

EGE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA  
PROJE KESİN RAPORU

---

EGE UNIVERSITY SCIENTIFIC  
RESEARCH PROJECT REPORT

**PROJE NO: 2004 / BİL / 014**

**ISISAL İŞLEMLERİN SU ÜRÜNLERİ ETLERİNİN BESİNSEL KOMPOZİSYONUNA  
ETKİSİ**

**PROJE YÖNETİCİSİ**

Prof. Dr. Şükran ÇAKLI

**ARAŞTIRMACI**

Ayşe Ufuk TÜRKKAN

---

**Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü**

Fisheries and Fish Processing Technology Department of Fisheries Faculty of Ege University

**Bornova-İZMİR**

**2006**

## ÖNSÖZ

Farklı yöntemlerle (haşlama, fırında pişirme, kavurma, kızartma, ızgara) yeterli sıcaklık ve sürelerde gıdaya uygulanan ısı, patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesiyle gıdanın hijyenik kalitesini korur, tadını ve aromasını artırır, raf ömrünü uzatır. Türk halkı tarafından balık yaygın olarak tavada kızartılmış olarak tüketilmektedir, ama dünyada tüketicilerin pişirme yöntemlerine olan tercihleri hızla değişmektedir. Türk tüketiciler ise, taze veya farklı yöntemlerle pişirilmiş su ürünlerinin, besleyici değeri hakkında çok az bilgiye sahiptirler.

Bu çalışmada ise taze levrek balığına; kızartma, fırında pişirme, mikrodalga fırında pişirme yöntemleri uygulanarak besinsel kompozisyon oranları (% nem, % protein, % kül ve % yağ) kıyaslanmıştır. Yağ asidi kompozisyon analizleri yapılmıştır. Toplam doymuş (SFA), toplam tek doymamış (MUFA), toplam çok doymamış (PUFA) kompozisyonları kıyaslanmış, SFA/PUFA oranı ve DHA/EPA oranı kıyaslanarak yağ asidi karakteristikleri değerlendirilmiştir. w-6 /w-3 oranlarına göre en sağlıklı pişirme yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

Ayrıca pişirilen örnekler vakum ambalajlanarak, +4 °C' de buzdolabı sıcaklığında bekletilerek, belli periyotlarda TVB-N, pH, renk ve duyuşal analizler uygulanmış, bu analizlerin sonuçlarına bakılarak kimyasal ve duyuşal parametreleri açısından bozulma zamanı saptanmaya çalışılmıştır.

## İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ.....	
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	
ÖZET	
ABSTRACT .....	
1. GİRİŞ .....	
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	
2.1 Isısal İşlem Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar: .....	
2.2 Depolama Üzerine Olan Bildirimler: .....	
3. MATERYAL ve METOT .....	
3.1. Materyal .....	
3.2. Metot .....	
3.2.1. Örnek hazırlama ve pişirme	
3.2.2. Analiz Yöntemleri	
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	
4.1. Biyokimyasal kompozisyon analiz bulguları .....	
4.2. Yağ Asitleri Analiz Bulguları .....	
4.3. Kimyasal Bozulma Analiz Bulguları .....	
4.3.1. pH Analizi	
4.3.2. Total Volatil Baz Azot (TVB-N)	
4.4. Renk Analizine Ait Bulgular:.....	
4.5. Duyusal test analiz sonuçları.....	
4.5.1. Taze koku analiz bulguları	
4.5.2. Renk analiz bulguları	
4.5.3. Parçalanabilirlik analiz bulguları	
4.5.4. Taze lezzet analiz bulguları	
4.5.5. Sıkılık analiz bulguları	
4.5.6. Çiğnenebilirlik analiz bulguları	
4.5.7. Liflilik analiz bulguları	
4.5.8. Sululuk analiz bulguları	
4.5.9. Yağlılık analiz bulguları	
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	
KAYNAKLAR .....	

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

1. Taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asidi gruplarının dağılımı .....
2. Depolamaya bağlı L\* karşılaştırması .....
3. Depolamaya bağlı a\* karşılaştırması
4. Depolamaya bağlı b\* karşılaştırması .....
5. Depolamaya bağlı taze koku değişimleri .....
6. Depolamaya bağlı renk değişimleri.....
7. Depolamaya bağlı renk değişimleri
8. Depolamaya bağlı taze lezzet değişimleri .....
9. Depolamaya bağlı sıklık değişimleri.....
10. Depolamaya bağlı çiğnenebilirlik değişimleri .....
11. Depolamaya bağlı liflilik değişimleri.....
12. Depolamaya bağlı sululuk değişimleri .....
13. Depolamaya bağlı yağlılık değişimleri

## ÇİZELGELER DİZİNİ

1. Pişirilmiş levreklerin duyusal değerlendirme formu .....
2. Pişirilmiş levreklerin duyusal değerlen. için kullanılan kriterlerin tanımlamaları
3. Taze ve pişirilmiş levreklerin besinsel kompozisyon oranları\*(%) .....
4. Taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asitleri\* (%) .....
5. Taze ve Pişirilmiş Levreklerdeki Doymuş Yağ Asitleri Oranları\* (%)
6. Taze ve pişirilmiş levreklerin tek doymamış yağ asitleri\* (%).....
7. Taze ve pişirilmiş levreklerdeki çok doymamış yağ asitleri (w-3) oranı\*(%)
8. Taze ve pişirilmiş levreklerdeki çok doymamış yağ asitleri (w-6) oranı\*(%)
9. Taze ve pişirilmiş levreklerdeki EPA ve DHA oranı\*(%).....
10. Taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asidi grupları\* (%).....
11. Taze ve pişirilmiş levreklerin pH değerleri \* .....
12. Pişirilmiş levreklerin depolamaya bağlı pH değişimleri .....
13. Taze ve pişirilmiş levreklerin TVB-N değerleri \* .....
14. Pişirilmiş levreklerin depolamaya bağlı TVB-N değişimleri.....
15. Taze ve pişirilmiş levreklerin CIE sistemine göre renk değerleri\* .....
16. Pişirilmiş Levreklerin Depolamaya Bağlı Renk Değişimleri.....
17. Depolama boyunca taze koku da saptanan değişimler\* .....
18. Depolama boyunca renkte saptanan değişimler\* .....
19. Depolama boyunca parçalanabilirlikte saptanan değişimler\* .....
20. Depolama boyunca taze lezzette saptanan değişimler\* .....
21. Depolama boyunca sıklıkta saptanan değişimler\* .....
22. Depolama boyunca çignenebilirlikte saptanan değişimler\* .....
23. Depolama boyunca liflilikte saptanan değişimler\* .....
24. Depolama boyunca sululukta saptanan değişimler\* .....
25. Depolama boyunca yağlılıkta saptanan değişimler\* .....

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>SFA</b>	: Doymuş yağ asitleri (Saturated Fatty Acids)
<b>MUFA</b>	: Tek doymamış yağ asitleri (MonoUnsaturated Fatty Acids)
<b>PUFA</b>	: Çok doymamış yağ asitleri (PolyUnsaturated Fatty Acids)
<b>DHA</b>	: Decasoheptaenoic acid.
<b>EPA</b>	: Ecosapentaenoic acid.
<b>TVB-N</b>	: Toplam Uçucu Baz Azot
<b>NPN</b>	: Protein Olmayan Nitrojenler (Non-protein Nitrojen)
<b>Σ</b>	: Toplam
<b>g</b>	: gram
<b>μ</b>	: mikron
<b>ml</b>	: mililitre

## ÖZET

Bu araştırmada farklı pişirme yöntemlerinin (kızartma, fırında pişirme, mikrodalga fırında pişirme), levrek balığının (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) besinsel kompozisyonu ve yağ asidi kompozisyonu üzerindeki etkileri ile pişirilmiş levreklerin vakum ambalaj muhafazasında +4°C deki depolama boyunca kimyasal ve duyu kalite değişimleri saptanmaya çalışılmıştır.

Ortalama nem, protein, kül ve yağ oranları taze levrekte sırasıyla % 71.62±0.23, % 18.47±0.43, % 0.92±0.40, % 4.18±0.26 olarak tespit edilmiştir. Levrek balıkları 3 farklı pişirme yöntemiyle pişirildikten sonra besinsel kompozisyon değişimleri saptanmıştır.

Buna göre; nem, protein, kül ve yağ oranları sırasıyla, kızartılmış levrekte % 62.90±4.47, % 24.30±0.67, % 2.41±0.49, % 6.91±0.16, fırında pişirilmiş levrekte % 66.47±3.08, % 21.13±0.65, % 2.18±0.25, % 5.88±0.05, mikrodalga fırında pişirilmiş levrekte % 69.29±0.38, % 26.54±0.71, % 2.90±0.53, % 5.15±0.22 olarak bulunmuştur..

Yağ asidi kompozisyonları değişimleri incelendiğinde w-6/w-3 oranları sırasıyla; taze levrekte % 0.49±0.01, kızartılmış levrekte % 1.82±0.03, fırında pişirilmiş levrekte % 0.66±0.02 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 0.45±0.01 olarak bulgulanmıştır.

DHA/EPA oranı taze levrekte 2.71±0.38 iken; pişirme işlemi uygulandığında bu oranın kızartılmış levrekte 2.78±0.05 ve fırında pişirilmiş levrekte 2.46±0.21 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte 3.34±0.03 olarak saptanmıştır.

Taze kültür levrek balıkları, pişirildikten sonra iç sıcaklıkları düşene kadar soğutulmuş daha sonra, vakum ambalajlanmış ve +4°C' ye alınarak depolama süresince pH, toplam volatil baz azot (TVB-N) , renk ve duyu analizleri yapılmıştır.

pH değerleri taze levrek balığında 6.55±0.01, kızartılmış levrek balığında 6.69±0.01, fırında pişirilmiş levrek balığında 6.73±0.00 ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında 6.71±0.01 olarak saptanmıştır. Depolama sonunda pH miktarları 17. günde kızartılmış levrek balığında 6.58±0.01, fırında pişirilmiş levrek balığında 6.56±0.01 belirlenerek düşüş olduğu bulgulanmıştır. Mikrodalga fırında ise TVB-N miktarı ve duyu analiz değerlendirme sonuçlarına göre kabul edilebilirlik sınırlarına ulaşıldığı gün olan 15. günde, pH miktarı 6.87±0.00 saptanarak yükselme olduğu bulgulanmıştır.

TVB-N (mg nitrogen/100g) miktarı 0. gün; taze levrek balığında 15.07±0.89, mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında 16.85±0.00, kızartılmış levrek balığında 20.39±0.00 ve fırında pişirilmiş levrek balığında 26.01±0.51 olarak saptanmış ve depolama süresince TVB-N miktarları

## 8

artış göstermiştir. Kızartılmış levrek balığının TVB-N miktarı 17. gün  $40.79\pm 0.00$ , fırında pişirilmiş levrek balığının yine 17. gün  $37.83\pm 1.85$ , mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığı ise 15. gün  $38.72\pm 0.51$  değerine ulaşarak TVB-N analizine göre tüketilemezlik seviyesine ulaşmıştır.

