

**Doğal Antioksidan (Kekik, Yeşil ay, Adaçayı ve Defne)
Ekstraktının Kıyılmış Kolyoz Etinden (*Scomber japonicus*)
Hazırlanan Burgerlerin Raf mrüne Etkileri**

Proje No: 1100019

Doç.Dr. Yeşim ÖZOĞUL

Nisan, 2011
ADANA

ÖNSÖZ

Son yıllarda sosyoekonomik faktörlerdeki değişimler ve çalışan kadın sayısındaki artışlar tüketicilerin hazır gıdalara yönelmesine neden olmuştur. Kırmızı etten hazırlanan hamburger ve diğer köfteler çoğu ülkelerde hazır besin olarak sevilerek tüketilmektedir. Ancak kırmızı etteki yüksek kolesterolün kalp ve damar hastalıklarına neden olması yönündeki endişelerden dolayı kırmızı ete alternatif olarak balık ve balık ürünleri önerilmektedir. Sağlıklı beslenmede balık, hayvansal protein kaynağı olarak önemli rol oynamaktadır. Balık eti kırmızı ete oranla düşük kolesterol seviyesi ve kalp ve damar hastalıklarını önleyen yüksek miktarda omega-3 yağ asidi içeriğinden dolayı daha çok tercih edilen bir besin maddesidir. Bu nedenle, son yıllarda yapılan çalışmalar, balıktan elde edilen ve popüler olmaya başlayan balık burgeri, balık kroketi ve marine edilmiş ürünlerin kullanımı ve kalitesinin arttırılması ile ilgilidir.

Balık ve balık ürünlerinin işlenmesi ve depolanması süresince meydana gelen en önemli değişim lipit oksidasyonudur. Lipit oksidasyonu özellikle yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeren balıkların ve balık ürünlerinin besinsel değerinin azalmasına, kalitesinin bozulmasına ve raf ömrünün kısılmasına neden olan en önemli faktörlerden birisidir. Lipit oksidasyonundan dolayı yağlı balıkların kalitesindeki düşüşleri azaltmak için çeşitli antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak günümüzde toksik olabildiğinden dolayı kimyasal koruyucuların kullanımı büyük kaygılar uyandırmaktadır. Bu durum, ürün kalitesini ve mikrobiyal güvenliği sağlamak amacıyla yeni doğal katkı maddelerini alternatif olarak kullanmaya zorlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan kekik, yeşil çay, adaçayı ve defne yapısında yüksek antioksidant aktivite gösteren rosemarinik asit, karnosol ve karnosik asit, gibi fenolik bileşenleri içeren doğal bitkisel antioksidan kaynaklarıdır. Bu bitkilerin fenolik bileşikleri ve antioksidan aktiviteleri üzerine bir çok araştırma yapılmış ancak su ürünlerinde kullanılabilirliği üzerine çok az sayıda araştırma yapılmıştır.

TÜBİTAK tarafından desteklenen bu projede, birinci olarak kolyozdan elde edilen balık burgerlerine doğal antioksidan ilavesinin dondurularak depolama sırasında etkileri, ikinci olarak hangi konsantrasyonda balık burgerlerinin daha çok tercih edildiği ve raf ömrüne etkisi, üçüncü olarak çoklu doymamış yağ asitleri kompozisyonu (özellikle EPA ve DHA) ile lipit kalitesi üzerine etkisi belirlenmiştir.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

ÇİZELGELER DİZİNİ	5
ŞEKİLLER DİZİNİ	7
ÖZET	8
ABSTRACT	9
1. GİRİŞ	10
2. GENEL BİLGİLER	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM	20
3.1. Örneklerin Hazırlanması	20
3.2. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometre (GS-MS)	21
3.3. Besin Madde Bileşen Analizleri	24
3.3.1. FAME Analizi	24
3.3.1.1. Gaz Kromatografisi Şartları	25
3.4. Kimyasal Değerlendirme	25
3.4.1. Serbest Yağ Asiti Analizi (FFA)	25
3.4.2. Peroksit Analizi (PV)	25
3.4.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA)	25
3.4.4. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen Tayini (TVB-N)	26
3.4.5. Biyojenik Amin Analizi	26
3.4.5.1. HPLC Aparatlar ve Kolonlar	27
3.4. Mikrobiyolojik Analiz	27
3.5. Duyusal Değerlendirme	27
3.6. İstatistiksel Analizler	28
4. BULGULAR	28
4.1. Besin Madde Bileşenleri	28
4.2. Yağ Asitleri Kompozisyonunun Değerlendirilmesi	29
4.3. Kimyasal Değerlendirme	39
4.4. Mikrobiyolojik Değerlendirme	50
4.4.1. Toplam Mezofil Canlı Sayımı	50
4.4.2. Toplam Psikrofil Canlı Sayımı	51
4.5. Duyusal Değişimler	52

5. TARTIŞMA	56
5.1. Besin Madde Bileşenleri	56
5.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu	57
5.3. Kimyasal Değerlendirme	62
5.3.1. Serbest Yağ Asiti Analizi (FFA)	62
5.3.2. Peroksit Analizi (PV)	62
5.3.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA)	63
5.3.4. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen Tayini (TVB-N)	64
5.3.5. Biyojenik Aminler	66
5.4. Mikrobiyolojik Değerlendirme	68
5.5. Duyusal Değerlendirme	70
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	72
7. KAYNAKLAR	75
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA NO

Çizelge1. Gaz Kromatografisi-Kütle spektrometre koşulları	21
Çizelge 2. Kekik bitkisinin aromatik maddeleri	22
Çizelge 3. Defne bitkisinin aromatik maddeleri	22
Çizelge 4. Yeşil çayın aromatik maddeleri	23
Çizelge 5. Adaçayının aromatik maddeleri	24
Çizelge 6. Duyusal analizde kullanılan değerlendirme formu örneği	28
Çizelge 7. Doğal antioksidan ilaveli balık burgerlerinin besin madde bileşeni	29
Çizelge 8. Dondurularak depolama boyunca balık burgerlerinin (kontrol grubu) yağ asit içeriğindeki değişimler	30
Çizelge 9. Dondurularak depolama boyunca %0,3 kekik ilaveli balık burgerlerinin (K1) yağ asit içeriğindeki değişimler	31
Çizelge 10. Dondurularak depolama boyunca %0,6 kekik ilaveli balık burgerlerinin (K2) yağ asit içeriğindeki değişimler	32
Çizelge 11. Dondurularak depolama boyunca %0,3 defne ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (D1) yağ asit içeriğindeki değişimler	33
Çizelge 12. Dondurularak depolama boyunca %0,6 defne ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (D2) yağ asit içeriğindeki değişimler	34
Çizelge 13. Dondurularak depolama boyunca %0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (A1) yağ asit içeriğindeki değişimler	35
Çizelge 14. Dondurularak depolama boyunca %0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (A2) yağ asit içeriğindeki değişimler	36
Çizelge 15. Dondurularak depolama boyunca %0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (Y1) yağ asit içeriğindeki değişimler	37
Çizelge 16. Dondurularak depolama boyunca %0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (Y2) yağ asit	

içeriğindeki değişimler	38
Çizelge 17. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada serbest yağ asit değerleri (FFA)	40
Çizelge 18. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada peroksit değerleri (PV)	41
Çizelge 19. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada tiyobarbitürük asit değerleri (TBA mg malonaldehit/kg)	42
Çizelge 20. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada toplam uçucu bazik nitrojen değerleri (TVB-N).	44
Çizelge 21. Burgerin depolanması süresince amonyak ve biyogeni aminlerdeki değişimleri (mg/100g)	47
Çizelge 22. Kontrol (K) grubunun duyusal analiz sonuçları	53
Çizelge 23. % 0,3 kekik ekstraktı (K1) ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	53
Çizelge 24. % 0,6 kekik ekstraktı (K2) ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	53
Çizelge 25. % 0,3 yeşil çay (Y1) ekstraktı ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	54
Çizelge 26. % 0,6 yeşil çay (Y2) ekstraktı ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	54
Çizelge 27. % 0,3 ada çayı (A1) ekstraktı ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	54
Çizelge 28. % 0,6 ada çayı (A2) ekstraktı ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	55
Çizelge 29. % 0,3 Defne (D1) ekstraktı ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	55
Çizelge 30. % 0,6 Defne (D2) ekstraktı ilaveli grubun duyusal analiz sonuçları	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA NO

Şekil 1. Projede uygulanılan deneysel plan	20
Şekil 2. Burgerin dondurularak depolanması süresince toplam aerobik mezofil canlı sayımındaki değişimleri	50
Şekil 3. Burgerin dondurularak depolanması süresince toplam aerobik psikrofil canlı sayımındaki değişimler	51
Şekil 4. Antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca toplam SFA değerleri	59
Şekil 5. Antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca toplam MUFA değerleri	60
Şekil 6. Antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca toplam PUFA değerleri	61

ÖZET

Bu projede, balık burgeri yapımı için kolyoz (*Scomber japonicus*) kullanılmıştır. Burger yapımı için tüm malzemelere ek olarak kekik, adaçayı, yeşil çay ve defne bitkilerinin ekstraktı elde edilerek, farklı konsantrasyonda (%0,3 ve %0,6) burgerlere ilavesi edilerek 9 ay boyunca -18°C de depolanmıştır. Hazırlanan bu örneklerin besin madde bileşeni, yağ asit kompozisyonları ve ayrıca her ay düzenli olarak duyuşal, kimyasal (serbest yağ asitleri-FFA, peroksit değeri-PV, tiyobarbitürik asit-TBA, toplam uçucu bazik nitrojen-TVB-N ve biyojenik amin) ve mikrobiyolojik (toplam mezofil ve psikrofil canlı sayımı) analizler yapılmıştır.

Duyusal değerlendirme sonucu kontrol grubu 7. ayda, kekik (K1 ve K2) ve yeşil çay ekstraktı ilaveli gruplar (Y1 ve Y2) 9. ayda, adaçayı (A1 ve A2) ve defne (D1 ve D2) grupları 8. ayda red edildikleri ve tüketilemez özellikte olduğunu göstermiştir. Kimyasal parametre değeri antioksidan muameleli gruplarda kontrol ve adaçayı gruplarına göre daha düşük olup, burgerlerin daha iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar kontrol grubunun muamele gruplarına kıyasla daha yüksek düzeyde mikrobiyal sayıya sahip olduğunu ve kullanılan ekstraktların kolyoz burgerindeki mikrobiyal flora üzerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: antioksidan, yağ asiti kompozisyonu, lipit oksidasyonu, biyojenik aminler, kalite parametreleri

The effects of natural antioxidant extracts (thymus, green tea, sage and laurel) on the shelf life of fish burgers made from minced chub mackerel (*Scomber japonicus*)

ABSTRACT

In this project, fresh chub mackerel (*Scomber japonicus*) were used to prepare fish burgers. In addition to the ingredients for burger, natural antioxidants obtained from tymus, green tea, sage and laurel were added in fish burgers at different levels (0,3 % and 0,6%) and burgers were stored at -18°C for 9 months. Proximate and fatty acids compositions of the fish burgers were determined and sensory, chemical (free fatty acids-FFA, peroxide value-PV, thiobarbituric acid-TBA, total volatile basic nitrogen-TVB-N and biogenic amines) and microbiological analyses (total viable and psychrophiles counts) were also carried out every month during storage of 9 months.

According to the results of sensory analyses, the control at 7th, tymus (K1, K2) and green tea (Y1, Y2) at 9th, sage (A1, A2) and laurel groups (D1, D2) at 8th months were rejected by panellists and considered as unacceptable. Chemical parameters showed that the treatment groups gave lower values and better quality of fish burgers than the control and sage groups. Microbiological analyses exhibited that the control group had higher microbial load than the other groups, indicating the antimicrobial effects of the natural extracts.

Keywords: antioxidant, fatty acids, lipid oxidation, biogenic amines, quality parameters

1. GİRİŞ

Yaşamımızın vazgeçilmez unsurlarından biri olan gıda maddeleri, tüketim aşamasına gelinceye kadar bazı olaylar zincirinden geçmektedir. Günümüzde azalan kaynakların en ekonomik şekilde kullanılması ve insanların daha sağlıklı, raf ömrü uzun ve pratik ürünlere yönelmesi, bu sürecin ve bu süreçte gerçekleştirilen işlemlerin önemini arttırmaktadır. Bu durumun gereği olarak ortaya çıkan gereksinimlerin karşılanabilmesi zorunluluğu ve günümüz koşullarında dünyanın dolayısıyla ticaretin küreselleşmesi, pek çok sektörde olduğu gibi Gıda Bilimi ve Teknolojisinde de tahmin edilemeyecek düzeyde ve hızda ilerlemelere neden olmaktadır.

Gelişen ülkelerde balık zengin besin madde içeriğinden dolayı önemli bir gıda kaynağını oluşturmaktadır. Esansiyel yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) içeren balık yağları insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Tüketiciler daha çok sağlıklı, kaliteli, doğal ve taze balık ürünlerine karşı talep göstermektedir. Bu nedenle depolama süresince balık tazeliği ve kalitesini korumak önemlidir. Özellikle, yağlı balıkların kalitesinin azalmasında ve bozulmasında lipit oksidasyonu önemli rol oynamaktadır (Tappel, 1961). Ancak yüksek seviyede PUFA içeren balık lipitleri bu oksidasyona karşı oldukça fazla hassastır (Fraser ve Sumar, 1998).

Balığın tazeliği ve kalite kaybına yol açan oksidatif bozulmaları engellemek için yapılacak işlemlerden biri de üründe antioksidan maddelerin kullanımınıdır. Antioksidanlar düşük konsantrasyonlarda organik moleküllerin serbest radikal sistemli oksidasyonunu önleyen bileşiklerdir. Sentetik antioksidanlar özellikle daha uzun süre etkili olmaları ve ucuz olmaları sebebi ile gıda endüstrisinde koruyucu amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Lanchman, 2004).

Oksidatif bozulmadan dolayı gıda kalitesindeki düşüşleri azaltmak için işleme ve depolama süresince genellikle BHA (Butillenmiş hidroksianizol) veya BHT (Butillenmiş hidroksitoluol) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak, bu antioksidanlar yüksek sıcaklıkta uçucu ve kolay bozulabilir olduğu için bazı dezavantajlara sahiptir. Ayrıca, sürekli tüketiminin sağlık riski oluşturup oluşturmayacağı henüz bilinmemektedir (Martinez-Tome ve ark., 2001). Ancak yapılan son araştırmalarda, sentetik antioksidanların kanserojen etkilere sahip olduğuna dair verilerin bildirilmesiyle özellikle Avrupa ülkelerinin birçoğunda ve bazı Uzakdoğu ülkeleri ile Amerika'da bu maddelerin kullanımı ile ilgili yasal sınırlamalar

getirilmeye başlanmıştır. Bu yüzden son zamanlarda gıda endüstrisinin bitkisel kökenli doğal antioksidanlara karşı talebi giderek artmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak da doğal antioksidanlara özellikle de bitkisel kaynaklı doğal antioksidanlara olan ilgi gittikçe artarak devam etmektedir. Gıdalarda ve diğer biyolojik materyallerde bulunan doğal antioksidanlar, güvenilirliği, potansiyel besinsel ve tedavi edici etkisinden dolayı önem kazanmaktadır (Lanchman, 2004).

Bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerden biri olan tokoferoller, doğal olarak ortaya çıkan yağda çözünen etkili bir antioksidandır. α -tokoferol, bir gıda katkısı olarak kullanımı (yetişkin ve bebek besininde), vitamin faaliyeti, canlı doku oksidasyonuna etkisi ve reaktif oksidatif türlere karşı direnç göstermesinden dolayı oldukça önemlidir (Demo ve ark., 1998). E vitamini, askorbik asit ve β -karotenler organizmanın antioksidatif yeteneğini etkilediği bilinen önemli besin faktörleridir (Steinbrecher ve ark., 1984]). Çay ve bitki infüzyonları diyetimizde yer alan önemli fenolik bileşik kaynağıdır (Shahidi, 2000; Atoui ve ark. , 2005). Yeşil çayın sağlığa yararlı etkisinin antioksidan özellikli polifenollerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yeşil çayda flavanol, flavandiol, flavanoid ve fenolik asit (kuru ağırlığının %30'unun üzerinde) içeren polifenoller bulunmaktadır. Yeşil çay aynı zamanda kateksin, gallik asit gibi fenolik asit ve theanin gibi amino asitleri içermektedir (Lanchman, 2004) . Yeşil çayın peroksil radikallerine karşı birtakım meyve ve sebzeden daha fazla antioksidan etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Cao, 1996). Fesleğen ve defne bitkisinden elde edilen hidrodistile ekstraktların linoleik asit oksidasyonuna karşı yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu yüzden her iki ekstraktın sentetik maddelere alternatif olarak antioksidan aktiviteli gıda katkı maddesi amaçlı kullanılabileceği rapor edilmiştir (Hinneburg ve ark.,2006).

50 yıldır artan kimyasal antimikrobiyal maddelerin kullanımı, ekolojik dengenin bozulmasına ve çok dirençli patojenik mikroorganizmaların çoğalmasına öncülük eden bir durum yaratmıştır. Bu alanda son zamanlarda yapılan çalışmalar doğal antimikrobiyal maddelerin elde edilmesine yöneliktir. Antimikrobiyal özellikli bitki ürünleri gıda üretiminde bakteri ve mantar gelişimini önlemek için gıda üretiminde uygulanabilmektedir (Lanciotti ve ark., 2004). Bitkiler geniş ölçüde uçucu bileşikleri bünyelerinde barındırmaktadır (Utama ve ark., 2002). Bitkisel uçucu bileşikler genelde gıdalarda kullanımı güvenli olarak kabul edilen (GRAS) maddeler listesinde yer almaktadır (Newberne ve ark., 2000).

Bazı bitkilerin gıda koruma ve tıbbi amaçlı kullanılmasının yanında antimikrobiyal etkiye sahip olduğuda bilinmektedir (Yıldırım ve ark., 2000). Çeşitli bitkilerdeki esansiyel yağlar *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Listeria* ve *Klebsiella* gibi çeşitli bakterilere karşı aktivite göstermektedirler (Baratta ve ark., 1998). Bu bitkilerin ikinci metabolitleri tıbbi prosedürlerde, kozmetikte ve gıda sanayide kullanım potansiyeline sahiptir (Youdim ve ark., 1999). Özellikle gıda bozucu organizmalar, gıda zehirlenmesine yol açan organizmalar, bozucu ve mikotoksijenik mantarlar, patojenik küfler, hayvan ve bitki virüslerine karşı bitki esansiyel yağlarının kullanımı ile ilgili çalışmalarda artışlar görülmektedir (Dorman ve Dean, 2000). Esansiyel yağların antimikrobiyal özellik gösterdiği uzun zamandır bilinmektedir. Çoğu çalışmalar mikrobiyolojik ortam kullanarak laboratuvar ortamında (in vitro) esansiyel yağların kullanılmasıyla yürütülmektedir (Firouzi ve ark. 1998; Hammer ve ark. 1999; Campo ve ark. 2000; Griffin ve ark. 2000; Elgayyar ve ark.. 2001; Delaquis ve ark. 2002. Bu nedenle gıdaya uygulanması sonucu ortaya çıkacak etkiler hakkında sınırlı sayıda bilgi mevcuttur (Singh ve ark., 2003)

Sentetik antimikrobiyal maddelerin kısmen veya tamamıyla yerini alması hedeflenen alternatif ve etkili gıda koruma bileşenleri sürekli olarak araştırılmaktadır. Baharat gibi bitkisel kaynaklı ekstraktlar gıda güvenliği için umut verici bir alternatif sunmaktadır. Bakteri, küf ve mantar gelişimi ve mikrobiyal toksin sentezinde baharat ve türevlerinin inhibitör etkisinin olduğu çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir. Kekik, defne, tarçın ve karanfil antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Farag ve ark., 1989; Guynot ve ark., 2003). Bu nedenle bu ürünler, mikrobiyolojik olarak güvenilir bir gıda elde etmek için esas veya ek antimikrobiyal bileşik olarak gıda korumada kullanılabilir (Brull ve Coote, 1999).

Bitkisel ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal faaliyetleri, bitki türüne, bitki kompozisyonu ve konsantrasyonuna, mikrobiyal türe, substrat kompozisyonuna, işleme koşulları ve depolama gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Souza ve ark., 2005). Aromatik bitkilerin antioksidan aktivitesi, yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Skerget ve ark., 2005). Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenlerdir (Javanmardi ve ark., 2003). Fenoliklerce zengin bitki materyallerinden elde edilen ekstraktlar, lipitlerdeki oksidatif yıkımı geciktirdiği ve bu sayede gıdaların kalitesini ve besinsel değerliliğini arttırdığı için gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Sağlığı iyileştirmede, kalp-damar hastalıkları ve kansere karşı korunmada bitki orijinli antioksidan maddelerin önemi, bilim adamları, gıda üreticileri

ve tüketicilerin ilgisini arttırmaktadır. Bu nedenle spesifik sağlık etkisi ile fonksiyonel gıdalara yönelmeler olmaktadır (Loliger, 1991)

Kolyoz (*Scomber japonicus*) Türkiye’de geniş bir yayılım gösteren pelajik bir balıktır. Kolyoz omega-3 yağ asitleri bakımından zengin bir balık türüdür. Bu nedenle bu balıkların burger şeklinde yemeye hazır bir ürün olarak değerlendirilmesi insan besin kaynağı olarak büyük bir önem arz eder. Ancak depolama süresince yüksek yağ içeriğine sahip kolyoz et dokusunun hızlı bir şekilde lipit oksidasyonuna uğraması, kalitesinde önemli düşümlere yol açar. Bu nedenle bu tür balık ve balık ürünlerinde kalite kaybının önlenmesi amacıyla doğal antioksidan maddelerin kullanılması önem arz etmektedir.

Farklı balık türlerinden (alabalık, tilapya, yayın balığı, lüfer, gökkuşuğu alabalığı ve mezigit) hazırlanan burgerlerin depolanması süresince ortaya çıkan kalite değişimleri ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur (Metin ve ark. 2002; Taşkaya ve ark., 2003; Tokur 2004; Hassaballa ve ark., 2009; Rosella ve ark. 2009; Del Nobile ve ark. 2009; Di Monaco ve ark., 2009; Köse ve ark., 2009). Ancak bitkisel ekstraktların balık burgerleri üzerindeki etkileri hakkında yeterli çalışmalar bulunmamaktadır (Corbo ve ark., 2009). Bu nedenle bu çalışmada, farklı iki konsantrasyonda, 4 çeşit bitki ekstraktı (kekik, yeşil çay, ada çayı ve defne) ilave edilen kolyoz burgerinin depolanması süresince kalitesindeki değişimlerin incelenmesi hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Su ürünleri zengin temel maddelere sahip ürünler olmasına karşın kolay bozulabilen gıdalar sınıfında yer almaktadır. İşleme ve depolama sırasında su ürünleri fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerle kısa bir süre içerisinde kalite kaybına uğramaktadır. Su ürünlerinin dayanıklılığını ve kalitesini; ürünün başlangıç kalitesi, mikrobiyal yükü, depolama ve ambalajlama koşulları ve çevresel faktörler etkilemektedir (Huss, 1994). Günümüzde balıkların depolanması süresince mikrobiyal artışı ve lipid peroksidasyonu önlemek amacıyla sentetik ya da doğal antimikrobiyal ve antioksidan özellikli maddeler kullanılmaktadır. Balıklarında içeren çeşitli gıdalardaki lipid oksidasyonunu engellemek için genellikle BHA, BHT, TBHQ ve diğer yapay antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu maddelerin insan sağlığı üzerine olan zararlı etkileri tüketicileri doğal ürünlere yöneltmiş ve uçucu yağ bitkilerinin kullanımı gündeme gelmiştir (Önenç ve Açıkgöz, 2005).

Başta kanser olmak üzere kalp ve damar hastalıkları gibi insan sağlığı açısından büyük risk oluşturan pek çok hastalığın ortaya çıkma riskini azaltan veya olumlu etkiler gösteren doğal antioksidanlar, günümüzde oldukça ilgi çeken ve üzerinde pek çok araştırmalar yapılan bir konudur (Sroka, 2005; Nichenametla ve ark. 2006; Cardenas ve ark. 2006). Bitkilerin değişik kısımları (kök, yaprak, dal/gövde, kabuk, çiçek ve meyveleri), genellikle fenolik bileşikler (flavonoidler, fenolik asitler, stilbenler, taninler, kumarinler, lignanlar ve ligninler) bakımından zengindir. Bunlar antioksidan aktivite dahil olmak üzere pek çok biyolojik etkiye sahiptir (Kahkonen, 1999). Bitkiler, günümüzde alternatif tıpta oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. En önemli özellikleri, ucuz olmaları kolaylıkla elde edilebilmeleri ve ham olarak yada basit preparatlar halinde kullanılmalarıdır.

Özellikle Türkiye başta olmak üzere birçok ülkede gıdaya aroma kazandırmak için et, balık ve diğer gıda ürünlerinde kullanılan kekik ve çeşitli bitkilerin yaprak kısımları, gıdaların raf ömrünü uzatıp, patojenik veya bozucu mikroorganizmaların gelişimini önlediği bilinmektedir (Marino ve ark., 2001; Sagdıç ve Özcan, 2002). Bu çalışmada kekik, adaçayı, yeşil çay ve defne güçlü antioksidan etkisinden ve solvent ekstraksiyon yöntemi kullanarak kolay bir şekilde bitki ekstraktesi elde edilebilirliğinden dolayı tercih edilmişlerdir.

Araştırmalar çok doymamış yağ asitlerince zengin diyetlerle beslenen Eskimo'larda daha düşük oranlarda damar tıkanıklığı rahatsızlıklarının görüldüğünü ve bu yağ asitlerinin kardiovasküler hastalıklardan korunmada etkili olduğunu ortaya

koymuştur (Dyerberg ve Bamg, 1979). Yapılan diğer çalışmalarda bu yağ asitlerinin kan basıncı ve yüksek tansiyonu düşürücü yönde etkili olduğu, eksikliğinde cilt hastalıkları, anemi, karaciğer yağlanması, yaraların iyileşmesinde gecikmeler, enfeksiyona yatkınlık, görme bozuklukları (Sağlık, 1994) gibi rahatsızlıkların ortaya çıktığı belirlenmiştir. İngiltere Beslenme Kuruluşu (British Nutrition Foundation, 1992) ise dengeli ve sağlıklı bir beslenme için tüketilen diyetlerin günde en az 0,2 g EPA+DHA içermesi gerektiğini önermişlerdir.

Günümüzde balıkların depolanması süresince mikrobiyal artışı ve lipid peroksidasyonu önlemek amacıyla sentetik ya da doğal antimikrobiyal ve antioksidan özellikli maddeler kullanılmaktadır. Balıklarında içeren çeşitli gıdalardaki lipid oksidasyonunu engellemek için genellikle BHA (Butillenmiş hidroksianizol), BHT (Butillenmiş hidroksitoluol) PG (propilgallat) ve TBHQ (Tersiyer-butilhidrokinon) gibi yapay antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu maddelerin insan sağlığı üzerine olan zararlı etkileri tüketicileri doğal ürünlere yöneltmiş ve uçucu yağ bitkilerinin kullanımı gündeme gelmiştir (Önenç ve Açıkgöz, 2005).

Bazı ticari antioksidanların (pristin RO, pristin RW, pristin 181, pristin 189, sustane HW-4, sustane 20 ve antransin 350) vakum paketlenen ve 5 °C de 16 gün depolanan çığ ve pişmiş sazan balığı filetolarının lipid oksidasyonuna karşı etkisi araştırılmıştır (Khalil ve Mansour, 1998). Her bir antioksidan %50 etanol içerisinde çözündürülmüştür. Ancak pristin RW suda çözünmüştür. Her bir antioksidan için 200ppm solüsyon hazırlanmış olup balık filletleri 30 dakika bu solüsyonlara batırılmıştır. Daha sonra vakum paketlenmişlerdir. En iyi antioksidanın belirlenmesi için, değişik konsantrasyonun (50, 100, 150, 200, 250, and 300 ppm) ve daldırma süresi (15, 30, 45, 60, 75, and 90 min) test edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin lipid oksidasyonu kontrolünde en iyi antioksidan maddenin 200 ppm konsantrasyonun da 45 dakika daldırılarak uygulanan antransin 350 olduğu görülmüştür. Pişirme ve paketlenme çalışması için bu belirlenen antioksidan konsantrasyonu ve daldırma süresi seçilmiştir. Filetolar 200 ppm antransin 350 ile 45 dakika muamele edilmiştir. Bu çalışmamın sonucunda ise, vakum paketlenmenin vakumsuz paketlenmeden daha etkili olduğu ($P<0.05$) görülmüştür. Vakumlu ya da vakumsuz paketlenmiş olan pişirilmiş filetoların TBA değerinin pişirilmemişlerden daha yüksek ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur.

Akdenizde tipik olarak bulunan 11 adet aromatik bitkinin (lavanta, kekik, geyik otu, biberiye, ada çayı, nane, sarı papatya, tarhun otu, acı ve tatlı rezene) buhar distilasyonla elde edilen esansiyel yağlarının antioksidan ve antibakteriyel (25 mikroorganizma üzerine) etkisini araştırılmıştır (Piccaglia ve ark., 1993). Kekik ve geyik otunun, test edilen bakteriyel üyelerle karşı içerdikleri timol ve kavrakrol nedeniyle en yüksek antibakteriyel, sarı papatyanın ise en yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bulunmuştur. Başka bir çalışmada, 21 tane bitki esansiyel yağlarının *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*'e karşı etkisini araştırılmıştır (Smith-Palmer ve ark., 1998). Defne, kimyon, sarımsak ve kekik yağlarının %0.075 veya daha az konsantrasyonda bu patojenler üzerine antibakteriyel olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, bu bitki yağlarının gram pozitif bakterileri, gram negatif bakterilerden daha duyarlı olduğu rapor edilmiştir. *Campylobacter jejuni* bitki esansiyel yağlara karşı çok dirençli olduğu saptanmıştır.

Karabiber, karanfil, sardunya çiçeği, Hindistan cevizi, keklik otu ve kekik üzerine yapılmış olan bir çalışmada 25 farklı bakterinin (*Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium sporogenes*, *E.coli*, *Salmonella*, *Yersinia*, *S.aureus* ve bozucu bakterileri içeren) antimikrobiyal etkisi incelenmiştir (Dorman ve Dean, 2000). Çalışma sonucunda uçucu yağların test altındaki tüm organizmalara karşı önemli derecede inhibitör etki gösterdiği bulunmuştur. Kekik, nane, defne yaprağı ve bunların alkol ekstraktlarının gıda zehirlenmesine sebep olan *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Vibrio parahaemolyticus* gibi bakterilerin gelişimi üzerine antogonistik etkilerini araştırdıkları başka bir çalışmada, *Salmonella typhimurium*'un 3 bitki karışımından da en az duyarlılık gösterdiğini saptamışlardır (Aktug ve Karapınar, 1988). Kekik *S. aureus*'un gelişimini % 0.05 konsantrasyonun da inhibe ederek en etkili bitki olarak dikkat çekmiştir. Öğütülmüş defne yaprağı %0.5 konsantrasyonda etkileyebilmiştir. *Vibrio parahaemolyticus*'un üremesi ise nane, kekik ve defneyaprağının 1000, 5000 ve 6000 ppm konsantrasyonlarda dahi engellenememiştir.

Siyah ve yeşil çayın in vivo koşullarda antibakteriyel ve antifungal etkisine çalışılmış olup, siyah çayın *Salmonella spp* gelişiminde inhibitör etki yarattığı, % 3 ve 4 konsantrasyonundaki yeşil çay ekstraktlarının ise *E. Coli* gelişimini engellediği tesbit edilmiştir (Yousef, 2003). Yapılan diğer bir çalışmada çay infüzyonunun antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir (Almajano ve ark. 2007). Bu

çalışmada 13 farklı infüzyon da çeşitli kateşin konsantrasyonları belirlenmiştir. İnfüzyonların bazı mikroorganizmaların büyümesine inhibitör etkisi araştırılmıştır. En yüksek radikal aktiviteyi yeşil ve beyaz çay göstermiştir. Ayrıca yeşil çay ve beyaz çay birçok mikroorganizmada benzer inhibisyon etkisi gösterdiği saptanmıştır.

