etkilerin belirlenebilmesi amacıyla bulgular, "Minitab 13 Statistical Software" programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutuldu. Uygulama gruplarına ait veri ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey testi ile karşılaştırıldı ve karşılaştırma

gruplarına ait veriler $\alpha=0.05$ güven aralığına göre test edildi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Asitlik Derecesi

Araştırmada tarhana hamurlarının hazırlandığı gün ve fermentasyon periyodu boyunca periyodik olarak her gün tarhana hamurlarında asitlik derecesi tayini yapıldı. Asitlik derecesi 15'e ulaşan tarhana hamurları kurutma işlemine alındı. Fermentasyonun sonlandırılması için esas alınan 15 asitlik derecesi değerini ilk aşan uygulama grubu fermentasyonun 3. gününde %35 domates çekirdeği ilave edilen tarhana grubu oldu. Hedeflenen asitlik değeri; %25 domates çekirdeği, %35 domates posası, %25 ve %35 biber çekirdeği ilave edilen tarhana hamurlarında 4. günde, %25 domates posası ilave edilen grupta 5. günde, %15 domates çekirdeği ve %15 domates posası ilave edilen gruplarda 6. günde, %15 biber çekirdeği ilave edilen tarhana hamurlarında ise 7. günde aşıldı.

Duyusal özelliklerindeki bazı olumsuzluklar ve diğer kimyasal özellikleri dikkate alınarak, 15 asitlik derecesi

değerine ulaşmadan, biber posası ilaveli tarhanaların fermentasyonları 8. günde, kontrol grubu tarhananın fermentasyonu da 9. günde sonlandırıldı. Ancak kurutmadan sonra gerçekleştirilen asitlik derecesi tayinlerinde %35 biber posası ilave edilen tarhananın haricindeki tüm tarhanaların asitlik derecesi değerlerinin 15'in üzerinde olduğu tespit edildi. Hiçbir örneğin asitlik derecesi değerinde 6 ve 12 aylık depolama sürelerinin sonunda, başlangıçtaki değer dikkate alındığında, istatistiksel açıdan anlamlı bir değişimin olmadığı ($p>0.05$) gözlemlendi.

pH

Araştırmada tarhana örneklerinin pH değerleri arasında bazı farklılıkların olduğu belirlendi. Kontrol grubu, domates çekirdeği ilave edilen ve biber çekirdeği ilave edilen ile %15 ve %25 biber posası ilave edilen tarhanalar istatistiksel açıdan diğer tarhanalardan farklı ($p<0.05$) olmakla birlikte, aynı zamanda daha düşük pH değerlerine sahipti. Fermentasyonunda yeterince asitlik oluşumu gerçekleşmeyen %35 biber posası ilaveli tarhana, diğerlerinden farklı ($p<0.05$) ve en yüksek pH değerine (5.04-5.08) sahip uygulama grubu oldu (Tablo 2).

Tablo 2. Tarhanaların öğütmeden sonra, 6 ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra ölçülen pH değerleri*

Tarhana Çeşidi	0. Ay	6. Ay	12. Ay
K	4.15 ± 0.02 Ac	4.17 ± 0.02 Abc	4.22 ± 0.02 Abc
DÇ 15	4.26 ± 0.02 Abc	4.26 ± 0.01 Abc	4.31 ± 0.01 Abc
DÇ 25	4.37 ± 0.06 Abc	4.40 ± 0.10 Abc	4.38 ± 0.06 Abc
DÇ 35	4.37 ± 0.00 Abc	4.46 ± 0.07 Aabc	4.47 ± 0.09 Abc
DP 15	4.59 ± 0.13 Aab	4.51 ± 0.20 Aabc	4.52 ± 0.18 Aabc
DP 25	4.77 ± 0.04 Aab	4.71 ± 0.15 Aab	4.66 ± 0.08 Aab
DP 35	4.73 ± 0.13 Aab	4.64 ± 0.11 Aabc	4.60 ± 0.13 Aab
BÇ 15	4.02 ± 0.11 Ac	4.02 ± 0.04 Ac	4.01 ± 0.04 Ac
BÇ 25	4.04 ± 0.04 Ac	4.03 ± 0.01 Ac	4.03 ± 0.01 Ac
BÇ 35	3.97 ± 0.06 Ac	4.02 ± 0.01 Ac	4.03 ± 0.02 Ac
BP 15	4.23 ± 0.04 Abc	4.21 ± 0.09 Abc	4.22 ± 0.06 Abc
BP 25	4.31 ± 0.01 Abc	4.29 ± 0.07 Abc	4.27 ± 0.03 Abc
BP 35	5.04 ± 0.43 Aa	5.08 ± 0.47 Aa	5.04 ± 0.42 Aa

*: Her bir değer, iki tekrarlı ve iki paralelli sonuçların ortalaması ± standart sapma şeklindedir. Aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C) ve aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

6 ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra tarhanaların pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişimin olmadığı ($p>0.05$) tespit edildi (Tablo 2).

Salça Üretim Atıklarının Toplam Fenolik Madde İçerikleri ile Antioksidan Aktivite Değerleri

Buğday unu yerine ikame edilen salça üretim atıklarının toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3'te verildi. Tabloya göre domates posasının fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerinin, diğer salça üretim atıklarından önemli derecede ($p<0.05$) yüksek olduğu görülmektedir.

Değişik kaynaklarda [2, 58, 59] domates posasının başlıca kısmını oluşturan domates kabuk ve çekirdeklerinin öncelikle kuersetin, rutin, kamferol ve klorojenik asit olmak üzere polifenolik bileşikleri belirgin miktarda içerdikleri belirtilmektedir. Ayrıca domates posasının önemli bir kısmını domates kabuğu oluşturmaktadır ve domates kabuğunun zengin bir likopen kaynağı olduğu bildirilmektedir [17, 19, 25]. Likopenin antioksidan aktivitesi yüksek bir karotenoid [23, 60] olduğu da göz önünde bulundurulduğunda, domates posasının diğer salça üretim atıklarından daha yüksek antioksidan aktivite göstermesi literatür bilgilere göre olağan bir durumdur.