Duyusal değerlendirme için; 1'i koku (taze koku), 2'si görünüş (renk ve parçalanabilirlik), 3'ü lezzet (taze lezzet), 4'ü doku (sıklık, çiğnenebilirlik, liflilik, sululuk, yağlılık) olmak üzere 9 tanımlama seçilmiştir. Panel sonucunda elde edilen veriler ANOVA ya göre analiz edilmiştir. Fırında pişirilmiş levrek balığının duyusal değerlendirme sonuçları TVB-N miktarına göre 17. günde bozulmuş olarak saptanmış olsa da, tüketiciler tarafından daha önce kabul edilebilirliğinin bittiğini göstermektedir. Taze lezzet ve taze koku değerlendirmesine göre tüketiciler duyusal olarak 13. günden itibaren fırında pişirilmiş levreğin tüketimini tercih etmemişlerdir. Kızartılmış levrek balığı ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığının duyusal değerlendirme sonuçları ise TVB-N analizi ile paralellik göstermiştir.

Renk analiz sonuçlarına göre  $L^*$  aydınlık değeri depolama süresince tüm pişirme yöntemlerinde düşüş göstermiştir. Aydınlık değeri  $L^*$ , kızartılmış balıkta başlangıçta  $66.28\pm 1.11$  iken depolama sonunda 17. günde  $57.90\pm 1.57$ 'ye düşmüştür. Fırında pişirilmiş levrekte  $L^*$  değeri, başlangıçta  $64.87\pm 1.03$  iken 17. günde  $60.78\pm 0.77$ 'e düşmüştür. Mikrodalga da pişirilmiş levrekte,  $L^*$  başlangıçta  $69.19\pm 0.99$  iken 15. günde  $64.70\pm 1.07$ 'ye düşmüştür.

$a^*$  değeri kızartılmış balıkta başlangıçta  $-0.94\pm 0.13$  iken 17. günde bozulma aşamasına geldiğinde artış göstererek,  $-0.43\pm 0.47$  olduğu bulgulanmıştır. Fırında pişirilmiş levrek için ;  $a^*$  değeri başlangıçta  $-0.85\pm 0.05$  iken 17. günde  $-0.84\pm 0.15$  olarak bulgulanmış ve depolama sonunda fazla bir değişim olmadığı saptanmıştır. Mikrodalgada pişirilmiş levrekte  $a^*$  değeri  $-1.18\pm 0.06$  iken , 15. günde bu değer  $-0.76\pm 0.13$ 'e yükseldiği saptanmıştır.

Kızartılmış balıkta  $b^*$  değeri depolama başlangıcında  $9.33\pm 0.52$  iken 17 günlük depolama sonunda  $10.12\pm 0.66$ 'ya yükselmiştir.  $b^*$  değeri fırında pişirilmiş levrekte başlangıçta  $10.26\pm 0.33$  iken depolama sonunda  $9.20\pm 0.45$  olarak saptanmıştır. Mikrodalgada pişirilmiş levrekte  $b^*$  değeri; başlangıçta  $9.33\pm 0.27$  iken 15. gün  $8.62\pm 0.38$ 'e düşmüştür.

Çalışma sonucunda en sağlıklı pişirme yönteminin mikrodalga fırında pişirme yöntemi olduğu saptanmıştır. Vakum ambalajda  $+4^\circ C$ 'de 17 günlük tüketilebilirlik değeriyle, pişirilmiş levrekler içinde kızartılmış olan levrek balıklarının en uzun süre dayanıklılık gösterdiği saptanmıştır.



**Anahtar Sözcükler:** pişirme, levrek, besinsel kompozisyon, vakum ambalaj, depolama, yağ asid

## ABSTRACT

A study has been made about the effect of various cooking styles (frying, cooking in oven, cooking in microwave oven) of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) to its nutritional and fatty acid composition, and after cooking the changing of its chemical and sensorial quality during the at +4°C storage in vacuum package.

Average water, protein, ash and fat quantities in raw seabass have been identified as 71.62±0.23 %, 18.47±0.43 %, 0.92±0.40 %, 4.18±0.26% respectively. Changes in seabasses' nutritional composition has been identified after they were cooked in the three styles.

According to this data, water, protein, ash and fat quantities have been determined as 62.90±4.47 %, 24.30±0.67 %, 2.41±0.49 %, 6.91±0.16 % in fried seabass , 66.47±3.08 %, 21.13±0.65 %, 2.18±0.25 %, 5.88±0.05 % in seabass cooked in oven, and 69.29±0.38 %, 26.54±0.71 %, 2.90±0.53%, 5.15±0.22 % in seabass cooked in microwave oven.

When it was analysed about the changes of fatty acid compositions; w-6/w-3 ratio has been established as 0.49±0.01 % in raw seabass, 1.82±0.03 % in fried seabass, 0.66±0.02 % in seabass cooked in oven, and 0.45±0.01 % in seabass cooked in microwave oven.

DHA/EPA ratio has been determined as 2.71±0.38 in raw seabass, 2.78±0.05 in fried seabass, 2.46±0.21 in seabass cooked in oven, and 3.34±0.03 in seabass cooked in microwave oven.

Fresh fish, after a certain time it was cooked, put in vacuum package and fridge atmosphere (+4°C) and TVB-N analysis , pH analysis, color analysis, and sensory analysis were made at during storage .

pH value has been determined as 6.55±0.01 in raw seabass, 6.69±0.01 in fried seabass, 6.73±0.00 in seabass cooked in oven, and 6.71±0.01 in seabass cooked in microwave oven. Both of the fried seabass and the seabass cooked in oven, ph values has been decreased, 6.58±0.01 and 6.56±0.01, respectively at the end of storage periods in 17. days. But it has been recognised an increase in 15. days with the ph value 6.87±0.00 in seabass cooked in microwave oven .It has been found that sea bass cooked in microwave, depending on the TVB-N and sensory analyses quantities, stays edible up to 15 days.

The formation of TVB-N (mg nitrojen/100 g) has been determined as 15.07±0.89 in raw seabass, 16.85±0.00 in seabass cooked in microwave oven, 20.39±0.00 in fried seabass and

## 10

26.01±0.51 in seabass cooked in oven at the beginning of storage. Acceptability of the products has been reduced as the storage duration increased. It has been found that seabass cooked in microwave, depending on the TVB-N quantity, stays edible up to 15 days and seabass fried or cooked in oven stays edible up to 17 days.

For sensory analyses totally 9 sensory attributes were selected from these attributes 1 for odor (fresh odor), 2 for appearance (color, flakiness), 1 for flavor (fresh flavor) and 5 for texture (firmness, chewiness, fibrousness, juiciness, fatness). Data obtained from panels were analysed by ANOVA. It has been determined that seabass cooked in oven, depending on TVB-N quantity, stays edible up to 17 days, however, sensory test results indicate that the acceptability of the fish expires before the cited deadlines. According the data of fresh odor and fresh flavor, acceptability of seabass cooked in oven reduced in 13. days by consumers. It was shown a similarity between TVB-N acceptability and sensory analyses results of seabass fried or cooked in microwave oven.

According to color measurements, it has been determined that there was a decreasing on L\* value. At the beginning of the storage period L\* value was determined as 66.28±1.11 in fried seabass, 64.87±1.03 in seabass cooked in oven and 69.19±0.99 in seabass cooked in microwave oven. But at the end of 17 days storage period L\* value was determined as 57.90±1.57 in fried seabass and 60.88±0.77 in seabass cooked in oven, and at the end of 15days storage period 64.70±1.07 in seabass cooked in microwave oven.

At the beginning of the storage period a\* value was determined as -0.94±0.13 then there was an increasing at the end of 17 days a\* values determined as -0.43±0.47 in fried seabass. At the beginning of the storage period a\* value was determined as -0.85±0.05 then there wasn't an important changing at the end of 17 days a\* values determined as -0.84±0.15 in seabass cooked in oven. At the beginning of the storage period a\* value was determined as -1.18±0.06 then there was a increasing at the end of 15 days a\* values determined as -0.76±0.13 in seabass cooked in microwave oven.

At the beginning of the storage period b\* value was determined as -9.33±0.52 then there was an increasing at the end of 17 days b\* values determined as 10.12±0.66 in fried seabass. At the beginning of the storage period b\* value was determined as 10.26±0.33 and at the end of 17 days b\* values determined as 9.20±0.45 in seabass cooked in oven. At the beginning of the storage period b\* value was determined as 9.33±0.27 then there was a decreasing at the end of 15 days b\* values determined as 8.62±0.38 in seabass cooked in microwave oven.

In conclusion, for healthy the most beneficial cooking methods was determined as cooking in microwave oven. And within the all cooked seabass, fried seabass has shown the longest acceptibility wirh 17 days according to TVB-N and sensory quantities during the storage in vacuum package at +4°C.

**Keywords:** cooking, seabass, chemical composition, vacuum package, fatty acids.

## 1. Giriş

Farklı yöntemlerle (haşlama, fırında pişirme, kavurma, kızartma, ızgara) yeterli sıcaklık ve sürelerde gıdaya uygulanan ısı, patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesiyle gıdanın hijyenik kalitesini korur, tadını ve aromasını artırır, raf ömrünü uzatır. (Bognâr, 1998; Pokorný, 1999)

Türk halkı tarafından balık yaygın olarak tavada kızartılmış olarak tüketilmektedir, ama dünyada tüketicilerin pişirme yöntemlerine olan tercihleri hızla değişmektedir. Türk tüketiciler ise, taze veya farklı yöntemlerle pişirilmiş su ürünlerinin, besleyici değeri hakkında çok az bilgiye sahiptirler.

Yapılan araştırmalar, insanların karşılaştıkları bir çok hastalığa besin maddelerinin ve beslenme alışkanlıklarının neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bundan dolayı insanlar beslenmelerine dikkat etmek zorundadırlar. Yüksek kolesterolden ileri gelen hastalıkların, önemli oranda kırmızı etten kaynaklandığı artık bütün insanlar tarafından bilinmektedir. Bunun için daha sağlıklı olan doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan gıdaların tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Tüketilen gıdalardaki yağların, doymamış yağlarca zengin olması çok önemlidir. Çünkü w-3 serisi yağ asitlerinin vücutta, biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde önemli görevler üstlendiği artık kesin olarak bilinmektedir. Yağ asitleri, insan vücudunda göz, beyin, testis ve plasentada toplanır. Gözlerin uygun şekilde çalışmasına ve beynin fonksiyonlarını eksiksiz olarak yerine getirmesine yardımcı olur. Kandaki yağ konsantrasyonunu düzenler (Gordon ve Ratliff, 1992).

w-3 yağ asitlerinin kalp krizi, kalp damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi bir çok hastalıktan korunmada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Gorga, 1998; Nettleton, 2000).