Mentha longifolia ssp. (çay nanesi)'nin metanol ekstraktının ve esansiyel yağlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin bütün mikroorganizmalara karşı etki gösterdiği bulunmuştur (Gulluce ve ark., 2007). Fakat ekstraktın esansiyel yağlardan daha iyi antioksidan etki gösterdiği rapor edilmiştir. *Hippophae rhamnoides* (yabani iğde) tohumlarının sulu ekstraktının antibakteriyel ve antioksidan aktivitesini incelendiğinde iyi bir antioksidan aktivitesi gösterdiği saptanmıştır (Chauhan ve ark., 2007). Ekstraktın *Listeria monocytogenes* ve *Yersinia enterocolitica*'ya karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu ve yabani iğde ekstraktının doğal bir korucu potansiyeline sahip olduğu tesbit edilmiştir.

Bitki ekstraktları veya esansiyel yağları su ürünlerinde uygulanması bir çok araştırı tarafından rapor edilmiştir. Kıyılmış uskumru etine beyaz üzüm posası uygulayarak lipid oksidasyonu üzerindeki etkilerini incelenmiştir (Sanchez-Alonso ve ark., 2007). %2 ve %4 konsantrasyonlarında beyaz üzüm posasıyla muamele edilen kolyoz eti -20 °C'de 6 ay boyunca depolanmış ve depolama boyunca düzenli olarak analizler yapılarak antioksidan etkiyi araştırmışlardır. Çalışmalar sonucunda beyaz üzüm posasının kıyılmış ve depolanmış kolyoz üzerinde lipid oksidasyonunu geciktirici etkisi olduğu saptanmıştır. Diğer bir çalışmada, -10 °C ve -80 °C de ve 26 hafta depolanan yeşil çay uygulanmış ve yeşil çay uygulanmamış Atlantik uskumrusunun (*Scomber scombrus*) lipid oksidasyonu üzerine yeşil çayın etkisi araştırılmıştır (Alghazeer ve ark., 2008). 1. grup -80 °C de, 2. grup -10 °C de depolanmıştır ve her iki gruba da yeşil çay uygulanmamıştır. 3. ve 4. gruplara ise sırasıyla 250 ve 500 ppm yeşil çay uygulanarak -10 °C de depolanmıştır. Yapılan analizler sonucunda -10 °C de yeşil çaysız depolanan örneğin -80 °C de yeşil çaysız depolanan örneğe kıyasla daha hızlı bir lipid oksidasyonu geliştirdiği görülmüştür. Yeşil çay uygulanmış örneklerde ise 500 ppm 'lik örnek daha az etkili iken 250 ppm'lik örnek oksidasyon sürecini daha çok yavaşlatmıştır. Sonuçta 250 ppm'lik yeşil çayın uskumrudaki lipid oksidasyonunu yavaşlatmada daha etkili olduğu görülmüştür.

EDTA ve sodyum nitrit-sodyum askorbat karışımının pişmiş Japon sardalyası (*Sardinops melanostictus*) üzerindeki antioksidan etkisini araştırılmıştır (Jittrepotch

ve ark., 2006). Sardalya etini kıyarak 3 gruba ayırmışlardır. 1. gruba 5 ml EDTA, 2. gruba 5 ml sodyum nitrit ve sodyum askorbat karışımı, 3. grup olan kontrol grubuna ise 5 ml saf su ekleyerek 100°C'de 15 dakika pişirmişler. Örnekler buzdolabında (2°C) 14 gün boyunca depolanmıştır. Yapılan analizler sonucunda sodyum nitrit-sodyum askorbat karışımının pişmiş sardalya etinde lipid oksidasyonunu kontrol etmede EDTA'dan daha etkili olduğunu bulunmuştur. Diğer bir çalışmada, Pasifik salmonu (*Onchorhynchus nerka*) üzerinde sodyum asetat, sodyum nitrat ve sodyum laktat tuzlarının antioksidan ve antimikrobiyal etkilerine bakılmıştır (Sallam, 2007). Salmonun iç organlarını çıkartıp temizledikten sonra dilimleyip %2.5 sodyum asetat, sodyum nitrat ve sodyum laktat içeren sulu çözeltiye daldırılmıştır. Çalışmanın sonucunda sodyum tuzlarının bozulmaya neden olan mikroorganizmalara karşı etkili olduğunu ve lipid oksidasyonunu geciktirerek raf ömrünü uzattığını bulunmuştur. Sodyum tuzlarıyla muamele edilen grupların kontrol gruplarına kıyasla raf ömrünün 4-7 gün uzadığını görülmüştür. Bu nedenle sodyum asetat, sodyum nitrat ve sodyum laktat tuzlarının buzdolabı koşulları altında organik koruyucular olarak kullanılabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Deniz salmonunun (*Pseudoperca semifasciata*) filetosuna sprey yoluyla biberiye ekstraktını uygulayarak antioksidan etkisini araştırılmıştır (Tironi ve ark., 2009). Filetolara 200mg/kg ve 500 mg/kg biberiye ekstraktı uygulanmış ve paketlenip -11 ±2°C' de 9 ay depolanmıştır. Araştırma sonucunda 200mg/kg olarak uygulanan örneklerde lipid oksidasyonunun 6 ay, 500 mg/kg biberiye ekstraktı uygulanan örneklerde ise 3 ay geciktiğini gözlemlenmiştir. Diğer bir çalışmada, ringa balığının (*Clupea harengus*) depolama sonucu oluşan renk kaybı ve lipid oksidasyonunu kontrol etmek için balığın filetosu üzerine askorbik asit sprey yoluyla uygulanarak -30°C'de 30 hafta depolanmıştır (Hamre ve ark., 2003). Yapılan analizler sonucunda askorbik asidin en iyi etkiyi 9. haftaya kadar gösterdiğini ve 9. haftadan sonra oksidasyonun arttığını gözlemlenmiştir. Renk kaybı üzerinde ise askorbik asitin çok az etkili olduğunu bulunmuştur.

Sardalya yağı ve dondurulmuş balık eti üzerine biberiye ekstraktı ile alfa-tokoferolu birlikte uygulanarak, biberiye ekstraktı ve alfa-tokoferolun aralarında kuvvetli bir sinerjik etki gösterdiği bildirilmiştir (Wada ve Fang, 1992). Doğal bitki ekstraktlarının mikrokapsül yüksek oleik ayçiçeği yağı üzerindeki antioksidan etkisini araştırmıştır (Ahn ve ark., 2008). Bu çalışma sonucunda biberiye, brokoli filizi ve

turunçgil gibi doğal bitki ekstraktlarının ayçiçeği yağının lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde engellediği görülmüştür.

Biberiye ekstraktı gıdalarda lipit oksidasyonunu engellemesi amacıyla kullanılmaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, ekstraktın içerisindeki aktif bileşiklerin izolasyonu ve identifikasyonu yönünde eğilim göstermiştir. Bracco ve ark. (1981) yaptıkları araştırmada 16 bileşik izole etmişlerdir. Biberiye ekstraktının antioksidan aktivitesinin, başlıca karnosol ve karnosik asit isimli iki fenolik diterpen den kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Biberiye bitkisinden rosmanol ve karnosol bileşiklerini tanımlanarak, rosmanol ve karnosolun BHT, BHA ve α -tokoferolden daha etkili oldukların rapor edilmiştir (Nakatani ve Inatani, 1981). Haulıhan ark. (1984) biberiye ekstraktındaki diğer antioksidatif maddelerin diterpenler, epirozmanol, izorozmanol, rozmaridifenol ve rozmariguinon olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca biberiye ekstraktı içerisindeki karnosik asitin depolama boyunca karnosola yada diğer diterpenik bileşiklere (rozmanol gibi) dönüştüğünü bildirmişlerdir. Diğer bir araştırmada, rozmarinik asitin kafeik asit ve 3,4-dihidroksifenillaktik asitin bir esteri olduğu tesbit edilmiş olup rozmarinik asitin, biberiye, adaçayı, kekik, nane ve fesleğen gibi bitkilerde bulunduğu rapor edilmiştir (Gerhardt ve Schröter, 1983). Karnosik asit ve karnosolun demir tutucu ve radikal süpürücü olarak rol aldığı ve bu bileşiklerin mikrozomal ve lipozomal sistemde muhteşem bir lipit peroksidasyonu durdurucu etki gösterdiği bulunmuştur (Auroma ve ark., 1992).

Bu projede, taze kolyoz eti kıyılarak ve burger yapımı için gerekli olan tüm malzemelere ek olarak, kekik, yeşil çay, adaçayı ve defne bitkilerinin ekstraktı elde edilerek farklı konsantrasyonda (%0,3 ve 0,6) burgere ilavesi yapılarak, 9 ay boyunca -18°C de depolanmıştır. Hazırlanan bu örneklerin, besin kompozisyonu ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenirken, her ay düzenli olarak duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Bu süre içerisinde lipit oksidasyonunun gelişimini takip edebilmek amacıyla her ay depolanan örneklerde, serbest yağ asitleri, peroksit ve tiyobarbitürik asit analizi gibi analizler yapılmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

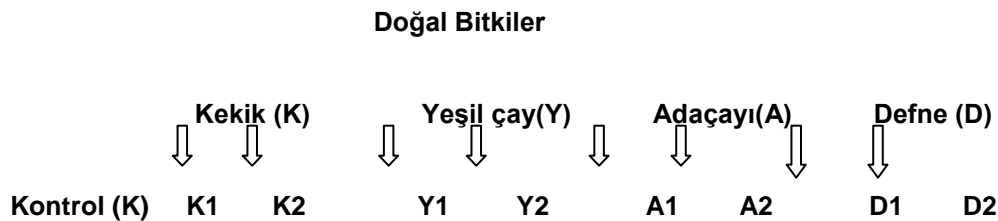
3.1. Örneklerin Hazırlanması

Bitkilerden doğal antioksidan ekstraksiyonu için solvent ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır (Chen ve ark.,1992). Ekstraksiyon 2000 ml hacimli geri soğutmalı ekstraktörde gerçekleştirilmiştir. 200 g öğütülmüş bitki üzerine 1000ml etanol konularak 60°C'de 2 saat boyunca geri soğutmalı sistemde ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakt filtre kâğıdından süzülerek ayrı bir kaba konulmuştur. Ardından tekrar 1000 ml etanol eklenerek aynı ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ekstraktlar birleştirilerek 60°C 30 dakika boyunca 40 gr aktif karbon ile ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Karbon kısmını ayırmak için filtre edildikten sonra evaporatörde (Heidolph WB 2000) etanol uçurularak doğal antioksidan ekstresi elde edilmiştir. Elde edilen antioksidan ekstraktları küçük plastik kablarda hava almayacak şekilde sıkıca kapatılarak -18°C'de saklanmıştır.

Araştırmada kullanılacak olan balıklar bölgedeki balıkçılardan temin edilmiştir. Kolyoz örneklerinin pulları ve iç organları temizlenerek derisiz filetoları çıkarılmış ve kıyma makinasında kıyılarak burger yapımında kullanılmıştır. Balık burger için gerekli olan malzemeler ve yapımı Tokur ve ark. (2004) metoduna göre hazırlanmıştır ve örnekler farklı konsantrasyonlarda bitki ekstraktları ilave edilmiştir. Daha sonra karışım burger haline getirilerek -18 °C de depolanmıştır.

Biberiye ekstraktesi danışmanı olduğum bir Yüksek lisans öğrencisinin tez çalışmasında kullanıldığı için biberiye seçilmemiştir ve aynı zamanda ön çalışma yapılırken farklı bitki konsantrasyonları denenmiştir ve bu düzeyler içerisinde en iyi %0.3 ve %0.6 olduğu saptanmıştır. Fazla kullanımda balık burgerine acı bir tat vermiştir.

Projenin deneysel planı aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 1. Projede uygulanan deneysel plan

Kontrol (K): antioksidan ilavesi yapılmayan grup

K1: % 0,3 kekik ekstraktı ilaveli grup

K2: % 0,6 kekik ekstraktı ilaveli grup

Y1: % 0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli grup

Y2: % 0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli grup

A1: % 0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli grup

A2: % 0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli grup

D1: % 0,3 defne ekstraktı ilaveli grup

D2: % 0,6 defne ekstraktı ilaveli grup

3.2. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometre (GC-MS) Analizi

Kekik (kavrakrol, timol, vb.), defne (sineol, beta myrcene vb.), adaçayı (sineol, alfa pinene vb.) ve yeşil çay (benzyl alcohol ve metal salisilat vb.) gibi maddelerden dolayı bu bitkiler antioksidan etki göstermektedir.

Bu projede kullanılacak bitkilerin içerikleri Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) analiz sonuçları sırasıyla aşağıda verilmiş olup bu bitkilerin antioksidan özelliği, içerdiği maddelerden ve sinerjistlerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca GC-MS Koşulları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. Gaz Kromatografisi-Kütle spektrometre koşulları

Cihaz	Perkin Elmer Clarus 500 (GC-MS)
Kolon	SGE kolunu (60 m. 0,25mm ID. BPX5 0,25um, USA)
Kolon Sıcaklığı	60 °C'de 10 dk, 4°C/dk artışla 220 °C'ye, 220 °C'de 10 dk beklenir. 4 °C/dk artışla 250 °C'ye , 250 °C'de 10 dk beklenir.
Enjeksiyon Sıcaklığı	240 °C
Taşıyıcı Gaz	Helyum (1,5 ml/dk)
Split Oranı	0
Elektron Enerjisi	70eV
Kütle Aralığı	35-425 m/z
Tarama Kütüphanesi	Nist ve Wiley

Çizelge 2. Kekik bitkisinin aromatik maddeleri

İçerdiği maddeler	%
δ -4-Karen	0.918548
β -Mirsen	1.923065
Etilamilkarbinol	0.433962
α -Felandren	0.385521
α -Terpinen	1.887015
Simol	8.961711
Perilla Asetat	0.6524
Miritenilasetat	0.159009
γ-Terpinen	10.0841
Sabinen Hidrat Cis	0.504236
α -Terpinolen	0.140524
Linalool	0.206209
Cis - β Terpeneol	0.116624
4-Terpeneol	1.025645
β - Fenil Alkol	0.158211
Karvakrol Metil Eter	0.301893
Timolginon	0.38325
Karvon	0.28325
Timol	0.415463
Karvakrol	66.05332
Sitronein Asetat	0.41086
Karyofilen	3.656337
α -Humulen	0.272323
γ -Kadinen	0.042414
Valencen	0.039392
β -Bisabolen	0.076373
Germakren-D	0.034419
δ -Kadinen	0.079459
Cis-Farnesol	0.038312
α -Sedrol	0.35615

Çizelge 3. Defne bitkisinin aromatik maddeleri

İçerdiği maddeler	%
α-Pinen	10.02846878
Kamfen	2.445252949
β -Fenaldiren	1.659450474
β -Pinen	1.582792137
β-Mirsen	14.70551359
δ -3-Karen	0.368247794
α -Terpinen	1.598160524
Simol	1.588213888
1.8-Sineol	41.5152683
γ -Terpinen	0.281550913
α -Terpinolen	0.166624776
Linalool	0.693479739
Cis -Sabinen Hidrat	0.064564136
Linanil-3-Metilbütanat	0.020249432
Krisantanon	0.063564568
α -Kamfolen Aldehit	0.022029413

Kamfor	6.598909097
3-Pinan	0.065163301
Pinokarvon	0.044480218
α –Terpineol	0.21006065
Borneol	1.479234831
4-Terpineol	1.249062238
Linanil Propionat	2.111134039
Berbenon	0.410802987
Izobornil Asetat	0.012963023
Bornil Asetat	1.333160415
Timol	0.057289098
Terpinil Asetat	0.079992173
α –Terpinen Oksit	0.057357631
α –Terpinil Asetat	2.86871365
Neril Asetat	0.052799424
Ögenol	0.023166491
Yılanen	0.080201957
α –Kopaen	0.151742763
β –Elemen	0.303766137
Metilögenol	0.228578626
Trans-Karyofilen	3.502761824
Alloaromadendren	0.039991282
Geranilaseton	0.024374195
Aromadendren	0.060717427
α –Humulen	0.617761684
γ –Kadinen	0.123619608
α –Curcum	0.044525407
Germakren-D	0.0347694
Eremofilen	0.098501947
Bikisilogermakren	0.140435023
α –Amorfen	0.106073082

Çizelge 4. Yeşil çayın aromatik maddeleri

İçerdiği maddeler	%
Hegzanal	0,37
(E)-2-Pental	1,06
Heptanal	0,26
(E)-2-Hegzanal	1,47
(Z)-4-Heptenal	0,22
6-Metil-5-Hepten-2-One	0,19
Benzaldehit	2,13
1-Penten-3-Ol	1,11
3-Metilbütan-1-Ol	0,41
1-Pentanol	0,24
2-Penten-1-Ol	1,35
1-Hegzanol	0,4
3-Hegzen-1-OL	6,01
3,7-Dimetil-1,6-Oktadien-3-Ol	8,04
1-Okatnol	0,98
3,7-Dimetil-2,6-Okatdien-1-Ol	6,1
2-Fenilpentan-1-Ol	1,83

Benzil Alkol	4,67
N-Etilpirol-2-Karboksaldehit	0,96
İndol	0,3
1-Etilsiklohegzan	4,44
Heptadekan	0,84
Metil Salisilat	3,76

Çizelge 5. Adaçayının aromatik maddeleri

İçerdiği maddeler	%
α –Pinen	11.9746167
Kamfen	3.00753936
2- β –Pinen	3.1016119
β –Mirsen	2.98730353
α –Terpinen	0.36528196
1.8 Sineol	47.506345
γ – Terpinen	0.6468021
α –Terpinolen	0.32351552
Linalool	0.77998493
α –Tujon	0.20918006
β –Tujon	0.69298092
Kamfor	6.36592983
Borneol	3.64763985
Bornil Asetat	2.08856227
Timol	0.07650793
Kopaen	0.36260811
Izokaryofilen	0.10791694
Karyofilen	12.6272875
Aromadenren	0.14894551
α –Humulen	2.45119868
δ –Kadinen	0.37325588
Veridifilolol	0.15498556

3.3. Besin Madde Bileşen Analizleri

Araştırmada, grupların besin madde bileşenlerini belirlemek amacıyla yapılacak olan analizlerden, nem ve ham kül analizleri sırasıyla AOAC 950.46 (1998) ve AOAC 920.153 (1998) metotlarına göre, ham protein Kjeldahl yöntemine (AOAC 981.10, 1998) göre yapılmıştır.

3.3.1. FAME Analizi

Lipit çıkartma işlemi Bligh ve Dyer metoduna (1959) göre yapılmıştır. Metil ester, Ichihara ve ark. (1996) tarafından tanımlanmış metoda göre n-heptan ve metanol içerisinde 2 M KOH kullanılarak transmetilasyon ile hazırlanmıştır.

3.3.1.1. Gaz Kromatografisi Şartları

Yağ asidi durumu bir GC Clarus 500 cihazı (Perkin–Elmer, USA), bir adet alev iyonizasyon detektörü ve SGE kolonu (30 m · 0.32 mm ID · 0.25 İm BP20 0.25 UM, USA) kullanılarak analiz edilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 220 °C 'ye sonra 280 °C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakida 140 °C 'de tutulmuştur. Sonrasında her dakika 4 °C arttırılarak 200 °C'ye kadar, 200 °C'den 220 °C'ye de her dakika 1 °C arttırılarak getirilmiştir. Numune ölçüsü 1ml ve taşıyıcı gaz da 16 ps'de kontrol edilmiştir. Ayıraç 1:100 oranında kullanılmıştır. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları ± standart sapma değerleri ile % olarak GC bölümünde ifade edilmiştir.

3.4. Kimyasal Değerlendirme

3.4.1. Serbest Yağ Asiti Analizi (FFA)

Serbest yağ asidi analizi AOCS (1994)'e göre yapılmıştır. Bligh and Dyer (1959) yöntemine göre yağ çıkarma işlemi sırasında oksidasyonu engellemek için %0,01 oranında BHT eklenmiştir. Ağırlığı belirlenmiş lipit miktarı üzerine 50 ml nötrale dietileter/ethanol karışımı eklenmiştir. Daha sonra 1 ml %1'lik fenolfitaleyn eklenerek, 0.1 M NaOH ile pembe renk oluşuncaya denk titre edilmiştir. Harcanan sodyum hidroksit miktarına göre serbest yağ asidi tayini aşağıdaki gibi yapılmıştır.

$$\%FFA = ((\text{Harcanan} - \text{Kör})/\text{Örnek ağırlığı}) \times 2,805$$

3.4.2. Peroksit Analizi (PV)

Peroksit analizi AOCS (1994)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla daha önce elde edilen yağın üzerine 20 ml kloroform eklenmiştir. Daha sonra 50 ml asetik asit / kloroform (3/2 oranında) çözeltisi eklenmiş ve bir süre karıştırılmıştır. Ardından 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi eklenmiş, 20 saniye boyunca çalkalanmış ve 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra 100 ml destile su eklenerek %1'lik nişasta çözeltisinden 3-4 damla eklenir eklenmez 0,002 M sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Harcanan sodyum tiyosülfat miktarına bağlı olarak peroksit sayısı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$PV = 2(\text{Örnek-kör})/\text{lipit ağırlığı}$$

3.4.3 Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA)

Yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malonaldehitin tiyobarbitürik asitle ısıtılması sonucu kırmızı (pembe) rengin meydana gelmesi

prensibi ile belirlenmiş olup Tarladgis ve ark. (1960) metoduna göre yapılmıştır. Bu metoda göre, 10 gr örnek kjeldahl tüpüne tartılmış, üzerine 97,5 ml saf su + 2,5 ml 1 : 2 'lik HCl eklenmiştir. 200 ml destilat toplanıncaya kadar destile edilmiştir. Kapaklı tüplere 5 ml destilat + 5 ml TBA reaktifi konmuş ve 35 dakika kaynayan su içerisinde bekletilmişlerdir. Soğutulan tüpler içerisindeki solüsyon 538 nm'de okunmuştur. Okunan değerler 7,8 ile çarpılarak 1000 g örnekte mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır.

3.4.4. Toplam uçucu bazik nitrojen tayini (TVB-N)

TVB-N içeriği Antonacopoulos (1973) metoduna göre yapılmıştır. Balıkların depolanmaları esnasında enzimatik ve mikrobiyolojik organizma faaliyetleri sonucunda azotlu bileşikler oluşur. Balık eti MgO ile destile edilirken (MgO uçucu azotlu bileşiklerin ortaya çıkmasını sağlar) diğer tarafta borik asitle azotlu bileşikler tutulur. Bu metoda göre, 10 gr et tartılıp üzerine 1 çay kaşığı MgO ve 100 ml saf su ilave edilerek destile edilmiştir. Erlende ise 10 ml % 3' lük borik asit (100ml su + 3 g borik asit) + 100 ml su ve 6-8 damla metil kırmızısı olmalıdır. 200 ml destilat biriktirilir ve sonra 0,1 N HCl ile titre edilmiştir (pembe-yeşil.....yeşil-pembe). Aşağıdaki formül yardımıyla TVB-N içeriği hesaplanmıştır.

$$\text{mg TVB-N/100 g} = \frac{A \times 1,4 \times 100}{B}$$

B

A: ml olarak harcanan 0,1 N asit miktarı

B: Örneğin tartım ağırlığı

3.4.5. Biyojenik amin analizi

Biyojenik aminler Ozogul ve ark. (2002) metoduna göre HPLC kullanılarak analiz edilmiştir. Bu metoda göre, 5 gram balık eti alınarak %6 lık TCA solüsyonundan 20ml eklenerek ultratoraks kullanılarak balık eti parçalanmıştır. Filtre kağıdından süzöldükten sonra 50ml tamamlanarak türevlendirme işlemine kadar - 18°C de saklanmıştır. Türevlendirme (derivatization) maddesi olarak benzoil klorid kullanılıp Redmond ve Tseng (1979) prosedürüne göre yapılmıştır. Türevlendirme kısaca şu şekilde yapılmıştır:

2ml ekstrakte edilmiş balık örneği cam tüplere konularak üzerine 1ml 2M NaOH, 2 mikrolitre benzoil klorid eklenerek vortexde karıştırılmıştır. Bu karışım oda sıcaklığında 30dak. dinlenmeye bırakılarak üzerine 2ml doymuş NaCl₂ eklenerek benzolasyon durdurulmuştur. 4ml dietileter eklenir ve vortexde 10saniye

kariştirilmiştir. Üzerindeki faz alınarak azot gazının altında uçurulmuştur. Daha sonra 1ml acetonitril içinde çözündürerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

3.4.5.1. HPLC Aparatlar ve Kolonlar

Biyojenik amin analizinde kullanılan olan Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) (Shimadzu LC-10VP -Shimadzu, Kyoto, Japan) tam donanımlı olup UV/VIS detektörüne, iki pompaya (Shimadzu LC-10ATVP), bir kolon fırınına ve hareketli fazın geçtiği 4 adet kanalları (Shimadzu FVC-10ALVP) vardır.

Biyojenik aminlerin analizinde Nucleosil, reverse-phase 250 x 4.6 mm ebadında ve 5 µm (Mecherey-Nagel, Duren, Germany) iç çapında bir kolon kullanılmıştır.

3.4. Mikrobiyolojik analiz

Toplam mezofilik bakteri sayımı (standart koloni sayımı), petri yüzeyine yayma metodu (ICMSF, 1982) kullanılarak hesaplanmıştır. Depolanan gruplardan 3'er örnek alınarak, her bir balık burgerden 10 gr tartılmıştır. Bu örnekler, üzerine 90 ml Ringer solüsyonu eklenerek stomacher cihazında 2 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra ondalık seyreltmeler yapılarak, her bir seyreltiden 0.1 ml alınarak PCA (Plate Count agar) bulunan petri kutusu yüzeyine 2 paralel yapılarak yayılmıştır. Seyreltilerin absorbe olması için petri kutuları 10 dakika tezgah üzerinde bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda petri kutuları inkübatöre alınarak 30 °C'de 2 gün inkübe edilmiştir. Sonrasında petri kutularında oluşan kolonilere bakılarak TVC hesaplanmıştır. 30 ile 300 koloni arasında görülen seyreltiklerin bulunduğu petri kutusundaki bakteriyel koloniler işleme alınmıştır. Koloni oluşturan birimler (kob/g) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Koloni oluşturan birim sayısı (kob/g)} = \frac{\text{Koloni sayısı} \times \text{Seyreltme faktörü}}{\text{Aşılama miktarı}}$$

3.5. Duyusal Değerlendirme

Duyusal olarak değerlendirme Paulus ve ark. (1979) metoduna göre yapılmıştır. Örneklerin renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimler 1 ile 9 skalası baz alınarak 6 deneyimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Burada "1" skalası tüketilmezlik sınırını göstermektedir. Balık burgerler her bir yüzeyi ön denemede belirlenen süre yani 3 dakika ızgarada pişirilecek ve panelistlere sıcak olarak sunulmuştur. Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği aşağıda verilmiştir.

Çizelge 6. Duyusal analizde kullanılan değerlendirme formu örneği

Kontrol

...../...../.....

	9 Çok iyi	8 Oldukça İyi	7 İyi	6 Biraz İyi	5 Yorumsuz	4 Biraz kötü	3 Kötü	2 Oldukça kötü	1 Çok kötü
Renk									
Koku									
Lezzet									
Doku Yapısı									
Genel Kabul Edilebilirlik									

Baharat	3- Çok baharatlı	2- Baharatlı	1- Az baharatlı	0-Baharat yok

Yorumlarınız:

3.6. İstatistiksel Analizler

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 9.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Birbirleriyle karşılaştırmasında t-testi ve kendi aralarındaki zaman içindeki değişimleri belirlemede ise yine Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Besin madde bileşenleri

Araştırma çerçevesinde besin maddesi bileşenleri olarak kuru madde (%), ham kül (%), protein (%) ve yağ (%) değerlerine bakılmıştır. Çizelge 7 de doğal antioksidan ilaveli balık burgerlerinin besin madde bileşeni görülmektedir.

Çizelge 7. Doğal antioksidan ilaveli balık burgerlerinin besin madde bileşeni

Gruplar	Protein	Lipit	Nem	Kül
K	21,65±0,03 ^d	1,23±0,05 ^{cd}	67,39±0,33 ^{ab}	2,89±0,65 ^{ab}
Y1	21,12±0,04 ^{cd}	1,15±0,09 ^{cd}	68,93±0,08 ^{ef}	2,34±0,18 ^a
Y2	20,25±0,03 ^a	0,96±0,13 ^{ab}	69,17±0,21 ^f	2,98±0,52 ^{ab}
D1	20,84±0,12 ^{bc}	1,06±0,12 ^{bc}	68,27±0,46 ^{cde}	3,5±0,73 ^b
D2	20,63±0,34 ^b	1,14±0,02 ^{cd}	68,37±0,12 ^{de}	3,38±0,47 ^b
K1	21,24±0,02 ^d	0,88±0,11 ^a	67,78±0,25 ^{abcd}	4,55±0,84 ^c
K2	20,92±0,42 ^{bcd}	1,28±0,13 ^d	67,26±0,38 ^a	5,37±0,46 ^c
A1	20,89±0,15 ^{bcd}	1,15±0,13 ^{cd}	67,54±0,75 ^{abc}	2,99±0,2 ^{ab}
A2	20,99±0,14 ^{bcd}	1,27±0,04 ^d	68,03±0,54 ^{bcd}	2,87±0,38 ^{ab}

K: kontrol, K1: % 0,3 kekik ekstraktı ilaveli, K2: % 0,6 kekik ekstraktı ilaveli, Y1: % 0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli, Y2: % 0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli, A1: % 0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli, A2: % 0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli, D1: % 0,3 defne ekstraktı ilaveli, D2: % 0,6 defne ekstraktı ilaveli. Her sutunda farklı harfler ile gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05).

4.2. Yağ asitleri kompozisyonunun değerlendirilmesi

Çizelge 8-16 da antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir. Tüm gruplarda depolama boyunca gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1 ω 9), linoleik asit (C18:2 ω 6), cis-vaccenic acid or cis-11-octadecenoic acid (C18:1 ω -7), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) ve dekoheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3) olmuştur.