Tablo 3. Salça üretim atıklarının toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE/ 100g) ve antioksidan aktivite değerleri ($\mu\text{mol TE}/ 100\text{g}$)*

Hammadde	Toplam Fenolik Madde	Antioksidan Aktivite
Domates çekirdeği	194 \pm 3.54 b	52 \pm 0.71 b
Domates posası	357 \pm 9.19 a	92 \pm 4.24 a
Biber çekirdeği	186 \pm 2.12 b	50 \pm 2.83 b
Biber posası	167 \pm 6.36 b	48 \pm 3.13 b

*Her bir değer, iki tekrarlı ve iki paralelli sonuçların ortalaması \pm standart sapma şeklindedir. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Tarhanaların Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Tarhanalarda; öğütme işleminden hemen sonra, 6 ay oda koşullarında depolamadan sonra ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra tespit edilen toplam fenolik madde içerikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Araştırmada, 6 ve 12 aylık depolama sürelerinin sonunda tarhana örneklerinin toplam fenolik madde

miktarlarında ilerleyen zamanla birlikte azalmanın olduğu ancak, bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) bulundu. Gıdaların fenolik madde içeriklerinde depolama koşullarına bağlı olarak değişen oranlarda azalmaların olabildiği diğer bazı çalışmalarda da [61-64] bildirilmektedir. Zafrilla ve ark. [62]'nin çalışmasında fenolik maddelerin bazılarında azalmanın, kararsız olmalarıyla ve hidrolize uğramalarıyla ilişkili olduğundan bahsedilmiştir.

Tablo 4. Tarhanaların öğütmeden sonra, 6 ay oda koşullarında depolamadan sonra ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra belirlenen toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE/ 100 g)*

Tarhana Çeşidi	0. Ay	6. Ay	12. Ay
K	200.4 \pm 14.1 Ad	193.3 \pm 18.4 Ae	186.1 \pm 15.7 Ae
DÇ15	310.5 \pm 14.2 Ab	298.6 \pm 25.5 Ac	288.0 \pm 25.5 Ac
DÇ 25	326.0 \pm 22.6 Ab	317.1 \pm 9.9 Ac	308.2 \pm 14.0 Ac
DÇ35	371.3 \pm 15.6 Ab	362.2 \pm 24.0 Ac	354.4 \pm 19.8 Ac
DP 15	666.1 \pm 36.8 Aa	629.3 \pm 26.9 Ab	589.1 \pm 26.9 Ab
DP 25	739.8 \pm 41.0 Aa	722.8 \pm 31.1 Aa	697.2 \pm 38.2 Aa
DP 35	746.1 \pm 22.6 Aa	710.0 \pm 28.3 Aab	643.5 \pm 28.3 Aab
BÇ 15	293.3 \pm 18.4 Abc	281.2 \pm 15.6 Acd	278.0 \pm 11.3 Acd
BÇ 25	315.5 \pm 21.2 Ab	309.1 \pm 14.2 Ac	297.1 \pm 24.0 Ac
BÇ 35	340.2 \pm 21.4 Ab	326.4 \pm 22.6 Ac	306.3 \pm 15.6 Ac
BP 15	206.0 \pm 22.6 Acd	200.2 \pm 21.2 Ade	199.2 \pm 14.1 Ade
BP 25	214.2 \pm 19.8 Acd	208.1 \pm 15.6 Ade	196.7 \pm 17.0 Ade
BP 35	217.0 \pm 9.9 Acd	209.3 \pm 14.1 Ade	195.9 \pm 8.5 Ade

*: Aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C) ve aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çalışmada domates posası ilave edilen tarhanaların toplam fenolik madde miktarlarının diğer tarhanalardan anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek olduğu belirlendi. Hammaddelerde yapılan analizlerde de, son üründe bulunan sonuçlarla ilişkili olarak domates posasının toplam fenolik madde miktarının diğer salça üretim atıklarından önemli ($p<0.05$) derecede yüksek olduğu tespit edilmişti (Tablo 3). Nitekim domates posasının başlıca kısmını oluşturan domates kabuk ve çekirdeklerinin öncelikle kuersetin, rutin, kamferol ve klorojenik asit olmak üzere polifenolik bileşikler belirgin miktarda içerdikleri kaynaklarda [2, 58, 59] ifade edilmektedir.

Sonuçlarda kontrol grubu tarhana ile biber posası ilave edilen tarhanaların toplam fenolik madde miktarlarının birbirleriyle benzer olduğu ($p>0.05$) görülmektedir (Tablo 4). Kontrol grubu tarhana da formülasyonunda domates, biber ve soğan püreleri ile nane gibi fenolik maddelerce zengin [2, 3, 65-70] hammaddeler içermektedir. Dolayısıyla kuersetin, luteolin ve apigenin gibi fenolik maddeleri içeren biber posasından [2, 68] tarhanalarda

buğday ununa ikame etmek, ikame edilen biber posası oranlarıyla da bağlantılı olarak fenolik madde içeriğini anlamlı olmasa da ($p>0.05$) arttırmış olabilir.

Tablo 4'te aynı zamanda kontrol grubu tarhana ile biber posası ilave edilen tarhanaların toplam fenolik madde içeriklerinin diğer tüm örneklerden düşük ($p<0.05$) olduğu da görülmektedir. Bu sonuçların; kontrol grubu tarhananın, una ikame edilen, fenolik bileşenlerce undan daha zengin olan salça üretim atıklarını içermemesi ve yukarıda da ifade edildiği gibi, biber posasının toplam fenolik madde içeriğinin diğer salça üretim atıklarından daha düşük (Tablo 3) olmasıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

Araştırmada ayrıca domates çekirdeği ve biber çekirdeği ilave edilen tarhanaların toplam fenolik madde içeriği açısından benzer ($p>0.05$) oldukları gözlemlendi.

Fenolik bileşikler antioksidan aktivite gösteren doğal bileşiklerdendir ve kaynaklarda doğal antioksidanlarca zengin beslenmenin, serbest radikallerden kaynaklanan

kanser, kalp-damar rahatsızlıkları, katarakt, nörolojik rahatsızlıklar, deri rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların riskini azalttığı ifade edilmektedir [1-3, 8-10]. Bu durumda fenolik madde içeriği diğerlerinden yüksek olan domates posası, domates çekirdeği ve biber çekirdeği ilaveli tarhanalardan tüketmenin sağlık açısından ekstra faydalar sağlayabileceği söylenebilir.