Uzmanlar haftada en az 2-3 kez balık yenmesi ve balığı kızartmak yerine ızgara ya da buğulama olarak pişirilerek tüketilmesini önermiştir. Çünkü balığın besleyici değeri işleme ve pişirme

yöntemlerine bağlıdır. Günümüzde hayat koşulları her alanda hız gerektirmektedir, buna bağlı olarak insanların yeme alışkanlıkları değişmiş, daha pratik ve besleyici gıdalara yönelmişlerdir.

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen modifiye atmosfer paket ve vakum paket; ham ve işlenmiş ürünün tüketicilere ulaştırılması esnasındaki depolama, dağıtım ve pazarlama aşamalarında büyük kar sağlayan, giderekte popülerliği artan koruma teknolojileridir. (Özoğul ve ark., 2004)

Bu çalışmanın iki amacı bulunmaktadır. İlki pişirme yöntemlerinin taze kültür levrek balığının (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) besinsel kompozisyonu ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisinin saptanması, diğeri ise pişirildikten sonra buzdolabı sıcaklığında (+4°C'de ) kimyasal ve duyuşal kalite kriterleri açısından ne kadar süre dayanabileceğini saptamaya çalışmaktır. Bu amaçları saptamak için yapılan incelemelerde daha önce tür bazında çok az çalışma yapıldığı görülmüştür.

Bu çalışmada ise taze levrek balığına; kızartma, fırında pişirme, mikrodalga fırında pişirme yöntemleri uygulanarak besinsel kompozisyon oranları (% nem, % protein, % kül ve % yağ) kıyaslanmıştır. ,Yağ asidi kompozisyon analizleri yapılmıştır. Toplam doymuş (SFA), toplam tek doymamış (MUFA), toplam çok doymamış (PUFA) kompozisyonları kıyaslanmış, SFA/PUFA oranı ve DHA/EPA oranı kıyaslanarak yağ asidi karakteristikleri değerlendirilmiştir. w-6 /w-3 oranlarına göre en sağlıklı pişirme yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

Ayrıca pişirilen örnekler vakum ambalajlanarak, +4°C'de buzdolabı sıcaklığında bekletilerek, belli periyotlarda TVB-N, pH, renk ve duyuşal analizler uygulanmış, bu analizlerin sonuçlarına bakılarak kimyasal ve duyuşal parametreleri açısından bozulma zamanı saptanmaya çalışılmıştır.

## 2. Literatür Özeti

### *Isısal İşlem Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar:*

Farklı pişirme yöntemlerinin çeşitli tür ve büyüklükteki balıkların besinsel kompozisyonu, yağ asidi kompozisyonu, mineral miktarı vb. üzerine etkisi daha önceden çalışılmıştır. Nomikos et. al. (2005), en yaygın 6 türü ki bu türler gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), altın renkli alabalık (*Onchorhynchus aguabonita*), mezgiti (*Melanogrammus aeglefinus*), kömür balığı (*Pollachius virens*), pisibalığı (*Pleuronectes platessus*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarını kullanarak bu türlerin çiğ ve kızartılmış formlarındaki yağ asidi miktarlarını karşılaştırmışlardır.

Garcia-Arias et al. (2003a)'te sardalya (*Sardina pilchardus*) filetolarının ızgarada pişirilmesi üzerine araştırma yapmıştır. Ayrıca sardalya filetolarına pişirme-dondurma-tekrar ısıtma (CFR) uygulanarak, bu yöntemlerin etin kimyasal ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi saptanmıştır (Garcia-Arias et al., 2003b).

Gökoğlu ve ark. (2004), farklı pişirme yöntemlerinin gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) besinsel kompozisyonu ve mineral içeriği üzerine etkisini çalışmıştır.

Şahin ve Sumlu (2001); gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları çalışmada mikrodalga fırında pişirme için en uygun güç ve zamanı belirlemişler, mikrodalga da pişirmenin balığın kalitesi üzerine olan etkilerini saptamışlardır.

2000 yılında Ranau et. al. alüminyum folyoda ızgara yapılan ve fırında pişirilen balık filetolarının alüminyum seviyeleri üzerine çalışmıştır.

Puwastien et al. (1999) de Tayland tatlı su balıkları ve deniz balıklarının çiğ ve pişirilmiş formlarının kimyasal kompozisyonunu kıyaslamışlardır.

Candela et al., 1996 yılında dil balığı (*Solea Solea*), morina (*Gadus morrhua*) ve mezgiti (*Merluccius merluccius*) derin yağda kızartmış, ardından iç sıcaklığını 3 saat boyunca 65°C'de sabit tutarak, bu işlemin balıkların kolesterol miktarına ve yağ asitlerine etkisini analiz etmişlerdir.

Farklı pişirme yöntemlerinin (özellikle kızartma), farklı balıkların yağ asitleri üzerine etkisi çalışılmıştır. (Mai et al., 1978; Gall et al., 1983; Agren & Hännien, 1993; Toth-Markus & Sass-Kiss, 1993; Sánchez-Muñiz et al., 1992; Candela et al., 1996; Matilla et al., 1999; Rodrigo et al., 1998; Unlusayin et al., 2001)

García-Arias et al., (2003a) tarafından, sardalya filetoları  $-30^{\circ}\text{C}$ ' de dondurulmuş ve  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de 4 ay depolanmıştır. Bu periyodun sonunda balıklar iki gruba ayrılmış, birinci grup buzdolabında  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de yaklaşık 12 saat tutularak çözdürülmüş, diğer grup mikrodalga fırında  $350^{\circ}\text{C}$ 'de 3 dakika tutularak çözdürülmüştür. Hem türün taze formları herhangi bir dondurulma-çözdürülme işlemi uygulanmadan doğrudan ızgarada pişirilmiş, hem de farklı çözdürülme yöntemleri uygulanan gruplar, ızgarada iç sıcaklıkları  $60-70^{\circ}\text{C}$ ' ye gelene kadar pişirilmiştir. Dondurulma, çözdürülme ve sonra da pişirmenin balık filetolarının protein kalitesi üzerinde etkisi olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak; donmuş depolamanın kaybettirici etkileriyle beraber bunu izleyen  $+4^{\circ}\text{C}$ ' de buzdolabında yavaş çözdürmenin, filetolarda yağın artmasına, protein ve kül miktarının düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Mikrodalgada çözdürme sadece kül miktarının azalmasına sebep olmuştur. Izgara işlemi damlama-kaybı olayına neden olmaktadır, bu olay buzdolabı ve mikrodalgada çözdürülmeden sonra ızgara yapılmış filetolarda daha da belirgin su kaybına neden olmuştur. Kolesterolemik index arjinin/lisin oranına göre verilmiştir ve protein kalitesindeki en az değişimler sebebiyle taze haldeyken ızgara yapılmış sardalya filetolarının tüketilmesinin, buzdolabında veya mikrodalgada çözdürüldükten sonra ızgara yapılmış filetoların tüketilmesinden çok daha iyi olduğu bildirilmiştir (García-Arias et al., 2003a).

Gökoğlu ve ark. (2004); farklı pişirme metotlarının (kızartma, haşlama, fırında pişirme, ızgara, mikrodalgada pişirme) gökkuşuğu alabalığının besinsel kompozisyonu ve mineral içeriği üzerine etkisini çalışmışlardır. Ortalama nem, protein, kül, yağ içeriği taze balıkta sırasıyla %  $73,38\pm 0,015$ , %  $19,8\pm 0,035$ , %  $1,35\pm 0,012$  ve %  $3,44\pm 0,013$  olarak tespit edilmiştir. Kuru madde içindeki değişiklikler, tüm pişirme metotlarında protein ve kül içeriğinde farklılık gözlenmesi şeklinde olmuştur. Yalnızca kızartılmış örneklerin yağ içeriğinde artış saptanmıştır. Balıklardaki Mg, P, Zn ve Mn içeriği tüm pişirme metotlarında düşüş göstermiştir. Haşlanmış balığın mineral miktarındaki düşüş, diğer tüm pişirme metotlarına nazaran oldukça fazladır. Na ve K miktarı mikrodalgada pişirilmiş örneklerde artarken, Cu miktarı kızartılmış örneklerde artmıştır. Taze ve pişirilmiş balıklar kıyaslandığında, sonuçlar göstermiştir ki, pişirme besinsel kompozisyon ve mineral miktarı üzerinde etkilidir. Gökoğlu ve ark (2004) yaptıkları çalışmada fırında pişirme ve ızgarada pişirmenin sağlıklı beslenme açısından en iyi pişirme metotları olarak bildirilmiştir.

Garcia-Arias et al. (2003b) tarafından, sırasıyla pişirme-piştirilmiş balığı dondurma-dondurulmuş balığı tekrar ısıtma metotlarının sardalya balığının kimyasal ve yağ asidi kompozisyonunda

oluşturduğu değişiklikleri saptamışlardır. Sardalya filetoları kızartma, fırında pişirme veya ızgarada pişirme yöntemleriyle pişirilmiş, dondurulmuş, daha sonrada geleneksel fırın veya mikrodalga fırın kullanılarak tekrar ısıtılmıştır. Pişirme ve dondurup-tekrar ısıtma ikisi birlikte kimyasal kompozisyonu etkilediği saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Kızartma, yüksek miktarda su kaybına neden olmakla beraber yağ miktarını arttırmıştır. Bunu sırasıyla ızgarada pişirme ve sonuncu olarak da fırında pişirme izlemiştir. Kızartmanın önemli derecede ( $p<0.001$ ), sardalyanın yağ asidi kompozisyonunu etkilediği, oleic ve linoleic asit oranını arttırırken, eicosapentaenoic ve docosahexanoic asidi düşürdüğü bulunmuştur. Fırında pişirmenin ve ızgarada pişirmenin, yağ asidi kompozisyonunu en az düzeyde etkilediği bildirilmiştir.