Çizelge 8. Dondurularak depolama boyunca balık burgerlerinin (kontrol grubu) yağ asit içeriğindeki değişimler

Kontrol	0.gün	1. ay	2. ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,67±0,08	0,84±0,1	1,27±0,48	1,58±0,48	0,92±0,11	0,94±0,13	0,88±6,4	0,81±0,82	1,33±0	0,85±0,13
C14:0	1,21±0,17	1,2±0,01	1,13±0,04	1,33±0,21	1,09±0,01	1,28±0,06	1,54±0,42	1,16±0	1,13±0	1,14±0,12
C15:0	0,75±0,06	0,73±0,02	0,7±0,02	0,76±0,06	0,7±0,01	0,73±0,02	0,82±0,1	0,69±0,02	0,64±0	0,73±0,03
C16:0	20,31±0,28	19,83±1,03	18,04±0,28	18,86±0,77	19,06±0,23	20,18±0,4	23,35±6,04	20,95±1,97	21,39±1,90	21,12±0,16
C17:0	0,29±0,01	0,26±0,01	0,7±0,02	0,26±0,01	0,26±0	0,28±0,01	0±0	0,29±0,08	0,24±0	0,26±0
C18:0	11,43±0,21	11,03±1,12	11,54±0,42	10,45±1,01	10,51±0,14	11,77±0,69	11,72±1,27	12,7±1,44	13,35±1,29	14,83±0,25
C20:0	0±0	0±0	0±0	0,21±0,04	0,18±0,02	0,4±0,21	0±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,13±1,13	1,09±0,08	1,2±0,02	1,24±0,05	1,2±0,01	1,16±0,03	1,24±0	1,12±0,04	1,12±0	1,12±0,09
SFA	35,79	34,98	34,58	34,69	33,92	36,74	39,55	37,72	39,20	40,05
C16:1	1,69±0,16	1,63±0,08	1,52±0,06	1,53±0,03	1,49±0,01	1,61±0,06	1,52±0,06	1,55±0,01	1,45±0	1,48±0,06
C18:1 n9	9,06±0,09	9,23±0,79	8,14±0	8,13±0,64	8,32±0,01	8,99±0	8,28±0,35	9,28±1,59	7,72±0,71	8,72±0,09
C18:1n7	3,59±0,16	3,2±0,03	3,41±0,01	3,4±0,3	3,4±0,02	3,53±0,39	3,42±0	3,46±0,31	3,19±0	3,44±0,02
C20:1n9	2,7±0,19	2,79±0,16	2,96±0,04	2,79±0,05	2,92±0,01	2,62±0,05	2,40±0	2,53±0,67	2,87±0	2,83±0,08
MUFA	17,04	16,85	16,03	15,85	16,13	16,75	15,62	16,82	15,23	16,47
C18:2 n6	7,27±0,04	7,43±0,71	6,65±0,23	6,09±0,42	6,48±0,08	6,71±0,39	6,05±0,86	6,36±0,2	7,08±0,72	6,74±0,03
C18:3 n6	0,71±0,01	0,67±0,04	0,73±0,01	0,69±0,04	0,69±0,01	0,67±0,11	0,68±0	0,67±0,05	0,65±0	0,67±0,01
C18:3 n3	0,21±0,01	0,21±0,01	0,22±0	0,22±0,01	0,21±0,01	0,21±0,01	0,2±0	0,19±0,04	0,2±0	0,19±0
C20:2 cis	3,29±0,08	3,28±0,22	3,5±0,01	3,35±0,13	3,49±0,01	3,39±0,01	3,14±0,44	3,16±0,56	3,41±0	3,43±0,08
C20:4 n6	0,16±0,01	0,15±0	0,16±0,01	0,13±0,01	0,14±0	0,17±0,01	0±0	0,19±0,01	0,14±0	0,17±0,01
C20:5 n3	3,2±0,06	3,4±0,4	3,58±0,04	3,48±0,13	3,47±0,03	3,23±0,03	3,14±0,26	2,99±1	2,77±1,04	2,22±0,15
C22:2 cis	0,42±0,05	0,43±0,04	0,53±0,01	0,5±0,05	0,61±0,01	0,56±0,01	1,3±1,17	0±0	0,45±0	0,48±0,05
C22:6 n3	23,16±1,41	23,77±0,60	25,86±0,45	25,9±1,85	26,84±0,02	23,53±0,76	25,52±0,87	24,81±0,03	24,56±0,43	23,99±0,71
PUFA	38,42	39,34	41,23	40,36	41,93	38,47	40,03	38,37	39,26	37,89

Çizelge 9. Dondurularak depolama boyunca %0,3 kekik ilaveli balık burgerlerinin (K1) yağ asit içeriğindeki değişimler

K1	0.gün	1. ay	2. ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,45±0,1	0,14±0	0,4±0,06	0,3±0,28	0,22±0	0,24±0,21	0,16±0,07	0,18±0,04	0,23±0,13	0,68±0,22
C14:0	1,15±0,01	1,01±0,47	1,08±0,04	1,03±0,01	1,11±0,07	1,25±0,18	1,13±0,04	0,98±0,02	1,14±0,02	1,39±0,42
C15:0	0,71±0,4	0,69±0,01	0,66±0	0,62±0	0,67±0,04	0,64±0,04	0,63±0,01	0,64±0,03	0,61±0,04	0,66±0,01
C16:0	19,85±0	18,65±1,63	19,99±0,67	20±0,74	20,18±0,9	19,53±1,25	19,8±0,13	21,05±0,83	20,58±1,87	20,33±0,95
C17:0	0,27±0,04	0,23±0	0,27±0,03	0,28±0,01	0,27±0,03	0,26±0,01	0,28±0,02	0,3±0,01	0,26±0,01	0,24±0,05
C18:0	10,84±0,06	11,15±0,81	11,51±1,21	11,72±0,95	11,46±1,41	10,47±0,37	11,49±0,66	14,2±0,49	12±0,67	11,21±0,11
C20:0				0,2±0,03	0,22±0,05	0±0	0,23±0,01	0±0	0±0	
C24:0	1,12±0	1,08±0	1,14±0,01	1,35±0,04	1,17±0,02	1,19±0,05	1,16±0,01	1,14±0,01	1,22±0,08	1,12±0,03
SFA	34,39	33,95	35,05	35,50	35,30	33,58	34,88	38,49	36,04	35,63
C16:1	1,58±0,07	1,67±0,15	1,5±0,03	1,51±0,03	1,55±0,11	1,59±0,11	1,57±0,01	1,41±0,01	1,52±0,02	1,49±0,03
C18:1 n9	8,91±0,12	7,52±0,57	9,15±0,44	9,27±0,42	9,16±0,71	8,74±0,56	9,57±0,39	9,56±0,08	8,7±0,21	9,25±0,35
C18: 1n7	3,52±0,21	3,23±0	3,67±0,26	3,71±0,25	3,51±0,35	3,38±0,01	3,66±0,09	3,74±0,03	3,51±0,06	4,73±0,32
C20:1	2,97±0,02	2,8±0	2,71±0,08	2,68±0,4	2,7±0,12	2,79±0,13	2,66±0,06	2,58±0,24	2,76±0,08	2,65±0,21
MUFA	16,98	15,22	17,03	17,17	16,92	16,50	17,46	17,77	16,9	18,12
C18:2 n6	7,49±0,01	7,53±0,47	7,45±0,13	7,09±0,45	7,29±0,24	7,42±0,39	7,38±0,54	6,82±0,16	7,01±0,09	7,03±0,29
C18:3 n6	0,68±0,04	0,88±0	0,78±0,04	0,74±0,1	0,74±0,04	0,81±0,02	0,76±0,04	0,79±0,04	0,86±0,06	0,73±0,09
C18:3 n3	0,21±0	0,22±0	0,18±0,13	0,19±0,01	0,21±0,01	0,21±0,01	0,21±0,02	0,18±0,01	0,22±0,01	0,2±0,01
C20:2 cis	3,49±0,08	2,85±0,47	3,27±0,04	3,4±0,14	3,4±0,13	3,46±0,12	3,47±0,01	3,2±0,04	3,53±0,03	3,52±0,03
C20:4 n6	0,15±0,01	0,14±0,01	0,16±0,01	0,13±0,02	0,14±0,03	0,17±0,04	0,2±0	0,2±0,01	0,18±0,01	0,16±0,01
C20:5 n3	3,48±0,06	3,19±0,33	3,9±0,14	3,29±0,27	3,26±0,43	3,67±0,06	3,35±0,11	3,15±0,76	3,82±0,32	3±0,47
C22:2 cis	0,51±0,05	0,47±0	0,52±0,01	0,54±0	0,59±0,04	0,5±0,05	0,42±0,03	0,42±0	0,41±0,01	0,43±0,04
C22:6 n3	25,73±0,14	25,49±0,46	25,94±0,4	25,46±0,15	24,06±2,88	24,37±0,07	24,12±0,96	23,28±1,68	24,72±0,06	24,27±0,11
PUFA	41,73	40,77	42,20	40,84	39,69	40,61	39,91	38,04	40,75	39,34

Çizelge 10. Dondurularak depolama boyunca %0,6 kekik ilaveli balık burgerlerinin (K2) yağ asit içeriğindeki değişimler

K2	0.gün	1.ay	2. ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,14±0,01	0,1±0,01	0,11±0	0,31±0,2	0,24±0,14	0±0	0,39±0	0,47±0,12	0,13±0,14	0,11±0,01
C14:0	1,16±0,04	1,18±0,01	1,16±0,13	1,2±0,04	1,19±0	1,54±0,42	1,23±0	1,05±0,01	1,12±1,1	1,19±0,18
C15:0	0,64±0,01	0,6±0	0,64±0,06	0,65±0,02	0,66±0	0,69±0,03	0,64±0	0,59±0,07	0,59±0,59	0,65±0
C16:0	18,99±0,1	19,25±1,22	18,81±0,25	20,03±1,88	19,82±0,33	20,74±0	20,85±0,90	20,7±0,23	20,46±1,71	21,77±0,48
C17:0	0,27±0,01	0,24±0,01	0,24±0,01	0,25±0,04	0,25±0	0,25±0,01	0,25±0	0±0	0,25±0,26	0,25±0,02
C18:0	10,69±0,33	10,63±0,72	10,02±0,64	11,67±1,68	11,04±0,88	12,11±0,57	12,77±2,93	12,02±0,46	12,59±1,90	10,77±1,11
C20:0				0,69±0,08	0,56±0,05	0,54±0,03	0,54±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,19±0,01	1,12±0,01	1,2±0,01	1,33±0,18	1,17±0,01	1,28±0,26	1,12±0	1,03±0,03	1,19±0,04	1,14±0,01
SFA	33,08	33,12	32,18	36,13	34,93	37,15	37,79	35,86	36,33	35,88
C16:1	1,58±0,03	1,61±0,03	1,72±0,33	1,64±0,02	1,61±0,02	2±0,48	1,7±0	1,67±0,16	1,46±1,49	1,47±0,09
C18:1 n9	8,78±0,37	8,65±0,45	8,57±0,23	9,16±0,98	8,75±0,06	9,29±0,98	8,12±0,92	8,93±0,93	8,54±8,85	8,48±0,42
C18: 1n7	3,44±0,12	3,59±0,17	3,35±0,04	3,48±0,06	3,23±0,03	3,35±0,07	3,62±0	3,25±0,33	3,43±3,47	3,3±0,04
C20:1	2,84±0,18	2,38±0,25	2,69±0,23	2,73±0,23	2,94±0,01	2,56±0,18	2,45±0,07	2,92±0,08	2,82±0,08	2,79±0,04
MUFA	16,64	16,23	16,32	17,43	16,95	18,16	16,32	16,76	17,04	16,04
C18:2 n6	7,1±0,28	10,08±0,46	7,32±0,28	6,97±0,5	6,93±0,49	7,18±1	6,8±0	7±0,64	7,02±0,45	7,11±0,04
C18:3 n6	0,87±0,04	0,97±0,01	0,92±0,05	0,76±0,15	0,82±0,1	0,92±0,19	0,8±0	0,78±0,09	0,87±0,03	0,9±0,03
C18:3 n3	0,22±0	0,22±0,01	0,24±0,03	0,22±0,03	0,23±0,01	0,23±0,04	0,23±0	0±0	0,2±0,00	0,21±0,03
C20:2 cis	3,33±0,09	3,26±0,02	3,55±0,09	3,41±0,21	3,46±0,16	3,23±0,16	3,43±0,06	3,46±0,04	3,48±0,01	3,41±0,1
C20:4 n6	0,16±0,01	0,16±0,01	0,17±0,01	0,13±0,01	0±0	0,2±0,01	0,22±0	0±0	0,18±0,02	0,18±0
C20:5 n3	3,47±0,13	3,34±0,08	3,82±0,41	3,38±0,39	3,67±0,21	3,33±0,16	3,66±0,01	3,45±0,1	3,46±0,11	3,43±0,07
C22:2 cis	0,48±0,04	0,45±0,01	0,49±0,01	0,31±0,01	0,49±0,01	0,34±0,06	0,37±0	0±0	0,41±0,01	0,42±0,01
C22:6 n3	25,68±1,43	24,50±0,71	26,73±0,26	25,69±0,45	25,53±0,21	24,07±2,04	25,94±0,60	26,23±0,87	25,89±1,20	25,83±0,11
PUFA	41,31	42,98	43,24	40,87	41,13	39,50	41,45	40,92	41,51	41,49

Çizelge 11. Dondurularak depolama boyunca %0,3 defne ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (D1) yağ asit içeriğindeki değişimler

Defne1	0.gün	1 ay	2. ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,63±0,01	0,78±0	0,98±0,17	0,52±0,01	0,76±0,06	0,42±0,53	0,79±0	1,05±0,18	0,76±0,06	0,33±0
C14:0	1,4±0,14	2,21±1,52	1,3±0	0,95±0,03	1,16±0,06	1,61±0,68	0,78±0	1,29±0	1,11±0,13	1±0,3
C15:0	0,77±0,01	0,7±0	0,71±0,04	0,63±0,03	0,68±0,02	0,59±0,09	0,44±0	0,6±0	0,6±0,01	0,64±0,13
C16:0	20,05±0,17	20,09±1,41	20,3±0,35	20,17±0,55	20,02±0,6	20,47±1,58	22,46±0,92	22,6±0,19	22,16±0,98	22,69±1,77
C17:0	0,29±0,02	0,24±0	0,25±0,01	0,27±0	0,26±0,01	0,24±0,03	0±0	0,28±0	0,25±0,01	0,31±0,07
C18:0	10,09±0,29	9,97±0,16	9,46±0,01	11,67±0,42	10,67±0,57	10,63±0,8	12,82±7,27	14,34±3,57	14,41±1,65	14,4±5,1
C20:0	0±0	0±0	0±0	0,21±0,01	0,17±0,01	0,12±0,13	0,41±0	0,22±0	0±0	0±0
C21:0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,43±0	0±0	0±0
C24:0	1,14±0,03	1,14±0	1,29±0,09	1,36±0,12	1,17±0,04	1,06±0,11	0±0	1,16±0	1,19±0,04	1,15±0,15
SFA	34,37	35,13	34,29	35,78	34,89	35,14	37,7	41,97	40,48	40,52
C16:1	1,81±0,34	1,68±0,21	1,89±0,13	1,41±0,04	1,56±0,08	1,71±0,34	1,59±0,35	1,63±0	1,43±0,08	1,41±0,21
C18:1 n9	8,28±0,04	8,61±0,02	8,06±0,14	9,11±0,34	8,86±0,79	8,94±0,36	9,31±0,35	9,42±0,37	9,89±0,88	9,69±1,51
C18:1 n7	3,14±0,02	3,43±0,25	3,24±0,03	3,37±0,04	3,21±0,11	3,16±0,3	3,33±0,24	3,11±0	3,23±0,05	3,73±0,43
C20:1 n9	3,02±0,04	2,93±0	3±0,06	2,89±0,14	2,94±0,17	2,27±0,93	2,5±0,3	2,89±0	2,94±0,09	2,74±0,14
C22:1 n9	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,2±0,3	0±0	0±0	0±0	0±0
MUFA	16,25	16,65	16,19	16,78	16,57	16,28	16,73	17,05	17,49	17,57
C18:2 n6	6,69±0,35	7,83±0	6,92±0,01	7,39±0,23	7,46±1,03	7,59±0,32	7,52±0,98	7,91±0,5	7,25±0,57	7,02±0,08
C18:3 n6	0,7±0,03	0,76±0	0,74±0,01	0,69±0,06	0,67±0,01	0,67±0,06	0,59±0	0,61±0	0,65±0,05	0,76±0,01
C18:3 n3	0,21±0,01	0,22±0	0,24±0,02	0,18±0	0,22±0,01	0,48±0,42	0,15±0	0,17±0	0,19±0,01	0,56±0,07
C20:2 cis	3,56±0,1	3,41±0,16	3,49±0,01	3,57±0,14	3,46±0,21	3,29±0,34	2,93±0,71	3,52±0,24	3,47±0,19	3,20±0,53
C20:4 n6	0,15±0	0,16±0	0,15±0,02	0,12±0,01	0,15±0,02	0,17±0,01	0±0	0,2±0	0,15±0,01	0,16±0,03
C20:5 n3	3,69±0,19	3,08±0,88	3,77±0,04	3,36±0,04	3,53±0,35	3,11±0,35	3,15±0,71	3,34±0,13	3,47±0,07	2,7±1,24
C22:2 cis	0,46±0,06	0,5±0	0,47±0,03	0,56±0,01	0,53±0,01	0,41±0,15	0,2±0	0,41±0	0,38±0,01	0,40,01
C22:6 n3	26,49±0,53	25,18±1,29	25,15±0,5	24,91±0,47	25,71±1,9	25,3±0,51	25,99±0,62	24,78±0,55	24,07±0,12	24,71±0,76
PUFA	41,95	41,14	40,93	40,78	41,73	41,02	40,53	40,94	39,63	39,51

Çizelge 12. Dondurularak depolama boyunca %0,6 defne ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (D2) yağ asit içeriğindeki değişimler

D2	0.gün	1 ay	2 ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,59±0,08	0,56±0,26	0,87±0,11	1,01±0,11	0,62±0,18	0,64±0,1	0,55±0,12	0,16±0,03	0±0	0,66±0,77
C14:0	1,11±0,08	1,05±0,03	1,13±0,21	1,13±0,08	1,34±0,27	1,14±0,06	1,06±0,02	1,07±0,01	1,09±0	1,54±0,23
C15:0	0,72±0,04	0,67±0,01	0,78±0,08	0,69±0,08	0,72±0,1	0,7±0	0,68±0,01	0,67±0,03	0,63±0	0,74±0,11
C16:0	19,09±0,28	18,32±0,2	18,5±1,28	19,87±0,36	20,13±0,29	19,33±0,49	19,69±0,68	21,68±0,64	22,68±0,48	22,18±1,51
C17:0	0,26±0	0,24±0	0,26±0,01	0,27±0	0,28±0,01	0,27±0,01	0,29±0,01	0,33±0,01	0,25±0	0,26±0,01
C18:0	9,9±0,04	9,8±0,06	10,24±0,76	11,08±0,09	11,11±0,5	10,71±0,08	11,75±0,17	14,26±1,07	14,82±1,11	14,98±0,26
C20:0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,22±0,06	0,23±0,01	0,26±0,01	0,36±0	0±0	0±0
C21:0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,17±0,01	1,12±0,01	1,32±0,07	1,24±0,11	1,21±0,02	1,18±0,03	1,22±0,04	1,1±0,01	1,23±0	1,14±0,09
SFA	32,83	31,76	33,10	35,56	35,63	34,20	35,50	39,63	40,70	41,50
C16:1	1,92±0,08	1,7±0,17	1,69±0,37	1,55±0,06	1,75±0,3	1,54±0,04	1,47±0	1,48±0,01	1,58±0,23	1,62±0,08
C18:1 n9	8,2±0,16	9,37±0,16	8,51±0,49	8,94±0,44	9,12±0,45	8,68±0,33	8,81±0,25	9,34±0,82	8,09±0,39	8,87±0,74
C18:1n7	3,18±0,04	3,17±0,04	3,29±0,01	3,42±0,16	3,43±0,31	3,42±0,05	3,55±0,03	3,9±0,06	3,44±0	3,59±0,45
C20:1	3,06±0,16	2,82±0,01	2,82±0,08	2,72±0,1	2,8±0,11	2,85±0,04	2,90±0	2,58±0,17	2,67±0,25	2,71±0,04
MUFA	16,36	17,06	16,31	16,63	17,10	16,49	16,73	17,30	15,78	16,79
C18:2 n6	7,06±0,26	8,51±0,1	7,93±0,77	7,24±0,38	7,13±0,13	7,06±0,2	6,36±0,49	7,18±0,12	7,29±0	7,15±0,64
C18:3 n6	0,71±0	0,73±0,04	0,76±0,03	0,74±0,04	0,75±0,03	0,7±0,05	0,72±0,03	0,67±0,03	0,73±0	0,82±0,01
C18:3 n3	0,23±0	0,21±0,01	0,23±0,04	0,21±0,01	0,23±0,04	0,22±0,01	0,2±0,01	0,17±0	0,2±0	0,21±0,04
C20:2 cis	3,57±0,05	3,43±0,04	3,65±0,06	3,46±0,11	3,33±0,04	3,54±0,11	3,55±0	3,1±0,18	3,0±0,71	3,24±0,01
C20:4 n6	0,16±0,01	0,16±0,01	0,14±0,01	0,15±0,01	0±0	0,18±0,01	0,19±0,01	0,24±0,04	0,18±0	0,18±0,01
C20:5 n3	3,8±0,06	3,52±0,04	3,75±0,33	3,34±0,06	3,4±0,27	3,51±0,04	3,35±0,04	3,60±0,52	3,71±0,42	3,25±0,56
C22:2 cis	0,51±0,02	0,5±0,01	0,5±0,04	0,51±0,07	0,49±0,04	0,49±0	0,45±0,02	0,41±0,01	0,39±0	0,4±0,02
C22:6 n3	27,51±0,91	26,37±0,02	26,09±1,87	25,23±0,28	24,18±0,84	26,1±0,42	25,58±0,48	25,16±1,34	25,26±0,91	24,54±0,98
PUFA	43,55	43,43	43,05	40,88	39,51	41,80	40,40	40,53	40,76	39,79

Çizelge 13. Dondurularak depolama boyunca %0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (A1) yağ asit içeriğindeki değişimler

A1	0.gün	1. ay	2. ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,55±0,04	0,74±0,08	1,33±0,3	1,58±0,21	0,52±0,13	0,88±0,21	0,3±0	0,48±0,16	0,62±0,11	0,3±0,01
C14:0	1,29±0,02	1,46±0,23	1,21±0,01	1,18±0	1,3±0,13	1,29±0,04	1,4±1,87	1,19±0,01	1,1±0,01	1,17±0,01
C15:0	0,77±0,03	1,16±0,04	0,69±0,01	0,36±0,44	0,74±0,06	0,68±0,01	0,71±0	0,69±0,03	0,64±0,01	0,6±0,04
C16:0	19,39±0,15	20,95±1,32	20,67±0,92	18,94±0,28	19,71±0,36	20,18±0,31	20,56±1,10	22,86±2,29	22,53±1,19	22,27±0,96
C17:0	0,27±0	0±0	0,24±0,01	0,26±0,01	0,3±0,02	0,27±0	0,28±0	0,3±0,06	0,27±0	0,28±0,01
C18:0	10,36±0,28	11,36±1,62	9,38±0,73	10,19±0,34	11,34±0,3	11,02±0,13	11,86±0,36	11,89±0,15	12,21±0,25	12,27±0,33
C20:0	0±0	0±0	0±0	0,2±0,01	0,26±0,01	0,47±0,33	0±0	0±0	0±0	0±0
C21:0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,43±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,16±0,02	1,15±0,3	1,28±0,01	1,15±0,01	1,12±0,02	1,1±0,01	1,15±0	1,11±0,01	1,23±0,01	1,14±0,01
SFA	33,79	36,82	34,80	33,86	35,72	35,89	36,26	38,52	38,60	38,03
C16:1	1,65±0,06	1,9±0,23	1,74±0,19	1,74±0,2	1,62±0,06	1,73±0,03	1,75±0,39	1,63±0,06	1,5±0,03	1,51±0,05
C18:1 n9	8,61±0,25	8,58±0,14	8,37±0,66	8,57±0,28	8,85±0,27	10,13±0,29	11,89±1,18	10,22±1,54	8,96±0,04	9,7±0,38
C18:1n7	3,43±0,11	3,63±0	3,25±0,26	3,39±0,06	3,65±0,08	3,67±0,03	3,56±0	3,7±0,69	3,57±0,03	3,89±0,03
C20:1n9	2,69±0,05	2,17±0,09	2,8±0,14	2,7±0,02	2,0±0	2,52±0,05	2,40±0,3	2,12±0,79	2,77±0,01	2,74±0,05
MUFA	16,38	16,28	16,16	16,40	16,12	18,05	19,6	17,67	16,80	17,84
C18:2 n6	6,66±0,04	6,72±0	6,92±0,48	6,85±0,23	6,44±0,1	6,24±0,05	7,17±1,02	6,93±0,13	6,87±0,05	6,76±0,08
C18:3 n6	0,77±0,02	0±0	0,85±0,04	0,82±0,02	0,83±0,05	0,82±0,06	0,77±0	0,64±0,16	0,74±0,07	0,8±0,17
C18:3 n3	0,22±0	0±0	0,24±0,01	0,22±0,01	0,22±0,02	0,2±0,01	0,19±0	0,2±0	0,19±0,01	0,18±0,01
C20:2 cis	3,29±0,06	3,21±0,30	3,38±0,08	3,38±0,01	3,25±0,03	3,22±0,02	3,45±0	3,07±0,23	3,41±0,06	3,18±0,05
C20:4 n6	0,16±0	0±0	0,13±0,01	0,15±0,01	0,19±0,01	0,18±0,01	0,17±0	0,23±0,02	0,17±0	0,19±0,02
C20:5 n3	3,47±0,01	3,25±0,3	3,68±0,25	3,39±0,07	3,23±0,05	3,1±0,05	3,97±1	3,21±0,12	3,23±0,06	2,81±0,12
C22:2 cis	0,47±0,06	0±0	0,43±0	0,47±0	0,6±0,01	0,52±0,04	0,49±0	0,41±0,02	0,43±0,01	0,44±0,01
C22:6 n3	26,03±0,6	26,33±0,34	26,56±2,48	25,83±0,85	23,79±0,51	23,17±0,47	19,84±0,49	19,66±0,95	20,08±0,02	20,51±0,04
PUFA	41,07	39,51	42,19	41,11	38,55	37,45	36,05	34,35	35,12	34,87

Çizelge 14. Dondurularak depolama boyunca %0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (A2) yağ asit içeriğindeki değişimler

A2	0.gün	1. ay	2. ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,58±0,05	0,56±0	1,05±0,15	1,23±0,28	0,39±0,02	0,37±0,07	0,28±0,02	1,55±0,16	0,56±0,08	0,37±0,13
C14:0	1,12±0,12	1,06±0,06	1,15±0,08	1,12±0,01	1,16±0,01	1,14±0,06	0,94±0,06	1,33±0,24	1,01±0,04	1,04±0,01
C15:0	0,61±0,01	0,62±0,01	0,65±0,08	0,6±0,01	0,65±0,02	0,62±0,02	0,59±0,01	0,74±0,08	0,56±0,04	0,59±0,04
C16:0	20,1±0,95	20,32±0,19	20,82±1,15	20,46±0,57	22,0±1,09	21,69±1,21	23,58±1,92	24,83±0,51	26,73±1,79	27,09±0,95
C17:0	0,26±0	0,25±0,01	0,26±0,04	0,23±0,01	0,26±0,01	0,27±0,01	0,23±0,07	0±0	0,24±0,01	0,25±0
C18:0	10,74±0,25	10,21±0,6	10,99±1,51	10,36±0,19	11,05±0,22	11,26±0,86	11,4±0,34	14,07±0,86	14,21±1,5	15,05±0,86
C20:0	0±0	0±0	0±0	0,19±0	0,16±0,06	0,23±0,02	0,22±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,06±0,03	1,17±0,08	1,26±0,1	1,18±0,05	1,1±0,04	1,23±0,06	1,1±0,16	1,92±1,22	1,15±0,02	1,19±0,01
SFA	34,47	34,19	36,18	35,37	36,77	36,81	38,34	44,44	44,46	45,58
C14:1	1,12±0,12	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
C16:1	1,47±0,02	1,46±0,06	1,66±0,08	1,52±0,02	1,52±0,05	1,49±0,05	1,37±0,04	1,7±0,02	1,34±0,1	1,42±0,03
C17:1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
C18:1 n9	9,15±0,28	8,92±0,1	8,67±0,88	8,35±0,18	9,22±0,12	9±0,43	8,47±1,37	8,29±0,74	9,4±1,38	9,12±0,22
C18:1n7	3,38±0,05	3,27±0,01	3,34±0,43	3,06±0,11	3,58±0,09	3,47±0,01	3,11±0,79	3,40±0,15	3,29±0,02	3,54±0,02
C20:1	2,79±0,08	2,89±0,03	2,78±0,25	2,88±0,08	2,68±0,1	2,72±0,02	2,73±0,01	2,30±0,12	2,84±0,16	2,85±0,01
C22:1n9	0±0	0±0	0±0	0,11±0,11	0±0	0,29±0,01	0±0	0±0	0±0	0±0
MUFA	17,91	16,54	16,45	15,92	17,00	16,97	15,68	15,69	16,87	16,93
C18:2 n6	7,66±0,27	7,59±0,59	7,36±0,19	7,1±0,19	7,31±0,07	7,12±0,17	6,69±0,83	7,19±0,84	7,93±1,29	7,7±0,4
C18:3 n6	0,86±0,01	0,83±0,02	0,93±0,01	0,84±0,03	1,04±0,14	0,82±0,08	0,82±0,05	0,7±0,01	0,78±0,11	0,97±0,13
C18:3 n3	0,2±0	0,21±0,01	0,24±0	0,22±0,01	0,22±0,01	0,19±0	0,21±0,02	0±0	0,19±0,01	0,19±0
C20:2 cis	3,26±0,06	3,43±0,01	3,43±0,11	3,41±0,11	3,31±0,09	3,4±0,04	3,46±0,24	3,49±0,05	3,39±0,21	3,43±0,2
C20:4 n6	0,16±0	0,15±0,01	0,14±0,02	0,21±0,01	0,2±0,04	0,16±0,01	0,21±0,02	0±0	0,16±0,01	0,23±0,08
C20:5 n3	3,18±0,08	3,51±0,07	3,65±0,26	3,57±0,02	3,29±0,01	3,34±0,19	3,69±0,59	3,16±0,37	3,35±0,2	3,24±0,08
C22:2 cis	0,49±0,01	0,48±0,02	0,48±0,03	0,53±0,03	0,56±0,04	0,58±0	0,44±0,18	0±0	0,42±0,01	0,44±0,02
C22:6 n3	24,31±0,78	25,16±0,91	25,06±4,56	25,46±0,5	24,67±0,26	21,53±1,57	20,11±0,45	19,39±0,62	18,70±0,86	18,69±0,50
PUFA	40,12	41,36	41,29	41,34	40,60	37,14	35,63	33,93	34,92	34,89

Çizelge 15. Dondurularak depolama boyunca %0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (Y1) yağ asit içeriğindeki değişimler

Y1	0.gün	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	6. ay	7. ay	8. ay	9. ay
C12:0	0,76±0,12	0,53±0,1	0,94±0,01	0,57±0,09	0,52±0,57	0,49±0,11	0,81±0,25	1,03±0,69	0,64±0,01	0,61±0
C14:0	1,22±0,05	1,18±0	1,23±0,04	1,09±0,15	1,14±0,19	1,36±0,34	1,99±1,06	1,91±0,99	1,11±0,01	1,07±0,02
C15:0	0,71±0,01	0,57±0,25	0,72±0,08	0,66±0,01	0,69±0,07	0,7±0,01	0±0	0,73±0	0,64±0,02	0,62±0,04
C16:0	18,33±0,53	19,23±1,06	19,18±0,5	19,37±1,01	20,21±0,06	19,36±1,12	20,8±0,86	20,56±1,61	19,71±0,79	19,63±0,42
C17:0	0,25±0,01	0,3±0,06	0,25±0,01	0,24±0,04	0,33±0,1	0,28±0,01	0,29±0	0±0	0,26±0	0,25±0,02
C18:0	9,23±0,29	11,08±0,21	9,4±0,22	9,21±1,39	10,42±0,45	11,21±0,3	11,67±3,91	10,82±0,66	10,90±0,82	10,78±0,54
C20:0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,46±0,06	0,23±0	0±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,14±0,04	1,07±0	1,21±0,01	0±0	1,05±0,08	1,19±0,06	1,22±0	0,8±0	1,19±0	1,19±0,01
SFA	31,64	33,96	32,93	31,14	34,82	34,82	36,78	35,85	34,45	34,15
C16:1	1,98±0,01	1,63±0,08	1,74±0,3	1,62±0,01	1,56±0,15	1,68±0,28	1,64±0	1,35±0,1	1,47±0,01	1,42±0,07
C18:1 n9	8,29±0,06	8,69±0,91	7,99±0,21	7,86±1,09	10,35±1,65	8,58±0,54	8,6±0,71	8,7±1,96	8,94±0,13	8,81±0,2
C18:1n7	3,16±0,03	3,56±0,42	3,15±0,08	3,24±0,49	3,66±0,5	3,43±0,11	3,65±0	3,50±0,2	3,45±0,09	3,51±0,16
C20:1n9	2,9±0,21	2,03±0,92	2,86±0,15	2,92±0,07	2,44±0,44	2,81±0,14	2,64±0	2,40±0,2	2,81±0,11	2,9±0,01
MUFA	16,33	15,91	15,74	15,64	18,01	16,5	16,53	15,95	16,67	16,64
C18:2 n6	7,37±0,62	8,96±0,99	8,82±0,11	7,18±0,47	7,39±0,93	6,52±0,25	6,77±0,26	6,09±1,05	6,28±0,23	6,83±1,03
C18:3 n6	1,26±0,02	1,15±0,06	1,17±0,01	1,16±0	1±0,29	1,06±0,01	1,08±0	0,74±0	1,16±0,08	1,43±0,34
C18:3 n3	0,25±0,01	0,19±0,03	0,27±0	0,24±0	0,19±0,06	0,2±0,01	0,2±0	0±0	0,21±0	0,2±0,01
C20:2 cis	3,46±0,11	3,48±0,30	3,51±0,06	3,49±0,01	3,02±0,59	3,48±0,09	3,53±0	3,23±0,2	3,30±0	3,43±0,11
C20:4 n6	0±0	0,16±0	0,14±0	0,13±0,04	0±0	0,17±0,01	0,18±0	0±0	0,17±0	0,18±0,02
C20:5 n3	3,89±0,07	3,65±0,73	3,96±0,07	3,66±0,26	3,78±0,04	3,38±0,16	3,37±0	3,6±0,55	3,55±0,01	3,3±0,01
C22:2 cis	0,41±0,05	0,49±0,01	0,46±0,04	0,46±0,02	0,37±0,15	0,53±0,01	0,46±0	0±0	0,42±0	0,38±0,06
C22:6 n3	27,48±0,03	26,71±0,47	26,38±1,52	26,56±0,85	25,51±0,28	25,05±1,9	25,11±0,45	25,35±1,55	25,62±0,98	24,43±0,46
PUFA	44,12	44,79	44,71	42,88	41,26	40,39	40,70	39,01	40,71	40,18