Tarhanaların Antioksidan Aktivite Değerleri

Tarhanaların öğütmeden sonra, 6 ay oda koşullarında depolamadan sonra ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra ölçülen antioksidan aktivite değerleri Tablo 5'te verildi. Muhafaza işleminin başlangıcında 10.8 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ (kontrol)- 87.1 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ (DP35) arasında değişen antioksidan aktivite değerleri, yine aynı örneklerde olmak üzere muhafazanın 6. ayında 9.1- 79.2 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ arasında ve muhafazanın 12. ayında ise 7.6- 68.3 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ arasında değişim gösterdi. Sonuçlarda domates posası ilave edilen tarhanaların, analizlerin gerçekleştirildiği tüm süreçlerde, diğer örneklerden anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek antioksidan aktivite değerine sahip oldukları belirlendi.

Domates posasının önemli bir kısmını oluşturan domates kabuğu zengin bir likopen kaynağıdır [17, 19, 25] ve likopen yaygın karotenoidlerin içinde en yüksek

antioksidan aktiviteye sahip olanıdır [23]. Domates kabuğu ve çekirdeği, antioksidan bileşen olarak likopenin yanında öncelikle β -karoten olmak üzere diğer karotenoidleri, flavonollar olmak üzere diğer polifenolik bileşikler ve C vitaminini de içermektedir [2, 17, 27, 72]. Domates posası ilave edilen tarhanaların antioksidan aktivite değerlerinin diğerlerinden yüksek çıkmasının, posada buldukları ifade edilen bu bileşenlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Diğerlerine göre daha düşük antioksidan aktivite değerine sahip olan tarhanalar muhafaza başlangıcında kontrol grubu, BP15 ve BP25 iken, 6. ve 12. aylarda kontrol grubu ve BP15'tir. Kırmızı biberde başta kapsaksantin ve β -kriptoksantin olmak üzere β -karoten, lutein, zeaksantin, kuersetin ve diğer antioksidanların olduğu bilinmektedir [2, 10, 28]. Tablo 5'te BP15 ve BP25 kodlu tarhanaların antioksidan aktivite değerlerinin, kontrol grubu tarhanadan biraz daha yüksek olduğu da görülmektedir. Ancak biber posasının antioksidan aktivite değerinin diğer salça üretim atıklarından daha düşük olduğu (Tablo 3) göz önünde bulundurulduğunda, una %15 veya %25 biber posası ikame etmenin tarhananın antioksidan aktivite değerinde önemli bir artışa neden olmak için yetersiz kalmış olduğu söylenebilir.

Tablo 5. Tarhanaların öğütmeden sonra, 6 ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra belirlenen antioksidan aktivite değerleri ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)*

Tarhana Çeşidi	0. Ay	6. Ay	12. Ay
K	10.8 \pm 0.3 Ai	9.1 \pm 0.2 Bf	7.6 \pm 0.2 Ce
DÇ15	20.7 \pm 0.5 Afgh	16.1 \pm 0.4 Bde	16.0 \pm 0.3 Bcd
DÇ25	28.0 \pm 0.5 Ade	17.2 \pm 0.3 Bde	17.0 \pm 0.4 Bcd
DÇ35	32.4 \pm 0.6 Ad	21.1 \pm 0.6 Bd	20.1 \pm 0.6 Bc
DP15	50.8 \pm 1.4 Ac	47.2 \pm 1.6 Ac	46.4 \pm 1.4 Ab
DP25	68.9 \pm 2.8 Ab	66.6 \pm 3.7 Ab	64.0 \pm 2.8 Aa
DP35	87.1 \pm 4.2 Aa	79.2 \pm 2.8 ABa	68.3 \pm 3.5 Ba
BÇ15	22.3 \pm 1.8 Aefg	16.9 \pm 1.4 ABde	15.7 \pm 0.9 Bcd
BÇ25	22.7 \pm 1.7 Aefg	18.0 \pm 1.5 ABde	16.5 \pm 0.7 Bcd
BÇ35	26.6 \pm 1.6 Adef	21.1 \pm 1.5 Ad	19.5 \pm 2.1 Ac
BP15	14.7 \pm 1.0 Ahi	14.2 \pm 1.0 Aef	12.7 \pm 1.0 Ade
BP25	16.9 \pm 1.2 Aghi	16.1 \pm 0.8 Ade	16.00 \pm 0.7 Acd
BP35	26.3 \pm 1.8 Adef	20.1 \pm 1.6 ABd	18.0 \pm 1.4 Bcd

*: Aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C) ve aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Örneklerin antioksidan aktivitelerinin depolama süreçlerindeki sonuçları karşılaştırıldığında örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin ilerleyen zamanla bir miktar azalma gösterdiği görülmektedir (Tablo 5). Bazı örneklerin antioksidan aktivite (DP15, DP25, BÇ35, BP15, BP25) değerlerindeki azalmalar önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, diğerleri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Antioksidan aktivite değerindeki azalmanın önemli bulunduğu örneklerdeki değişimin, Zafrilla ve ark.'nın [62] belirttiği gibi, antioksidan aktivite gösteren bazı bileşenlerin hidroliziyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Gıdaların işleme ve depolama koşullarının, içerdikleri fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri üzerine etkisi diğer bazı çalışmalarda da [62, 64, 72-74] ele alınmış ve

fenolik madde ile antioksidan aktivite değerlerinde değişimlerin olduğu bulunmuştur. Depolama sırasında meydana gelen değişimler genellikle fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin değişen oranlarda azalması yönündedir. Kaynaklarda [64, 72, 74], depolama sırasında sıcaklık kontrolü, oksijen seviyesinin minimize edilmesi ve ışıktan korunma gibi işlemler ile antioksidanların maksimum düzeyde korunabileceği ifade edilmektedir. Dolayısıyla bu işlemler, üretimi gerçekleştirilen tarhana örnekleri için de uygulanabilir.