Puwastien et al. (1999) , Tayland'da yaygın olarak tüketilen 8 tatlısu balığının ve 8 deniz balığının pişirilerek, kimyasal kompozisyon ve non-protein nitrogen (NPN) değişimleri tespit edilmiştir. Balığın dikkate değer miktarda NPN den meydana geldiği bildirilmiştir. (Shahidi and Botta, 1994; Ikeda, 1979) NPN nin %85 i deniz balıklarının kas proteinlerinde bulunur ve amin, aminoasitler, guanidinler, nükleotidler ve bunların parçalanma ürünleri olan üre ve amonyum tuzlarını içerirler (Ikeda, 1979). Evtipi pişirme metotlarından haşlama, buğulama, fırında kızartma, yağda kızartma uygulanmıştır. Araştırılan tüm taze balıklarda protein oranı yüksek bulunmuştur (17-22g/100g). Protein miktarındaki geniş değişim, (16-32g/100g) türlere ve pişirme metotlarına göre farklılık göstermiştir. Genel olarak analizi yapılan balıkların çoğunun toplam nitrojenin %15' inden daha az seviyede NPN içerdiği saptanmıştır. Sadece birkaç tür (çiğ, tuzlanmış ve güneşte kurutulmuş gourami) toplam nitrojenin %22' si oranında NPN içerdiği bulgulanmıştır (Puwastien et al. (1999). Yağ miktarının türler arasında değişkenlik gösterdiği, bu miktarların tatlısu balıklarında 0.6-14g/100g ve deniz balıklarında 0.5-9.2g/100g olduğu saptanmıştır. Deniz balıkları arasındaki yağ miktarı farklılıkları, tatlısu balıklarına kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Fırında kızartma ve yağda kızartma da, pişirilmiş ürünün yağ değerlerinde benzer bir artış gözlenirken (7-23g/ 100g), haşlama ve buğulama, pişirilmiş balığın yağ yüzdesini (0.5-15.5g/100g) değiştirmemiştir. Haşlanmış ve buğulama yapılmış balıklardaki protein oranının, taze olan balıklarla benzer oranlarda olduğu saptanmıştır. Yağda kızartma ve fırında kızartma işlemleri boyunca oluşan su kaybı, yağda kızartılmış ve fırında kızartılmış balıkların protein oranının taze balığa kıyasla daha yüksek olması sonucunu ortaya çıkarmıştır (Puwastien et al.,1999). Haşlanmış ve buğulanan balık taze balıklarla benzer oranlarda yağ oranına sahiptir. Fırında kızartılmış balıkta az da olsa taze balığa göre yağ oranında artış

olmuştur. Bunun fırında kızartmasının hem su hem de yağ kaybının bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Izgara yapılmış balıkta ise yağ miktarı belirgin şekilde azalmıştır. Bu azalmanın ızgarada pişirme işlemi sırasında, yağın süzülmesinden dolayı olduğunu belirtmişlerdir (Puwastien et al.,1999).

Bir başka çalışmada Candela et al., (1996) dil balığı (*Solea solea*), morina (*Gadus morrhua*) ve barlam balığından (*Merluccius merluccius*) yapılmış çeşitli balık yemeklerinin kolesterol miktarı ve yağ asitleri oranına, derin yağda kızartmanın ve 'sıcaklığını koruma' (iç sıcaklığını 65°C' te 3 saat tutma işlemi) işlemlerinin etkilerini saptanmıştır. Balık örnekleri (her balık için altı porsiyon), yemek firması tarafından alışımlı işlemler izlenerek pişirilmiştir. Balıklar beyaz una ve yumurtaya bulanmış ve pişirme yağı (ayçiçeği yağı) ile endüstriyel fritözde 180°C' de 5 dakika boyunca kızartılmıştır. Süzdürmeden sonra, miktarı ayarlanan 3 porsiyonu homojenize edilmiş ve analize alınmıştır. Geriye kalan örnekler, şirket tarafından dağıtım amacıyla kullanılan termos kabına yerleştirilmiştir. Gıdanın iç sıcaklığı 65 °C de sabit tutulmuştur. 3 saat sonra, örnekler homojenize edilip, analize alınmıştır. Sánchez-Muñiz et. al. (1992) yaptıkları çalışmada kızartma işleminin sardalya filetolarının kolesterol miktarını belirgin şekilde düşürdüğünü saptamıştır. Bu çalışmada ise dil balığı ve barlam balığında pişirmenin kolesterol miktarı üzerinde belirgin bir farklılık oluşturduğu saptanmamıştır. w-6/w-3 oranları morina ve dil balığında 'sıcaklığını koruma' ile az miktarda artmış, barlam balığında ise azalmış olduğu bulgulanmıştır. Kolesterol miktarı 'sıcaklığını koruma'dan az miktarda etkilenmiştir (Candela et al.,1996).

Matilla et al (1999); balık, yumurta ve yabani mantarın D vitamini üzerine ev tipi pişirmenin etkisini saptamak için yaptıkları çalışmada gökkuşuğu alabalığını 200° C'de 20 dk, tatlısu levreği (*Perca fluviatilis*), Baltık mezgiti (*Clupea harengus membras*) ve alabalığı (*Coregonus albula*)fırında pişirmiştir. Fırında pişirilmiş tüm balıklarda yağ miktarları azda olsa artmıştır. Fırında pişirmenin, D vitamini (cholecalciferol) tutma kapasitesine etkisinin iyi olduğu, kaybın %10 dan daha az olduğu saptanmıştır. Ancak yağ oranı yüksek bir balık olan Baltık mezgitinde, D vitamini kaybının %23 oranında olduğu saptanmıştır. Bunun fırında pişirme esnasındaki yağ kaybından dolayı olduğu ve buna benzer önemli kaybın Aminullah Bhuyan et.al. (1993) nın Atlantik uskumrusunun tütsülenmesi üzerine yaptıkları çalışmada da saptandığını belirtmiştir.

Uygulanan pişirme metodları şu şekilde özetlenebilir:



Garcia-Arias et al (2003a)., sardalyayı ev tipi tavada (2:1 kapasiteli) 180°C başlangıç sıcaklığında zeytinyapında 4 dk. kızartılmıştır, sonra 2 dk. süzdürülmüştür. Yağ/gıda oranı kızartmada 11/250 g olacak şekilde ayarlanmıştır.

Gökoğlu ve ark. (2004);gökkuşuğu alabalığını ayçiçekyağında 180°C’de az yağda kızartma (panfrying) metoduyla pişirmiştir.

Garcia-Arias et. al. (2003b); sardalya filetoalarını geleneksel fırında 200°C sıcaklıkta 22 dakika pişirmişlerdir. Pişirme işlemi , filetonun iç sıcaklığı 60 °C -70 °C’ ye ulaştığında sonlandırılmıştır. Filetoaların ızgarada pişirilme işlemi için paslanmaz çelik ızgara kullanılmıştır, termostatu 350°C’ ye ayarlı olarak 3 dk da gerçekleştirilmiştir.

Puwastian et al. (1998), Thai tatlısu ve deniz balıklarına kızartma haşlama, buğulama, fırında veya ateşte kızartma yöntemlerinin geleneksel ev tipi pişirme şekillerini uygulamıştır. Kızartma için soya yağı kullanılmış, tavada kızartma işlemi (az yağda) uygulanmıştır.

Candela et al., (1996); dil balığı, mezgıt ve morinayı beyaz una ve yumurtaya batırıp, endüstriyel fritözde, ayçiçek yağına 180°C’de 5 dakika kızartmışlardır.. Kızartma için kullanılan ayçiçek yağının,0.2° asit değerinde olduğu analiz edilmiştir.

Matilla et al (1999); balık, yumurta ve yabancı mantarın D vitamini üzerine ev tipi pişirmenin etkisini saptamak için yaptıkları çalışmada gökkuşuğu alabalığını 200° C’de 20 dk, tatlısu levreği (*Perca fluviatilis*), Baltık mezgiti (*Clupea harengus membras*) ve alabalığı (*Coregonus albula*)172° C’ de 20 dk folyoya sarılı seramik güveç kullanarak fırında pişirmişlerdir.

#### *Depolama Üzerine Olan Bildirimler:*

Turhan ve ark., 2001; buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen hamsi (*Engraulis engrasicolus*) köftelerinin raf ömrü üzerine çalışmışlardır. Hamsi köfteleri 10 günlük muhafaza süresince 2’şer gün arayla duyuusal, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden analiz edilmiştir. Total volatil baz azotu (TVB-N) ve trimetil amin (TMA) miktarları muhafaza süresince artmıştır. Köftelerin pH değerindeki değişme az, fakat önemli bulunmuştur (p<0.05). Toplam ve koliform bakteri, proteolitik organizma ve maya-küf sayıları muhafaza süresince önemli düzeyde artmıştır (p<0.05). Hamsi köftelerinin 4±2°C’ de maksimum raf ömrü 6 gün olarak belirlenmiştir.

Beklevik ve ark., (2005); dondurularak (-18 °C) depolanan levreği filetoalarının besinsel değeri üzerine yaptıkları araştırmada, -18 °C’de 9 ay süreyle depolanan deniz levreği (*Dicentrarchus*

*labrax*, L. 1758) filetolarında amino asit kompozisyonu ve temel besin madde bileşenlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ham protein ve lipit oranları depolama başlangıcında sırasıyla % 19.75 ve % 1.22, depolamanın dokuzuncu ayında ise % 19.31 ve % 3.58 olarak saptanmıştır. Depolamanın başlangıç, üçüncü, altıncı ve dokuzuncu aylarında yapılan amino asit analizlerinde, başlangıçta 0.75 olan Esansiyel Amino Asit/Esansiyel Olmayan Amino Asit (g amino asit/16g N) oranının depolamanın üçüncü ayında 0.01, altıncı ayında 0.05 ve dokuzuncu ayında 0.08 oranında azaldığı saptanmıştır. Levrek filetolarında tüm depolama boyunca baskın olan amino asitlerin aspartik asit, glutamik asit ve lisin olduğu; metiyonin, tiyrosin ve histidin miktarlarının ise diğer amino asitlere göre daha düşük seviyelerde olduğunu bildirilmiştir.

### 3. Materyal ve Metot

#### . Materyal

Araştırmada, özel bir şletmeden temin edilen kültür levreği (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) kullanılmıştır. Ortalama ağırlığı  $293.33\pm 30.28$  gr ve ortalama boyu  $23.98\pm 2.17$ cm büyüklüğündeki taze balıklar kullanılmıştır.

#### . Metot

##### . rnek hazırlama ve pişirme

şletmeye taze olarak getirilen levrek balıkların , iç organları çıkarılarak ayıklanmış, yıkanmış ve pişirme işlemi uygulanması esnasında  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Balıklar 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grup taze olarak, besinsel kompozisyon, yağ asidi, kimyasal ve duyuşal analizleri yapılmak üzere laboratuara alınmıştır.

Diğer 3 grup balığa, 3 farklı yöntemle (kızartma, fırın, mikrodalga fırın) pişirme işlemi uygulanmıştır. Pişirilme işlemi uygulanmış olan tüm balıklar soğutularak, vakum ambalajlanmış ve  $+4^{\circ}\text{C}$ ' de depolanmıştır. Örnekler analize hazırlanırken; deri, kılçık, kafa, kuyruk ayıklanmış ve ultratoraxta homojenize edilmiştir. Depolamanın 0., 3., 7., 10., 13., 15. ve 17. günlerine analizler yapılmıştır. Depolama süresi arttıkça, bozulmanın en yakın süresini saptamak için periyodlar sıklıştırılmıştır.

##### . Kızartma işlemi

Kızartma işlemi için balıklar beyaz una bulanmış, fazla un elenmiş, derin yağda kızartma işlemi uygulanmıştır. Yağ/balık oranı 11/250 g olacak şekilde ayarlanmış  $180^{\circ}\text{C}$ 'de yaklaşık 4 dk. kızartılmıştır. Kızartma işlemi sonunda fazla yağı szdrlmştr (Gökoğlu ve ark, 2004).

##### . Fırında pişirme işlemi

İkinci gruba fırında pişirme işlemi uygulanmıştır. Elektrikli fırına önce boş halde 10 dk ön ısıtma yapılmış, yapışmayı önlemek için tepsi az miktarda ayçiçek yağı ile yağlanmış ve levrekler termostat ayarı 230°C’de 30 dk pişirilmiştir (Gökoğlu ve ark, 2004).