Çizelge 16. Dondurularak depolama boyunca %0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin (Y2) yağ asit içeriğindeki değişimler

Yeşilçay2	0.gün	1 ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay
C12:0	0,58±0,28	0,68±0,33	0,6±0,12	0,36±0,04	0,36±0	0,34±0,03	0,72±0,08	0,25±0,13	0,48±0,06	0,31±0,25
C14:0	1,01±0,06	0,98±0,11	0,99±0,05	0,96±0,08	1±0	0,96±0,02	0,98±0,01	0,92±0,03	0,98±0,07	1,04±0,16
C15:0	0,67±0,01	0,63±0,02	0,64±0	0,65±0,05	0,66±0,01	0,6±0,01	0,68±0,16	0,58±0,02	0,6±0	0,6±0,07
C16:0	18,85±0,39	19,19±0,08	18,61±0,88	19,18±0,02	19,85±0,4	19,06±0,52	19,76±0,95	20,52±0,95	19,57±0,06	19,9±0,03
C17:0	0,26±0,01	0,26±0,01	0,27±0,02	0,28±0,01	0,26±0,01	0,27±0,01	0,25±0	0,3±0,06	0,25±0,02	0,29±0
C18:0	9,81±0,55	10,78±0,08	10,15±0,8	10,87±0,33	10,49±0,12	10,45±0,05	10,28±0,26	10,93±3,49	10±0,04	12,06±0,84
C20:0	0±0	0±0	0,21±0,01	0,21±0,03	0,36±0,19	0,45±0,36	0±0	0±0	0±0	0±0
C21:0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,41±0,03	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
C24:0	1,16±0,05	1,17±0,02	1,22±0,01	1,33±0,04	1,14±0,01	1,19±0,02	1,15±0,01	1,08±0,01	1,15±0,02	1,18±0,06
SFA	32,32	33,69	32,69	33,84	34,56	33,32	33,82	34,58	33,03	35,38
C16:1	1,62±0,19	1,44±0,09	1,58±0,28	1,58±0,16	1,48±0,06	1,37±0,03	1,42±0,08	1,33±0,02	1,4±0,08	1,46±0,12
C18:1 n9	8,2±0,13	9,68±1,12	8,58±0,37	8,95±0,76	8,9±0,06	8,78±0,21	8,66±0,26	9,38±0,82	8,8±0,42	9,74±0,72
C18:1n7	3,15±0,12	3,42±0,08	3,32±0,37	3,5±0,31	3,25±0,21	3,2±0,04	3,29±0,06	3,5±0,28	3,06±0,03	3,6±0,08
C20:1n9	3,1±0,12	2,71±0,17	2,92±0,02	2,84±0,04	2,84±0,07	2,93±0	2,89±0,01	2,71±0,36	3,0±0,01	2,88±0,01
MUFA	16,07	17,25	16,40	16,87	16,47	16,28	16,26	16,92	16,26	17,68
C18:2 n6	6,95±0,08	7,46±0,02	7,32±0,03	7,19±0,33	7,48±0,08	7,61±0,04	7,46±0,11	7,17±0,3	7,71±0,36	7,63±0,57
C18:3 n6	1,66±0,03	1,67±0	1,69±0,01	1,57±0,18	1,59±0,11	1,68±0,09	1,64±0,11	1,42±0,18	1,61±0,05	1,54±0
C18:3 n3	0,21±0,03	0,19±0	0,2±0,02	0,18±0	0,2±0,01	0,18±0	0,2±0,01	0,16±0,03	0,2±0,01	0,19±0,02
C20:2 cis	3,49±0,1	3,4±0,16	3,42±0,01	3,43±0,08	3,41±0,06	3,53±0,04	3,47±0,01	3,23±0,36	3,54±0,06	3,31±0,06
C20:4 n6	0,17±0,01	0,17±0	0,15±0,01	0,15±0,01	0±0	0,17±0,01	0,19±0,03	0,18±0,01	0,15±0	0,19±0
C20:5 n3	3,73±0,36	3,38±0	3,43±0,25	3,44±0,18	3,52±0,01	3,46±0,03	3,61±0,01	2,78±0,64	3,64±0,04	2,92±0,42
C22:2 cis	0,4±0,03	0,44±0,04	0,43±0,02	0,43±0	0,41±0,06	0,41±0,01	0,37±0,01	0,4±0,01	0,38±0,01	0,43±0,05
C22:6 n3	26,98±0,76	25,2±0,28	25,94±1,44	24,88±0,41	25,75±0,59	26,11±0,15	26,87±0,65	26,03±0,04	26,07±0,83	25,22±0,51
PUFA	43,59	41,91	42,58	41,27	42,36	43,15	43,81	41,37	43,30	41,43

4.3. Kimyasal değerlendirme

Serbest yağ asitlerinin (FFA), ester yapıdaki lipitlerin enzimatik hidrolizi sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir. Araştırmada, kekik, ada çayı, yeşil çay ve defne ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin depolanması süresince serbest yağ asitleri (FFA, % oleik asit) değişimleri Çizelge 17'da görülmektedir. Antioksidant ilavesinin serbest yağ asidi değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, kontrol ve ada çayı ekstraktı ilaveli grupların benzer değerlere sahip olduğu ($P>0,05$), sırasıyla yeşil çay, kekik ve defne ekstraktlarının serbest yağ asidi miktarını istatistiksel olarak önemli derecede azalttığı görülmektedir ($P<0,05$). İstatistiksel olarak 0,6% ekstrakt kullanımının, 0,3% kullanımına göre bazı aylarda fark görülmemesine rağmen yinede FFA miktarında önemli düşüşler gözlenmiştir.

Bu araştırmada, birincil lipit oksidasyon ürünlerinin belirlenmesi amacıyla peroksit değerleri (PV, meq/kg) ölçülmüştür. Kontrol ve antioksidant ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolanması süresince PV değişimleri Çizelge 18'de görülmektedir. 2,71 meq/kg başlangıç (Çiğ) peroksit değerinin kontrol ve adaçayı gruplarında benzer oranlarda artış gösterdiği belirlenirken en düşük artışın yeşil çay, kekik ve defne ilaveli gruplarda olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Tüm gruplarında depolama süresi sonunda peroksit değerinin başlangıç değerine göre önemli derecede artmış olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Ancak bu artışın kontrol ve adaçayı ilaveli gruplarda (K, A1 ve A2) diğer gruplarına göre (K1, K2, Y1, Y2, D1 ve D2) istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere göre, adaçayı hariç diğer antioksidan ilavesinin depolama süresi boyunca peroksit değerinin artmasını (özellikle 0,6%) önemli derecede önlediği söylenebilmektedir.

Tiyobarbitürik asit sayısı tayini (TBA, mg malonaldehit/kg), ikincil lipit oksidasyon derecesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir indikatördür. Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolanması süresince TBA değişimleri Çizelge 19'da görülmektedir. Antioksidan kullanımının TBA değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, kontrol ve adaçayı ilaveli balık burgerlerinde TBA değerinin önemli derecede artmış olduğu ($P<0,05$), diğer antioksidan ilaveli gruplarda ise benzer değerlere sahip olduğu görülmüştür ($P>0,05$).

Çizelge 17. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada serbest yağ asit değerleri (FFA).

FFA (% oleik asit)									
Depolama (ay)	K	Y1	Y2	K1	K2	D1	D2	A1	A2
0	2,72±0,25 ^{bc}	2,04±0,08 ^a	2,25±0,09 ^{ab}	2,44±0,14 ^{abc}	2,67±0,18 ^{bc}	2,71±0,15 ^{bc}	2,56±0,47 ^{abc}	3,02±0,23 ^c	2,79±0,74 ^{bc}
1	4,78±0,32 ^a	3,8±0,54 ^a	3,45±0,58 ^a	3,35±1,26 ^a	3,51±1,01 ^a	3,97±0,96 ^a	4,15±0,11 ^a	4,25±0,91 ^a	4,74±1,18 ^a
2	4,68±0,17 ^a	4,49±0,3 ^a	4,47±1,19 ^a	4,71±0,72 ^a	4,38±0,25 ^a	5,05±0,91 ^a	4,5±0,37 ^a	4,58±1,07 ^a	4,71±0,99 ^a
3	4,97±0,41 ^a	5,4±0,97 ^{ab}	5,02±0,74 ^a	5,93±0,55 ^{ab}	5,13±0,19 ^{ab}	5,26±1,07 ^{ab}	5,36±0,46 ^{ab}	6,3±0,31 ^b	6,27±0,25 ^b
4	6,1±0,11 ^{ab}	5,79±0,7 ^{ab}	5,22±0,27 ^a	6,04±0,72 ^{ab}	5,86±0,78 ^{ab}	5,83±0,55 ^{ab}	5,63±0,35 ^a	6,81±0,65 ^{bc}	7,23±0,46 ^c
5	9,13±1,21 ^{bc}	6,66±1,88 ^a	5,54±1,56 ^a	6,47±1,31 ^a	6,09±0,7 ^a	7,45±0,85 ^{ab}	6,73±0,57 ^a	10,86±0,95 ^c	15,90±0,92 ^d
6	15,7±2,33 ^{bc}	6,87±0,47 ^a	5,86±0,16 ^a	6,71±1,72 ^a	6,56±2,86 ^a	8,06±0,93 ^a	7,27±0,28 ^a	13,36±2,15 ^b	17,12±0,53 ^c
7	16,39±1,09 ^c	11,88±3,16 ^b	8,16±2,13 ^a	10,41±2,03 ^{ab}	8,73±0,31 ^{ab}	11,56±1,41 ^b	8,09±0,63 ^a	15,17±2,19 ^c	19,43±0,35 ^d
8	16,77±1,66 ^d	14,08±1,52 ^{cd}	10,4±0,57 ^{ab}	11,93±1,32 ^{abc}	9,61±2,22 ^a	13,05±0,32 ^{bc}	9,69±0,96 ^a	16,3±1,67 ^d	22,64±2,92 ^e
9	18,15±2,34 ^b	17,77±2,33 ^b	15,23±2,92 ^b	15,15±1,65 ^b	14,39±2,22 ^{ab}	15,9±0,45 ^b	11,12±0,43 ^a	17,86±0,38 ^b	23,34±2,55 ^c

K: kontrol, K1: % 0,3 kekik ekstraktı ilaveli, K2: % 0,6 kekik ekstraktı ilaveli, Y1: % 0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli, Y2: % 0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli, A1: % 0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli, A2: % 0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli, D1: % 0,3 defne ekstraktı ilaveli, D2: % 0,6 defne ekstraktı ilaveli. Her sütunda farklı harfler ile gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05). Her satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark vardır (P<0.05).

Çizelge 18. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada peroksit değerleri (PV).

PV (meq/kg)									
Depolama (ay)	K	Y1	Y2	K1	K2	D1	D2	A1	A2
0	2,71±0,49 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a	0,0±0,0 ^a
1	4,46±1,13 ^{abc}	3,82±1,32 ^{ab}	3,43±0,87 ^{ab}	4,08±0,56 ^{abc}	3,25±0,2 ^a	4,85±0,85 ^{bcd}	4,42±0,66 ^{abc}	5,96±0,11 ^d	5,58±0,56 ^{cd}
2	6,07±0,6 ^{cd}	3,75±0,89 ^a	3,86±0,69 ^{ab}	5,44±0,62 ^{bcd}	5,22±0,97 ^{abcd}	4,79±1,07 ^{abc}	4,19±0,69 ^{ab}	6,21±1,16 ^{cd}	6,63±0,75 ^d
3	6,32±1,27 ^{bc}	3,96±1,26 ^a	4,92±0,95 ^{ab}	5,34±0,49 ^{abc}	5,75±0,22 ^{bc}	5,56±0,19 ^{bc}	5,13±0,79 ^{abc}	6,68±0,86 ^{cd}	7,86±0,63 ^d
4	7,54±1,46 ^{bc}	5,94±1,19 ^{ab}	5,87±0,86 ^{ab}	5,63±1,35 ^{ab}	5,36±0,61 ^a	6,6±1,21 ^{abc}	6,68±0,86 ^{abc}	7,35±0,38 ^{abc}	7,98±1,09 ^c
5	12,72±1,62 ^f	6,13±1,54 ^{bc}	6,06±0,68 ^{bc}	6,85±1,23 ^{cd}	5,87±0,64 ^{bc}	4,36±1,32 ^{ab}	3,67±0,76 ^a	8,50±1,86 ^{de}	9,60±0,41 ^e
6	16,11±0,72 ^d	2,16±0,88 ^a	3,49±1,5 ^a	8,98±1,7 ^b	9,56±1,09 ^b	4,01±1,29 ^a	7,08±1,19 ^b	12,11±2,60 ^c	15,75±0,69 ^d
7	15,03±1,42 ^c	6,08±1,25 ^a	5,98±0,74 ^a	5,62±1,79 ^a	4,03±1,05 ^a	12,87±1,69 ^{bc}	10,36±0,55 ^b	15,59±1,99 ^c	20,26±3,54 ^d
8	20,55±1,26 ^e	7,15±1,22 ^a	6,30±0,80 ^a	13,90±1,83 ^c	14,19±0,67 ^c	14,09±1,38 ^c	11,28±1,37 ^b	17,92±1,89 ^d	22,19±0,67 ^e
9	1,84±1,61 ^a	6,05±1,59 ^{cd}	2,79±0,3 ^a	2,98±0,16 ^{ab}	1,87±0,57 ^a	5,0±1,77 ^{bc}	6,73±1,46 ^{cd}	7,83±0,27 ^d	6,13±1,49 ^{cd}

K: kontrol, K1: % 0,3 kekik ekstraktı ilaveli, K2: % 0,6 kekik ekstraktı ilaveli, Y1: % 0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli, Y2: % 0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli, A1: % 0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli, A2: % 0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli, D1: % 0,3 defne ekstraktı ilaveli, D2: % 0,6 defne ekstraktı ilaveli. Her sütunda farklı harfler ile gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05). Her satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark vardır (P<0.05).

Çizelge 19. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada tiyobarbitürik asit değerleri (TBA mg malonaldehit/kg).

TBA (mg MA/kg)									
Depolama (ay)	K	Y1	Y2	D1	D2	K1	K2	A1	A2
0	2,32±0,16 ^d	1,19±0,15 ^b	0,82±0,05 ^a	1,51±0,23 ^c	1,00±0,09 ^{ab}	1,16±0,04 ^b	1,24±0,17 ^b	2,62±0,5 ^e	1,15±0,12 ^b
1	1,8±0,02 ^{de}	1,40±0,09 ^b	1,04±0,04 ^a	1,55±0,09 ^c	1,78±0,26 ^d	1,96±0,12 ^f	1,93±0,07 ^{ef}	3,45±0,09 ^h	2,54±0,02 ^g
2	2,68±0,05 ^e	1,14±0,06 ^a	1,03±0,05 ^a	1,75±0,11 ^c	1,89±0,09 ^c	1,36±0,05 ^b	1,37±0,09 ^b	2,42±0,15 ^d	2,34±0,35 ^d
3	1,99±0,16 ^c	1,75±0,11 ^b	1,31±0,07 ^a	2,27±0,06 ^d	2,24±0,14 ^d	1,90±0,09 ^c	2,00±0,05 ^c	3,42±0,23 ^f	2,45±0,14 ^e
4	0,52±0,05 ^a	1,16±0,18 ^c	0,89±0,02 ^b	1,64±0,18 ^d	1,93±0,23 ^e	1,82±0,15 ^e	1,76±0,16 ^{de}	2,34±0,09 ^f	1,94±0,07 ^e
5	2,43±0,11 ^e	1,76±0,06 ^b	1,31±0,08 ^a	2,04±0,22 ^c	2,32±0,03 ^e	2,02±0,17 ^c	1,80±0,01 ^b	2,84±0,05 ^f	2,19±0,07 ^d
6	1,90±0,33 ^e	1,47±0,04 ^b	1,26±0,11 ^a	1,62±0,11 ^{bc}	1,50±0,05 ^b	1,81±0,04 ^{de}	1,94±0,01 ^e	2,72±0,09 ^f	1,70±0,03 ^{cd}
7	1,80±0,02 ^{de}	1,40±0,09 ^b	1,05±0,04 ^a	1,55±0,09 ^c	1,78±0,26 ^d	1,96±0,12 ^f	1,93±0,07 ^{ef}	3,45±0,09 ^h	2,54±0,02 ^g
8	2,44±0,21 ^e	1,84±0,06 ^b	1,38±0,08 ^a	1,88±0,08 ^b	2,00±0,03 ^{bc}	2,28±0,12 ^d	1,89±0,04 ^b	2,90±0,24 ^f	2,10±0,05 ^c
9	2,79±0,38 ^f	1,72±0,20 ^b	1,44±0,06 ^a	1,94±0,10 ^c	2,13±0,05 ^{cd}	2,33±0,05 ^{de}	2,06±0,10 ^c	3,31±0,15 ^g	2,53±0,21 ^e

K: kontrol, K1: % 0,3 kekik ekstraktı ilaveli, K2: % 0,6 kekik ekstraktı ilaveli, Y1: % 0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli, Y2: % 0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli, A1: % 0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli, A2: % 0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli, D1: % 0,3 defne ekstraktı ilaveli, D2: % 0,6 defne ekstraktı ilaveli. Her satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark vardır (P<0.05).

Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinde 9 aylık depolama süresince, genel olarak tüm gruplarda TBA miktarında artış ve azalışların olduğu saptanmıştır. Kontrol ve adaçayı grupları hariç diğer gruplarda, TBA değerlerinin depolama süresince önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Elde edilen bu verilere göre, antioksidan ilavesinin, adaçayı hariç, TBA üzerine önleyici etkisi olduğu söylenebilmektedir. Kullanılan %0,6 oranının, %0,3 orana göre TBA değerlerinde düşüş olduğu ($P<0,05$) görülmektedir.

Kontrol ve antioksidant ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolanması süresince TVB-N değişimleri Çizelge 20'de görülmektedir. Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinde 9 aylık depolama süresince, genel olarak tüm gruplarda TVB-N miktarında artış ve azalışların olduğu saptanmıştır. TBV-N düzeyi açısından başlangıç günü (0. gün) sonuçları her 9 grup için benzerdir ($P>0.05$). Kontrol grubu ile antioksidan ilaveli gruplar arasında depolama süresince istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 20. Bitki ekstraktı ilaveli balık burgerlerinin dondurulmuş olarak depolamada toplam uçucu bazik nitrojen değerleri (TVB-N).

TVB-N (mg MA/kg)	K	Y1	Y2	D1	D2	K1	K2	A1	A2
Depolama (ay)									
0	20,45±0,79 ^{bc}	21,06±0,41 ^c	19,73±0,43 ^{abc}	19,03±0,46 ^{ab}	20,69±0,43 ^{bc}	21,37±0,33 ^c	21,11±0,34 ^c	20,23±1,25 ^{bc}	18,11±1,44 ^a
1	23,94±0,32 ^c	18,54±1,03 ^a	20,63±1,44 ^b	20,69±0,41 ^b	23,47±0,43 ^c	24,13±0,99 ^{cd}	26,54±0,02 ^e	26,25±0,33 ^e	25,54±1,44 ^{de}
2	22,79±1,62 ^{ef}	17,69±0,4 ^{ab}	19,05±0,78 ^{bc}	16,74±0,65 ^a	19,29±0,39 ^{bc}	21,42±0,81 ^{de}	23,95±1,59 ^f	18,57±0,46 ^b	20,46±0,83 ^{cd}
3	20,18±0,69 ^{bc}	19,72±1,38 ^{bc}	20,43±0,46 ^{bc}	17,66±0,81 ^a	19,57±1,38 ^{bc}	21,30±1,04 ^c	18,42±0,35 ^{ab}	20,17±1,23 ^{bc}	20,40±1,43 ^{bc}
4	26,26±1,10 ^d	21,88±0,78 ^{bc}	20,91±0,04 ^{ab}	20,02±1,10 ^a	20,96±0,03 ^{ab}	23,03±1,2 ^c	21,80±0,79 ^{bc}	23,26±0,81 ^c	25,10±0,74 ^d
5	23,71±2,08 ^a	23,71±1,19 ^a	21,14±0,45 ^a	21,62±0,74 ^a	21,96±0,32 ^a	22,05±0,35 ^a	22,25±0,04 ^a	23,95±1,66 ^a	23,98±2,22 ^a
6	28,29±0,65 ^d	24,93±1,28 ^{bc}	24,45±1,92 ^{ab}	26,81±0,78 ^{cd}	27,72±1,43 ^d	26,9±0,72 ^{cd}	26,89±1,06 ^{cd}	22,53±1,81 ^a	27,79±0,04 ^d
7	35,75±0,65 ^a	29,84±0,1 ^{bc}	28,82±0,74 ^{ab}	30,89±0,06 ^c	29,97±0,03 ^c	28,88±0,81 ^{ab}	27,91±0,07 ^a	33,94±0,64 ^d	34,16±1,08 ^d
8	20,42±1,85 ^d	19,96±0,80 ^{cd}	17,16±0,79 ^{bc}	19,01±0,83 ^{cd}	15,78±1,64 ^{ab}	17,66±0,78 ^{bcd}	13,40±0,34 ^a	14,86±2,15 ^{ab}	17,15±1,6 ^{bc}
9	22,72±2,90 ^a	21,80±0,81 ^a	20,43±0,77 ^a	20,92±0,08 ^a	20,47±0,76 ^a	22,09±2,20 ^a	22,26±0,02 ^a	22,73±0,81 ^a	22,8±0,71 ^a

K: kontrol, K1: % 0,3 kekik ekstraktı ilaveli, K2: % 0,6 kekik ekstraktı ilaveli, Y1: % 0,3 yeşil çay ekstraktı ilaveli, Y2: % 0,6 yeşil çay ekstraktı ilaveli, A1: % 0,3 adaçayı ekstraktı ilaveli, A2: % 0,6 adaçayı ekstraktı ilaveli, D1: % 0,3 defne ekstraktı ilaveli, D2: % 0,6 defne ekstraktı ilaveli. Her satırdaki farklı harfler ile gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05).

Çizelge 21 de burgerlerin dondurularak depolanması süresince amonyak ve biyojen aminlerdeki değişimlerini göstermektedir. Burgerin depolanması süresince gruplar arasında amonyak ve biyojenik amin üretimi bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Kontrol grubunda başlangıç amonyak miktarı 6.90 mg/100g olmuştur. %0.6 kekik veya adaçayı ekstraktı uygulanan gruplar 0. depolama gününde kontrol grubuna göre daha düşük amonyak düzeyine sahip olmuştur. Ancak, defne veya yeşilçay ekstraktı uygulanan gruplar kontrol grubuna kıyasla daha yüksek oranda (> 10 mg/100g) amonyak içermiştir. Depolama süresince burger etinde amonyak bakımından önemli değişimler gözlenmiştir. Kontrol grubu depolamanın genellikle yüksek oranda amonyak içermesine karşın, bitki ekstraktların amonyak üretimindeki etkisi ekstrakt türüne ve depolama gününe göre değişkenlik göstermiştir. Balık duyusal olarak ret edildiği zaman kontrol grubundaki amonyak miktarı 30.86 mg/100 g iken, % 0.3 ve 0.6 adaçayı veya defne ekstraktı ile muamele edilen gruplar sırası ile 22.3, 28.6, 36.2 ve 35.8 mg/100 g amonyak içermiştir. Depolama sonunda kontrol grubundaki amonyak değeri 40.46 mg/100 g'a ulaşırken, yeşil çay ve kekik ile muamele edilen gruplarda bu değer 32 mg/100 g'ın altında kalmıştır.

Burger etinde 2-feniletilamin hariç diğer test edilen bütün aminler üretilmiştir. Burgerde en yüksek miktarda üretilen aminler sırasıyla dopamin ve serotonin olmuştur. Başlangıç putresin ve kadaverin değeri kontrol grubu için sırasıyla 3.88 ve 1.2 mg/100 g olup, %0.3 defne ve %0.6 kekik ekstraktı içeren gruplar, depolama başlangıcında en düşük düzeyde putresine ve kadaverine sahip gruplar olmuştur (sırasıyla < 2.2 ve 0.79 mg/100g). Kontrol grubu 1., 5. ve 9. ayda en yüksek putresin değerine sahip gruplardan birisi olmasına karşın, putresin değeri depolama süresince 6 mg/100 g'ın altında kalmıştır. Depolamanın 9. ayı hariç %0.6 yeşilçay ekstraktı içeren gruplar diğer gruplara kıyasla genellikle daha düşük kadaverin içeriğine sahip olmuştur. Burgerindeki başlangıç spermidin değeri %0.3 adaçayı içeren gruplarda 3.52 mg/100 g'dan %0.6 yeşilçay içeren gruplarda 7.03 mg/100 g'a değişkenlik göstermiştir. Spermidin değeri donmuş depolama süresince 9 mg/100g'ın altında kalmıştır. Kolyoz kasındaki başlangıç triptamin birikimi kontrol grubunda (9.5 mg/100g) diğer gruplara oranla (< 4 mg/100 g) oldukça yüksek bulunmuş olup depolama süresince bazı gruplarda önemli değişimler göstermiştir. Spermin değeri depolamanın 4. 5. ve 10. ayında

gruplara arasında önemli değişimler göstermesine karşın, depolama süresince tüm gruplarda genellikle 4 mg/100 mg'ın altında kalmıştır. Burgerde histamin birikimi genellikle düşük düzeyde olmuştur. Burgerde histamin miktarı bütün gruplarda 1 mg/100 g'ın altında kalmasına karşın, donmuş depolamanın 1. ayında kontrol grubunda 2.52 mg/100 g, %0.3 mg/100 g defne ekstraktı içeren grupta 1.35 mg/100 g ve 5. depolama ayında %0.6 kekik içeren grupta 2.02 mg/100 g'a ulaşmıştır. Serotonin kalyoz burgerinde üretilen en önemli aminlerden birisi olmuştur. Kontrol grubunda başlangıç serotonin miktarı düşük olup (1.26 mg/100g), bitki ekstraktları içeren gruplar nispeten daha yüksek serotonin içeriğine sahip olmuştur. Depolama süresince serotonin miktarında önemli değişimler gözlenmiştir. Depolamanın 4. ayına kadar kontrol grubunda serotonin içeriği artış göstermesine karşın, depolama sonuna doğru serotoninde azalmalar gözlenmiştir. 0. günde burgerlerde tiramin üretimi 6.9 mg/100 g değer ile en yüksek kontrol grubunda, 0.55 mg/100 g değer ile en düşük %0.3 defne ekstraktı uygulanan grupta gözlenmiştir. Depolama süresince tiramin üretimi bakımından kontrol grubu ve muamele grupları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Kontrol grubunun ret edildiği depolamanın 7. ayında kontrol grubunda tiramin üretimi belirlenemez iken, adaçayı ekstraktı ile muamele edilen grup oldukça yüksek miktarda tiramin içeriğine (23.62 mg/100g ve 12.78 mg/100g) sahip olmuştur. Başlangıç TMA miktarı tüm gruplarda 4mg/100 g'ın altında kalmıştır. TMA kontrol grubunda depolamanın 3. ayında bulunmaz iken, muamele gruplarında da oldukça düşük seviyelerde gözlenmiştir (0.1 mg/100g). Depolamanın 6. Ayında TMA üretiminde önemli düzeyde artışlar gözlenmiştir. %0.3 kekik ekstrakte edilen grup dışında TMA üretimi 20 mg/100 g'ın üzerinde olmuştur. Dopamin kalyoz burgerde üretilen en yüksek aminlerden birisi olup, depolama başlangıcında %0.3 defne ekstraktı eklenen grupta 1.11 mg/100 g ile en düşük değere sahip olmuştur. Dondurularak depolama süresince dopamin üretiminde önemli artışlar gözlenmiştir. Agmatin depolamanın 7. ayı dışında genellikle kontrol grubunda daha düşük seviyelerde gözlenmiş olup, depolama süresince tüm gruplarda 16 mg/100 g'ın altında kalmıştır.

Çizelge 21. Burgerin depolanması süresince amonyak ve biyogeni aminlerdeki değişimleri (mg/100g).