Tarhanaların Peroksit Sayıları

Tarhanalara ait peroksit sayısı değerleri Tablo 6'da verildi. Buna göre; tarhana çeşitleri ve depolama süreleri

açısından tarhanaların peroksit sayılarında önemli ($p<0.05$) farklılıkların olduğu görülmektedir.

Tarhanaların oda koşullarında depolanmalarının başlangıcında, kontrol grubunun diğer tarhanalardan anlamlı derecede ($p<0.05$) farklı ve en yüksek peroksit sayısı değerine, BÇ15'in de yine diğerlerinden farklı

($p<0.05$) ve yüksek peroksit sayısı değerine sahip oldukları bulundu. Depolamanın başlangıcında en düşük peroksit sayısına sahip olan tarhanalar, birbirleriyle istatistiksel açıdan da benzerlik gösteren, domates çekirdeği ve domates posası ilave edilmiş tarhanaların tümü ile %25 ve %35 biber çekirdeği ve biber posası ilave edilmiş olanlardır.

Tablo 6. Tarhanaların öğütmeden sonra, 6 ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra hesaplanan peroksit sayısı değerleri (meq O_2 /kg yağ)*

Tarhana Çeşidi	0. Ay	6. Ay	12. Ay
K	268.14 ± 19.33 Ba	261.42 ± 14.01 Ba	487.45 ± 19.88 Aa
DÇ15	5.38 ± 2.22 Bd	8.72 ± 1.61 Bc	204.67 ± 17.85 Acd
DÇ25	3.91 ± 0.67 Bd	5.80 ± 3.74 Bc	127.88 ± 26.49 Ad
DÇ35	4.08 ± 0.61 Bd	3.21 ± 0.32 Bc	155.26 ± 33.61 Ad
DP15	4.92 ± 1.89 Bd	6.58 ± 3.67 Bc	210.37 ± 20.31 Acd
DP25	13.13 ± 8.93 Bcd	8.28 ± 0.40 Bc	164.43 ± 20.11 Ad
DP35	3.27 ± 2.60 Bd	5.87 ± 4.05 Bc	170.65 ± 11.33 Ad
BÇ15	117.68 ± 5.23 Ab	211.95 ± 59.76 Aab	280.69 ± 36.39 Abc
BÇ25	20.76 ± 10.45 Bcd	123.92 ± 28.02 Ab	151.06 ± 17.20 Ad
BÇ35	13.90 ± 1.88 Bcd	126.54 ± 19.24 Ab	146.06 ± 32.73 Ad
BP15	42.33 ± 2.78 Bc	203.48 ± 30.99 Aab	276.03 ± 16.05 Abc
BP25	28.99 ± 5.41 Ccd	205.90 ± 23.91 Bab	313.88 ± 28.46 Ab
BP35	26.20 ± 10.44 Bcd	134.56 ± 23.56 Ab	169.30 ± 15.51 Ad

*: Aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C) ve aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Altı ay oda koşullarında depolanan tarhanalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında; K, BÇ15, BP15 ve BP25'in birbirleriyle benzer ($p>0.05$) ve diğer tarhanalardan anlamlı ($p<0.05$) derecede yüksek peroksit sayısı değerine sahip oldukları görülmektedir. Domates çekirdeği ve domates posası ilave edilen tüm tarhanalar, diğer tarhanalardan önemli derecede düşük peroksit sayısı değerine sahiptirler. Bu tarhanaların başlangıçtaki peroksit sayısı değerleri ile 6 ay oda koşullarında depolamadan sonraki peroksit sayısı değerleri istatistiksel olarak benzerdir ($p>0.05$). Biber posası ilave edilmiş tarhanalar ile %25 ve %35 biber çekirdeği ilave edilmiş tarhanaların 6 ay depolamadan sonraki peroksit sayıları başlangıçtakinden belirgin olarak ($p<0.05$) daha yüksektir.

Muhafazanın sonunda tespit edilen peroksit sayılarına bakıldığında 6. aydan 12. aya kadar geçen süreçte, tarhanaların peroksit sayılarının genel olarak arttığı görülmektedir. Bu süreçte kontrol grubu tarhana, domates çekirdeği ve domates posası ilave edilmiş olan tarhanalar ile %25 biber posası ilave edilmiş olan tarhananın peroksit sayısı değerlerinde meydana gelen artışlar istatistiksel açıdan da önemlidir ($p<0.05$). Muhafaza süresinin sonunda kontrol grubu tarhananın diğer tarhanalardan daha yüksek ($p<0.05$) peroksit sayısına sahip olduğu görülmektedir. Domates çekirdeği ile domates posası ilave edilen tarhanalar, BÇ25, BÇ35 ve BP35 de diğerlerinden anlamlı derecede farklı ($p<0.05$) olmakla birlikte daha düşük peroksit sayısı değerlerine sahiptirler (Tablo 6).

Daha önce yapılan çalışma verilerine göre, lipidlerin otooksidasyonundaki tepkime hızı; kısmi oksijen basıncı, lipidin oksijenle temas ettiği yüzey genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, sıcaklık, pH ve süre gibi üretim parametreleri, yine

sıcaklık, ışık ve nem gibi depolama koşulları, mikroorganizmaların varlığı, demir ve bakır gibi metal iyonları ve içerdiği antioksidanların etkinlik ve miktarına bağlı olarak, değişiklik göstermektedir [75-77].