*. Mikrodalga fırında pişirme işlemi*

Son grup levrekler; mikrodalga fırında pişirilmiştir. İşlem 2450MHz’de (maksimum hız) 16 dk gerçekleştirilmiştir (Gökoğlu ve ark, 2004).

*. Analiz Yöntemleri*

*. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri:*

Araştırmada kimyasal kompozisyon oranlarını belirlemek için ham materyale, kızartılmış, fırında ve ızgarada pişirilmiş dört gruba , % nem (Ludorf and Meyer, 1973), % ham protein (A.O.A.C., 981.10, 1984), % kül (A.O.A.C., 935.47, 1984), % ham yağ (Blig and Dyer, 1959) metodlarına göre analiz yapılmıştır.

*. Nem Analizi*

% nem (Ludorf and Meyer, 1973)’e göre; petriler 105°C’deki etüvde 1 saat steril edilir. Desikatörde 30 dakika soğutulur. 5 gram örnek alınır. Petrinin ilk olarak boş darası alınır, daha sonra örnek konularak tartım alınır. Etüvde 3-4 saat bekletildikten sonra sonuç alınır.

% nem miktarı= Son tartım-İlk tartım× 100/Numune ağırlığı

*. Toplam Protein Analizi*

Toplam protein (A.O.A.C., 981.10, 1984)’e göre; tüpe 1 gram örnek, 20 ml % 96’lık H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 ml %35’lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 1 tablet katalizör (Hg/Se) konularak 250°C’de 15 dakika, 410°C’de 50 dakika yaş yakma yapılmaktadır. 90 ml distile su ile 9 saniye, 80 ml %40’lık NaOH ile 15 saniye, 75 ml borik asit’le 5 saniye Kjeldahl distilasyon cihazında distilasyon yapılmaktadır. Destilat 0.1 N’lik HCl ile titre edilmektedir.

%Protein= (Vsarfıyat- Vkör)×0.1×1400× 6.25 /1000

*. Kül Analizi*

% kül (A.O.A.C., 935.47, 1984)'e göre; 550°C'de 1 saat süre ile kalan pota desikatörde soğutulur. Darası alınır. Örnek 2 gram tartılır. Kül fırınında 3-4 saat bekletilerek sigara külü rengine dönüşmesi sağlanır. Desikatörde soğutulularak tartım alınır.

%Kül miktarı= Son tartım-İlk tartım × 100/Numune ağırlığı

*. Toplam Yağ Analizi*

Toplam yağ (Bligh and Dyer, 1959)'e göre: 20 gram örnek, 100 ml metanolkloroform (1 metanol+2 kloroform) konularak homojenize edilmekte ve 20 ml ile yıkama yapılarak önceden darası alınan balona filtre kağıdı ile süzülür. Süzülme gerçekleştirildikten sonra 20 ml %0 4'lük CaCl<sub>2</sub> ilave edilip kapağı kapatılarak karanlık ortamda 1 gün bekletilir. Ertesi gün faz oluşumu gözlenir. Balon içeriği ayırma hunisine aktarılır. Alt faz aynı balona alınarak üst faz atılır. Alt faz konulan balon rotary evaporatöre yerleştirilir. Balonda yağın ayırımı gerçekleştirildikten sonra balon düzeneğe çıkartılıp 105°C'deki etüvde 1 saat bekletilerek desikatörde soğutulur ve son tartımı alınır.

% Yağ miktarı= Son tartım- İlk tartım× 100/ Numune ağırlığı

*. Yağ Asidi Analizi*

Toplam yağ Bligh ve Dyer (1959)'e göre ekstrakte edildikten sonra, IUPAC II D19 metoduna göre 30 m x 0.25 mm i.d., 0,20µm film kalınlığında Supelco-SP-2330 Fused Silica Kolon kullanılarak esterleştirme yapılmıştır. Kolon sıcaklığı 120-180°C ye programlı olarak 10°C/dk uygulanmış 20 dk 220°C' de 20°C/dk olmak üzere bekletilmiştir. Gaz kromatografidi cihazının enjektör sıcaklığı 240°C, dedektörün sıcaklığı 250°C, enjeksiyon split-model 1/150; taşıyıcı gaz akışı Helyum 0.5ml/dk olarak cihaza verilmiştir. Her bir pik, metil esterleri standartlarının (Sigma 189-19 amp) alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

*. Kimyasal Kalite Kontrol Analizleri*

*TVB-N (Toplam Uçucu Baz Azot)*

TVB-N miktarı (Vyncke, 1996) 'ya göre; 50 gr örnek 150 ml %7,5 luk TCA ile homojenize edilir. (1:3 oranında örnek:TCA ) Filtre kağıdı ile süzülür. Süzüntüden 30 ml her 3 paralel için de ayrılır. Kjeldahl tüpüne; 30 ar ml süzüntü, birkaç damla antifoam, 10 ml %20'lik NaOH, 150 ml destile su ve cam boncuk konulur. Diğer tarafta erlenlere 5 ml %2'lik borikasit, 10ml destile su, 6 damla indikatör (red-blue) konulur. Kjeldahl distilasyon cihazına tüp takılır, destilatın toplandığı bölüme, hazırlanan erlenlerden konulur. Ve 3.30 dk. distilasyon yapılır. Oluşan destilat 0.05 N HCl ile titre edilir.

$$C = T \times 0.7 \times 380 / V$$

$$C = \text{TVB mg nitrogen}/100 \text{ g}$$

$$T = \text{sarfıyat } 0.05 \text{ N standart asit}$$

$$V = \text{örnek miktarı (süzüntü)}$$

*pH Analizi*

pH değerleri; hammadde, kızartılmış, fırında pişirilmiş, mikrodalgada pişirilmiş örneklerde 3 paralelli olarak, saf su ve homojenize örnek 1: 1 oranı uygulanarak, HANNA model Microprocessor pHmetre ile ölçülmüştür.

*. Renk Analizi*

Renk ölçümü yapılacak örnekler, ultratoraksta homojenize edilmiş ve petri kaplarına alınmıştır. Spectro-pen ® (Dr. Lange, Dusseldorf, Germany) ile ölçüm yapılmıştır. Renk ölçümü; her 4 grup örnekte örnekte 10 kez tekrarlanarak, bulunan değerlerin ortalaması alınarak karşılaştırılmıştır.. CIE Renk sistemine göre L\*; 0-100 (siyahlık-beyazlık) değerine karşılık gelir; a\* (+) kırmızılığı ve (-) yeşilliği; b\* (+) sarılık ve (-) maviliği ifade eder (Schubring, 2002).

*. Duyusal Analiz*

Piştirilmiş levreklerin, depolamaya bağlı duyusal değişimlerini saptamak için; Carbonell et al., 2002 'un piştirilmiş çipuranın duyusal değerlendirmesi için en uygun testi belirlemek için yapmış

oldukları çalışma modifiye edilerek kullanılmıştır. Çizelge 1.'de, kullanılan duyuşal değerlendirme formu gösterilmektedir.

Değerlendirme kriterleri olarak koku, görünüş, lezzet ve doku seçilmiştir. Kriterlerin tanımları Çizelge 2'de verilmiştir. Tanımlamaların puanlaması için 10 cm uzunluğunda skala çizilmiştir. Duyusal analiz için 5 panelistten kıztartılmış, fırında pişirilmiş, mikrodalgada pişirilmiş levrekler için değerlendirme sonuçları alınmıştır.

Çizelge 1. Pişirilmiş levreklerin duyuşal değerlendirme formu

AD	TARİH	KOD
<b>KOKU</b>		
Taze kokusu	Düşük	Yoğun
<b>GöRüNüş</b>		
Renk	Beyaz	Gri/Sarımsı
Parçalanabilirlik	Belirsiz	çok belirgin
<b>LEZZET</b>		
Taze lezzet	Düşük	Yoğun
<b>DOKU</b>		
Sıklık	Yumuşak	Sıkı
Çiğnenebilirlik	Kolay	Zor
Liflilik	Belirsiz	Lifli
Sululuk	Düşük	Yoğun
Yağlılık		

Çizelge 2. Pişirilmiş levreklerin duyuşal değerlendirmesi için kullanılan kriterlerin tanımlamaları

<b>KOKU</b>	
▪ Taze koku	Pişirilmiş taze balıkla ilişkili olan güzel koku
<b>GÖRÜNÜŞ</b>	
▪ Renk ▪ Parçalanabilirlik	Ürünün renk duyusuna neden olan niteliği Balığın çatalla tabakalara ayrılma kolaylığı
<b>LEZZET</b>	
▪ Taze lezzet	Pişirilmiş taze balıkla ilişkili olan lezzet
<b>DOKU</b>	
▪ Sıklık (Sertlik)	Ürünü deforme etmek veya parçalamak için gerekli olan güçle ilgili olan mekanşel doku özelliği. Dişler arasında ürünü sıkıştırıp parçalama ile ifade edilir
▪ Çiğnenebilirlik	Yapışıklık ve bütün haldeki ürünü yutmaya hazır hale getirmek amacıyla parçalamak için gereken süre ve çiğneme sayısı ile ilişkili olan mekanşel doku özelliği
▪ Liflilik	Aynı doğrultuda yönelmiş uzun taneciklerin algılanması ile bağlantılı olan geometrik doku özelliği.
▪ Sululuk	Ürün tarafından absorblanan yada üründen salınan suyun algılanmasını tanımlayan yüzey doku özelliği
▪ Yağlılık	Üründeki yağın kalitesini veya niteliğini algılama ile bağlantılı olan yüzey doku özelliği

#### . İstatistiksel Analiz

Besinsel kompozisyon, yağ asidi kompozisyonları, kimyasal ve duyuşal analiz sonuçlarından elde edilen verilerin n=3; aritmetik ortalama±standart sapması alınmış ve verilerin kıyaslanmasında SPSS 9.05 Windows istatistik programı, Oneway Anova- PostHoc Testi kullanılmıştır.

#### 4. Bulgular ve Tartışma

##### . Biyokimyasal kompozisyon analiz bulguları

Taze levrek ve 3 farklı pişirme yöntemi (kızartma, fırın, mikrodalga) uygulanmış levreğin besinsel kompozisyon değişimleri Çizelge 3'de verilmiştir.