Dep. Süresi	AMN	PUT	KAD	SPD	TRPT	FEN	SPN	HİS	SER	TYR	TMA	DOP	AGM	Gruplar
0	6.90 ^x ±0.19 ^y	3.88±0.40	1.32±0.10	6.03±1.38	9.53±0.80	0.00±0.00	3.22±0.12	0.12±0.03	1.26±0.12	6.92±0.27	0.05±0.05	3.64±0.04	3.16±1.25	K
	7.75±0.48	2.33±0.20	1.07±0.11	5.20±1.17	4.08±0.44	0.00±0.00	2.96±0.06	0.18±0.01	4.19±0.42	1.01±0.11	0.16±0.18	3.02±0.29	8.12±3.29	K1
	6.64±0.58	2.24±0.26	0.78±0.03	4.30±0.23	0.38±0.01	0.22±0.02	2.47±0.25	0.18±0.00	3.44±0.40	1.67±0.19	4.17±0.21	2.11±0.19	4.89±0.47	K2
	4.81±0.16	3.06±0.30	0.88±0.040	3.52±0.34	0.13±0.01	0.00±0.00	1.67±0.11	0.13±0.01	3.57±0.03	2.90±0.24	0.00±0.00	1.50±0.11	5.15±3.40	A1
	4.95±0.32	3.07±0.20	1.26±0.23	4.13±0.26	0.17±0.01	0.30±0.02	2.10±0.27	0.24±0.02	13.27±1.25	0.76±0.07	0.01±0.01	0.62±0.06	6.99±6.10	A2
	10.98±1.03	1.97±0.06	0.78±0.04	6.31±0.66	0.36±0.01	0.00±0.00	2.48±0.20	0.07±0.00	3.42±0.34	0.55±0.065	0.92±1.59	1.11±0.08	6.27±0.28	D1
	15.21±1.32	2.39±0.01	0.90±0.05	5.10±0.28	0.31±0.02	0.28±0.04	2.32±0.25	0.27±0.02	8.37±0.26	2.43±0.02	1.21±1.85	4.18±0.02	8.01±0.49	D2
	16.69±1.16	4.45±0.37	0.97±0.36	6.05±0.15	1.35±0.16	0.00±0.00	1.83±0.17	0.42±0.01	10.59±1.07	3.21±3.39	1.95±3.37	13.33±0.41	10.90±1.02	Y1
	15.65±1.50	3.28±0.31	1.14±0.04	7.03±0.71	0.49±0.03	0.00±0.00	2.81±0.11	0.33±0.02	12.58±1.24	1.16±0.13	0.13±0.13	2.52±0.16	7.10±0.75	Y2
1	20.50±1.57	5.89±0.22	1.50±0.12	6.74±0.41	5.17±0.01	0.00±0.00	2.37±3.19	2.52±0.4	10.28±0.87	4.19±0.41	0.16±0.01	24.29±2.00	5.73±0.54	K
	19.32±0.49	3.52±0.22	1.46±0.11	5.01±0.53	0.71±0.02	0.15±0.00	2.04±1.75	0.49±0.01	8.79±0.80	3.31±0.31	0.00±0.00	15.75±1.52	4.31±0.29	K1
	24.77±1.44	4.49±0.13	1.47±0.13	7.97±0.05	2.43±0.01	0.49±0.04	2.71±0.26	0.21±0.00	11.14±1.10	0.62±0.02	0.01±0.00	13.71±1.32	5.69±0.30	K2
	19.60±1.16	3.23±0.02	1.19±0.56	4.61±0.25	14.36±1.07	0.00±0.00	2.47±0.23	0.66±0.04	20.62±2.02	5.26±0.51	0.03±0.00	21.00±2.13	5.80±0.59	A1
	18.05±1.64	3.48±0.28	1.01±0.52	4.45±0.35	3.37±0.30	0.00±0.00	1.81±0.10	0.28±0.02	18.04±1.20	5.54±0.24	0.14±0.01	26.50±2.65	5.85±0.18	A2
	13.03±1.14	4.94±0.29	1.10±0.03	3.63±0.35	1.63±0.13	0.00±0.00	2.77±0.01	1.35±0.01	8.06±0.37	6.73±0.50	0.38±0.02	6.0±0.38	9.73±0.54	D1
	15.85±1.46	3.73±0.33	1.00±0.09	4.78±0.15	0.55±0.01	0.00±0.00	1.35±0.11	0.16±0.03	20.52±2.01	2.89±0.23	9.29±0.64	26.42±2.63	9.85±0.26	D2
	12.72±1.17	2.26±0.23	0.89±0.41	2.25±0.21	1.67±0.01	0.00±0.00	1.31±0.13	0.6±0.02	11.30±1.10	5.60±0.05	2.61±0.02	17.46±1.70	4.95±0.35	Y1
	9.80±0.81	3.62±0.33	1.04±0.15	3.42±0.03	3.22±0.21	0.00±0.00	1.39±0.11	0.15±0.01	9.28±0.86	0.25±0.01	0.00±0.00	33.63±2.10	4.63±0.26	Y2
2	16.58±1.69	4.30±0.18	0.83±0.02	4.84±0.45	3.43±0.33	0.00±0.00	2.46±0.23	0.14±0.00	10.71±1.04	3.14±3.08	16.04±1.54	13.98±1.39	2.17±0.21	K
	11.83±1.19	3.32±0.06	0.63±0.038	4.28±0.41	0.39±0.03	0.66±1.14	1.67±0.12	0.18±0.01	4.00±0.35	0.71±0.07	3.39±0.2	28.39±1.33	4.51±0.32	K1
	11.35±1.27	3.03±0.26	0.66±0.07	3.71±0.36	0.33±0.01	0.00±0.00	1.63±0.17	0.03±0.00	6.76±0.57	2.78±0.20	2.85±0.21	3.07±1.79	2.95±0.29	K2
	8.73±0.84	2.09±0.17	0.52±0.03	3.05±0.03	6.54±0.31	0.00±0.00	1.95±0.15	0.13±0.01	4.68±0.38	1.64±0.13	0.23±0.02	16.68±1.29	5.75±0.45	A1
	14.20±1.38	3.90±0.93	0.89±0.04	5.12±0.02	7.12±0.52	0.14±0.25	2.18±1.22	0.04±0.01	5.62±0.42	2.59±0.93	0.00±0.00	43.44±4.25	4.31±0.28	A2
	12.83±1.05	4.65±0.27	0.87±0.05	5.30±0.29	1.53±0.07	0.00±0.00	2.09±0.17	0.03±0.001	2.71±0.21	0.53±0.02	0.01±0.00	20.11±2.00	0.76±0.04	D1
	10.48±1.03	4.53±0.12	0.90±0.07	5.00±0.52	0.7±0.45	0.46±0.42	3.03±0.31	0.10±0.00	5.72±0.27	2.35±0.12	0.07±0.00	52.55±2.85	4.12±1.48	D2
	9.2±0.11	2.12±0.19	4.31±0.41	2.40±0.23	2.71±0.26	0.73±0.79	1.57±0.11	0.11±0.00	2.98±0.27	10.00±1.04	1.01±0.01	27.13±2.61	3.74±0.02	Y1
	15.69±1.22	2.13±0.2	0.43±0.03	3.15±0.13	0.40±0.02	0.00±0.00	1.72±0.16	0.00±0.00	3.75±0.27	9.01±0.08	1.71±0.15	38.47±3.61	2.77±0.01	Y2

Çizelge 21 (Devamı). Burgerin depolanması süresince amonyak ve biyogeni aminlerdeki değişimleri (mg/100g).

Dep. Süresi	AMN	PUT	KAD	SPD	TRPT	FEN	SPN	HİS	SER	TYR	TMA	DOP	AGM	Gruplar
3	18.69±1.34	2.50±0.20	1.16±0.18	3.50±0.31	9.49±0.80	0.00±0.00	1.41±0.12	0.29±0.02	31.56±3.16	0.29±0.02	0.00±0.00	60.74±6.03	2.31±0.22	K
	20.64±2.05	4.93±0.26	1.94±0.01	3.25±0.32	15.73±1.46	0.12±0.0	1.75±0.12	0.80±0.04	44.14±2.92	1.19±0.12	0.01±0.00	62.19±3.74	7.81±0.12	K1
	21.90±2.18	2.85±0.29	2.56±0.02	4.33±0.42	0.62±0.05	0.00±0.00	1.49±0.12	0.20±0.01	12.97±1.12	0.84±0.06	0.01±0.00	55.18±5.28	10.69±1.08	K2
	21.77±2.17	1.95±0.19	1.08±0.01	3.07±0.31	1.73±0.09	0.00±0.00	0.94±0.07	0.11±0.00	8.89±0.46	0.96±0.07	0.00±0.00	43.39±1.21	8.68±0.76	A1
	28.46±2.07	2.99±0.17	1.87±0.16	3.88±0.38	11.83±1.13	0.00±0.00	1.82±0.09	0.46±0.02	10.19±1.05	3.15±0.30	0.01±0.00	29.51±2.96	9.48±0.87	A2
	19.02±1.23	1.71±0.08	0.51±0.05	2.24±0.21	4.47±0.42	0.00±0.00	1.33±0.01	0.41±0.04	37.94±3.26	3.87±0.36	0.08±0.004	45.67±2.81	11.78±1.00	D1
	13.52±1.32	2.03±0.21	0.87±0.06	1.82±0.16	5.88±0.24	0.00±0.00	0.27±0.02	0.09±0.00	2.75±0.15	2.16±0.21	0.01±0.00	37.14±2.80	6.43±0.57	D2
	20.01±1.93	4.49±0.14	1.55±0.12	2.99±0.19	3.92±0.09	0.00±0.00	0.97±0.09	0.15±0.01	7.60±0.58	2.96±0.26	0.06±0.00	5.66±4.52	6.03±0.03	Y1
	12.80±1.25	0.61±0.03	0.29±0.02	1.92±0.06	1.53±0.09	0.08±0.00	1.07±0.05	0.31±0.03	23.47±22.35	1.88±1.51	0.10±0.15	4.71±0.42	5.98±0.08	Y2
4	23.70±2.38	1.50±0.63	0.47±0.41	2.74±0.33	16.25±13.83	0.08±0.13	1.17±0.68	0.13±0.04	35.22±54.0	1.18±1.81	0.13±0.15	8.04±6.13	4.73±0.39	K
	25.09±2.30	0.92±0.09	0.23±0.33	2.41±0.00	20.29±8.69	0.00±0.00	1.53±0.08	0.36±0.27	17.42±59.8	0.15±0.06	0.34±0.46	14.55±0.67	5.34±0.26	K1
	29.71±1.33	2.08±2.08	0.99±0.12	2.09±3.99	14.98±3.67	0.00±0.00	0.94±0.26	0.48±0.45	20.50±21.12	0.35±0.41	0.02±0.01	15.49±17.85	5.76±0.14	K2
	27.42±1.71	2.03±0.89	1.59±0.79	3.58±0.60	4.31±3.42	0.09±0.15	2.07±0.38	0.24±0.17	12.64±6.1	2.48±0.88	0.21±0.33	16.54±28.42	10.13±1.05	A1
	21.97±1.37	1.55±1.44	2.52±1.65	3.56±1.08	0.98±0.68	0.90±0.90	2.93±2.00	0.31±0.26	8.21±6.66	3.07±2.80	0.83±0.61	22.31±19.17	10.43±1.04	A2
	26.25±2.15	1.97±0.2	0.58±0.03	5.56±0.47	17.85±1.06	0.00±0.00	3.09±0.17	0.22±0.07	5.14±0.43	0.22±0.01	0.02±0.00	20.49±2.1	7.20±0.58	D1
	22.61±3.71	1.05±0.82	0.87±0.58	3.25±2.23	3.17±4.93	0.00±0.00	8.59±3.80	0.61±0.52	9.66±3.82	4.72±332	0.20±0.29	12.15±145.3	8.15±0.67	D2
	18.39±2.61	0.91±0.27	0.65±0.34	1.58±0.47	7.64±12.54	0.12±0.20	0.87±0.28	0.24±0.17	7.07±1.80	2.32±1.01	0.02±0.01	14.56±78.45	6.72±0.60	Y1
	22.99±3.65	1.29±0.81	0.98±0.93	2.62±1.80	14.92±4.92	0.07±0.11	1.43±1.09	0.31±0.11	8.32±9.29	0.10±0.03	0.00±0.01	17.68±23.32	4.71±0.08	Y2
5	43.79±2.95	5.99±0.53	1.97±0.17	8.63±7.44	4.49±0.30	0.00±0.00	1.34±0.12	0.20±0.02	33.10±2.22	2.97±0.21	0.03±0.00	20.26±1.79	3.48±0.35	K
	23.99±1.23	1.42±0.13	0.96±0.07	5.33±4.73	2.84±0.02	0.00±0.00	3.70±0.22	0.78±0.16	21.68±2.11	2.93±0.21	0.03±0.01	32.04±3.15	12.37±1.23	K1
	22.66±1.34	1.23±0.11	0.66±0.01	5.58±4.20	2.16±0.21	0.20±0.02	6.16±0.58	2.02±1.21	6.48±0.65	5.83±0.57	0.00±0.00	15.11±1.06	12.69±1.21	K2
	21.35±1.93	1.57±0.16	9.72±0.47	1.60±0.66	0.30±0.01	1.06±0.11	1.54±0.08	0.60±0.03	2.48±0.24	1.96±0.19	1.09±0.10	13.58±1.18	5.26±0.22	A1
	31.56±2.59	1.65±0.14	0.77±0.05	3.27±2.69	0.42±0.03	0.12±0.01	1.87±0.10	0.16±0.02	12.85±1.26	0.58±0.02	3.67±0.20	1.97±0.16	4.05±0.38	A2
	42.67±3.76	3.08±0.24	2.73±0.21	6.59±1.43	17.89±1.63	0.26±0.02	1.67±0.15	0.84±0.08	41.08±4.18	1.58±0.11	23.75±2.17	3.67±0.25	15.86±1.17	D1
	24.19±1.99	2.05±0.18	1.57±0.47	3.36±1.97	0.49±0.054	0.28±0.04	1.64±0.12	0.19±0.01	6.26±0.32	1.01±0.10	1.24±0.08	11.18±1.11	14.25±1.20	D2
	35.50±3.08	1.10±0.01	0.72±0.04	3.55±1.93	0.32±0.03	0.23±0.02	2.18±0.21	0.16±0.00	29.40±2.82	3.42±0.29	36.39±3.15	4.82±0.42	6.73±0.04	Y1
	33.57±3.10	3.73±0.11	0.68±0.02	4.02±2.04	8.70±0.90	0.31±0.03	2.92±0.27	0.11±0.01	33.64±1.28	2.72±0.27	44.34±2.74	29.63±2.62	3.15±0.31	Y2
6	39.33±3.02	3.69±0.39	0.98±0.02	4.62±0.18	5.16±0.51	0.61±0.84	3.17±0.17	0.80±0.04	15.68±1.24	2.12±0.18	71.74±8.16	11.48±1.03	10.43±1.04	K
	37.18±3.41	4.51±0.42	1.25±0.08	3.63±0.16	8.74±0.81	0.15±0.13	2.35±0.25	0.32±0.03	8.53±0.65	2.06±0.17	2.33±0.21	14.29±1.26	10.10±1.02	K1
	22.64±2.25	5.29±0.05	0.80±0.05	5.77±0.50	0.42±0.02	0.00±0.00	2.09±0.20	0.15±0.01	3.73±0.23	1.61±0.48	26.94±2.24	6.74±0.24	5.25±0.15	K2
	35.58±1.82	4.97±0.48	1.25±0.07	3.75±0.33	8.84±0.86	0.00±0.00	2.02±0.13	0.16±0.00	3.61±0.38	1.65±0.08	66.51±4.73	16.61±1.34	5.63±0.04	A1
	30.31±1.17	3.21±0.34	0.68±0.04	3.23±0.31	5.90±0.57	0.18±0.31	2.22±0.19	0.40±0.03	11.77±1.08	4.05±0.03	53.17±4.35	14.48±1.33	11.32±1.19	A2
	22.80±2.07	2.52±0.26	0.45±0.01	2.94±0.27	3.77±0.33	0.45±0.79	1.35±0.12	0.36±0.02	7.05±0.71	1.33±0.10	25.67±2.06	15.88±1.02	14.27±1.28	D1
	32.10±3.13	2.22±0.07	0.90±0.02	3.01±0.27	5.56±0.50	0.00±0.00	1.51±0.13	0.06±0.00	8.50±0.23	2.26±0.19	62.13±2.16	12.20±1.21	10.23±1.02	D2
	42.06±4.21	4.40±0.08	2.06±0.14	4.70±0.04	1.39±0.14	0.00±0.00	1.55±0.13	0.39±0.02	18.15±1.70	3.47±0.16	23.16±1.48	5.93±0.48	8.10±0.52	Y1
	26.27±2.61	2.78±0.21	0.51±0.05	4.78±0.09	1.13±0.11	0.34±0.59	2.71±0.24	0.42±0.00	11.44±1.12	1.72±0.09	88.21±2.98	13.60±1.13	6.83±0.15	Y2

Çizelge 21 (Devamı). Burgerin depolanması süresince amonyak ve biyojeni aminlerdeki değişimleri (mg/100g).

Dep. Süresi	AMN	PUT	KAD	SPD	TRPT	FEN	SPN	HIS	SER	TYR	TMA	DOP	AGM	Gruplar
7	30.86±0.76	0.39±0.04	0.57±0.01	1.17±0.12	0.00±0.00	0.00±0.00	1.51±0.02	0.12±0.01	8.93±0.02	0.00±0.00	5.08±0.02	30.93±1.13	11.98±1.16	K
	24.42±3.70	2.04±0.01	1.06±0.19	2.96±0.26	0.67±0.03	1.93±0.10	1.23±0.05	0.16±0.00	1.34±0.13	0.44±0.02	2.88±0.07	5.09±0.50	5.50±0.56	K1
	3.06±0.30	5.65±0.08	0.82±0.05	1.62±0.09	0.92±0.09	0.00±0.00	0.24±0.00	0.21±0.00	14.11±1.46	0.55±0.44	1.01±0.01	27.83±2.20	6.30±0.63	K2
	12.75±1.22	0.67±0.01	0.45±0.07	1.18±0.01	2.70±0.24	0.00±0.00	1.68±0.07	0.08±0.01	22.35±2.03	23.62±2.03	0.04±0.00	44.88±4.05	4.18±0.41	A1
	7.55±0.07	1.80±0.16	1.33±0.17	4.33±0.39	2.72±0.17	0.10±0.00	0.81±0.09	0.47±0.04	26.78±6.01	12.78±1.22	0.06±0.00	4.86±0.14	4.94±0.43	A2
	25.72±0.20	0.74±0.02	0.64±0.05	2.92±0.20	2.67±0.27	0.00±0.00	2.88±0.04	0.06±0.00	45.70±2.04	3.34±0.34	0.44±0.04	10.71±1.05	6.03±0.53	D1
	0.00±0.00	0.42±0.05	0.26±0.03	0.72±0.72	0.24±0.03	0.00±0.00	0.83±0.07	0.05±0.00	22.33±1.95	3.43±3.31	0.07±0.00	23.39±2.16	4.96±0.44	D2
	13.12±1.31	1.09±0.01	0.24±0.01	2.11±0.21	7.36±0.73	0.00±0.00	1.25±0.04	0.09±0.01	2.06±0.21	0.87±0.06	0.01±0.00	1.11±0.10	7.77±0.25	Y1
	12.83±1.24	0.48±0.03	0.32±0.02	1.60±0.15	4.92±0.20	0.00±0.00	1.13±0.14	0.21±0.01	4.30±0.41	1.54±0.12	0.24±0.01	2.93±0.22	8.76±0.67	Y2
8	33.02±3.02	2.45±0.001	0.72±0.04	4.76±0.38	2.58±0.25	0.52±0.00	2.97±0.09	0.72±0.54	10.46±0.99	2.15±0.05	85.18±4.50	12.72±1.21	9.39±0.43	K
	30.34±2.29	2.53±0.25	1.19±0.08	4.98±0.22	2.82±0.18	1.60±0.10	3.64±0.61	0.74±0.53	12.44±1.10	1.21±0.09	3.58±0.37	12.33±1.09	12.19±0.74	K1
	8.29±0.42	2.74±0.12	0.68±0.04	5.22±0.41	2.88±0.21	1.50±0.11	3.69±0.33	0.53±0.02	10.60±1.00	2.09±0.02	2.37±0.21	12.09±1.13	4.74±0.03	K2
	22.30±2.05	4.40±0.30	5.93±0.52	5.28±0.52	9.91±0.40	0.91±0.028	0.99±0.07	0.90±3.80	26.32±2.58	0.18±0.01	0.12±0.01	16.99±1.28	4.25±0.37	A1
	28.62±1.40	1.19±0.06	0.53±0.00	3.03±0.03	0.51±0.01	0.68±0.06	2.56±0.2	0.34±0.31	27.19±2.41	1.34±0.18	28.91±2.77	7.67±1.55	5.68±0.02	A2
	36.19±3.19	2.40±0.16	1.81±0.06	4.72±0.43	0.64±0.03	0.19±0.04	2.63±0.05	0.26±0.35	15.03±1.16	1.57±0.15	21.22±34.70	38.68±2.53	13.15±1.16	D1
	35.79±2.35	1.36±0.14	2.06±0.16	3.93±0.17	0.63±0.01	0.34±0.02	2.05±0.09	0.35±0.01	10.76±0.98	2.55±0.17	34.70±3.15	25.37±2.15	10.16±1.02	D2
	22.70±1.48	2.88±0.15	3.25±0.26	5.65±0.54	3.43±0.03	1.50±0.16	3.79±0.39	0.76±1.09	15.26±1.12	1.56±0.15	9.67±0.58	19.78±1.85	8.98±0.85	Y1
	19.14±1.05	3.70±0.29	1.28±0.12	6.98±0.58	2.75±0.21	0.18±0.11	3.20±0.25	0.50±0.41	15.22±1.51	2.54±0.18	22.48±2.93	11.15±1.02	9.78±0.15	Y2
9	40.46±3.30	3.72±0.20	1.93±0.19	7.03±0.04	14.23±1.09	0.00±0.00	3.52±0.03	0.66±0.02	7.51±0.38	0.83±0.03	37.07±3.75	14.18±1.11	5.53±0.45	K
	31.56±3.40	5.35±0.50	7.07±0.06	7.60±0.12	1.61±2.08	0.89±0.04	4.72±0.21	1.18±0.11	20.39±1.82	5.45±0.28	0.69±0.05	31.59±3.15	15.64±1.54	K1
	20.53±4.51	3.75±0.21	6.00±0.62	7.28±1.21	1.80±1.09	2.56±0.08	3.25±0.06	0.28±0.02	28.35±1.14	3.75±3.21	0.02±0.00	29.89±1.62	6.14±1.07	K2
	13.81±1.30	3.49±0.03	4.60±0.04	6.31±1.12	4.68±0.42	3.67±0.01	6.58±0.45	1.66±0.13	15.02±1.02	10.24±1.03	0.64±0.06	40.28±3.14	15.02±1.19	A1
	11.05±4.09	3.09±0.02	1.14±0.11	3.15±0.32	6.63±0.41	0.42±0.73	3.81±0.16	1.12±0.12	24.17±1.20	8.02±0.56	1.15±0.08	15.77±1.51	14.81±1.43	A2
	36.51±4.35	2.34±0.20	2.92±0.02	6.31±0.01	6.97±0.61	0.31±0.02	4.40±0.42	0.50±0.03	20.09±1.04	17.83±3.21	0.02±0.00	43.80±14.1	15.14±1.51	D1
	29.74±2.03	2.11±0.18	1.72±0.17	6.02±0.15	0.62±0.06	0.19±0.00	2.65±0.10	0.75±0.01	22.51±1.23	5.24±0.51	0.78±0.03	36.66±12.5	12.45±1.18	D2
	26.73±3.06	2.54±0.25	1.00±0.10	4.44±0.06	0.58±0.05	0.00±0.00	3.47±0.34	0.89±0.07	12.87±1.12	9.48±2.95	0.34±0.02	16.36±1.48	14.96±1.40	Y1
	25.64±3.73	2.41±0.20	1.25±0.10	6.87±0.92	3.02±0.30	2.02±0.07	2.26±0.22	1.47±0.01	20.23±2.02	7.41±0.44	75.97±7.35	22.18±2.21	15.17±1.08	Y2

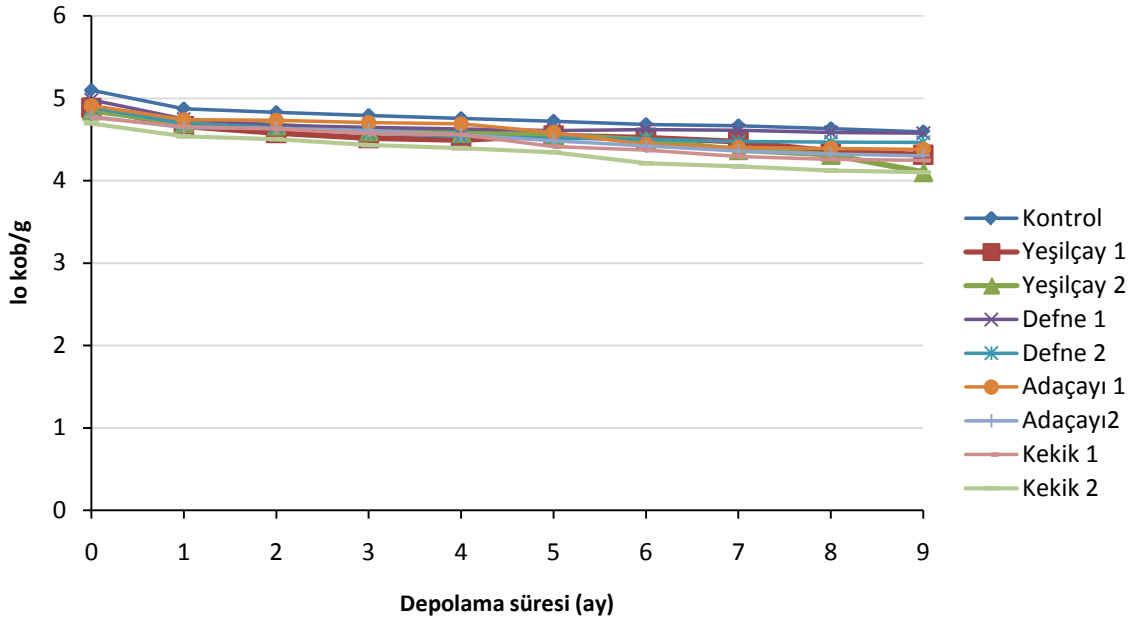
AMN, amonyak; PUT, putresin; KAD, kadaverin; HIS, histamin; SPD, spermidin; TRP, triptamin; FEN, 2-Phenil-etilamin; SPN, spermin; SER, serotonin; TYR, tiramin; TMA, trimetilamin; AGM, agmatin. K1: %0.3 dozunda uygulanan kekik ekstraktı, K2: %0.6 dozunda uygulanan kekik ekstraktı; A1: %0.3 dozunda uygulanan adaçayı ekstraktı; A2: %0.6 dozunda uygulanan adaçayı ekstraktı; D1: %0.3 dozunda uygulanan defne ekstraktı D2: %0.6 dozunda uygulanan defne ekstraktı Y1: %0.3 dozunda uygulanan yeşilçay ekstraktı, Y2: %0.6 dozunda uygulanan yeşilçay ekstraktı * ortalama değer † standart sapma

4.4. Mikrobiolojik Değerlendirme

4.4.1.Toplam Mezofil Canlı sayımı

Şekil 2 burgerin dondurularak depolanması süresince toplam aerobik mezofil canlı sayımındaki değişimleri göstermektedir. Burgerdeki başlangıç mikrobiyal flora kontrol grubu için 5.68 log kob/g olmuştur. Bitki ekstraktları ile muamele edilen gruplarda başlangıç mikrobiyal flora kontrol grubuna göre biraz daha düşük olup, 5.5 log/g'dan (%0,3 adaçayı)'dan 5.1 kob/g'a (%0.6 kekik) kadar değişkenlik göstermiştir. Bakteri sayısı donmuş depolama ile azalış göstermiştir. Muamele grupları arasında en düşük mikrobiyal flora kekik ekstraktı eklenen gruplarda gözlenmiş olup, bitki ekstraktı uygulaması mikrobiyal gelişimi önemli düzeyde düşürmüştür ($p<0.05$).

Şekil 2. Burgerin dondurularak depolanması süresince toplam aerobik mezofil canlı sayımındaki değişimleri

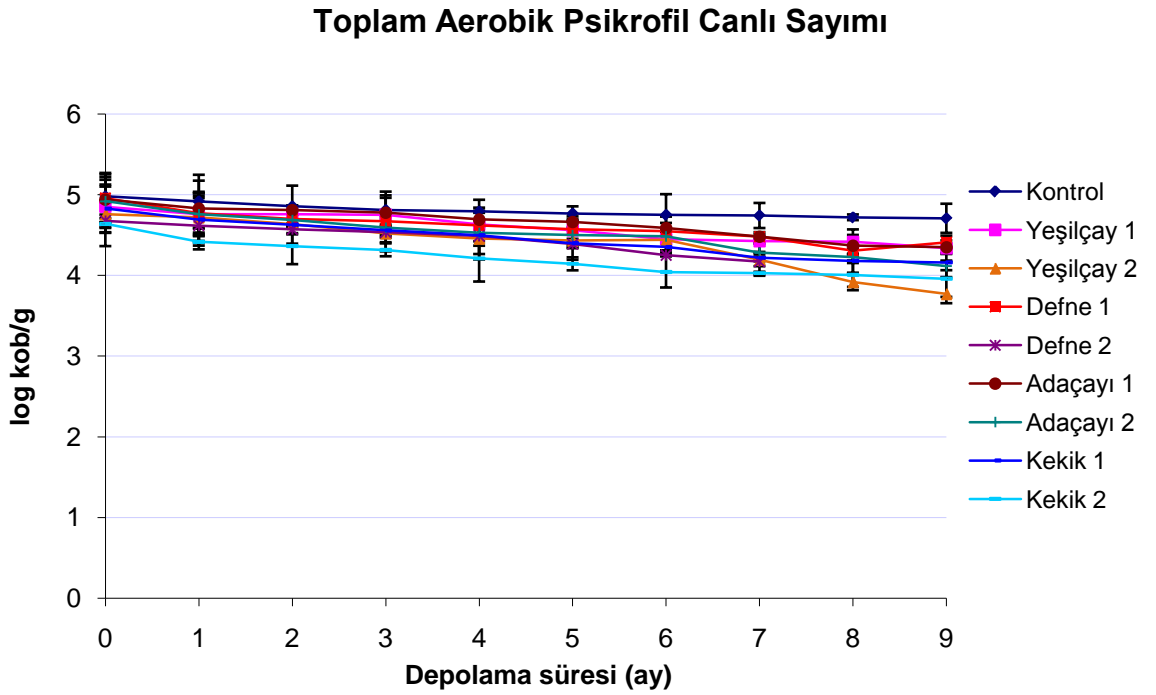


Burgerler duyuşal olarak panelistler tarafından ret edildiği zaman, toplam canlı sayımı kontrol grubu için 4.81 kob/g, kekik ile muamele edilen muamele grupları için 4.24 (%0.3) kob/g ve 4.10 (%0.6) kob/g olmuştur. %0.3 ve 0.6 yeşilçay ekstraktı ile muamele edilen gruplarda ise bu değerler sırasıyla 4,31 ve 4.10 kob/g olmuştur. Depolama sonunda bu değerler kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm gruplarda 4.6 kob/g'ın altında olmuştur.

4.4.2. Toplam Psikrofil Canlı Sayımı

Burgerin toplam aerobik psikrofil mikrobiyal miktarı Şekil 3'de verilmiştir. Burgerin başlangıç toplam canlı sayımı kontrol grubu için 4.98 kob/g olmuştur. Muamele gruplarında bu başlangıç değerler %0.6 kekik ve yeşilçay ekstraktı ile muamele edilen gruplarda en düşük seviyede iken (sırasıyla 4.64 ve 4.76 kob/g), %0.3 adaçayı ve defne ekstraktı ile muamele edilen gruplarda en yüksek (4.95 kob/g) değere sahip olmuştur. Burger etindeki mikrobiyal miktar donmuş depolama süresi ile çok hafif bir azalış göstermiştir.

Şekil 3. Burgerin dondurularak depolanması süresince toplam aerobik psikrofil canlı sayımındaki değişimler



Bitki ekstraktları depolama süresince mikrobiyal floranın gelişiminde önemli bir inhibitör etkiye sahip olup, en yüksek antibakteriyel etki özellikle kekik ve yeşilçay ile muamele edilen gruplarda gözlenmiştir ($p < 0.05$). Genellikle yüksek dozda kullanılan (%0.6) bitkisel ekstraktlar düşük doza oranla daha yüksek antibakteriyel etkiye sahip olmuştur. Balık duyuşal olarak ret edildiği zaman toplam canlı sayısı kontrol grubu için 4.74 kob/g olmuştur. %0.6 yeşilçay ekstraktı veya kekik ekstraktı uygulanan gruplar için sırasıyla 3.77 ve 3.96 kob/g olmuştur. Burgerin duyuşal olarak ret edildiği depolamanın 8. ayında defne ve biberiye ekstraktı uygulanan gruplarda ise bu değerler %0.3 konsantrasyonunda sırasıyla

4.31 ve 4.37 kob/g %0.6 konsantrasyonunda ise 4.17 ve 4.23 kob/g olmuştur. Depolamanın 9. ayında toplam psikrofil sayısı kontrol grubunda 4.71 kob/g'a olmuştur.

4.5. Duyusal Değişimler

Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolanması süresince renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde belirlenen değişimler Çizelge 22-30 da verilmiştir. Panelistler %0,6 defne ve kekik ekstrakt ilaveli gruplarda aromanın güçlü olduğu belirtmişlerdir. Tüm gruplarda 9 aylık dondurularak (-18⁰C) depolama süresi sonunda duyusal skorlarında azalma kaydedilmiştir (P<0.05). Bununla beraber, duyusal değerlendirme skalasına göre genel olarak tüm grupların başlangıçtaki çok iyi kalite (8-9) değerlerinden kötü kalite (4-3) değerlerine düştüğü, kontrol grubu 7. ayda, kekik (K1 ve K2) ve yeşil çay ekstraktı ilaveli gruplar (Y1 ve Y2) 9. ayda, adaçayı (A1 ve A2) ve defne (D1 ve D2) grupları 8. ayda red edildikleri ve tüketilemez özellikte oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 22. Kontrol (K) grubunun duyuşal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,88±0,35 ^e	8,50±0,53 ^{de}	8,25±0,46 ^d	8,25±0,46 ^d	8,00±0,0 ^d	7,00±0,0 ^c	6,62±0,52 ^c	5,50±0,93 ^b	5,56±0,42 ^b	3,63±0,52 ^a
Koku	8,25±0,46 ^e	8,25±0,46 ^e	8,0±0,0 ^{de}	8,0±0,0 ^{de}	7,63±0,52 ^d	6,75±0,46 ^c	6,38±0,52 ^c	5,25±0,46 ^b	5,63±0,52 ^b	3,50±0,76 ^a
Tat	8,0±0,76 ^e	8,0±0,0 ^e	8,0±0,0 ^e	7,88±0,23 ^{de}	7,38±0,52 ^d	6,25±0,46 ^c	6,19±0,26 ^c	5,0±0,76 ^b	4,81±0,70 ^b	3,38±0,74 ^a
Doku yapısı	8,13±0,64 ^f	8,25±0,46 ^f	8,25±0,46 ^f	7,75±0,46 ^{ef}	7,38±0,52 ^e	6,38±0,52 ^d	5,81±0,26 ^c	5,25±0,46 ^b	5,17±0,70 ^b	3,25±0,46 ^a
Genel Beğeni	8,38±0,52 ^f	8,0±0,0 ^{ef}	7,88±0,23 ^e	7,75±0,27 ^{de}	7,38±0,52 ^d	6,75±0,46 ^c	6,38±0,52 ^c	4,75±0,46 ^b	4,5±0,46 ^b	3,38±0,74 ^a

Her satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05).