Yapılan bu çalışmada, fermentasyon ve depolama sıcaklığı ile depolamadaki nem oranı tüm ürünler için aynıdır. Ancak otooksidasyon üzerinde etkili olan diğer faktörler açısından bazı farklılıklar vardır ve tarhanaların peroksit sayılarındaki farklılıklarda bunların etkili olabileceği düşünülmektedir. Zira araştırma sonuçlarında kontrol grubu tarhananın peroksit sayısının her aşamada yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bunun, otooksidasyon üzerinde etkili olan birkaç faktörle ilişkili olabileceği söylenebilir. Öncelikle kontrol grubu tarhananın toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değeri diğer tarhanalardan düşüktür (Tablo 4 ve 5). Dolayısıyla bu durum otooksidasyon hızının yüksek olmasında etkili olabilir. Peroksit sayısının yüksek çıkmasında etkili olan bir diğer faktör de kontrol grubu tarhananın diğerlerinden daha uzun fermentasyon sürecine maruz kalması olabilir. Nitekim Visessanguan ve ark. [77], fermente bir sos olan Nham adlı üründe 84 saatlik fermentasyon periyodunda peroksit sayısının sürekli bir artış göstererek 16-17 meq O_2 /kg yağ'dan 26-27 meq O_2 /kg yağ'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Thiravattanamontri ve ark. [78] Nham'dan izole edilen laktik asit bakterilerinin çoğunun ve diğer aerobik bakterilerin hidrojen peroksit oluşturduğunu belirlemişlerdir. Tarhana başta laktik asit bakterileri ve ekme mayası olmak üzere birçok mikroorganizmayı içeren fermente bir üründür. Bu nedenle tarhananın formülasyonunda kullanılan hammaddelerin özellikleri, fermentasyon süresi ve hamur pH'sı gibi değişik faktörlere bağlı olarak, fermentasyon sırasında da peroksit sayılarında değişen oranlarda artışların gerçekleşmiş olması muhtemeldir. Zira %15 biber

çekirdeği ilave edilen tarhananın peroksit sayısı, depolama başlangıcında diğer biber çekirdeği ilave edilen örneklerden daha yüksektir ve bu sonuç, durumun belirtilen tarhananın fermentasyon süresinin diğerlerinden daha uzun olmasıyla ilişkili olabileceği yargısını güçlendirmektedir.

Tablo 6 incelendiğinde muhafazanın başlangıcında %25 ve %35 biber çekirdeği ile biber posası ilave edilen tarhanalarla istatistiksel olarak benzerlik gösterecekler de, domates çekirdeği ve domates posası ilave edilen tarhanaların diğerlerine göre nispeten daha düşük peroksit sayısına sahip oldukları görülmektedir. 6 Ay depolamadan sonra da domates çekirdeği ve domates posası ilave edilen tarhanaların peroksit sayıları daha önce de bahsedildiği gibi diğer tüm tarhanalardan önemli derecede ($p < 0.05$) düşüktür. Domates posası ilave edilen tarhanaların peroksit sayılarının düşük çıkmasının, bu tarhanaların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin diğerlerinden önemli derecede yüksek olmasıyla (Tablo 4 ve Tablo 5) ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte domates çekirdeği ve biber çekirdeğinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri benzerlik gösterecekler de peroksit sayılarının 6 ay depolanmış örneklerde tamamen, başlangıçtaki ve 12 ay depolanmış örneklerde de kısmen farklılıklar göstermesinin, biber çekirdeğinin çoklu doymamış yağ asitleri oranının daha yüksek olmasıyla [50] ve pH değerlerindeki farklılıklarla (Tablo 2) ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim yağ asitlerinde çift bağ sayısı ne kadar fazla ise, oksidasyon da o kadar hızlı gelişir [79]. Nepote ve ark. [80]'nın çalışmasında da, 112 günlük depolama süresinde, oleik asit oranı 458 g/kg yağ ve linoleik asit oranı 333 g/kg yağ olan kavrulmuş Tegua yerfıstığının peroksit sayısının, oleik asit oranı 790 g/kg yağ ve linoleik asit oranı 46 g/kg yağ olan kavrulmuş Granoleico yerfıstığından çok daha hızlı arttığı tespit edilmiştir. Araştırmada 23°C'de depolanmış Granoleico yerfıstığının peroksit sayısı 112 günde 0.5 meq O₂/kg yağdan 4.1 meq O₂/kg yağa yükselirken Tegua yerfıstığının peroksit sayısı 2.4 meqO₂/kg yağdan 55.5 meq O₂/kg yağa yükselmiştir. Bu verilerden de çoklu doymamış yağ asidi oranı daha yüksek olan Tegua yerfıstığında,

oksidasyonun daha hızlı gerçekleştiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Chaijan ve ark. [55] buz içindeki sardalye balıklarının 4°C'de 15 gün muhafaza ederek, depolama sırasında balık yağında gerçekleşen değişimleri araştırmışlardır. Araştırmada, depolamanın ilk 6 gününde peroksit sayısının 40 meqO₂/kg yağı aştığı, 6-9. günler arasında önemli bir değişimin olmadığı, 9-12. günler arasında da önemli derecede düşüş göstererek yaklaşık 30 meqO₂/kg yağa düştüğü tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu düşüşü hidroperoksitlerin birkaç basamakla aldehytlere de içeren ürünlere yıkılmasından dolayı açıklamışlardır. Araştırmacılar ayrıca bu hızlı oksidasyonun başlıca balıklardaki yüksek doymamış yağ asitleri oranına bağlı olduğunu da vurgulamışlardır. Bu durum doymamış yağ asidi içeriği yüksek olan salça üretim atıklarının kullanıldığı tarhanalarda oksidasyonun daha hızlı gerçekleştiği fikrini de desteklemektedir.

Tarhanaların *p*-Anisidin Değerleri

Tarhana örneklerinin oda koşullarında muhafazası sırasında, yağların oksidasyonunu belirlemede kullanılan ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu ortaya koyan parametrelerden biri olan *p*-anisidin değerindeki değişim Tablo 7'de verildi. Depolama başlangıcındaki *p*-anisidin değerleri incelendiğinde, BP15'in diğerlerinden daha yüksek (39.84) değere sahip olduğu ($p < 0.05$) görüldü. Ancak BP15 kodlu uygulamanın dışındakiler dikkate alındığında, BP25, BP35, DP15 ve DP25 kodlu örneklerin benzer ($p > 0.05$) ve diğerlerinden daha yüksek *p*-anisidin değerine sahip olduğu ($p < 0.05$) gözlemlendi.