Çizelge 3. Taze ve pişirilmiş levreklerin besinsel kompozisyon oranları\*(%)

	Nem(%)	Protein(%)	Kül(%)	Yağ(%)
Taze	71.62±0.23 <sup>a</sup>	18.47±0.43 <sup>a</sup>	0.92±0.40 <sup>a</sup>	4.18±0.26 <sup>a</sup>
Kızartılmış	62.90±4.47 <sup>b</sup>	24.30±0.67 <sup>b</sup>	2.41±0.49 <sup>b</sup>	6.91±0.16 <sup>b</sup>
Fırın	66.47±3.08 <sup>ab</sup>	21.13±0.65 <sup>c</sup>	2.18±0.25 <sup>b</sup>	5.88±0.05 <sup>c</sup>
Mikrodalga	69.29±0.38 <sup>ab</sup>	26.54±0.71 <sup>d</sup>	2.90±0.53 <sup>b</sup>	5.15±0.22 <sup>d</sup>

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Taze levrekte nem miktarı % 71.62±0.23 iken, kızartılmış levrekte % 62.90±4.47, fırında pişirilmiş levrekte % 66.47±3.08, mikrodalga fırında pişirilmiş levrekte % 69.29±0.38 olarak kaydedilmiştir. Nem oranı bakımından kıyaslama yapıldığında; taze levrek, fırında pişirilmiş levrek ve mikrodalgada pişirilmiş levrek arasındaki fark önemsizken (p>0,05), taze levrek ile kızartılmış levrek arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Kızartılmış levrek ile fırında ve mikrodalga da pişirilmiş levrek arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Pişirilmiş olan levrekler içinde ; en az nem değeri kızartılmış balıkta, en yüksek nem değeri ise mikrodalgada pişirilmiş levrekte bulgulanmıştır. Kızartma işleminden sonra nem miktarı belirgin şekilde azalmıştır. Ohgaki et al.,(1994) bir kaplamayla kızartmanın, yoğun nem kaybına sebep olduğunu belirtmiştir. Taze levrekte toplam protein oranı % 18.47±0.43 iken, kızartılmış levrekte % 24.30±0.67, fırında pişirilmiş levrekte % 21.13±0.65, mikrodalgada pişirilmiş levrekte 26.54±0.71 olarak bulgulanmıştır. Protein miktarındaki değişmeler tüm pişirme yöntemlerinde önemli bulunmuştur (p<0.05).

En yüksek protein oranı mikrodalgada pişirilmiş örneklerde saptanmıştır (26.54±0.71), bu oranı sırasıyla kızartılmış ve fırında pişirilmiş levrekteki protein oranı izler. Bu bulgu Gökoğlu ve ark., 2004 te pişirme yöntemlerinin, gökkuşağı alabalığının besinsel kompozisyonu ve mineral miktarı üzerine etkisini saptamak için yaptıkları çalışma ile paralellik göstermektedir.

Taze levrekte kül oranı % 0.92±0.40 iken, kızartılmış levrekte % 2.41±0.49, fırında pişirilmiş levrekte % 2.18±0.25, mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 2.90±0.53 olarak kaydedilmiştir. Pişirilmiş örneklerin kül miktarları hammateriyale oranla belirgin bir artış göstermiştir (p<0.05).

Taze levrekte yağ oranı %  $4.18 \pm 0.26$  iken, kızartılmış levrekte %  $6.91 \pm 0.16$ , fırında pişirilmiş levrekte %  $5.88 \pm 0.05$ , mikrodalgada pişirilmiş levrekte %  $5.15 \pm 0.22$  olarak kaydedilmiştir. En çok yağ artışı kızartılmış olan örnekte gerçekleşmiştir bu oran, kızartılma esnasında su kaybının fazla olmasıyla ilişkilidir.

Balık, yumurta ve yabani mantarın D vitamini üzerine ev tipi pişirmenin etkisini saptamak için yaptıkları çalışmada gökkuşağı alabalığını  $200^{\circ} \text{C}$ 'de 20 dk, tatlısu levreği (*Perca fluviatilis*), Baltık mezgiti (*Clupea harengus membras*) ve alabalığı (*Coregonus albula*) fırında pişirmiştir, fırında pişirilmiş tüm balıklarda yağ miktarları azda olsa artmıştır (Matilla et al., 1999).

#### . Yağ Asitleri Analiz Bulguları

Taze levrek ve pişirilmiş levreklerin yağ asitleri oranları Çizelge 4' de gösterilmiştir. Taze levreklerde ve farklı pişirme yöntemleri uygulanmış levrekler arasında; myristic, palmitic, palmitoleic, heptadecenoic, oleic, linoleaidic, linoleic, arachidic, linoleic, eicosenoic, eicosadienoic, eicosapentaenoic ve docosahexaenoic yağ asitleri oranları bakımından farklılık önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Farklılık olduğu saptanan yağ asitleri çizelgede koyu olarak belirtilmiştir (bkz. Çizelge 4).

Kızartılmış balığın yağ kompozisyonu; pişirme yağına bağlı olarak değişir. (Sánchez-Muñiz et al., 1992).. Kızartma işlemi için kullanılan ayçiçek yağı oleic ve linoleic asitçe zengin olduğunu ve ayrıca az miktarda palmitic asit ve iz miktarda brassidic asit içerdiğini göstermektedir. (Sánchez-Muñiz et al., 1992).

Aslında, pişirilmiş balık, taze balıkla kıyaslandığında birçok yağ asidinin daha yüksek değerde olduğu görülür ama en belirgin artış palmitic, oleic ve linoleic asit oranlarında bulgulanmıştır (Candela et al., 1996). Bu çok doymamış yağ asitleri cis-çokdoymamış yağ asitleri gibi benzer besinsel değere sahip değildir ve hastalıklardan korunmak için yararlı etkileri bulunmaz.

Kızartmanın önemli derecede ( $p < 0.001$ ), sardalyanın yağ asidi kompozisyonunu etkilediği, oleic ve linoleic asit oranını arttırırken, eicosapentaenoic ve docosahexanoic asidi düşürdüğü, fırında pişirmenin ve ızgarada pişirmenin, yağ asidi kompozisyonunu en az düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Garcia-Arias et al., 2003b).

Doymuş yağlar vücutta hem toplam kolesterol, hem de kötü kolesterol olarak bilinen LDL (düşük yoğunluklu kolesterolün) yükselmesine neden olur. Bu da kalp hastalığı riskini arttırır.

Candela et al., (1996), dil balığı (*Solea solea*), morina (*Gadus morrhua*) ve barlam balığından (*Merluccius merluccius*) yapılmış çeşitli balık yemeklerinin kolesterol miktarı ve yağ asitleri oranına, derin yağda kızartmanın ve ‘sıcaklığını koruma’ (iç sıcaklığını 65°C’ te 3 saat tutma işlemi) işlemlerinin etkilerini saptanmak için yaptıkları çalışmada pişirmede kullanılan yağın absorpsiyonundan dolayı çok doymamış/doymuş (PUFAs/SFAs) yağ asitleri oranında artış olduğunu bulgulamışlardır.. Bu artış, w-6/w-3 PUFAs oranında eicosapentaenoic ve docosahexaenoic asitlerin alınması üzerinde negatif etkiye neden olan bir artıştır (Candela et al., 1996). Çizelge 5. de taze ve pişirilmiş levreklerdeki doymuş yağ asitleri oranları verilmiştir. Doymuş yağ asitleri oranları (SFA) karşılaştırıldığında sırasıyla; taze levrekte % 32.95±0,14, kızartılmış levrekte % 26.47±0.14, fırında pişirilmiş levrekte % 31.61±0.10 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 32.22±0.01 olarak bulgulanmıştır. Doymuş yağ asitleri oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4. Taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asitleri\* (%)

Yağ Asidi Adı	TAZE	KIZARTILMIŞ	FIRIN	MİKRODALGA
C12:0 Lauric	0,05±0,00 <sup>ab</sup>	0,03±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,02 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>
C13:0 Tridecanoic	0,07±0,00 <sup>a</sup>	---	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>a</sup>
C14:0 Myristic	4,11±0,14 <sup>a</sup>	2,71±0,00 <sup>b</sup>	4,16±0,06 <sup>c</sup>	3,91±0,03 <sup>d</sup>
C14:1 Myristoleic	0,12±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>b</sup>	0,13±0,02 <sup>a</sup>	0,11±0,00 <sup>a</sup>
C15:0 Pentadecanoic	0,60±0,02 <sup>a</sup>	0,40±0,00 <sup>b</sup>	0,58±0,00 <sup>a</sup>	0,60±0,00 <sup>a</sup>
C15:1 cis-10-Pentadecenoic	0,19±0,01 <sup>a</sup>	0,15±0,00 <sup>b</sup>	0,19±0,02 <sup>a</sup>	0,25±0,00 <sup>c</sup>
C16:0 Palmitic	19,46±0,68 <sup>a</sup>	15,47±0,03 <sup>b</sup>	18,10±0,12 <sup>c</sup>	18,27±0,06 <sup>d</sup>
C16:1 Palmitoleic	6,09±0,13 <sup>a</sup>	3,84±0,01 <sup>b</sup>	5,89±0,07 <sup>c</sup>	5,51±0,01 <sup>d</sup>
C17:0 Heptadecanoic	0,98±0,04 <sup>a</sup>	0,68±0,02 <sup>b</sup>	0,95±0,02 <sup>a</sup>	1,02±0,01 <sup>c</sup>
C17:1 cis-10- Heptadecenoic	0,80±0,03 <sup>a</sup>	0,57±0,00 <sup>b</sup>	0,74±0,03 <sup>c</sup>	0,86±0,00 <sup>d</sup>
C18:0 Stearic	3,90±0,13 <sup>a</sup>	4,47±0,01 <sup>b</sup>	3,89±0,09 <sup>a</sup>	3,95±0,00 <sup>c</sup>
C18:1 n9t Elaidic	----	-----	0,08±0,00 <sup>a</sup>	0,08±0,00 <sup>a</sup>
C18:1 n9c Oleic	23,16±0,10 <sup>a</sup>	22,44±0,03 <sup>b</sup>	22,36±0,30 <sup>c</sup>	20,90±0,01 <sup>d</sup>
C18:2 n6t Linoleaidic	0,30±0,00 <sup>a</sup>	0,18±0,01 <sup>b</sup>	0,33±0,08 <sup>c</sup>	0,38±0,00 <sup>d</sup>
C18:2 n6c Linoleic	9,85±0,07 <sup>a</sup>	27,08±0,04 <sup>b</sup>	13,11±0,04 <sup>c</sup>	10,60±0,00 <sup>d</sup>
C18 3 n6 g-Linolenic	0,22±0,00 <sup>a</sup>	0,15±0,02 <sup>b</sup>	0,14±0,08 <sup>b</sup>	0,09±0,00 <sup>c</sup>
C20:0 Arachidic	1,45±0,04 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>b</sup>	1,68±0,16 <sup>c</sup>	1,79±0,00 <sup>d</sup>
C18:3 n3 a-Linolenic	0,39±0,01 <sup>a</sup>	0,33±0,01 <sup>b</sup>	0,89±0,60 <sup>c</sup>	1,53±0,01 <sup>d</sup>
C20:1 n9 cis-11- Eicosenoic	2,39±0,05 <sup>a</sup>	1,63±0,00 <sup>b</sup>	1,68±0,71 <sup>c</sup>	1,06±0,00 <sup>d</sup>
C21:0 Henicosanoic	0,34±0,27 <sup>a</sup>	0,06±0,00 <sup>b</sup>	0,33±0,27 <sup>a</sup>	0,60±0,00 <sup>c</sup>
C20:2 cis 11,14 Eicosadienoic	0,59±0,01 <sup>a</sup>	0,44±0,01 <sup>b</sup>	0,31±0,25 <sup>c</sup>	0,09±0,00 <sup>d</sup>
C20:3 n3 cis-11,14,17 Eicosatrienoic	0,14±0,03 <sup>a</sup>	0,08±0,03 <sup>b</sup>	0,07±0,05 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>
C22:0 Behenic	0,81±0,01 <sup>a</sup>	0,65±0,00 <sup>b</sup>	0,81±0,03 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>c</sup>