Çizelge 23. % 0,3 kekik ekstraktı (K1) ilaveli grubun duyuşal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,25±0,71 ^e	8,13±0,35 ^e	8,0±0,0 ^{de}	7,75±0,46 ^{cde}	7,5±0,54 ^{cd}	7,38±0,52 ^c	7,38±0,52 ^c	6,75±0,46 ^b	6,63±0,52 ^b	4,63±0,52 ^a
Koku	7,50±0,76 ^c	7,50±0,53 ^c	7,5±0,53 ^c	7,25±0,46 ^c	7,13±0,35 ^c	7,0±0,0 ^c	7,0±0,0 ^c	7,0±0,0 ^c	6,31±0,26 ^b	4,25±1,39 ^a
Tat	6,88±0,83 ^d	6,88±0,83 ^d	6,50±0,54 ^{cd}	6,5±0,54 ^{cd}	6,31±0,46 ^{cd}	6,25±0,46 ^{cd}	6,0±0,0 ^{cd}	6,25±0,46 ^{bc}	5,63±0,52 ^b	4,13±0,64 ^a
Doku yapısı	7,88±0,64 ^d	7,88±0,35 ^d	7,75±0,46 ^d	7,5±0,53 ^d	7,38±0,52 ^d	7,5±0,46 ^d	7,38±0,52 ^d	6,50±0,54 ^c	6,0±0,0 ^b	4,50±0,53 ^a
Genel Beğeni	7,88±0,35 ^e	7,25±0,46 ^d	7,0±0,0 ^{cd}	6,75±0,60 ^{bcd}	6,75±0,38 ^{bcd}	6,69±0,26 ^{bcd}	6,56±0,42 ^{bcd}	6,75±0,46 ^{bc}	6,25±1,04 ^b	4,38±0,74 ^a

Çizelge 24. % 0,6 kekik ekstraktı (K2) ilaveli grubun duyuşal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,25±0,71 ^d	7,88±0,35 ^{cd}	7,75±0,46 ^{cd}	7,75±0,46 ^{cd}	7,5±0,53 ^c	7,50±0,46 ^c	7,38±0,52 ^c	6,75±0,46 ^b	6,38±0,52 ^b	4,25±0,46 ^a
Koku	7,38±0,92 ^e	7,13±0,84 ^{cde}	7,25±0,46 ^{de}	7,0±0,76 ^{cde}	7,0±0,76 ^{cde}	6,63±0,52 ^{bcd}	6,50±0,46 ^{bc}	6,75±0,46 ^{bcd}	6,19±0,26 ^b	3,88±0,35 ^a
Tat	6,63±0,92 ^d	6,13±0,35 ^{cd}	6,0±0,0 ^c	6,0±0,0 ^c	5,75±0,46 ^{bc}	5,63±0,52 ^{bc}	5,63±0,52 ^{bc}	5,75±0,46 ^{bc}	5,38±0,52 ^b	3,38±0,75 ^a
Doku yapısı	7,88±0,64 ^f	7,63±0,52 ^{ef}	7,63±0,44 ^{ef}	7,38±0,44 ^{def}	7,25±0,27 ^{cde}	7,19±0,26 ^{cde}	7,0±0,0 ^{cd}	6,75±0,46 ^c	5,63±0,52 ^b	4,13±0,99 ^a
Genel Beğeni	7,13±1,13 ^{bc}	6,63±0,74	6,5±0,54 ^b	6,5±0,54 ^b	6,38±0,52 ^b	7,62±0,52 ^c	6,5±0,46 ^b	6,50±0,54 ^b	6,38±0,52 ^b	3,88±0,84 ^a

Çizelge 25. % 0,3 yeşil çay (Y1) ekstraktı ilaveli grubun duyuşal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,75±0,46 ^f	8,38±0,52 ^{ef}	8,25±0,46 ^{de}	7,88±0,23 ^d	7,88±0,35 ^d	7,38±0,52 ^c	7,25±0,46 ^c	6,25±0,46 ^b	6,25±0,46 ^b	4,0±0,0 ^a
Koku	8,38±0,52 ^f	8,25±0,46 ^{ef}	7,75±0,46 ^{de}	7,63±0,35 ^d	7,75±0,46 ^{de}	7,75±0,46 ^{de}	7,0±0,0 ^c	6,25±0,46 ^b	5,88±0,58 ^b	4,75±0,87 ^a
Tat	8,38±0,52 ^d	8,25±0,46 ^d	8,13±0,23 ^d	7,88±0,58 ^{cd}	7,88±0,35 ^{cd}	7,38±0,52 ^c	7,25±0,89 ^c	6,5±0,54 ^b	6,25±0,89 ^b	3,5±0,93 ^a
Doku yapısı	8,25±0,71 ^f	8,13±0,35 ^f	8,0±0,0 ^f	7,88±0,79 ^{ef}	7,63±0,52 ^{def}	7,38±0,52 ^{de}	7,25±0,89 ^{cd}	6,75±0,46 ^{bc}	6,25±0,46 ^b	3,25±0,46 ^a
Genel Beğeni	8,13±0,35 ^e	8,13±0,35 ^e	8,0±0,0 ^e	7,75±0,46 ^{cde}	7,88±0,35 ^{de}	7,38±0,52 ^{cd}	7,25±0,46 ^c	6,25±0,89 ^b	6,0±0,76 ^b	3,75±0,89 ^a

Çizelge 26. % 0,6 yeşil çay (Y2) ekstraktı ilaveli grubun duyuşal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,75±0,46 ^e	8,38±0,52 ^{de}	8,0±0,76 ^d	8,0±0,66 ^d	8,13±0,64 ^d	7,38±0,52 ^c	7,25±0,46 ^c	6,5±0,54 ^b	6,38±0,44 ^b	4,63±0,44 ^a
Koku	8,38±0,52 ^e	8,25±0,46 ^{de}	7,75±0,46 ^{de}	7,75±0,60 ^{de}	7,63±0,52 ^d	7,75±0,46 ^{de}	7,0±0,0 ^c	6,5±0,54 ^{bc}	6,38±0,44 ^b	4,5±1,2 ^a
Tat	8,25±0,46 ^d	8,19±0,37 ^d	8,13±0,44 ^d	7,88±0,23 ^{cd}	7,75±0,46 ^{cd}	7,63±0,52 ^{cd}	7,5±0,54 ^c	6,63±0,44 ^b	6,25±0,89 ^b	3,75±0,89 ^a
Doku yapısı	8,38±0,52 ^g	8,25±0,46 ^{fg}	7,88±0,23 ^{efg}	7,75±0,46 ^{def}	7,75±0,46 ^{def}	7,38±0,52 ^{cde}	7,25±0,89 ^{cd}	7,0±0,0 ^{bc}	6,5±0,54 ^b	3,5±0,93 ^a
Genel Beğeni	8,38±0,52 ^e	8,0±0,0 ^{de}	7,75±0,46 ^{cd}	7,88±0,58 ^{cde}	7,75±0,46 ^{cd}	7,38±0,52 ^c	7,5±0,54 ^{cd}	6,75±0,46 ^b	6,5±0,54 ^b	3,5±0,93 ^a

Çizelge 27. % 0,3 ada çayı (A1) ekstraktı ilaveli grubun duyuşal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,63±0,52 ^f	8,25±0,46 ^{ef}	8,25±0,46 ^{ef}	8,0±0,0 ^e	8,13±0,35 ^e	8,0±0,0 ^e	7,5±0,54 ^d	5,75±0,46 ^c	5,0±0,0 ^b	4,0±0,76 ^a
Koku	8,38±0,52 ^e	8,13±0,35 ^{de}	8,0±0,0 ^{de}	7,75±0,46 ^{cde}	7,63±0,52 ^{cd}	7,75±0,46 ^{cde}	7,25±0,89 ^c	5,5±0,54 ^b	4,0±1,07 ^a	4,0±0,76 ^a
Tat	8,25±0,46 ^{fg}	8,38±0,52 ^g	7,75±0,46 ^{ef}	7,75±0,46 ^{ef}	7,63±0,52 ^e	7,75±0,46 ^{ef}	6,75±0,46 ^d	5,5±0,54 ^c	4,5±0,54 ^b	3,5±0,93 ^a
Doku yapısı	8,25±0,46 ^f	8,13±0,35 ^{ef}	7,88±0,23 ^{def}	7,75±0,46 ^{de}	7,62±0,52 ^d	7,5±0,54 ^d	7,0±0,0 ^c	5,25±0,46 ^b	5,0±0,0 ^b	3,25±0,46 ^a
Genel Beğeni	8,25±0,46 ^f	8,0±0,0 ^{ef}	7,75±0,46 ^{ef}	7,5±0,54 ^{de}	7,75±0,71 ^{ef}	7,63±0,44 ^e	7,0±0,0 ^d	5,25±0,46 ^c	4,5±0,54 ^b	3,5±0,93 ^a

Çizelge 28. % 0,6 ada çayı (A2) ekstraktı ilaveli grubun duyuusal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,63±0,52 ^f	8,25±0,46 ^{ef}	8,25±0,46 ^{ef}	8,0±0,0 ^e	8,0±0,53 ^e	8,0±0,0 ^e	7,5±0,54 ^d	5,5±0,54 ^c	5,0±0,0 ^b	4,0±0,76 ^a
Koku	8,25±0,46 ^d	8,25±0,46 ^d	7,88±0,23 ^d	7,75±0,46 ^d	7,63±0,52 ^{cd}	7,63±0,52 ^{cd}	7,0±0,0 ^c	5,25±0,46 ^b	4,0±1,07 ^a	4,25±1,17 ^a
Tat	8,13±0,35 ^f	8,13±0,35 ^f	7,75±0,46 ^{ef}	7,5±0,54 ^e	7,5±0,54 ^e	7,63±0,52 ^{ef}	6,25±0,46 ^d	5,5±0,54 ^c	4,5±0,54 ^b	3,5±0,93 ^a
Doku yapısı	8,13±0,35 ^f	8,13±0,35 ^f	7,75±0,46 ^{ef}	7,63±0,44 ^e	7,56±0,50 ^e	7,5±0,54 ^e	7,0±0,0 ^d	5,5±0,54 ^c	5,0±0,0 ^b	3,25±0,46 ^a
Genel Beğeni	8,25±0,46 ^f	8,0±0,0 ^{ef}	7,5±0,54 ^{de}	7,5±0,54 ^{de}	7,5±0,54 ^{de}	7,5±0,54 ^{de}	6,88±0,23 ^d	5,25±0,89 ^c	4,5±0,54 ^b	3,5±0,93 ^a

Çizelge 29. % 0,3 Defne (D1) ekstraktı ilaveli grubun duyuusal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,50±0,54 ^e	7,88±0,35 ^{de}	7,75±0,46 ^d	7,5±0,54 ^{cd}	7,63±0,52 ^{cd}	7,50±0,54 ^{cd}	7,0±0,0 ^{bc}	6,5±0,93 ^b	6,38±0,52 ^b	4,5±1,2 ^a
Koku	8,13±0,64 ^d	7,63±0,52 ^d	6,75±0,46 ^c	6,75±0,46 ^c	6,5±0,54 ^{bc}	6,38±0,52 ^{bc}	6,38±0,52 ^{bc}	6,25±0,47 ^{bc}	5,75±1,04 ^b	4,5±1,2 ^a
Tat	6,88±0,84 ^e	6,50±0,54 ^{de}	6,13±0,23 ^{cde}	6,13±0,23 ^{cde}	6,0±0,54 ^{cde}	5,75±0,46 ^{cd}	5,63±0,52 ^{cd}	5,5±0,54 ^c	4,50±2,07 ^b	3,5±0,54 ^a
Doku yapısı	8,0±0,0 ^e	7,94±0,18 ^e	7,75±0,46 ^e	7,5±0,54 ^{de}	7,13±0,99 ^{cd}	6,88±0,23 ^c	6,63±0,52 ^c	6,0±0,0 ^b	5,63±0,52 ^b	4,0±0,76 ^a
Genel Beğeni	7,50±0,54 ^d	7,0±0,54 ^d	6,0±0,0 ^c	5,88±0,23 ^{bc}	5,69±0,59 ^{bc}	5,44±0,62 ^{bc}	5,25±0,46 ^{bc}	5,25±0,46 ^{bc}	5,13±1,55 ^b	3,75±0,89 ^a

Çizelge 30. % 0,6 Defne (D2) ekstraktı ilaveli grubun duyuusal analiz sonuçları

Depolama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk	8,50±0,54 ^a	7,88±0,35 ^d	7,75±0,46 ^d	7,63±0,44 ^d	7,56±0,50 ^d	7,63±0,52 ^d	6,75±0,46 ^c	6,25±0,46 ^c	5,63±0,52 ^b	4,25±1,17 ^a
Koku	8,0±0,93 ^d	7,50±0,54 ^d	6,63±0,7 ^c	6,5±0,54 ^c	6,38±0,52 ^c	6,13±0,35 ^c	6,19±0,26 ^c	6,0±0,76 ^{bc}	5,38±0,52 ^b	3,5±0,93 ^a
Tat	6,50±0,76 ^d	5,88±0,35 ^c	5,75±0,46 ^{bc}	5,75±0,27 ^{bc}	5,69±0,46 ^{bc}	5,38±0,74 ^{bc}	5,25±0,46 ^b	5,25±0,46 ^b	3,63±0,52 ^a	3,5±0,54 ^a
Doku yapısı	7,88±0,64 ^f	7,88±0,35 ^f	7,63±0,44 ^{ef}	7,25±0,46 ^{def}	7,0±1,07 ^{def}	6,75±0,89 ^{de}	6,38±0,52 ^{cd}	5,75±0,46 ^{bc}	5,13±1,55 ^b	3,75±0,89 ^a
Genel Beğeni	7,63±0,74 ^e	6,63±0,74 ^d	5,5±0,54 ^c	5,5±0,54 ^c	5,38±0,52 ^{bc}	5,13±0,35 ^{bc}	5,0±0,0 ^{bc}	4,75±0,46 ^{bc}	4,50±2,07 ^b	3,5±0,93 ^a

5. TARTIŞMA

5.1. Besin madde bileşenleri

Burgerlerinin besin madde bileşenleri Çizelge 7 de verilmiştir. Uçak ve ark. (2011) yaptıkları araştırmada uskumru burgerlerinin besin madde bileşeni sırasıyla %18 protein, %12,75 lipit, %57,97 nem ve %2,18 kül olarak bulmuşlardır. Tokur ve ark. (2006) tarafından yıkanmış aynalı sazandan üretilen köftelerde nem, protein, lipit ve kül içerikleri sırayla % 68.50, % 15.50, % 6.00 ve %2.20 olarak bulunmuştur. Yıkanmamış balıktan üretilen köftelerde ise nem, protein, lipit ve ham kül içerikleri % 70.23, % 10.80, %2.14 ve % 1.80 olarak gözlenmiştir. Bu çalışmada yıkanmış sazandan üretilen köftelerinde nem, ham protein, lipit ve ham kül içeriği toplamı % 92,24, yıkanmamış sazandan elde edilen köftelerde ise bu değerlerin toplamı % 84.95 olarak belirlenmiştir. Besin değerlerinin kalan yüzdesinin karbonhidratlardan kaynaklandığı düşünülmüştür. Balık kasının genellikle düşük miktarlarda karbonhidrata sahip olduğu bilinmektedir. Ancak aynalı sazan köftelerindeki yüksek miktarda karbonhidratın un, nişasta, şeker ve ekmek parçaları gibi yüksek karbonhidrat içeriğine sahip materyallerden geldiği düşünülmektedir. Bu sonuç, balık köftelerinde karbonhidrat miktarını % 15.20 bulan Sayar (2001) tarafından da doğrulanmıştır. Bu çalışmada besin değerlerinin toplamı % 91 olarak bulunmuş ve geri kalan kısmın diğer çalışmalarda olduğu gibi karbonhidrat olduğu düşünülmüştür (Çizelge 4.1). Mahmoudzadeh ve ark. (2010), dil balığı burgerlerini tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup A, Grup B) -18 °C 'de depolayarak besin madde bileşenlerini incelemiştir. Grup A' da protein, lipit, nem ve kül oranını sırayla % 19.01, % 6.73, % 65.58 ve % 2.71 olarak bulurken, Grup B' de bu değerleri sırayla % 19.35, % 5.94, % 68.18 ve % 2.70 olarak bulmuşlardır. Çaklı ve ark. (2005), sardalya (*Sardina pilchardus*) köftelerinin nem, lipit, protein ve kül içeriğini sırayla % 52.04, % 14.39, % 16.16 ve % 2.61 olarak bulmuş; kalan % 14.80 oranındaki kısmın ise karbonhidrat olduğunu saptamışlardır. Hasaballa ve ark., (2009) kedibalığı (*Clarias spp*) burgerlerinde nem, lipit, protein ve kül oranlarını sırayla %71.23, %5.55, % 18.67 ve %1.70 olarak bulmuşlardır. Al Bulushi ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada balık burgerin nem oranını % 72.80, lipit oranını % 1.70, protein oranını % 18.80 ve kül oranını %1.30 olarak bulmuşlardır. Taşkaya ve ark. (2003), tarafından alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) burgerlerinde yapılan çalışmada taze alabalık filetosunda ham protein, lipit,

karbonhidrat, nem ve ham kül oranları sırasıyla % 21.67, % 3.66, % 1.19, % 71.92, % 1.56 olarak bulunmuştur. Ancak balık burgerde bu oranlar %16.63, %1.95, % 14.43, % 63.61 ve %3.33 olarak tespit edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda kullanılan antioksidanların besin madde bileşenleri üzerine etkisinin olmadığı ($P>0.05$) ancak farklı bitki ekstraktları arasında istatistiksel olarak farklı değerler tespit edilmiştir ($P<0.05$).

5.2. Yağ asitleri kompozisyonu

Antioksidan ekstraktı ilaveli ve dondurularak depolanan balık burgerlerinin başlangıç ve depolama süresince belirlenen yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 8-16 da verilmiştir. Şekil 4,5 ve 6 antioksidan ilaveli ve ilavesiz burgerlerin dondurularak depolama boyunca SFA, MUFA ve PUFA'daki değişimler gösterilmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA) arasında en yüksek orana sahip yağ asitleri depolama süresince tüm gruplarda palmitik asit (C16:0) ve miristik asit (C18:0) olduğu bulunmuştur. Depolama sonunda tüm grupların SFA değerleri başlangıç değerine göre artış göstermiştir. Depolamanın 0. gününde %34,47 olan adaçayı 2 grubunun SFA değeri, depolamanın 9. ayında % 45,58'e ulaşarak kontrol (% 40,05) ve diğer muamele grupları arasında en yüksek SFA değerine sahip grup olmuştur. Depolama sonunda yeşilçay (% 34,15-35,38) ve kekik (% 35,63-35,88) gruplarının kontrol, adaçayı (% 38,03-45,58) ve defne (% 40,52-41,50) gruplarına göre daha düşük SFA değerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), kontrol ve muamele gruplarında depolama boyunca azalış ve artışlar göstermiştir. Kontrol ve muamele gruplarında (kekik, defne, adaçayı ve yeşilçay) en yüksek değerde olan tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), C18:1n7 ve C20:1n9 olmuştur. Kontrol grubunun MUFA değeri 0.günde %17,04 iken, Adaçayı 2 % 17,91 ile en fazla, yeşilçay 2 ise % 16,02 ile en az MUFA'ya sahip grup olmuştur. Depolama sonunda ise Kekik 1 (%18,12) en fazla MUFA'ya sahip olurken, Yeşilçay 2 ve Defne 1 sırasıyla %17,68 ve % 17,57'ye ulaşmıştır. Kekik 2 ise depolama sonunda en düşük (%16,04) MUFA içeren grup olmuştur.

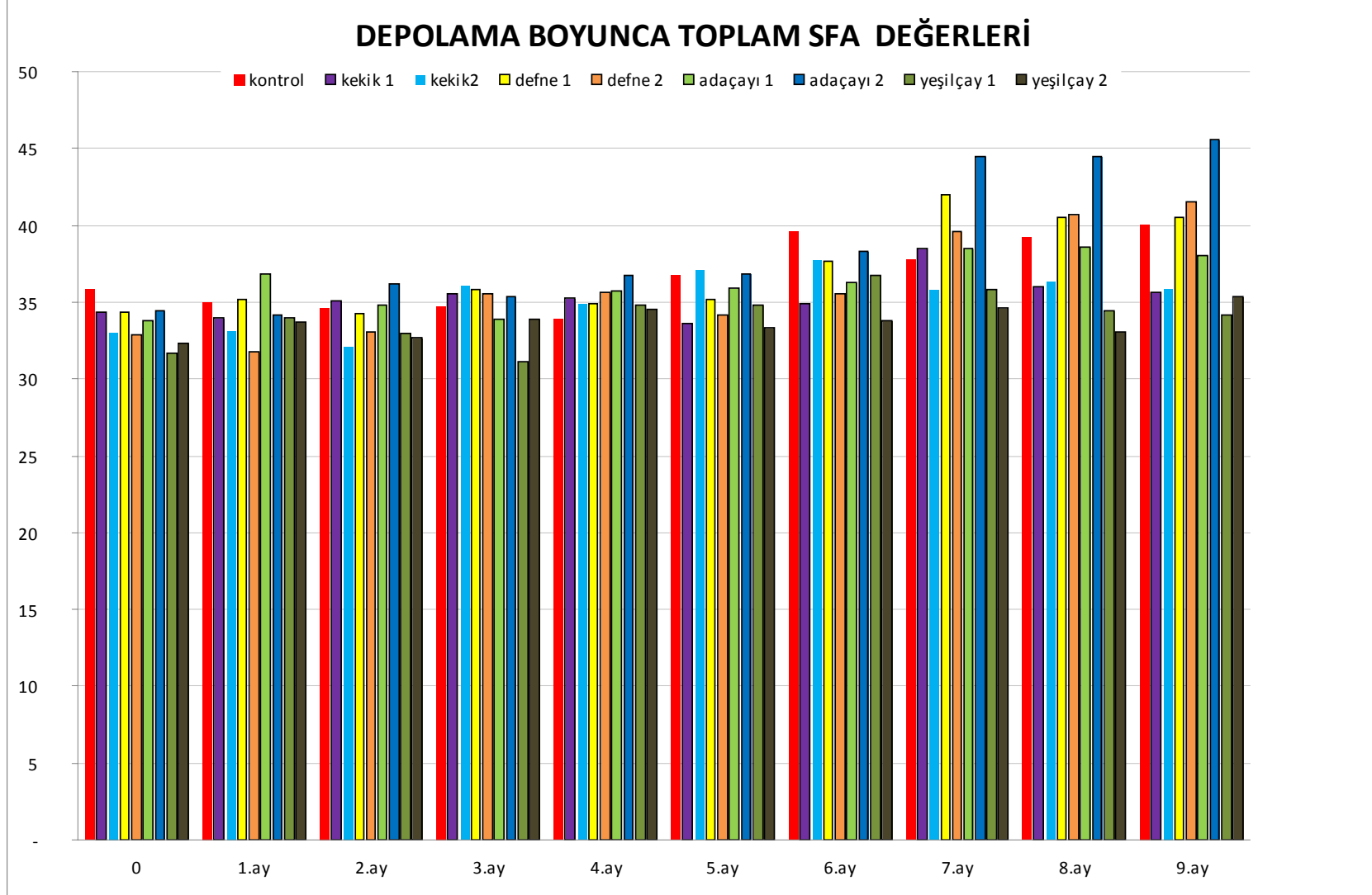
Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), depolama sonunda Kekik 2 hariç tüm gruplarda azalış göstermiştir. Depolama sonunda en düşük PUFA içeriğine sahip grup adaçayı (1 ve 2) grubu olmuştur. Başlangıç PUFA değeri %41,07 ve %40,12 olan adaçayı 1 ve 2 grupları depolama sonunda azalış göstererek %34,87 ve

%34,89'a düşmüştür. Kontrol, kekik, defne ve yeşilçay grupları depolama sonundaki PUFA içeriğini adaçayı grubuna göre daha iyi koruduğu gözlenmiştir.

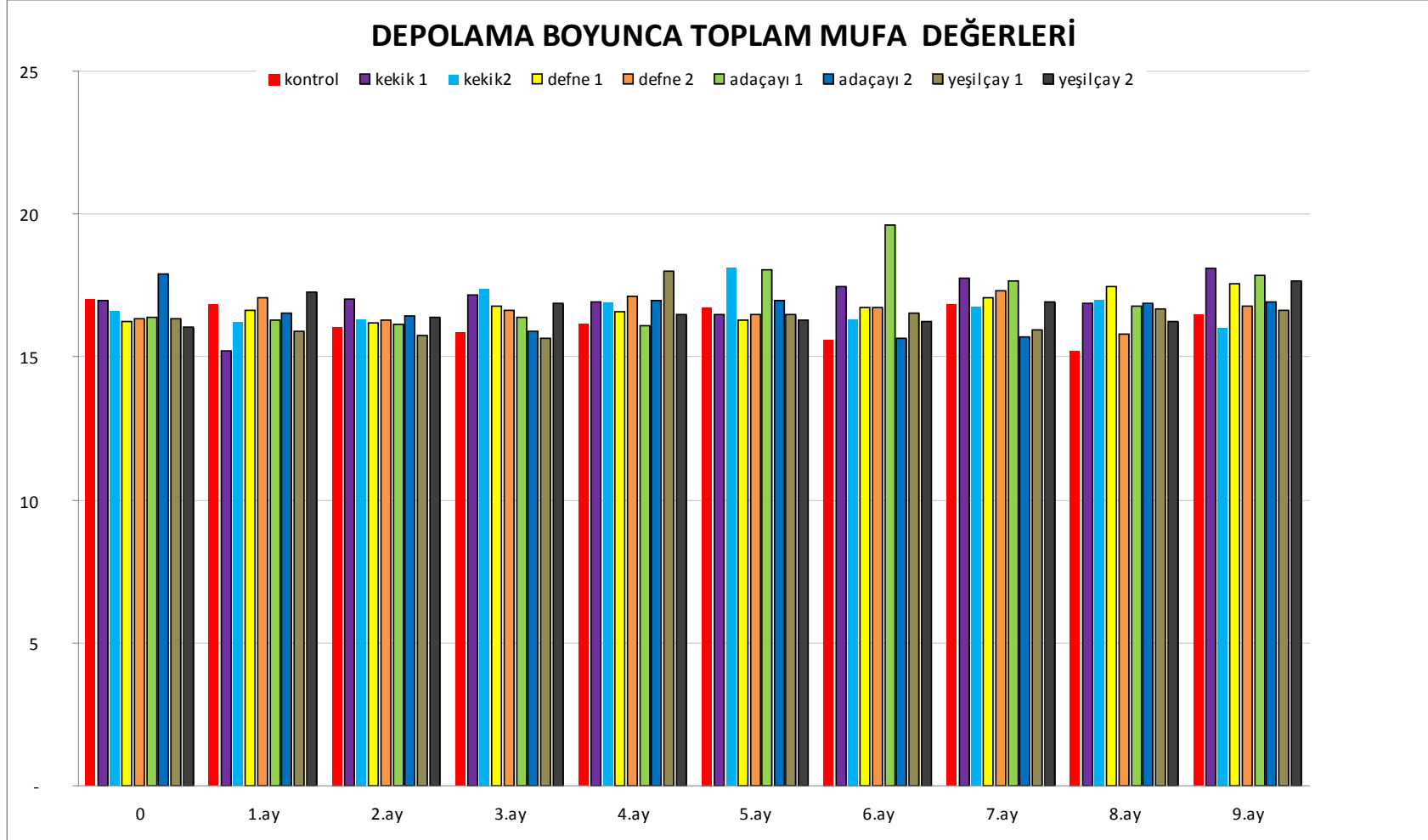
Uçak ve ark. (2011)'de uskumru burgerlerinin PUFA değerleri depolama başlangıcında kontrol, %0,4 ve 0,8 biberiye ilaveli gruplarda sırasıyla %42.20, %42.55 ve %43.82 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol ve %0,4 biberiyeli gruplarda PUFA değerleri düşüş gösterirken, %0,8 biberiye ilaveli grupta artış gözlenmiştir. Bu artışın yüksek konsantrasyonda kullanılan (%0.8) biberiyenin depolama boyunca PUFA yağ asitlerini oksidasyona karşı koruduğu ve bozulmalarını önlediği düşünülmektedir. Tüm gruplarda oransal olarak en yüksek düzeyde bulunan PUFA'lar eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) ve dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3) tir. Deniz balıkları lipitlerinde genellikle düşük düzeyde linoleik asit (18:2n6) ve linolenik asit (18:3n3) bulunmasına karşın, yüksek düzeyde uzun zincirli n-3 çoklu doymamış (PUFA) yağ asiti bulunmaktadır (Steffens, 1997). Özoğul ve ark. (2008) 34 deniz balığının yağ asidi kompozisyonunu araştırdıkları çalışmada deniz balıklarının linoleik asit (C18:2 ω 6), linolenik asiti (C18:3 ω 3) az miktarda içerdiklerini bulmuşlardır. Yağ asidi kompozisyonları tür, mevsim, cinsiyet, yaş, yakalanılan coğrafi bölge gibi faktörlerden dolayı büyük farklılıklar gösterebilmektedirler (Özyurt ve Polat, 2006; Saito ve ark. 1999; Ackman, 1989; Nettleton, 1985).

Hasaballa ve ark. (2009) ızgarada pişirdikleri kedibalıği burgerlerinin (*Clarias spp*) SFA miktarını %35.35, PUFA miktarını %36.38 olarak bulmuşlardır. Vareltzis ve ark. (1997), doğal biberiye ekstraktının kıyılmış balık eti üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Biberiye ile muamele edilmemiş örneklerdeki PUFA oranının azaldığını ve biberiye muameleli örneklerin PUFA oranına kıyasla daha düşük seviyede olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca muamele edilmiş gruplarda oksidasyonun muamele edilmemiş gruplardan daha yavaş olduğunu saptamışlardır. Bu sonuçlar mevcut çalışmamızdaki bulguları (adaçayı grupları hariç) desteklemektedir.