Altı ay depolamadan sonra kontrol grubu tarhana, domates ve biber posası ilave edilenler ile BÇ15'in diğerlerinden yüksek ($p < 0.05$) *p*-anisidin değerlerine sahip oldukları bulundu. On iki ay depolamadan sonra elde edilen sonuçlarda da BÇ15, BP15 ile BP25'in daha yüksek ($p < 0.05$), domates çekirdeği ve domates posası ilave edilenler ile BÇ25 ve BÇ35'in de daha düşük ($p < 0.05$) *p*-anisidin değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 7. Tarhanaların öğütmeden sonra, 6 ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra belirlenen *p*-anisidin sayısı değerleri*

Tarhana Çeşidi	0. Ay	6. Ay	12. Ay
K	7.19 ± 1.75 Ac	19.50 ± 2.83 Aa	22.22 ± 5.04 Ab
DÇ15	4.28 ± 2.76 Ac	2.82 ± 1.87 Ab	4.13 ± 1.15 Ac
DÇ 25	3.16 ± 2.55 Ac	2.20 ± 0.48 Ab	2.10 ± 0.06 Ac
DÇ35	3.50 ± 1.97 Ac	0.86 ± 0.69 Ab	1.95 ± 0.13 Ac
DP 15	10.32 ± 1.32 Abc	13.29 ± 5.03 Aa	8.14 ± 3.86 Ac
DP 25	9.22 ± 7.31 Abc	13.64 ± 3.10 Aa	8.23 ± 3.71 Ac
DP 35	6.89 ± 3.15 Ac	10.63 ± 1.94 Aab	7.05 ± 2.48 Ac
BÇ 15	7.84 ± 1.70 Bc	14.20 ± 0.52 Ba	37.00 ± 12.58 Aa
BÇ 25	2.91 ± 0.78 Ac	3.68 ± 1.08 Ab	7.93 ± 4.28 Ac
BÇ 35	6.24 ± 1.62 Ac	3.04 ± 2.38 Ab	5.69 ± 2.11 Ac
BP 15	39.84 ± 4.65 Aa	11.98 ± 3.00 Bab	37.44 ± 2.41 Aa
BP 25	20.32 ± 6.05 Bb	11.86 ± 3.12 Bab	44.27 ± 2.88 Aa
BP 35	22.45 ± 3.84 Ab	15.41 ± 3.47 Aa	22.11 ± 4.64 Ab

*: Aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C) ve aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Depolama süresi boyunca tüm tarhana örnekleri içinde kontrol grubu ile BÇ15 ve BÇ25 gruplarında düzenli bir değişim gözlenirken, diğer örneklerde düzensiz bir değişim gözlemlendi. Ayrıca kontrol grubu tarhana, domates çekirdeği ve posası ilave edilen tarhanaların tamamı, BÇ25, BÇ35 ile BP35'in *p*-anisidin değerlerindeki değişim önemsiz ($p>0.05$), diğerlerindeki değişimler ise belirgin ($p<0.05$) oldu (Tablo 7).

Raza ve ark. [81] 7 haftalık depolama süresinin sonunda ayçiçek yağlarının *p*-anisidin değerlerinin de arttığını belirtmiştir. Oto-oksidasyona maruz kalan örneklerde *p*-anisidin değeri 1.45'ten 10.03'e, foto-oksidasyona maruz kalan örneklerde de 1.45'ten 17.16'ya yükselmiştir. On iki aylık depolama sürecinde tarhanalardan ekstrakte edilen yağların *p*-anisidin değerlerinde meydana gelen değişimle 7 haftalık depolama sürecinde ayçiçek yağlarında meydana gelen değişim karşılaştırıldığında, tarhanalarda ikincil oksidasyon ürünleri oluşumunun daha yavaş gerçekleştiği söylenebilir. Bu duruma neden olan faktörlerin başında, tarhana bileşimine giren hammaddelerin antioksidatif özellikteki bileşenlere sahip olmasının geldiği düşünülmektedir. Zira bu durumu destekleyen birçok çalışma [2, 3, 17, 27, 65-70, 72] mevcuttur.

SONUÇ

Bilindiği gibi peroksit sayısı birincil, *p*-anisidin değeri de ikincil oksidasyon ürünlerinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Bu parametrelerin sonuçları göz önüne alındığında domates çekirdeği ve domates posası ilave edilen tarhanaların tümü ile %25 ve %35 biber çekirdeği ilave edilen tarhanalarda oksidasyonun, diğer örneklerden daha yavaş gerçekleştiği söylenebilir. Domates posası ilave edilen tarhanalarda oksidasyonun düşük bulunmasının, bu örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin, diğerlerinden önemli derecede yüksek olmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Domates çekirdeği ilave edilen tarhanaların tümü ile %25 ve %35 biber çekirdeği ilave edilen tarhanalarda da oksidasyonun diğer tarhanalardan düşük seviyede gerçekleşmesinin yine bu tarhanaların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleriyle ilişkili olabileceği sanılmaktadır. Nitekim bu örneklerin, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri, domates posası ilaveli örneklerden düşük olsa da diğer örneklerden özellikle de kontrol grubundan genel olarak yüksek olduğu tespit edildi (Tablo 4 ve 5).