C20:4 n6 Arachidonic	0,13±0,01 <sup>a</sup>	0,35±0,01 <sup>b</sup>	0,16±0,01 <sup>c</sup>	0,14±0,01 <sup>ac</sup>
C22:1 n9 Erucic	0,65±0,35 <sup>a</sup>	0,27±0,01 <sup>b</sup>	0,66±0,35 <sup>a</sup>	1,12±0,00 <sup>c</sup>
C23:0 Tricosanoic	0,30±0,32 <sup>a</sup>	0,41±0,01 <sup>b</sup>	0,30±0,30 <sup>a</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>
C20:5 n3 cis-5,8,11,14,14 Eicosapentaenoic	5,58±0,20 <sup>a</sup>	3,93±0,04 <sup>b</sup>	5,85±0,08 <sup>c</sup>	5,48±0,02 <sup>d</sup>
C24:0 Lignoceric	0,88±0,03 <sup>a</sup>	0,66±0,02 <sup>b</sup>	0,68±0,16 <sup>b</sup>	1,01±0,00 <sup>c</sup>
C24:1 n9 Nervonic	1,64±0,08 <sup>a</sup>	1,13±0,04 <sup>b</sup>	1,45±0,05 <sup>c</sup>	1,81±0,03 <sup>d</sup>
C22:6 n3 cis 4,7,10,13,16,19 Docosahexaenoic	15,11±0,56 <sup>a</sup>	10,91±0,06 <sup>b</sup>	14,37±0,35 <sup>c</sup>	17,74±0,05 <sup>d</sup>

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Çizelge 5. Taze ve Pişirilmiş Levreklerdeki Doymuş Yağ Asitleri Oranları\* (%)

Doymuş Yağ Asitleri				
Yağ Asidi Adı	TAZE	KIZARTILMIŞ	FIRIN	MİKRODALGA
C12:0 Lauric	0,05±0,00 <sup>ab</sup>	0,03±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,02 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>
C13:0 Tridecanoic	0,07±0,00 <sup>a</sup>	---	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>a</sup>
C14:0 Myristic	4,11±0,14 <sup>a</sup>	2,71±0,00 <sup>b</sup>	4,16±0,06 <sup>c</sup>	3,91±0,03 <sup>d</sup>
C15:0 Pentadecanoic	0,60±0,02 <sup>a</sup>	0,40±0,00 <sup>b</sup>	0,58±0,00 <sup>a</sup>	0,60±0,00 <sup>a</sup>
C16:0 Palmitic	19,46±0,68 <sup>a</sup>	15,47±0,03 <sup>b</sup>	18,10±0,12 <sup>c</sup>	18,27±0,06 <sup>d</sup>
C17:0 Heptadecanoic	0,98±0,04 <sup>a</sup>	0,68±0,02 <sup>b</sup>	0,95±0,02 <sup>a</sup>	1,02±0,01 <sup>c</sup>
C18:0 Stearic	3,90±0,13 <sup>a</sup>	4,47±0,01 <sup>b</sup>	3,89±0,09 <sup>a</sup>	3,95±0,00 <sup>c</sup>
C20:0 Arachidic	1,45±0,04 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>b</sup>	1,68±0,16 <sup>c</sup>	1,79±0,00 <sup>d</sup>
C21:0 Hencosanoic	0,34±0,27 <sup>a</sup>	0,06±0,00 <sup>b</sup>	0,33±0,27 <sup>a</sup>	0,60±0,00 <sup>c</sup>
C22:0 Behenic	0,81±0,01 <sup>a</sup>	0,65±0,00 <sup>b</sup>	0,81±0,03 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>c</sup>
C23:0 Tricosanoic	0,30±0,32 <sup>a</sup>	0,41±0,01 <sup>b</sup>	0,30±0,30 <sup>a</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>
C24:0 Lignoceric	0,88±0,03 <sup>a</sup>	0,66±0,02 <sup>b</sup>	0,68±0,16 <sup>b</sup>	1,01±0,00 <sup>c</sup>
TOPLAM	32,95±0,14 <sup>a</sup>	26,47±0,14 <sup>b</sup>	31,61±0,10 <sup>c</sup>	32,22±0,01 <sup>d</sup>

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Çizelge 6. Taze ve pişirilmiş levreklerin tek doymamış yağ asitleri\* (%)

Yağ Asidi Adı	TAZE	KIZARTILMIŞ	FIRIN	MİKRODALGA
C14:1 Myristoleic	0,12±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>b</sup>	0,13±0,02 <sup>a</sup>	0,11±0,00 <sup>a</sup>
C15:1 cis-10-Pentadecenoic	0,19±0,01 <sup>a</sup>	0,15±0,00 <sup>b</sup>	0,19±0,02 <sup>a</sup>	0,25±0,00 <sup>c</sup>
C16:1 Palmitoleic	6,09±0,13 <sup>a</sup>	3,84±0,01 <sup>b</sup>	5,89±0,07 <sup>c</sup>	5,51±0,01 <sup>d</sup>
C17:1 cis-10- Heptadecenoic	0,80±0,03 <sup>a</sup>	0,57±0,00 <sup>b</sup>	0,74±0,03 <sup>c</sup>	0,86±0,00 <sup>d</sup>
C18:1 n9t Elaidic	----	-----	0,08±0,00 <sup>a</sup>	0,08±0,00 <sup>a</sup>
C18:1 n9c Oleic	23,16±0,10 <sup>a</sup>	22,44±0,03 <sup>b</sup>	22,36±0,30 <sup>c</sup>	20,90±0,01 <sup>d</sup>
C20:1 n9 cis-11- Eicosenoic	2,39±0,05 <sup>a</sup>	1,63±0,00 <sup>b</sup>	1,68±0,71 <sup>c</sup>	1,06±0,00 <sup>d</sup>
C22:1 n9 Erucic	0,65±0,35 <sup>a</sup>	0,27±0,01 <sup>b</sup>	0,66±0,35 <sup>a</sup>	1,12±0,00 <sup>c</sup>
C24:1 n9 Nervonic	1,64±0,08 <sup>a</sup>	1,13±0,04 <sup>b</sup>	1,45±0,05 <sup>c</sup>	1,81±0,03 <sup>d</sup>
TOPLAM	35,04±0,09 <sup>a</sup>	30,10±0,01 <sup>b</sup>	33,17±0,17 <sup>c</sup>	31,71±0,01 <sup>d</sup>

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Toplam tek doymamış yağ asitleri oranları (MUFA) karşılaştırıldığında sırasıyla; taze levrekte % 35.04±0.09, kızartılmış levrekte % 30.10±0.01, fırında pişirilmiş levrekte % 33.17±0.17 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 31.71±0.01 olarak bulgulanmıştır. Toplam tek doymamış yağ asitleri oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05).Çizelge 6' da taze ve pişirilmiş levreklerin tek doymamış yağ asitleri gösterilmiştir.

Toplam w-3 oranları sırasıyla; taze levrekte % 21.22±0.20, kızartılmış levrekte % 15.25±0.05, fırında pişirilmiş levrekte % 20.44±0.14 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 24.78±0.02 olarak bulgulanmıştır. Toplam w-3 oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05). Çizelge 7.' de çok doymamış yağ asitlerinden w-3 yağ asitleri miktarları gösterilmiştir. Toplam w-6 oranları sırasıyla; taze levrekte % 10.50±0.02, kızartılmış levrekte % 27.75±0.02, fırında pişirilmiş levrekte % 13.58±0.06 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 11.06±0.00 olarak bulgulanmıştır. Toplam w-6 oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05). Çizelge 8.' de çok doymamış yağ asitlerinden w-6 yağ asitleri miktarları gösterilmiştir. Taze ve pişirilmiş levreklerin esansiyel w-3 yağ asitleri olan EPA ve DHA miktarları çizelge 9. da gösterilmiştir. EPA oranları taze levrek balığına % 5.58±0.20, kızartılmış levrek balığına % 3.93±0.04, mikrodalgada pişirilmiş levrek balığına % 5.48±0.02 ve fırında pişirilmiş levrek balığına % 5.85±0.08 olarak bulgulanmıştır. DHA oranları taze levrek balığına % 15.11±0.56 iken, kızartılmış levrek balığına % 10.91±0.06, fırında pişirilmiş levrek balığına % 14.37±0.35 ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığına % 17.74±0.05 olarak bulgulanmıştır. Kızartılmış levreğin en düşük EPA ve DHA oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. EPA ve DHA oranları arasındaki değişimler önemli bulunmuştur(p<0,05). Çizelge 9.' da taze ve pişirilmiş levreklerin EPA ve DHA oranları gösterilmiştir.

Çizelge 7. Taze ve pişirilmiş levreklerdeki çok doymamış yağ asitleri (w-3) oranı\*(%)

Çok Doymamış Yağ Asitleri (w-3)				
Yağ Asidi Adı	TAZE	KIZARTILMIŞ	FIRIN	MİKRODALGA
C18:3 n3 a-Linolenic	0,39±0,01 <sup>a</sup>	0,33±0,01 <sup>b</sup>	0,89±0,60 <sup>c</sup>	1,53±0,01 <sup>d</sup>
C20:3 n3 cis-11,14,17 Eicosatrienoic	0,14±0,03 <sup>a</sup>	0,08±0,03 <sup>b</sup>	0,07±0,05 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>
C20:5 n3 cis-5,8,11,14,14 Eicosapentaenoic	5,58±0,20 <sup>a</sup>	3,93±0,04 <sup>b</sup>	5,85±0,08 <sup>c</sup>	5,48±0,02 <sup>d</sup>
C22:6 n3 cis 4,7,10,13,16,19 Docosahexaenoic	15,11±0,56 <sup>a</sup>	10,91±0,06 <sup>b</sup>	14,37±0,35 <sup>c</sup>	17,74±0,05 <sup>d</sup>
TOPLAM	21,22±0,20 <sup>a</sup>	15,25±0,03 <sup>b</sup>	20,44±0,14 <sup>c</sup>	24,78±0,02 <sup>d</sup>

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Çizelge 8. Taze ve pişirilmiş levreklerdeki çok doymamış yağ asitleri (w-6) oranı\*(%)