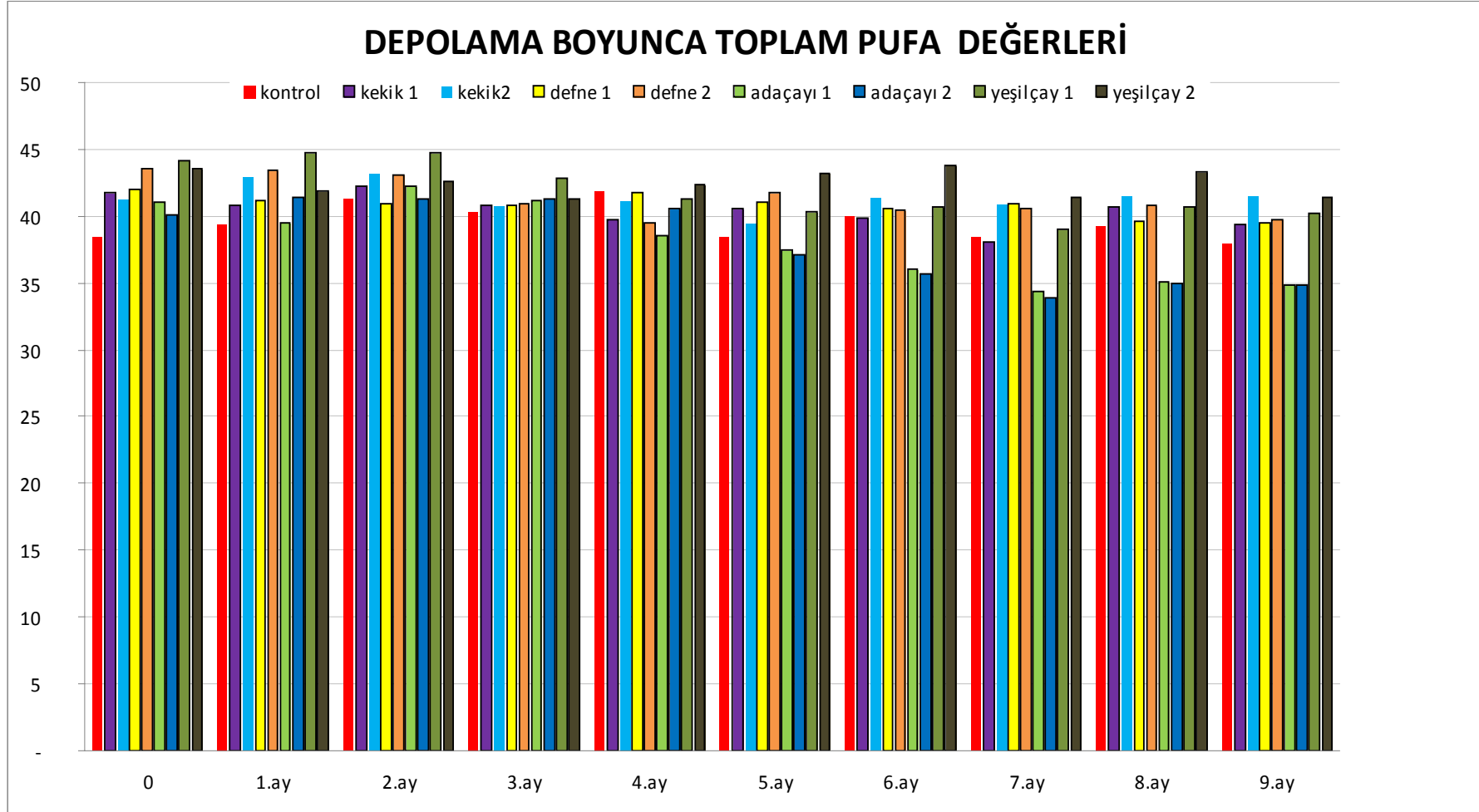
Şekil 4. Antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca toplam SFA değerleri



Şekil 5. Antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca toplam MUFA değerleri



Şekil 6. Antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolama boyunca toplam PUFA değerleri



5.3. Kimyasal değerlendirme

5.3.1. Serbest yağ asitleri (FFA)

Rodriquez ve ark. (2008) de serbest yağ asitlerinin (FFA) oluşumu besinsel kayıplara yol açmadığını rapor etmişlerdir. Ancak, serbest yağ asitlerinin birikiminin protein çözünürlüğü üzerine olumsuz etkilerde bulunması ve hızlı okside olmaları nedenleriyle gıdanın kabul edilebilirliğinin azalmasına neden olduğu bilinmektedir (Labuza, 1971; Sikorski ve Kolakowska, 1994). Bir çok araştırmacı, ısı olarak işlenen balıklarda FFA oluşumunun trigliseritler ve fosfolipidler gibi yüksek moleküler ağırlıklı lipitlerin yıkımı sonucu oluştuğunu bildirmiştir (Medina ve ark., 1994, Losada ve ark., 2006). Bu araştırmada hem kontrol hemde antioksidan ilaveli balık burgerlerinde FFA miktarının arttığı görülmektedir (Çizelge 17). Benzer sonuçlar biberiye ekstraktı ilaveli uskumru burgerlerinde saptanmıştır (Uçak ve ark., 2011).

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005) biberiye ekstraktı ile işlem görmüş olan sardalyaların, dondurularak depolama süresince FFA miktarlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırma sonucunda ise, genel olarak antioksidan ilavesinin balık burgerlerinin dondurularak depolanmaları süresince FFA gelişimini önleme üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Bununla beraber, Abdel-Aal (2001) karabalık (*Claries lazera*) kıymalarının -18°C de depolanmaları sırasında sodyum tiyosülfat, askorbik asit ve sitrik asit gibi antioksidanların kullanılmasının, FFA üzerine önemli bir etkide bulunmadığını belirtmiştir.

5.3.2. Peroksit Değeri (PV)

Antioksidan ekstraktı ilaveli kolyoz burgerlerin depolama depolama boyunca peroksit değerlerindeki i değişimler Çizelge 18 de verilmiştir. Lipit oksidasyonun birinci aşamasında doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına oksijenin eklenmesiyle peroksitler meydana gelir. Peroksitler tatsız kokusuz bileşikler olduğu için tüketiciler tarafından ayırt edilemezler. Ancak bunlar bizim acılaşmayı algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünlerin ortaya çıkmasına neden olurlar (Porter ve ark., 1992). Bu çalışmada peroksit değeri, kolyoz burgerlerinin depolama boyunca birincil oksidasyon ürünlerinin tanımlanması için kullanılmıştır. Başlangıç peroksit değerleri tüm gruplar için 2,71 meq/kg olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca tüm grupların peroksit değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Önemli düzeyde

($p < 0.05$) en yüksek peroksit değerleri 6., 7. ve 8. aylarda kontrol ve adaçayı (özellikle %0,6-A2) elde edilmiştir. Kontrol ve diğer gruplar arasında peroksit değerleri depolama süresince önemli derecede ($p < 0.05$) istatistiksel farklılıklar göstermiştir. İki farklı konsantrasyon kullanılan aynı bitki ekstraktı gruplar arasında fazla bir fark bulunmamasına rağmen A1 ve A2 arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P < 0,05$). Depolama boyunca en düşük peroksit değerleri kekik ve yeşil çay gruplarından elde edilmiştir. Bu durum, adaçayı hariç, yeşil çay, kekik ve defne ekstraktlarının balık burgerlerini lipit oksidasyonuna karşı koruduğunu açıklamaktadır. Adaçayının özellikle grup A2 de daha yüksek değerlere sahip olması adaçayı ekstraktı içerisinde bulunan alkanlar, alkenler ve bazı keton bileşiklerinin oksidasyonu arttırıcı (prooksidan) etki gösterdiği ihtimalini güçlendirmektedir. Benzer olarak, Wada ve Frang (2004), sardalya filetosu üzerine yüksek miktarda α -tokoferol uygulamış ve bu maddenin sardalya filetosunda prooksidan etki gösterdiğini saptamışlardır.

Uçak ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada biberiye ilavesinin uskumru burgerleri (4°C) üzerine etkisini araştırmışlardır. Biberiye ekstraktı ilaveli grupların kontrol grubuna göre düşük peroksit değerleri elde edildiğini rapor etmişlerdir. Al Bulushi ve ark. (2005) Arabian sea meagre (*Argyrosomus heinii*) ile hazırladıkları burgerleri -20°C 'de 3 ay depolamışlardır ve peroksit değerinin 4. haftadan 8. haftaya kadar arttığını, daha sonra 8. ve 10. haftalarda sabit kaldığını görmüşlerdir. Değerler 8. haftada 14 meq/kg 'dan 26 meq/kg 'a kadar artmış, depolama sonunda ise 24 meq/kg 'a düşmüştür. Tokur ve ark. (2004) tilapya burgerlerini -18°C 'de 8 ay depolayarak peroksit değerlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Depolama başlangıcında peroksit değerinin 0.18 meq/kg olduğunu ancak depolamanın 6. ayında 5.03 meq/kg 'a arttığını ve 8. ayda 0.82 meq/kg 'a düştüğünü gözlemlemişlerdir.

5.3.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA mg malonaldehit/kg)

Dondurularak depolanan kolyoz burgerlerinin TBA değişimleri Çizelge 19 da verilmiştir. Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri, yağlardaki acılaşmayı gösteren parametrelerden birisi olup lipit oksidasyonu derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bligh ve ark., 1959; Ünal, 1995). Lipit oksidasyonun yıkım ürünlerinden bir tanesi olan malonaldehit tiyobarbitürik asit (TBA) ile kolorimetrik olarak reaksiyona girdiği için acılaşmanın seviyesi TBA analizi ile

belirlenebilmektedir. Lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri de diğer kimyasal ürünlere yıkıldığı için özellikle uzun süreli depolamalarda TBA değerinde artış ve azalışlar gözlenebilmektedir (Melton, 1983; Regenstein ve Regenstein, 1991).

Depolama başlangıcında TBA değerleri en düşük 0,82 MA kg⁻¹ Y2 için, en yüksek 2,62 MA kg⁻¹ kontrol grubu için belirlenmiştir (Çizelge 19). Kontrol grubunda TBA değerleri depolama süresince hızlı bir artış göstermiş ve depolamanın son ayında 2,79 MA kg⁻¹ ile en yüksek değere ulaşmıştır. TBA değerleri tüm gruplarda depolama boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Depolama süresince kontrol ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar görülmüştür (p<0.05). Lipit oksidasyonu kontrol ve adaçayı hariç diğer gruplarda düşük düzeylerde gerçekleşmiştir.

Tokur ve ark. (2004) -18 °C 'de depoladıkları tilapya (*Oreochromis niloticus*) burgerlerinin TBA değerinin en yüksek 0.142 mg MA/kg olarak 7. ayda olduğunu gözlemlemişlerdir. Tokur ve ark. (2006) tarafından yapılan bir başka çalışmada yıkanmış kıyılmış ve yıkanmadan kıyılmış aynalı sazandan elde edilen balık köftelerinin TBA değerlerinin dondurulmuş depolama boyunca sırayla 0.17'den 0.27 mg MA/kg'a ve 0.20'dan 0.25 mg MA/kg'a önemli düzeyde (p<0.05) arttığı bulunmuştur. Köse ve ark. (2009) buzdolabı koşullarında depoladıkları yıkanmadan kıyılmış, yıkanmış kıyılmış ve ön pişirilmeden sonra kıyılmış mezgit balığı burgerleriyle yaptıkları çalışmada TBA değerlerinin sırayla 0.21 MA/kg ve 1.66 MA/kg, 0.23 MA/kg ve 1.79 MA/kg, 0.44 MA/kg ve 2.87 MA/kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Mahmoudzadeh ve ark. (2010) tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup A, Grup B) -18 °C 'de 5 ay depoladıkları dil balığı burgerlerinin TBA değerlerini depolama başlangıcında Grup A' da 1.01 MA/kg olarak bulmuşlar ve depolama sonunda bu değer azalma göstererek 0.22 MA/kg' a düştüğünü gözlemlemişlerdir. Grup B' de ise bu değer depolama başında 0.15 MA/kg iken depolama sonunda 0.62 MA/kg' a yükselmiştir. Bu çalışma sonunda kontrol ve adaçayı grubunun TBA değerleri diğer grupların değerlerden daha yüksek bulunurken, diğer gruplarda bulunan değerler diğer çalışmalarla paralellik göstermiş olup daha düşüktür.

5.3.4.Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N)

Antioksidan ekstrakt ilaveli ve ilavesiz depolanan uskumru burgerlerin depolama boyunca değişim gösteren TVB-N değerleri Çizelge 20 de verilmiştir. Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) bakteriyel bozulmanın, genellikle ürünlerin

raf ömrünün ve kalitesinin korunmasında bir gösterge olarak kullanılan endojen enzimlerin etkisi olarak bilinmektedir (EEC, 1995). İstenmeyen duyuusal etkilere neden olan TVB-N seviyesi türden türe değişmektedir. Tatlı su balıklarındaki TVB-N 'nin çoğu amonyumdan gelirken, deniz balıklarınıninki amonyum, trimetilamin ve dimetilaminden gelmektedir (Clucas, 1982).

Depolama başlangıcında TVB-N değerleri 18,11-21,37 mg N/100 g olup depolama süresince tüm gruplar için değişim göstermiştir. Genel bir değerlendirme ile balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını 25 mg/100g'a kadar "çok iyi", 30 mg/100g'a kadar "iyi", 35 mg/100g'a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100g'dan yukarısı ise "bozulmuş" şeklinde tanımlamışlardır. Bir başka araştırmacı ise, deniz balıklarında 15-20 mg/100 g TVB-N miktarını iyi kalite olarak değerlendirirken, 50 mg/100g TVB-N miktarını kötü kalite olarak değerlendirmiş ve bunun yarısının TMAO'den geldiğini belirtmiştir (Connell, 1990). Bu çalışmada bütün TVB-N değerleri hem kontrol hem de antioksidan muameleli gruplarda kabul edilebilirlik seviyesinin (kontrol grubu hariç) oldukça altında kalmış ve ürünlerin iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. Kullanılan aynı bitki ekstraktarı arasında %0,3 ve 0,6 miktarları bazı aylarda istatistiksel bir fark olmasına ($P < 0,05$) karşın çoğu aylarda fazla bir fark bulunamamıştır ($P > 0,05$).

Uçak ve ark. (2011) biberiye ilaveli uskumru burgerlerinde TVB-N değerlerinin kabul edilebilirlik sınırının çok altında olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer bir gözlem Tokur ve ark. (2004) tarafından hazırlanan ve -18°C 'de 8 ay boyunca depolanan tilapya (*Oreochromis niloticus*) burgerlerinde bulunmuştur. Mahmouzdadeh ve ark. (2010), dil balığı (*Pseudorhombus elevatus*) burgerlerini tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup A, Grup B) -18°C 'de 5 ay depolamışlardır. Dil balığı burgerlerinin TVB-N değerlerinde dalgalanmalar olduğunu gözlemlemişlerdir. 2. ayın sonuna kadar değerlerin arttığını, 2. aydan depolamanın sonuna kadarda azalma gösterdiğini bulmuşlardır (20.97 ve 14.60 mg N/100 g⁻¹). Bunun nedeni depolamanın son aylarında CO₂ çözünürlüğünün artışı uçucu bileşikler etkisiz hale getirmesinin olabileceği düşünülmüştür. Köse ve ark. (2009), mezgitten (*Merlangius merlangus*) ürettikleri ve buzdolabı koşullarında depoladıkları burgerlerin TVB-N değerlerinin depolama boyunca artış göstererek başlangıç değeri olan 2.02 mg/100 g 'dan 42.03 mg/100 g 'a ulaştığını gözlemlemişlerdir. Tokur ve ark. (2004), -18°C 'de 8

ay depoladıkları tilapya (*Oreochromis niloticus*) burgerlerinin TVB-N değerinin depolama boyunca dalgalanma gösterdiğini bulmuşlardır. Ancak depolama süresince TVB-N değerlerinin kabul edilebilirlik limitinin oldukça altında olduğunu görmüşlerdir. Metin ve ark. (2002), tarafından 28 gün boyunca soğukta depolanan (4 °C) alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) burgerlerinin TVB-N değeri depolama başlangıcında 10.98 mg/100 g olarak bulunurken, depolama boyunca dalgalanmalar göstererek 19.66 mg/100 g' a kadar artmıştır.

5.3.5. Biojenik aminler

Salem ve Ibrahim (2010) fermente etlerde histamin konsantrasyonunun adaçayı ekstraktı (%0.025 veya 0.05) katkısıyla azaldığını rapor etmiştir. Mevcut çalışmada adaçayının etkisi kullanılan doza bağlı olarak değişkenlik göstermesine karşın, depolamanın 7. ve 9. ayı hariç adaçayı uygulaması genellikle histamin üretimini düşürmüştür. Bu çalışmada burgerlerde 5 mg/100 g olarak izin verilen maksimum histamin seviyesine (FDA, 1995) depolama süresince hiçbir grupta ulaşılmamıştır

20 günlük buzdolabı koşullarında depolama sonunda kontrol grubunun putresin ve kadaverin içeriği biberiye veya adaçayı ekstraktı uygulanan sardalya filetolarından 100-kat daha yüksek olmuştur (Özoğul ve ark. 2011). Mevcut çalışmada burger etindeki putresin değeri 1 ile 6 mg/100 g arasında değişkenlik göstermiş olup, kontrol grubu donmuş depolamanın 1. ve 5. ayında en yüksek putresin değerine sahip olmuştur. Yeşilçay 0. gün ve donmuş depolamanın 3. 6. 7. ve 9. ayında putresin üretimini önemli derecede artırırken, diğer depolama sürelerinde önemli düşüşlere yol açmıştır. Kekik 2. ayına kadar ve 5. ayında putresin üretiminde düşüşlere yol açmıştır. Adaçayı ekstraktı katkısının (%0.025 veya %0.05) antimikrobiyal özelliğinden dolayı putresin üretimini azaltmada etkili olduğu rapor edilmiştir (Gökoglu ve ark., 2004). Mevcut çalışmada donmuş depolamanın 1. 2. ve 5. ayında uskumru burgerde adaçayı varlığı putresin üretimini önemli düzeyde düşürmüştür. Kadaverin üretimi 0. günde ve donmuş depolamanın 1. ayında ekstrakt uygulamaları ile düşüş göstermesine karşın, depolamanın 5. ve 8. ayında %0.1 adaçayı katkısı ile, depolamanın 10. ayında ise kekik katkısı ile en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Serotonin ve dopamin bazı balık türlerinde tespit edilemez iken, sarıkuyruk, uskumru ve turna balığı 8 ve 20 mg/100 g düzeyinde bu aminlere sahip olmuştur (Kim ve ark., 2009). Mevcut çalışmada dopamin (0.6-62 mg/100g)

ve serotonin (1.26-46 mg/100g) uskumru burgerde üretilen en yüksek aminler arasında yer almıştır. Özoğul ve ark (2011) sardalya etindeki serotonin konsantrasyonunun depolama başlangıcında biberiye tozu katkısıyla arttığını ancak depolama sonunda biberiye varlığı ile önemli azalışlar gözlendiğini rapor etmiştir. Depolamanın 10. gününden sonra sardalya etinde serotonin üretiminde adaçayı tozunun inhibisyon etkisi gözlenmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak mevcut çalışma dada donmuş depolamanın 6. ayına kadar adaçayı ekstraktı ile muamele edilen grupların kontrol grubuna oranla daha düşük düzeyde serotonin içerdiği gözlenmiştir. Ancak bitki ekstraktı katkısının 0. günde ve donmuş depolamanın 7. ayından itibaren serotonin üretimini artırdığı gözlenmiştir.

Spermin, spermidin ve 2-fenilettilamin balık ürünlerinin bakteriyel bozulması sonucu ortaya çıkan son ürün değildir (Brink ve ark., 1990; Zaman ve ark., 2009). Uskumru burger etinde spermidin, spermin ve 2-fenilettilamin sırasıyla kontrol grubunda depolamanın 5. ayında (8.63 mg/100 g), %0.6 defne ekstraktı içeren grupta depolamanın 4. ayında (8.59 mg/100 g) ve %0.3 adaçayı ekstraktı içeren grupta depolamanın 9. ayında (3.67 mg/100 g) en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Tiramin, triptamin ve 2-fenilettilamin gibi aromatik biyojenik aminler vazoaktif özelliğe sahip olduğu için bu aminlerin gıdalardaki varlığı belirlenmelidir (Mohan et al., 2009). Triptamin ve tiramin depolamanın 7. ayında kontrol grubunda belirlenemez iken, sırasıyla depolamanın 4. ayında (16.25 mg/100g) ve 0. depolama gününde (6.92 mg/100 g) en yüksek değere ulaşmıştır. Triptamin üretimi depolamanın 2. 3. 6. ve 8. ayında adaçayı varlığı ile artış gösterirken, %0.3 defne katkısı triptamin üretimini 2 kat artırmıştır. Depolama sonunda kontrol grubu en yüksek triptamin içeriğine sahip grup olmuştur. Tiramin 0. Günde kontrol grubunda en yüksek değere sahip olmuştur. Kekik ekstraktı depolamanın 1. 2. 4. 6. ve 8. ayında tiramin üretiminde önemli inhibisyon etki gösterirken, depolama sonunda en yüksek tiramin içeriği %0.6 kekik ekstraktı içeren grupta gözlenmiştir. Adaçayı depolamanın 2. ve 5. ayında tiramin üretimini engellerken, depolamanın 7. ve 9. ayında önemli düzeyde tiramin üretimine (10 kattan daha fazla) yol açmıştır.

Özoğul ve ark. (2011) biberiye ve adaçayı ekstraktlarının sardalya kasındaki agmatin oluşumunu artırdığını rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmada da depolamanın 6. 7. ve 8. ayı dışında adaçayı katkısının agmatin üretimini artırdığı

gözlenmiştir. Ancak depolamanın 1. Ayında kekik ve yeşilçay, 2. ayında %0.3 defne ve 6. ayında %0.6 kekik uygulaması agmatin üretimini önemli düzeyde düşürmüştür.

Trimetiamin bakteriyel bozulma veya enzimatik aktiviteden dolayı TMAO'ın yıkımlanması sonucu üretilmektedir (Hebard ve ark. 1982). Trimetiamin üretimi donmuş depolamanın 5. Ayında defne ve yeşilçay varlığında artarken, 2. 7. 8. ve 9. ayında (yeşilçay dışında) bitki ekstraktı uygulaması ile önemli derecede azalmıştır. Adaçayının sardalya kasındaki dopamin oluşumunu azalttığı ancak biberiyenin dopamin üzerindeki etkisinin spesifik depolama gününe göre değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir (Özoğul ve ark. 2011). Dopamin depolamanın 5. ayında sadece %0.3 kekik, 7. ayında %0.3 adaçayı 8. ayında defne katkısıyla önemli düzeyde artarken, 0. günde ve depolamanın 5. ayında %0.3 kekik ve %0.3 yeşilçay grubu dışında tüm gruplar dopamin üretimini azaltmıştır. Depolamanın 2. 4. ve 9. ayında genellikle kullanılan bütün ekstraktlar dopamin birikiminde artırıcı etkiye sahip olmuştur.

5.4. Mikrobiyolojik değerlendirme

Mikrobiyal gelişim balık burgerlerinin kabul edilebilirliğini sınırlandırabilen önemli bir faktördür (Corbo ve ark. 2009). Burgerdeki başlangıç mikrobiyal flora kontrol grubu için 5.09 log kob/g olmuştur. Uçak ve ark. (2011) uskumru burgerinde ve Al-Bulushi ve ark. (2005) eşkina burgerinde nispeten düşük mikrobiyal miktar (sırasıyla 4.4 ve 4.5 kob/g) rapor etmiştir. Köse ve ark. (2009) mezzit burger için daha düşük mikrobiyal miktar rapor etmiştir. Bu çalışmada burger etindeki yüksek mikrobiyal miktar, burger yapımında kullanılan mısır unu, buğday unu gibi katkı maddelerinin steril olmadığı ve bu nedenle balık etinde yüksek miktarda bakteri varlığına neden olduğunu göstermektedir.

Mevcut çalışmada kontrol grubu muamele gruplarına kıyasla daha yüksek düzeyde mikrobiyal sayıya sahip olmuştur (Şekil 3). Bu durum kullanılan ekstraktların kolyoz burgerindeki mikrobiyal flora üzerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Al-Bulushi ve ark. (2005) iki farklı özelliğe sahip katkı maddesi ile hazırlanan lüfer burgerin başlangıç mikrobiyal miktarının 4.5 kob/g olduğunu ve donmuş depolama süresince (-20 °C) bu bakteri yükünün hızlı bir şekilde azaldığı ve 12 haftalık depolama sonunda 3.6 ve 3.1 kob/g'a düştüğünü rapor etmiştir. Dil ve zurna balığından yapılmış ve çeşitli baharatlar

eklenmiş burgerlerin başlangıç toplam canlı sayımının sırasıyla 5 ve 5.4 log kob/g olduğu ve donmuş depolama süresince (-18°C) kademeli azalmalar gösterdiği belirtilmiştir (Mahmoudzadeh ve ark., 2010). Lakshmisha ve ark. (2008) uskumru filetosundaki başlangıç mikrobiyal miktar 4.46 log kob/g olduğunu ve -18 °C'de donmuş depolama süresince bakteriyel aktivitenin engellenmesinden dolayı canlı sayımının azaldığını rapor etmiştir. Bu çalışmalara benzer olarak mevcut çalışmada da burgerlerdeki bakteriyel yükün donmuş depolama süresince azaldığı gözlenmiştir (Şekil 3).

Modifiye atmosferde paketlenen lüfer burgere timol (110 ppm), greyfurt çekirdeği ekstraktı ve limon ekstraktı uygulaması ile mikrobiyolojik kalitenin arttığı gözlenmiştir (Del nobile ve ark., 2009). Corbo ve ark. (2009) biberiye ekstraktının *Shewanella putrefaciens*'e karşı limon ekstraktı veya timolden daha az etkili olduğunu rapor etmiştir. Mejlholm ve Dalgaard (2002) kekik yağının *Photobacterium phosphoreum* gelişiminde antibakteriyel etkiye sahip olduğu ve morina filetosunun raf ömrünü uzattığını rapor etmişlerdir. Sacchetti ve ark. (2005) biberiye ekstraktının mikroorganizma gelişimini kontrol etmede etkili olduğunu rapor etmiştir. Kenar ve ark. (2010) sardalya filetosundaki mikrobiyal gelişimi azaltmada adaçayının biberiyeye oranla daha az etkili olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmacılar sardalya etindeki toplam mezofilik canlı sayımının 4.2 log kob/ g olduğunu ve 20 günlük soğuk depolama sonunda kontrol grubu için 9.3, %1 biberiye ekstraktı ile muamele edilen gruplar için 8.8 ve %1 adaçayı ile muamele edilen gruplar için ise 9.2 log kob/ g' a ulaştığını rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmada depolama süresince adaçayı ekstraktının defne ekstraktına kıyasla biraz daha yüksek diğer ekstraktlara kıyasla daha düşük antibakteriyel etkiye sahip olduğu görülmüştür.

ICMSF (1986) tarafından 7 log kob/ g olarak önerilen mikrobiyolojik limite depolama süresince hiçbir grupta rastlanmamıştır. Burgerler duysal olarak panelistler tarafından red edildiği zaman, toplam canlı sayımı kontrol grubu için 4.67 kob/g iken diğer muamele gruplarında 4.6 kob/g'in altında kalmıştır. Uçak ve ark. (2011) uskumru burgerin kontrol grubu ve biberiye ekstraktı (%0.4 ve 0.8) uygulanan muamele grupları için depolama süresince toplam canlı sayımın 5 kob/g'dan düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Depolama sonunda uskumru etindeki toplam bakteriyel miktar %0.3 ve 0.6 defne ekstraktı ile muamele edilen

grupta 4.57 ve 4.46 kob/g iken, %0.3 ve 0.6 adaçayı ekstraktı ile muamele edilen grupta 4.38 ve 4.30 kob/g olmuştur.

Psikrofil bakteriler, koku ve tekstür gibi duyuşal özelliklerde değişimlere yol açması, keton, aldehit, uçucu sülfid ve biyojenik amin gibi farklı metabolikleri üretmesi bakımından önemli bir yere sahiptir (Safari ve Yosefian, 2006). Dil ve zurna balığı burgerindeki başlangıç psikrotrof toplam canlı sayımının sırasıyla 3.99 ve 4.3 log kob/g olduğu ve 5 aylık depolama sonunda (-18°C) bu değerin 3.32 ve 2.52 log kob/g'a düştüğü belirtilmiştir (Mahmoudzadeh ve ark., 2010). Bu çalışmada kolyoz burgerindeki psikrofil canlı sayımının donmuş depolama süresince kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4). Ancak mevcut çalışmada başlangıç psikrofil bakteri sayımı 4.64 kob/g'dan (%0.6 kekik için) 4.98 kob/g'a (kontrol grubu için) kadar değişkenlik göstermiş olup, bu değerler diğer çalışmalarda belirtilen değerlerden biraz yüksek olmuştur. 7 log kob/ g olarak önerilen mikrobiyolojik limite (ICMSF 1986) depolama süresince hiçbir grupta rastlanmamıştır. Burgerler duyuşal olarak panelistler tarafından red edildiği zaman, toplam canlı sayımı kontrol grubu için 4.74 kob/g iken %0.3 veya %0.6 kekik ekstraktı ilave edilen muamele gruplarında sırasıyla 4.16 ve 3.96 kob/g olmuştur.

5.5. Duyusal Değerlendirme

Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinin dondurularak depolanması süresince duyuşal değerlendirme Çizelge 22-30 da verilmiştir. Panelistler %0,6 defne ve kekik ekstrakt ilaveli gruplarda aromanın güçlü olduğu belirtmişlerdir. Tüm gruplarda 9 aylık dondurularak (-18°C) depolama süresi sonunda duyuşal skorlarında azalma kaydedilmiştir (P<0.05). Bununla beraber, duyuşal değerlendirme skalasına göre genel olarak tüm grupların başlangıçtaki çok iyi kalite (8-9) değerlerinden kötü kalite (4-3) değerlerine düştüğü, kontrol grubu 7. ayda, kekik (K1 ve K2) ve yeşil çay ekstraktı ilaveli gruplar (Y1 ve Y2) 9. ayda, adaçayı (A1 ve A2) ve defne (D1 ve D2) grupları 8. ayda red edildikleri ve tüketilemez özellikte oldukları belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonunda panelistler genel olarak antioksidan ekstraktlarının balık burgerinin duyuşal kalitesi üzerine antioksidan etkisinin olduğunu, ancak %0,6 olarak kullanılan defne ve kekik konsantrasyonun burgere güçlü bir aroma verdiği ve bu nedenle uygun olan konsantrasyonun bu ekstraktlar için %0.3 olduğunu belirtmişlerdir.

Uçak ve ark. (2011) yaptıkları araştırmada duysal değerlendirme sonuçlarına göre kontrol ve %0,8 biberiye ekstraktı grubun (grup B) raf ömrü 13 gün, %0,4 biberiyeli grubun (grup A) raf ömrü ise 15 gün olarak belirlenmiştir. Grup B' nin Grup A' ya kıyasla daha kısa raf ömrüne sahip olmasının nedeni daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılan biberiye ekstraktı ve buna bağlı olarak tatta meydana gelen acılaşıma olduğunu belirtmişlerdir. Mahmoudzadeh ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada, dil balığından hazırladıkları burgerleri tereyağı ve ekmek materyaliyle kaplayarak ve kaplamadan (Grup 1, Grup 2) -18 °C 'de depolayarak duysal kalitesindeki değişimleri araştırmışlardır. Çalışma sonunda gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Depolama sonunda Grup 1 'in duysal sonuçları Grup 2'den daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak kaplama materyalinin depolamanın tüm aylarında doku yapısını önemli ölçüde ($p<0.05$) etkilediği görülmüştür. Corbo ve ark. (2009) timol, limon ekstraktı ve üzüm çekirdeği ekstraktıyla muamele ettikleri balık burgerleri 5 °C 'de depolamışlardır. Araştırma sonunda kontrol grubunun 6 günde bozulduğunu, timol ve limon ekstraktıyla muamele edilen grupların 14 gün taze kaldığını, üzüm çekirdeği ekstraktıyla muamele edilen grubun ise tazeliğini 10 gün boyunca sürdürdüğünü bulmuşlardır. Metin ve ark., (2002), alabalık burgerlerini 28 gün boyunca soğukta depolayarak duysal kalitesini değerlendirmişlerdir. Duysal analiz sonuçlarına göre depolamanın 21. gününden sonra burgerlerin tazeliğini kaybettiğini bulmuşlardır. Taşkaya ve ark., (2003), taze ve dondurulmuş-çözündürülmüş alabalık filetolarından hazırladıkları balık burgerleri (Grup A ve Grup B) 4 °C 'de 21 gün depolayarak duysal değişimlerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda iki grup arasında önemli farklar gözlenmemiştir. Ancak dondurulmuş-çözündürülmüş filetolardan hazırlanan burgerlerin daha düşük duysal sonuçlara sahip olduğu bulunmuştur. Fakat gruplardan hiçbiri kabul edilemez olarak görülmemiştir. Hasaballa ve ark., (2009), kedibalığı burgerlerini farklı pişirme metotları (ızgara, kızartma, fırında) uygulayarak pişirdikten sonra -18 °C'de 4 ay boyunca depolamışlardır. Izgarada pişirildikten sonra dondurulan örneklerin en düşük duysal sonuçlara sahip olduğu, kızartılarak pişirilen burgerlerin genel kabul edilebilirliğinin fırında ve ızgarada pişirilen burgerlerin genel kabul edilebilirliğinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca duysal testler tüm grupların depolamanın sonuna kadar kabul edilebilir olduklarını göstermiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu projede, taze kolyoz eti kıyılarak ve burger yapımı için gerekli olan tüm malzemelere ek olarak, kekik, yeşil çay, adaçayı ve defne bitkilerinin ekstraktı elde edilerek farklı konsantrasyonda (%0,3 ve 0,6) burgere ilavesi yapılarak ve 9 ay boyunca -18°C de depolanmıştır. Hazırlanan bu örneklerin, besin kompozisyonu ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenirken, her ay düzenli olarak duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılarak, 9 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Bu süre içerisinde lipit oksidasyonunun gelişimini takip edebilmek amacıyla her ay depolanan örneklerde, serbest yağ asitleri, peroksit ve tiyobarbitürik asit analizi gibi analizler yapılmıştır.