Sonuç olarak tarhana bileşimine ilave edilen salça üretim atıkları, üretimde değerlendirilebilecek bir alternatif olmasının yanında, oksidasyon gibi kaliteyi ve tüketimi olumsuz yönde etkileyebilecek değişiklikleri engellemede, koruyucu olabilecek bir alternatif olarak kullanılabilir potansiyeline sahiptir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2010 FBE 014 no'lu bilimsel araştırma projesinin bir kısmını içermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Karakaya, S., El, S.N., 2006. Total phenols and antioxidant activities of some herbal teas and in vitro bioavailability of black tea polyphenols. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(1): 1-8.
- [2] Sikora, E., Cieslik, E., Topolska, K., 2008. The sources of natural antioxidants. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 7(1): 5-17.
- [3] Yılmaz, İ., 2010. Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 17(2): 143-153.
- [4] Katiyar, S.K., Mukhtar, H., 1997. Tea antioxidants and cancer chemoprevention. *Journal of Cellular Biochemistry Supplement* 27: 59-67.
- [5] Baublis, A. J., Lu, C., Clydesdale, F. M., Decker, E. A., 2000. Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants. *Journal of American College of Nutrition* 19(3): 308S-311S.
- [6] Tosun, İ., Karadeniz, B., 2005. Çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktiviteleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(1): 78-83.
- [7] Gökbulut, A., Şarer, E., 2008. Karotenoitler ve sağlık. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi* 37(3): 235-256.
- [8] Elmastaş, M., Gerçekçioğlu, R., 2006. Antioxidant Activity of Some Soft Fruits Species. *II. National Soft Fruits Symposium*, September 14-16, 2006, Tokat, Turkey, 295-298p.
- [9] Özkan, G., Göktürk Baydar, N., 2006. A Direct RP-HPLC determination of phenolic compounds in Turkish red wines. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(2): 229-234.
- [10] Aizawa, K., Inakuma, T., 2007. Quantitation of carotenoids in commonly consumed vegetables in Japan. *Food Science and Technology Research* 13(3): 247-252.
- [11] TUIK, 2010. Domates ve Domates Salçası 2011/2012. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Durum ve Tahmin Raporu.
- [12] TUIK, 2012. Meyvesi İçin Yetiştirilen Sebze İstatistikleri, 2012. T.C. Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Erişim Adresi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001.
- [13] Sarısaçlı, İ. E., 2008. Salça. "T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi", <http://www.igeme.org.tr/Arastirmalar/ulkese/sector.cfm?sec=ara> (15.02.2009).
- [14] Büyükbay, E. O., Sayılı, M., Uzunöz, M., 2009. Tüketicilerin sosyo-ekonomik özellikleri ile salça tüketimleri arasındaki ilişki: Tokat ili örneği. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 4 (1): 1-7.
- [15] Ghazi, S., Drakhshan, A., 2006. The Effects of Different Levels of Tomato Pomace in Broilers Chick Performance. *12th European Poultry Conference*, Verona, Italy.
- [16] Rahmatnejad, E., Bojarpour, M., Mirzadeh, Kh., Chaji, M., Mohammadabadi, T., 2009. The effects of different levels of dried tomato pomace on broilers chicken hematological indices. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(10): 1989-1992.

- [17] Knoblich, M., Anderson, B., Latshaw, D., 2005. Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 1166-1170.
- [18] El-Adawy, T. A., Taha, K.M., 2001. Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chemistry* 74: 47-54.
- [19] Schieber, A., Stintzing, F. C., Carle, R., 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds- recent developments. *Trends in Food Science & Technology* 12: 401-413.
- [20] Sogi, D.S., Arora, M.S., Garg, S.K. and Bawa, A.S., 2002. Fractionation and electrophoresis of tomato waste seed proteins. *Food Chemistry* 76: 449-454.
- [21] Calvo, M. M., Garcia, M. L., Selgas, M. D., 2008. Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science* 80: 167-172.
- [22] El-Safy, F.S., Salem, R.H., Abd El-Ghany, M.E., 2012. Chemical and nutritional evaluation of different see flours as novel sources of protein. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 7(1): 59-65.
- [23] Aşıcıoğlu, Y. T., 2005. Sıçanlardaki Kronik Alkolik Karaciğer Hasarına Likopenin Etkisi. T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim Hastanesi, Biyokimya ve Klinik Biyokimya Bölümü, Uzmanlık Tezi. İstanbul, 64s.
- [24] Baysal, T., Ersus, S., Starmans D.A.J., 2000. Supercritical CO₂ extraction of β-carotene and lycopene from tomato paste waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(11): 5507-5511.
- [25] Sharma, S.K., Le Maguer, M., 1996. Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids under different processing and storage conditions. *Food Research International* 29(3-4): 309-315.
- [26] Abushita, A.A., Daood, H.G., Biacs, P.A., 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 2075-2081.
- [27] Strati I.F., Oreopoulou, V., 2011. Effect of extraction parameters on the carotenoid recovery from tomato waste. *International Journal of Food Science and Technology* 46: 23-29.
- [28] Monge-Rojas, R., Campos, H., 2011. Tocopherol and carotenoid content of foods commonly consumed in Costa Rica. *Journal of Food Composition and Analysis* 24(2): 202-216.
- [29] Maskan, M., İbanoğlu, Ş., 1998. Infrared Yöntemiyle Kurutulan Tarhana Hamurunun Kuruma Özellikleri. Gıda Mühendisliği Kongre ve Sergisi, 171-176.
- [30] Temiz, A., Pirkul, T., 1991. Farklı bileşimlerde üretilen tarhanaların kimyasal ve duyuşal özellikleri. *Gıda* 16 (1): 7-13.
- [31] Tamer, C.E., Kumral, A., Aşan, M., Şahin, İ., 2007. Chemical compositions of traditional tarhana having different formulations. *Journal of Food Processing and Preservation* 31: 116-126.
- [32] Karagözlü, N., Ergönül, B., Karagözlü, C., 2008. Microbiological attributes of instant tarhana during fermentation and drying. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 14(6): 535-541.
- [33] Çolak, H., Hampikyan, H., Bingöl, E. B., Çetin, O., Akhan, M., Turgay, S. I., 2012. Determination of mould and aflatoxin contamination in tarhana, a Turkish fermented food. *The Scientific World Journal*, doi:10.1100/2012/218679.
- [34] Özel, S., 2012. Tarhana Hamuru Fermentasyonunun Mikrobiyal Taksonomik Yapısının ve Populasyon Dinamiğinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 138p.
- [35] Şengün, İ.Y., Karapınar, M., 2012. Microbiological quality of tarhana, Turkish cereal based fermented food. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 4: 17-25.
- [36] İbanoğlu, Ş., İbanoğlu, E., 1999. Rheological properties of cooked tarhana, a cereal-based food. *Food Research International* 32: 29-33.
- [37] Hayta, M., Alpaslan, M., Baysar, A., 2002. Effect of drying methods on functional properties of tarhana: A wheat flour-yoghurt mixture. *Journal of Food Science* 67 (2): 740-744.
- [38] Erbaş, M., Certel, M., Uslu, M.K., 2005. Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet-sensorial properties of tarhana soup. *Swiss Society of Food Science and Technology* 38: 409-416.
- [39] Dağlıoğlu, O., 2000. Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food- its recipe, production and composition. *Nahrung* 44(2): 85-88.
- [40] Erbaş, M., Uslu, M.K., Erbaş, M.O., Certel, M., 2006. Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana, a Turkish fermented cereal food. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 294-301.
- [41] Koca, A. F., Yazıcı, F., Anil, M., 2002. Utilization of soy yoghurt in tarhana production. *European Food Research and Technology* 215: 293-297.
- [42] Köse, E., Süngü Çağındı, Ö., 2002. An investigation into the use of different flours in tarhana. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 219-222.
- [43] Tarakçı, Z., Doğan, I. S., Koca, A. F., 2004. A Traditional fermented Turkish soup, Tarhana, formulated with corn flour and whey. *International Journal of Food Science and Technology* 39: 455-458.
- [44] Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E.N., Türker, S., Ertaş, N., İbanoğlu, Ş., 2006. Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product. *Journal of Food Engineering* 77: 680-686.
- [45] Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B., Köksel, H., 2006. A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. *Food Chemistry* 97: 12-18.
- [46] Erdem, E., 2008. Tarhana Üretiminde Balık Etinin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, 68p.

- [47] Çelik, İ., Işık, F., Yılmaz, Y., 2010. Chemical, rheological and sensory properties of tarhana with wheat bran as a functional constituent. *Akademik Gıda* 8(3): 11-17.
- [48] Ertaş, N., Sert, D., Demir, M.K., Elgün, A., 2009. Effect of whey concentrate addition on the chemical, nutritional and sensory properties of tarhana (a Turkish fermented cereal-based food). *Food Science and Technology Research* 15(1): 51-58.
- [49] Çağlar, A., Erol, N., Elgün, M.S., 2012. Effect of carob flour substitution on chemical and functional properties of tarhana. *Journal of Food Processing and Preservation*, doi:10.1111/j.1745-4549.2012.00708.x.
- [50] Işık, F., 2013. Salça Üretim Atıklarının Tarhana Üretiminde Kullanımı. Doktora Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- [51] Anonim, 1981. Tarhana Standardı (TS 2282). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [52] İbanoğlu, S., İbanoğlu E., Ainsworth P., 1999. Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana. *Food Chemistry* 64: 103-106.
- [53] Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods of Enzymology* 299: 152-178.
- [54] Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D.H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from Guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 669-675.
- [55] Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., Faustman, C., 2006. Changes in lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry* 99: 83-91.
- [56] IUPAC, 1987. Standard Methods for the Analysis of Oils, (7th ed.), International Union of Pure and Applied Chemistry Fats and Derivatives, Blackwell Scientific, Palo Alto, CA.
- [57] AOCS, 1990. In: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society (Method Cd 8-53 and Method Cd 1890) (4th ed.). Champaign: American Oil Chemists' Society.
- [58] Verhoeven, M.E., Bovy, A., Collins, G., Muir, S., Robinson, S., de Vos, C.H.R., Colliver, S., 2002. Increasing antioxidant levels in tomatoes through modification of the flavonoid biosynthetic pathway. *Journal of Experimental Botany* 53(377): 2099-2106.
- [59] Navarro-Gonzales, I., Garcia-Valverde, V., Garcia-Alonso, J. and Periago, M.J., 2011. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. *Food Research International* 44: 1528-1535.
- [60] Kamiloglu, S., Boyacioglu, D., Capanoglu, E., 2013. The effect of food processing on bioavailability of tomato antioxidants. *Journal of Berry Research* 3: 65-77.
- [61] Zafrilla, P., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F.A., 2001. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jams. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 3651-3655.
- [62] Zafrilla, P., Morillas, J., Mulero, J., Cayuela, J.M., Martinez-Cacha, A., Pardo, F., Nicolas, J.M.L., 2003. Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 4694-4700.
- [63] Aaby, K., Wrolstad, R.E., Ekeberg, D., Skrede, G., 2007. Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees; impact of achene level and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 5156-5166.
- [64] Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczynska-Swiglo, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 313-322.
- [65] Kahkonen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., Heinonen, M., 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 3954-3962.
- [66] Zheng, W., Wang, S.Y., 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 5165-5170.
- [67] Nuutila, A.M., Puupponen-Pimia, R., Aarni, M., Oksman-Caldentey, K.-M., 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry* 81: 485-493.
- [68] Marin, A., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F.A., Gil, M.I., 2004. Characterisation and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 3861-3869.
- [69] Shan, B., Cai, Y.Z., Sun, M., Corke, H., 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 7749-7759.
- [70] Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., 2006. Phenolic compounds in plants and a gri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99: 191-203.
- [71] Özkan, G., Göktürk Baydar, N., 2006. A Direct RP-HPLC determination of phenolic compounds in Turkish red wines. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(2): 229-234.
- [72] Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D., 2009. Meyve ve sebzedelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi. *Akademik Gıda* 7(6): 41-46.
- [73] Nicolini, M.C., Anese, M., Parpinel, M.T., Franceschi, S., Lericci, C.R., 1997. Loss and/ or formation of antioxidants during food processing and storage. *Cancer Letters* 114: 71-74.
- [74] Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfor, M.W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R., Haffner, K., 2005. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and

- storage conditions. *Swiss Society of Food Science and Technology, LWT* 38: 387-391.
- [75] Çakmakçı, S., Gökalp, H. Y., 1992. Gıdalarda kısaca oksidasyon; antioksidantlar ve gıda sanayiinde kullanımları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 174-192.
- [76] Shahidi, F., Zhong, Y., 2005. Lipid Oxidation: Measurement Methods. In *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 6th Edition, Edited by F. Shahidi, John Wiley& Sons, Inc., Hoboken, NJ, 357–386p.
- [77] Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S., Yarchai, M., Tapingkae, W., 2006. Changes in lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. *Food Chemistry* 94: 580-588.
- [78] Thiravattanamontri, P., Tanasupawat, S., Noonpakdee, W., Valyasevi, R., 1998. Catalases of bacteria isolated from Thai fermented foods. *Food Biotechnology* 12: 221-238.
- [79] Metin, M., 2001. Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, genişletilmiş 4. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 802s.
- [80] Nepote, V., Mestrallet, M.G., Accietto, R.H., Galizzi, M., Grasso, N.R., 2006. Chemical and sensory stability of roasted high-oleic peanuts from Argentina. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 944-952.
- [81] Raza, S.A., Adnan, A., Qureshi, F.A., Asim, M.F., Najaf, S., William, J., 2009. Analytical investigation of oxidative deterioration of sunflower oil stored under different conditions. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* 8(10): 1043-1051.
-
-