Tüm bu uygulamalardan sonra elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

Farklı konsantrasyonlarda kullanılan antioksidanların besin madde bileşenleri üzerine etkisinin olmadığı ($P>0.05$) ancak farklı bitki ekstraktları arasında istatistiksel olarak farklı değerler tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Tüm gruplarda depolama boyunca gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1 ω 9), cis-vaccenic acid or cis-11-octadecenoic acid (C18:1 ω -7), linoleik asit (C18:2 ω 6), araşidonik asit (C20:4 ω 6), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) ve dekoşaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3) olmuştur. Kontrol, kekik, defne ve yeşilçay grupları depolama sonundaki PUFA içeriğini adaçayı grubuna göre daha iyi koruduğu gözlenmiştir.

Antioksidant ilavesinin serbest yağ asidi değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, kontrol ve ada çayı ekstraktı ilaveli grupların benzer değerlere sahip olduğu ($P>0,05$), sırasıyla yeşil çay, kekik ve defne ekstraktlarının serbest yağ asidi miktarını istatistiksel olarak önemli derecede azalttığı görülmektedir ($P<0,05$). İstatistiksel olarak 0,6% ekstrakt kullanımının, 0,3% kullanımına göre bazı aylarda fark görülmemesine rağmen yinede FFA miktarında önemli düşüşler gözlenmiştir.

Tüm gruplarında depolama süresi sonunda peroksit değerinin başlangıç değerine göre önemli derecede artmış olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Ancak bu artışın kontrol ve adaçayı ilaveli gruplarda (K, A1 ve A2) diğer gruplarına göre (K1, K2, Y1, Y2, D1 ve D2) istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere göre, adaçayı hariç diğer

antioksidan ilavesinin depolama süresi boyunca peroksit değerinin artmasını (özellikle 0,6%) önemli derecede önlediği söylenebilmektedir.

Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinde 9 aylık depolama süresince, genel olarak tüm gruplarda TBA miktarında artış ve azalışların olduğu saptanmıştır. Kontrol ve adaçayı grupları hariç diğer gruplarda, TBA değerlerinin depolama süresince önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Elde edilen bu verilere göre, antioksidan ilavesinin, adaçayı hariç, TBA üzerine önleyici etkisi olduğu söylenebilmektedir. Kullanılan %0,6 oranının, %0,3 orana göre TBA değerlerinde düşüş olduğu ($P<0,05$) görülmektedir.

Kontrol ve antioksidan ilaveli balık burgerlerinde 9 aylık depolama süresince, genel olarak tüm gruplarda TVB-N miktarında artış ve azalışların olduğu saptanmıştır. TBV-N düzeyi açısından başlangıç günü (0. gün) sonuçları her 9 grup için benzerdir ($P>0,05$). Kontrol grubu ile antioksidan ilaveli gruplar arasında depolama süresince istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Burgerin depolanması süresince gruplar arasında amonyak ve biyojenik amin üretimi bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$). Burgerlerde 5 mg/100 g olarak izin verilen maksimum histamin seviyesine (FDA, 1995) depolama süresince hiçbir grupta ulaşılmamıştır

Mevcut çalışmada kontrol grubu muamele gruplarına kıyasla daha yüksek düzeyde mikrobiyal sayıya sahip olmuştur. Bu durum kullanılan ekstraktların kolyoz burgerindeki mikrobiyal flora üzerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Kolyoz burgerindeki psikrofil canlı sayımının donmuş depolama süresince kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir. Ancak mevcut çalışmada başlangıç psikrofil bakteri sayımı 4.64 kob/g'dan (%0,6 kekik için) 4.98 kob/g'a (kontrol grubu için) kadar değişkenlik göstermiş olup, bu değerler diğer çalışmalarda belirtilen değerlerden biraz yüksek olmuştur. 7 log kob/ g olarak önerilen mikrobiyolojik limite (ICMSF 1986) depolama süresince hiçbir grupta rastlanmamıştır.

Panelistler %0,6 defne ve kekik ekstrakt ilaveli gruplarda aromanın güçlü olduğu belirtmişlerdir. Tüm gruplarda 9 aylık dondurularak (-18°C) depolama süresi sonunda duyusal skorlarında azalma kaydedilmiştir ($P<0,05$). Bununla beraber, duyusal değerlendirme skalasına göre genel olarak tüm grupların

başlangıçtaki çok iyi kalite (8-9) değerlerinden kötü kalite (4-3) değerlerine düştüğü, kontrol grubu 7. ayda, kekik (K1 ve K2) ve yeşil çay ekstraktı ilaveli gruplar (Y1 ve Y2) 9. ayda, adaçayı (A1 ve A2) ve defne (D1 ve D2) grupları 8. ayda red edildikleri ve tüketilemez özellikte oldukları belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonunda panelistler genel olarak antioksidan ekstraktlarının balık burgerinin duyusal kalitesi üzerine antioksidan etkisinin olduğunu, ancak %0,6 olarak kullanılan defne ve kekik konsantrasyonunun burgere güçlü bir aroma verdiği ve bu nedenle uygun olan konsantrasyonun bu ekstraktlar için %0.3 olduğunu belirtmişlerdir.

7. KAYNAKLAR

- A.O.A.C. Official methods of the Association of Official Analytical Chemists (14th ed., pp. 330±342). Washington, DC: AOAC, (1984).
- A.O.A.S. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. Champaign, IL: The American Oil Chemists Society, (1994).
- A.O.A.C. *Official Methods of Analysis*, 16 th Ed., Chapter 39. (Chapter editor D.L., Soderberg) In: *Official Methods of Analysis of AOAC International* (Edited by P. Cunniff). Gaithersburg, MD, (1998).
- A.O.C.S. *The Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, the American Oil Chemists' Society, Champaign, IL. (1994)
- Ackman, R. G. Fatty acids. In: *Marine biogenic lipids, fats and oils* (edited by R. G. Ackman). Boca Raton FL, USA: CRC Press. (1989). Pp. 103–137
- Ahn, J.-H., Kim Y.-P., Seo, E.-M., Choi Y.-K., Kim, H.-S. Antioxidant effect of natural plant extracts on the microencapsulated high oleic sunflower oil. *Journal of Food Engineering*, 84, 327–334, (2008).
- Aktug, S.E. ve Karapınar, M. Sensitivity of some common food poisoning bacteria to thyme, mint and bay leaves. *International Journal of Food Microbiology*, 3(6), 349-354, (1988).
- Al-Bulushi, I. M., Kasapis, S., Al-Oufi, H., & Al-Mamari, S. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fisheries Science*, 71, 648–654, (2005).
- Alghazeer, R., Saeed, S., and Howell, N. K. Aldehyde formation in frozen mackerel (*Scomber scombrus*) in the presence and absence of instant green tea. 108,801-810, (2008).
- Almajano, M.P., Carbó, R., Jiménez, A.L., Gordon, M.H. (in press). Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*, doi:10.1016/j.foodchem.2007.10.040
- Antonocopoulos, N. Bestimmung des Flu'chtigen Basensticktoofs. In W. Ludorf & V. Meyer (Eds.), *Fische und Fischerzeugnisse Berlin und Hamburg: Aulage Verlag Paul Parey*. (1973), Pp: 224–225.

- Aruoma, I. Halliwell, B., Aeschbach, R., & Löliger, J., (1992). Antioxidant and pro-oxidant properties of active rosemary constituents: carnosol and carnosic acid. *Xenobiotica*, **22** (2), 257–268.
- Ashton, I.P. (2002). Understanding lipid oxidation in fish. In: *Safety and quality issues in fish processing* (edited by H.Allan Bremner). CRC press, Washington, DC, 507pp.
- Atoui, A.K. Mansouri, A. Boskou, G. and Kefalas, P. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, 89(1), 27-36, (2005).
- Aubourg, S.P. Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. *Food Research International*, 32, 497-502, (1999).
- Aubourg, S.P., Carmen, M.R., & Sotelo, G. Differential lipid damage in various muscle zones of frozen hake (*Merluccius merluccius*). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A*, 208, 189–193, (1999).
- Bang, H. O., Dyerberg, J., & Nielsen, A. B. Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic west-coast Eskimos. *Lancet*, 1, 1143-1146, (1971).
- Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G. and Ruberto, G. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 13, 235–244, (1998).
- Basaga, H., Tekkaya, C., & Acitel, F. Antioxidative and free radical scavenging properties of rosemary extract, *Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie*, 30 (1), 105–108 (1997).
- Bligh, E. C., & Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 913–917, (1959).
- Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Spais, A.B. Effects of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast meat, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43, 223-230, (2002).
- Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Spais, A.B. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. *Food Research International*, 36, 207-213 (2003a).

- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Bostoglou, E., Govaris, A., Papegeorgiou, G. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, 65, 1193-1200, (2003b).
- Brink, B.T., Damink, C., Joosten, H.M.L.J. & Huis Int Velt, J.H.J. Occurrence and formation of biologically active amine in food. *International Journal of Food Microbiology*, 11, 73–84 (1990).
- Brull, S. and Coote, P. Preservative agents in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 1-17, (1999).
- Campo, J.D., Amiot, M.J. and Nguyen-The, C. Antimicrobial effect of rosemary extracts. *Journal of Food Protection*, 63, 1359–1368 (2000).
- Cao, G. Sofic, E. and Prior, R. L. Antioxidant Capacity of Tea and Common Vegetables. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 44, 3426-3431,(1996).
- Cardenas, M., Mander, M., Blank, V.C., Rogun, L. P. Antitumor activity of some natural flavonoids and synthetic derivates on various human and murine cancer cell lines. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 14, 2966-2971 (2006).
- Chauhan, S., Negi, P., and Ramteke, R. Antioxidant and antibacterial activities of aqueous extract of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seeds. *Fitoterapia*, 78, 590–592 (2007).
- Chen, Q., Shi, H., Ho, C.T. Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipooxygenase activity. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69 (10), 999-1002, (1992).
- Conner, W.E. Importance of $n-3$ fatty acids in health and disease, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 17 (1), 171S–175S, (2000).
- Corbo, M. R., Di Giulio, S., Conte, A., Speranza, B., Sinigaglia, M., & Del Nobile, M. A. Thymol and modified atmosphere packaging to control microbiological spoilage in packed fresh cod hamburgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1553–1560 (2009).
- Corbo, M.R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., Damato, D., Speranza, B., Sinigaglia, M. Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches. *International Journal of Food Science and Technology*, 44:223–241, (2009).

- Del Nobile, M.A., Corbo, M.R., Speranza, B., Sinigaglia, M., Conte, A., & Caroprese, M. Combined effect of MAP and active compounds on fresh blue fish burger. *International Journal of Food Microbiology*, 135 (3), 281-7 (2009).
- Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B. and Mazza, G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74, 101–109 (2002).
- Demo, A., Petrakis, C., Kefalas, P., and Boskou, D. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Research International*, 31, 351-354, (1998).
- Di Monaco, R., Cavella, S., Masi, P., Sevi, A., Caroprese, M., Marzano, A., Conte, A., & Del Nobile, M. A. Blue fish burgers: nutritional characterisation and sensory optimisation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1634–1641 (2009).
- Di Monaco, R., Cavella, S., Masi, P., Sevi, A., Caroprese, M., Marzano, A., Conte, A., Del Nobile, M. A. Blue fish burgers: nutritional characterization and sensory optimization. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(8), 1634-1641, (2009).
- Dorman H.J.D. and Deans S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 308–316, (2000).
- Dyerberg, J., Bang, H.O. Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids in Eskimos. *Lancet*, 2, 433-435, (1979).
- EEC Decision 95 / 149 / EC. Total volatile basic nitrogen TVBN limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used. *Official Journal*, L 097, 84–87, (1995).
- Elgayyar, M. Draughon, F.A., Golden D.A. and Mount, J.R. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *Journal of Food Protection*, 64, 1019–1024, (2001).
- Ericson, M. C., & Hung, Y. C. Quality in frozen food. New York Chapman and Hall, (1997).

- Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewedi, F. M., and El-Baroty, G. S. A. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *Journal of Food Protection*, 52, 665–667, (1989).
- FDA, Decomposition and histamine – raw, frozen tuna and mahi-mahi, canned tuna, and related species, revised compliance guide, availability. *Federal Registration*, 149, 39754–39756 (1995).
- Firouzi, R., Azadbakht, M. and Nabinedjad A. Anti-listerial activity of essential oils of some plants. *Journal of Applied Research*, 14, 75–80 (1998).
- Frankel, E. N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants oxidative stability in food lipids. *Trends in Food Science and Technology*, 4 (7), 220–5, (1993).
- Fraser, O., and Sumar, S. Compositional changes and spoilage in fish. *Nutrition & Food Science*, 5, 275-279, (1998).
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P. & Cengiz, E. Changes in biogenic amine contents and sensory quality of sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4 and 20 °C. *Journal of Food Quality*, 27, 221–231 (2004).
- Gonzalez-Trujano, M.E., Pena, E.I., Martinez, A.L., Morena, J., Guevara-Fefer, P., Deciga-Campos, M., & Lopez-Munoz, F.J. Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, 111, 476–482, (2007).
- Griffin, S.G., Markham, J.L., and Leach, D.N. An agar dilution method for the determination of the minimum inhibitory concentration of essential oils. *Journal of Essential Oil Research*, 12, 249–255, (2000).
- Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M., Ozer, H., Daferera, D., Sokmen, A., Polissiou, M., Adiguzel A., Ozkan, H. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia*. *Food Chemistry*, 103, 1449–1456, (2007).
- Guynot, M. E., Ramos, A. J. Setó, L. Purroy, P., Sanchis, V. and Marín, S., Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *Journal of Applied Microbiology*, 94 (5), 893 – 897, (2003).

- Hammer, K.A., Carson, C.F., and Riley, T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985–990, (1999).
- Hamre, K., Øyvind, L., Kjartan S. Development of lipid oxidation and flesh colour in frozen stored fillets of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). Effects of treatment with ascorbic acid. *Food chemistry*, 82, 447-453, (2003).
- Hardy, R. Fish lipids. In: *Advances in Fish Science and Technology* (edited by J.J. Connell).. Fishing News Book Ltd. Farnham Surrey, England, (1980), Pp. 103–111
- Hassaballa, A. Z., Mohamed, G. F., Ibrahim, H. M., & Abdelmegeed, M. A. Frozen cooked catfish burger: effect of different coking methods and storage on its quality. *Global Veterinaria*, 3 (3), 216-226, (2009).
- Hassaballa, A.Z., Mohamed, G.F., Ibrahim, H.M and Abdelmageed, M.A. Frozen cooked catfish burger: Effect of differnt cooking methods and storage on its quality. *Global Veterinaria*, 3(3), 216-226 (2009).
- Hebard, C.E., Flick, G.J. & Martin, R.E. Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish. In: *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products* (edited by R.E. Martin, G.J. Flick & C.E. Hebard). Westport, CT, USA: AVI Publishing Company. (1982), Pp. 149–304.
- Hinneburg, H.J.I., Dorman D. and Hiltunen, R., Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry*, 97 (1), 122-129 (2006).
- Huss, H.H. Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical paper No: 334, FAO, Roma, (1994).
- Hwang, K.T. and Regenstein, J.M. Characteristics of mackerel mince lipid hydrolysis. *Journal of Food Science*, 58, 79-83, (1993)..
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535–539, (1996).
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Lcke, E., Vivanco, J.M.,. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Acimum Accessions. *Food Chemistry*, 83, 547-550, (2003).

- Jittrepotch, N., Ushio, H. and Ohshima, T. Effects of EDTA and a combined use of nitrite and ascorbate on lipid oxidation in cooked Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) during refrigerated storage *Food Chemistry*, 99(1):70-82, (2006).
- Kahkonen, M.P., Hopia, A. I., Vuroela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S. Antioxidant activity of plants extracts compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3954-3962 (1999).
- Karpinska, M., Borowski, J., & Danowska-Oziewicz M. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry*, 72 (1), 5–9, (2001).
- Kenar, M., Ozogul, F. and Kuley, E. Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 2366–2372 (2010).
- Khalil, A. and Mansour, E. Control of lipid oxidation in cooked and uncooked refrigerated carp fillets by antioxidant and packaging combinations. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46, 1158–62 (1998).
- Kim, M.K., Mah, J.H. & Hwang, H.J. Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish. *Food Chemistry*, 116, 187–195, (2009).
- Kinsella, J.E. Seafoods and fish oils in human health and disease, Marcel Dekker, New York. (1987).
- Kolakowska, A. Lipid oxidation in food systems. In Z. Sikorski & A. Kolakowska (Eds.), *Chemical and functional properties of food lipids*. London, UK: CRC Press (2002), Pp. 133–165.
- Köse, S., Balaban, M.O., Boran, M., Boran, G. The effect of mincing method on the quality of refrigerated whiting burgers. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(8), 1649-1660, (2009).
- Lachman J., Hejtmankova A., Orsak M. and Pivec V. Natural antioxidants – important food constituents in human nutrition for healthy life in the beginning century. In: Sustain Life – Secure Survival II Conference Papers. Prague, Czech Republic. Ceska Zemedelska Univerzita v Praze, Prague, 1–15, (2004).
- Lakshmisha, I.P., Ravishankar, C.N., Ninan, G., Mohan, C.O., Gopal, T.K.S. Effect of Freezing Time on the Quality of Indian Mackerel (*Rastrelliger*

- kanagurta) during Frozen Storage. *Journal of Food Science*. 73, 345-353, (2008).
- Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, N., Belletti, N., Guerzoni, M.E. and Gardini, F. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life of minimally processed fruits. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 201-208, (2004).
- Lang, K. Der fluchtige basenstickstoff (TVB-N) bei im binnenland in den verkehr gebrachten frischen seeficchen. 11. Mitteilung. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 34, 7–10, (1983).
- Leung A. Y., & Foster, S. Encyclopedia of common natural ingredients used in foods, drugs and cosmetics. 2nd ed..New York: *JohnWiley & Sons*. (1996), Pp. 446–8.
- Liu, H. F., Booren, A. M., Gray, J. I., & Crackel, R. L. Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. *Journal of Food Science*, 57 (4), 803–806, (1992).
- Loliger, J. The use of antioxidants in food. In: Free radicals and food additives, O.I. Aruoma and B. Halliwell, Editors, Taylor and Francis, London, (1991), pp. 129–150.
- Madsen, H. L., Bertelsen, G. Spices as antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*, 6 (8), 271–7 (1995).
- Mahmoudzadeh, M., Motallebi, A., Hosseini, H., Khaksar, R., Ahmadi, H., Jenab, E., Shahraz, F., & Karman, M. Quality changes of fish burgers prepared from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus* Ogilby, 1912) with and without coating during frozen storage (-18 °C). *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 374–379 (2010).
- Marino, M., Bersani, C. and Comi, G. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *International Journal of Food Microbiology*, 67, 187–195 (2001).
- Martinez-Tome, M., Jimenez, A., Ruggieri, S., Frega, N., Strabbioli R. and Murcia, M. Antioxidant properties of mediterranean spices compared with common food additives. *Journal of Food Protection*, 64, 1412–1419 (2001).
- Merck., Gıda Mikrobiyolojisi'98. ORKİM Kimyevi Maddeler Tic.Ltd.Şti. (1998). Pp.168.

- Metin, S., Erkan, N., & Varlık, C., The application of hypoxanthine activity as a quality indicator of cold stored fish burgers. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 363–367 (2002).
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Gopal, T.K.S., Kumar, K.A. & Lalitha, K.V. Biogenic amines formation in seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks packed with O₂ scavenger during chilled storage. *Food Research International*, 42, 411–416 (2009).
- Mozaffarian, D., Bryson, C. L., Lemaitre, R. N., Burke, G. L., & Siscovick, D. S. Fish intake and risk of incident heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 45 (12), 2015–2021, (2005)..
- Newberne, P.; Smith, R.L.; Doull, J. and Feron, V.J. GRAS flavoring substances. *Food Technology*, 54, 66-83, (2000).
- Nichenametla, S.N., Taruscio, T.G., Borney, D.L. and Exon, J.H. A review of the effects and mechanisms of the polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46:161-183 (2006).
- Nunes, M.L., Batista, I. and Morao de Campos, R. Physical, chemical and sensory analysis of Sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 59, 37–43, (1992).
- Olcott, H. S. Oxidation of fish lipids. In: Fish in nutrition (edited by E. Heen & R. Kreuzer). London: Fishing News Books, (1962), Pp. 112–116.
- Önenç, S.S., and Açıkgöz, Z. Aromatik Bitkilerin Hayvansal Ürünlerde Antioksidan Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 46(1), 50-55(2005).
- Ozogul F., Kuley E. & Kenar M. Effects of rosemary and sage tea extract on biogenic amines formation of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 761–766, (2011).
- Ozogul, F., Taylor, K. D. A., Quantick, P., & Ozogul, Y. Biogenic amines formation in Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored under modified atmosphere packaging using a rapid HPLC method. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 515–522, (2002).
- Ozogul, Y., Ayas, D., Yazgan, H., Ozogul, F., Boga, E.K., Ozyurt, G. The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(8), 1717-1723. (2010).

- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L., & Geidel, H. Kritische betrachtungen zur "bewertenden prüfung mit skale als einem wesentlichen verfahren der sensorischen analyse. *Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie*, 12 (1), 52–61 (1979).
- Piccaglia, R, Marotti, M., Giovanelli, E., Deans, S.G. and Eaglesham, E. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 2(1), 47-50, (1993).
- Punzon, A., Villamor, B., Preciado, I. Analisis of the handline fishery targeting mackerel (*Scomber scombrus*, L.) in the North of Spain (ICES Division VIII bc). *Fisheries Research*, 69,189–204, (2004).
- Rahman, M. S., Al-Waili, H., Guizani, N., & Kasapis, S. Instrumental-sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability. *Fisheries Science*, 73, 1166–1176, (2007).
- Redmond, J. W., & Tseng, A. High-pressure liquid chromatographic determination of putrescine, cadaverine, spermidine and spermine. *Journal of Chromatography*, 170, 479–481 (1979).
- Riznar, K., Celan, S., Knez, Z. Skerget, M., Bauman, D., & Glaser, R., Antioxidant and Antimicrobial Activity of Rosemary Extract in Chicken Frankfurters. *Food Chemistry and Toxicology*, 71 (7), 425-429 (2006).
- Rossi, S., Lee, C., Ellis, P.C., Pivarnik, I.F. Biogenic amines formation in big eye tuna steaks and whole skipjack tuna. *J Food Sci* 67(6), 2058–60 (2002).
- Ruff, N., FitzGerald, R.D., Cross, T. F, Kerry, J.P. (2002). Fillet shelf-life of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* L. fed elevated levels of α -tocopheryl acetate. *Aquaculture Research*, 33 (13); 1059-1071.
- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M. et al. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91, 621–632, (2005).
- Saeed, S., & Howell, N. K. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 82, 579–586, (2002).
- Sagdic, O., and Ozcan, M. Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols. *Food Control*, 14, 141–143, (2003).
- Sağlık, S., Bazı Balık, Midye ve Karides Türlerinin Yağ Asidi Kompozisyonları ve Kolesterol İçeriklerinin Gaz Kromotografik İncelenemesi. İstanbul

- Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Anabilim Dalı Doktora Tezi. (1994).
- Salam, K. I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18(5): 566–575.
- Sanchez-Alonso, I., Jimenez-Escrig, A., Saura-Calixto, F., & Borderias A.J. Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. *LWT Food Science and Technology*, 41, 42–50, (2008).
- Sanchez-Alonso, I., Solas, M.T., Borderias, A.J. Physical Study of Minced Fish Muscle with a White-Grape By-Product Added as an Ingredient. *Journal of Food Science*, 72 (2):E94-E101, (2007)
- Santana, L.S.A., Mancini-Filho, J., Influence of the Addition of Antioxidants in Vivo on the Fatty Acid Composition of Fish Fillets. *Food Chemistry*, 68, 175-178, (2000).
- Sarkardei, S. & Howell, N.K. Effect of natural antioxidants on stored freeze-dried food product formulated using horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 309–315, (2008).
- Shahidi, F. Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung*, 44, 158–163, (2000).
- Siah, W.M. Effect of packaging on the storage quality of fishburger. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 33 (2), 201–209 (2005).
- Sigfusson, H., Decker E.A., McClements D.J.1 (2001). Ultrasonic characterization of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Food Research International*, 34, 15-23
- Silva, C.C.G, Da Ponte, D,J,B,, Enes Dapkevicius, M.L.N. Storage temperature effect on histamine formation in big eye tuna and skipjack. *J Food Sci.* 63, 643–647, (1998).
- Singh, A. Singh, R.K., Bhunia, A. K. and Singh, N. Efficacy of plant essential oils as antimicrobial agents against *Listeria monocytogenes* in hotdogs. *Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie*, 36(8), 787-794, (2003).
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A. R., Simoncic, M., and Knez, Z. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant

- materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89,191–198, (2005).
- Smith-Palmer, A., Stewart, J., and Fyfe, L., Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Letters Applied Microbiology*, 26, 118-122, (1998).
- Souza, E. L., Stamford, T.L.M., Lima, E. O., Trajano, V. N., and Filho, J. M. B. Antimicrobial Effectiveness of Spices: an Approach for Use in Food Conservation Systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48 (4), 549-558, (2005).
- Sroka, Z. Antioxidative and antiradical properties of plant phenolics. *Zeitschrift für Naturforschung*, 60 (11-12), 833-843, (2005).
- Steinbrecher, U.P., Parthasarathy, S., Leake, D.S., Witztum, J.L., and Steinberg, D. Modification of low density lipoprotein by endothelial cells involves lipid peroxidation and degradation of low density lipoprotein phospholipids. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81, 3883–3886, (1984).
- Tappel, A.L. Biocatalyst : lipoxidase and hematin compounds. In Lundberg, W.O. (Ed.), *Autoxidation and Autoxidants*, 1, 325, (1961).
- Tarladgis, B., Watts, B. M., & Yonathan, M. Distillation method for determination of malonaldehit in rancid food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37 (1), 44–48, (1960).
- Tarladgis, B., Watts, B. M., & Yonathan, M. Distillation method for determination of malonaldehyde in rancid food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37(1), 44–48, (1960).
- Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D., Kılınç, B. Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout During Refrigerated Storage. Ege University, Fisheries Faculty, Fish Processing Technology Department, İzmir, Turkey, (2003).
- Taylor, S.L., Stratton, J.E., Nordlee, J.A. Histamine poisoning (scombroid fish poisoning): an allergy-like intoxication. *J Toxicol Clin Toxicol*, 27, 225–240, (1989).
- Tironi, V., Tomás, M., and Añón, M. Lipid and protein changes in chilled sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*): effect of previous rosemary extract (*Rossmarinus officinalis* L.) application. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(6), 1254-1262, (2009).

- Tokur, B, Polat, A, Beklevik, G. Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18 degrees C). *European Food Research and Technology*, 218(5), 420-423, (2004).
- Tokur, B., Özkütük, S., Atici, E., Ozyurt, G., & Ozyurt, C. E. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18 °C). *Food Chemistry*, 99, 335–341, (2006).
- Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G., & Özkütük, S. Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18 °C). *European Food Research and Technology*, 218, 420–423, (2004).
- Trojakova, L., Reblova, Z., and Pokorny, J. Degradation of tocopherols in rapeseed oil with rosemary extract under different conditions. *Czech J Food Sci.* 18, 175-176, (2000).
- Utama, J. M. S.; Wills, R. B. H.; Ben-Yehoshua, S. and Kuesk, C. In vitro efficacy of plant volatiles for inhibiting the growth of fruit and vegetal decay microorganisms. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 6371-6377, (2002).
- Vicente, S. J. V., & Torres, E. A. F. S. Formation of four cholesterol oxidation products and loss of free lipids, cholesterol and water in beef hamburgers as a function of thermal processing. *Food Control*, 18, 63–68, (2007).
- Wada, S., and Fang , X. The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and alfa;-tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. *Journal of Food Processing and Preservation* 16(4), 263–274, (1992).
- Wu, J.M., Lee, M.H., Ho, C.T., & Chang, S.S. Elucidation of the chemical 15 structures of natural antioxidants isolated from rosemary. *Journal of the American 16 Oil Chemists' Society*, 59 (8), 339 – 345, (1982).
- Yildirim, A., Mavi, A., Oktay, M., Kara, A. A., Algur, O. F., and Bilaloglu, V. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of tilia (*Tilia argentea* Desf Ex DC), sage (*Salvia triloba* L.), and black tea (*Camellia sinensis*) extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5030–5034, (2000).

- Youdim, K.A., Dorman, H.J.D. and Deans, S.G. The antioxidant effectiveness of thyme oil, α -tocopherol and ascorbyl palmitate on evening primrose oil oxidation. *Journal of Essential Oil Research*, 11, 643–648, (1999).
- Yousef, N.S. Tea extracts as possible natural food preservative for organic food. International Symposium on The Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture. ISHS Acta Horticulturae, 608, 169-176, (2003).
- Zaman, M.Z., Abdulmir, A.S., Bakar, F.A., Selamat, J. & Bakar, J. Microbiological, physicochemical and health impact of high level of biogenic amines in fish sauce. *American Journal of Applied Sciences*, 6, 1199–1211, (2009).

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: TOVAG-1100019
Proje Başlığı: Doğal antioksidan (Kekik, Yeşil çay, Adaçayı ve Defne) Ekstraktının Kıyılmış Kolyoz Etinden (<i>Scomber japonicus</i>) Hazırlanan Burgerlerin Raf Ömrüne Etkileri
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: DOÇ.DR. YEŞİM ÖZOĞUL
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Balcalı/Adana
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/05/2010-01/05/2011
Öz (en çok 70 kelime) Bu projede kekik, yeşil çay, adaçayı ve defne bitkilerinin ekstraktı elde edilerek farklı konsantrasyonda (%0,3 ve 0,6) balık burgerlerine ilavesi yapılarak, 9 ay boyunca -18°C de depolanmıştır. Burgerlerin besin kompozisyonu ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenirken, her ay düzenli olarak duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Lipit oksidasyonunun gelişimini takip edebilmek amacıyla, serbest yağ asitleri, peroksit ve tiyobarbitürik asit analizlerinin yanında toplam uçucu bazik nitrojen ve biojenik amin analizleri yapılmıştır.
Anahtar Kelimeler: doğal antioksidanlar, balık burgeri, kalite ve kontrol
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> x Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
Projeden Yapılan Yayınlar: <p>Özoğul, Y., Balıkçı, E., Kaçar, Ç., Gökdoğan, S., Yazgan, H., Küley, E., Kenar, M., Şimşek, A. Ayas, D. ve Uçar, Y. (2011). Doğal antioksidan (Kekik, Yeşil çay, Adaçayı ve Defne) Ekstraktının Kıyılmış Kolyoz Etinden (<i>Scomber japonicus</i>) Hazırlanan Burgerlerin Raf Ömrüne Etkileri. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Antalya, 25-27 Ekim, 2011. Poster</p> <p>Özogul, Y., Kuley, E., Uçar, Y., Ozogul, F., Balıkçı, E., (2011). The effects of natural antioxidant extracts (thymus, green tea, sage and laurel) on the biogenic amine contents of fish burgers made from minced chub mackerel (<i>Scomber japonicus</i>). WEFTA, Sweden, 27-30 September, 2011. Oral presentation in 5 or 10 min.</p> <p>Özogul, Y., Balıkçı, E., Şimşek, A., Ayas, D., Kenar, M., Kaçar, Ç., Yazgan, H., Gökdoğan, S. (2011) The effects of natural antioxidant extracts (thymus, green tea, sage and laurel) on the fatty acid content of fish burgers made from minced chub mackerel (<i>Scomber japonicus</i>). WEFTA, Sweden, 27-30 September, 2011. Oral presentation in 5 or 10 min.</p>