Çok Doymamış Yağ Asitleri (w-6)				
Yağ Asidi Adı	TAZE	KIZARTILMIŞ	FIRIN	MİKRODALGA
C18:2 n6t Linoleaidic	0,30±0,00 <sup>a</sup>	0,18±0,01 <sup>b</sup>	0,33±0,08 <sup>c</sup>	0,38±0,00 <sup>d</sup>
C18:2 n6c Linoleic	9,85±0,07 <sup>a</sup>	27,08±0,04 <sup>b</sup>	13,11±0,04 <sup>c</sup>	10,60±0,00 <sup>d</sup>
C18 3 n6g-Linolenic	0,22±0,00 <sup>a</sup>	0,15±0,02 <sup>b</sup>	0,14±0,08 <sup>b</sup>	0,09±0,00 <sup>c</sup>
C20:4 n6 Arachidonic	0,13±0,01 <sup>a</sup>	0,35±0,01 <sup>b</sup>	0,16±0,01 <sup>c</sup>	0,14±0,01 <sup>ac</sup>
TOPLAM	10,50±0,02 <sup>a</sup>	27,75±0,02 <sup>b</sup>	13,58±0,06 <sup>c</sup>	11,06±0,00 <sup>d</sup>

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Çizelge 9. Taze ve pişirilmiş levreklerdeki EPA ve DHA oranı\*(%)

Yağ Asidi Adı	EPA ve DHA			
	TAZE	KIZARTILMIŞ	FIRIN	MİKRODALGA
C20:5 n3 cis-5,8,11,14,14 Eicosapentaenoic	5,58±0,20 <sup>a</sup>	3,93±0,04 <sup>b</sup>	5,85±0,08 <sup>c</sup>	5,48±0,02 <sup>d</sup>
C22:6n3 cis 4,7,10,13,16,19 Docosahexaenoic	15,11±0,56 <sup>a</sup>	10,91±0,06 <sup>b</sup>	14,37±0,35 <sup>c</sup>	17,74±0,05 <sup>d</sup>

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Çizelge 10. da taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asidi grupları verilmiştir.

Doymuş yağ asitleri oranları (SFA) karşılaştırıldığında sırasıyla; taze levrekte % 32.95±0,14, kızartılmış levrekte % 26.47±0.14, fırında pişirilmiş levrekte % 31.61±0.10 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 32.22±0.01 olarak bulgulanmıştır. Doymuş yağ asitleri oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05).

Toplam tek doymamış yağ asitleri oranları (MUFA) karşılaştırıldığında sırasıyla; taze levrekte % 35.04±0.09, kızartılmış levrekte % 30.10±0.01, fırında pişirilmiş levrekte % 33.17±0.17 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 31.71±0.01 olarak bulgulanmıştır. Toplam tek doymamış yağ asitleri oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05).

Toplam PUFA (PUFA n-3 + PUFA n-6) oranları sırasıyla; taze levrekte % 31.72±0.22, kızartılmış levrekte % 43.00±0.05, fırında pişirilmiş levrekte % 34.02±0.20, mikrodalgada pişirilmiş levrekte ise % 35.84±0.02 dir. Bu oranlar arasındaki fark önemlidir (p<0,05) .

Mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığı w-3 yağ asidi bakımından en yüksek orana sahipken ( % 24.78±0.02 ), kızartılmış levrek en düşük orana sahiptir.(%15.25±0.03). Toplam

PUFA oranına bakıldığında ise kızartılmış levrek en yüksek orana sahiptir. (%43.00±0.05) Bunu sebebi ise w-6 yağ asitlerinden olan C18:2 linoleic yağ asidinin kızartılmış levrekte çok yüksek olmasından dolayıdır. Kızartılmış levrekte linoleic asit oranının yüksek olması ise ayçiçek yağının linoleic asit bakımından zengin olmasından dolayıdır.

Toplam PUFA oranının yüksek olması, gıda maddesinin tüketiminin çok sağlıklı olacağı anlamına gelmemektedir. Önemli olan w-6/w-3 oranıdır. Çünkü w-6 yağ asitlerinden linoleic asit vücutta serbest radikal oksidasyonuna yatkındır. Omega-6 ve Omega-3 yağ asitlerinin ne oranlarda alınması gerektiği konusunda henüz tam bir görüş birliğine varılmamıştır. Kaba olarak diyetle alınan omega-3 ü arttırmak, omega-6 yı ise sınırlamak akılcı olacaktır.

w-6/w-3 oranları sırasıyla; taze levrekte % 0.49±0.01, kızartılmış levrekte % 1.82±0.03, fırında pişirilmiş levrekte % 0.66±0.02 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte % 0.45±0.01 olarak bulgulanmıştır. w-6/w-3 oranları arasındaki farklılık tüm örnekler için önemlidir (p<0.05).

Candela et al., (1996) dil balığı (*Solea solea*), morina (*Gadus morrhua*) ve barlam balığından (*Merluccius merluccius*) yapılmış çeşitli balık yemeklerinin kolesterol miktarı ve yağ asitleri oranına, derin yağda kızartmanın ve 'sıcaklığını koruma' (iç sıcaklığını 65°C' te 3 saat tutma işlemi) işlemlerinin etkilerini saptanmıştır. Pişirmeyle, kolesterol miktarında dikkate değer bir değişim oluşmadığı saptanmıştır. 'Sıcaklığını koruma' işlemi uygulanan pişirilmiş balık ile sıcaklığını koruma işlemi uygulanmamış pişirilmiş balık kıyaslandığında yağ asitleri oranlarında bazı farklılıklar bulgulanmıştır. Yapılan araştırmada sadece dil balığındaki brassidic asit (22:1 w-9) pişirmeyle belirgin şekilde artış göstermiştir. Barlam balığında bu w-3 yağ asitlerinin oranı en yüksek bulunmuştur. Bu yağ asitlerinin toplam miktarının, dil balığı dışındaki diğer balıklarda pişirme işleminden negatif etkilendiği saptanmıştır. Kızartma işlemi doymuş, tek doymamış ve cis-çok doymamış yağ asitlerinin artışını sağlamıştır. Zapelan et al.'a , 1995 göre stearic asid kolestrol seviyeleri üzerine ilişkin etkisine bakıldığında, doymuş yağ asidi gibi etki göstermediğinden dolayı, doymuş yağ asitlerinden ayrı tutulmalıdır (Candela et.al., 1996). cis-PUFAs/(SFAs-stearic asid) oranı kızartılmış dil balığında 1.84 kat, pişirilmiş barlam balığında 2.66 kat ve pişirilmiş morina balığında 3.01 kat artmıştır. cis-PUFAs/(SFAs-stearic asid) oranındaki artış faydalıyken, aynı zamanda w-6/w-3 PUFAs oranındaki benzer değişimler uygun görülmemektedir. Carroll and Khor, (1971) ve Reddy, (1986) yaptıkları çalışmalarda; diyetlerde w-6 yağ asidinin yüksek miktarda olmasının göğüs, prostat ve kolon kanseri riskini arttırdığını



göstermiştir (Candela et al., 1996). Cave (1991) tarafından ise aksine yüksek miktarda w-3 yağ asidi (EPA ve DHA) alımının kötü huylu tümör oluşumu engellemede faydalı etkileri olduğu saptanmıştır (Candela et al., 1996). Bu nedenle çok doymamış yağ asitlerinin w-6 ve w-3 olarak ayrılmasına dikkat edilmelidir. EPA ve DHA oranlarındaki değişimler, kızartma metoduna bağlıdır. Araştırmada w-6/w-3 oranları pişirilmiş dil balığında 0.13 den 3.49' a, pişirilmiş barlam balığında 0.16 dan 3.48'e, ve pişirilmiş morina balığında 0.44 den 11.43' e yükselmiştir. Ágren ve Hänninen (1993) bitkisel yağların w-6 yağ asidince zengin olduğunu, eğer w-6 oranının artışının engellenerek w-3 yağ asidinin alımının artırılması isteniyorsa , tavada ya da derin yağda kızartma işleminden kaçınılması gerektiğini saptamıştır. Kızartılmış levrekte w-6/w-3 oranının yüksek olması sağlık açısından çokta yararlı olmadığı anlamına gelmektedir. w-6 / w-3 oranlarına bakıldığında en sağlıklı pişirme yönteminin mikrodalgada pişirilmiş levrek olduğu daha sonra ise fırında pişirilmiş levreğin tüketiminin uygun olduğu saptanmıştır.

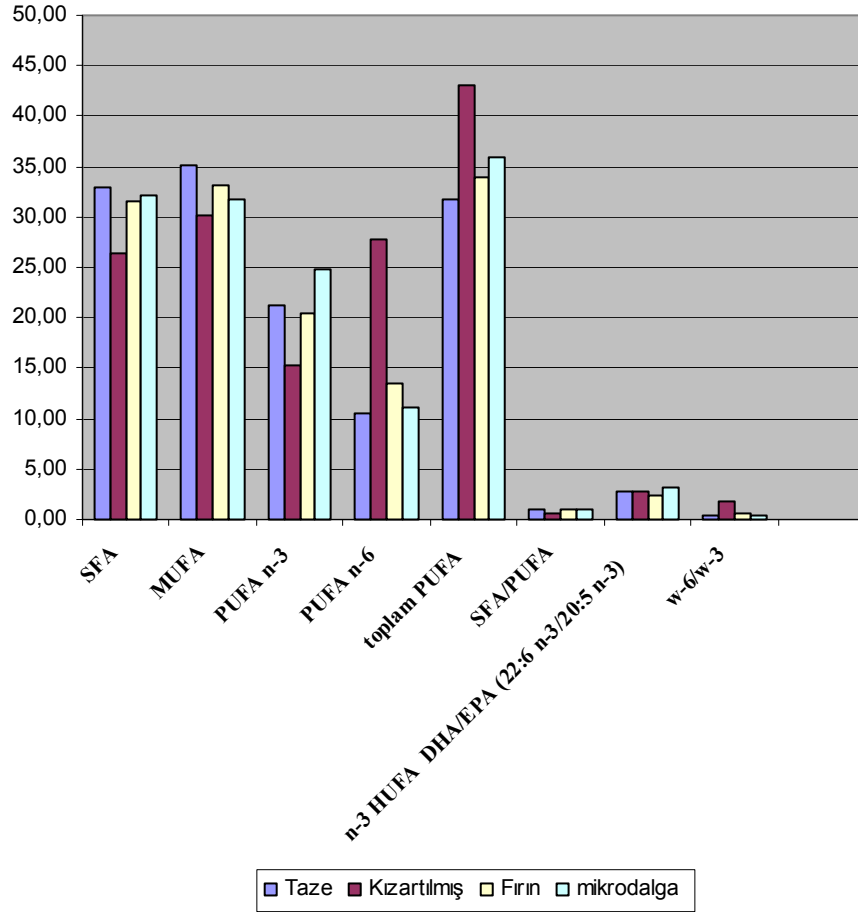
Çizelge 10. Taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asidi grupları\* (%)

	<b>Taze</b>	<b>Kızartılmış</b>	<b>Fırın</b>	<b>Mikrodalga</b>
<b>Σ SFA</b>	32,95±0,14 <sup>a</sup>	26,47±0,14 <sup>b</sup>	31,61±0,10 <sup>c</sup>	32,22±0,01 <sup>d</sup>
<b>Σ MUFA</b>	35,04±0,09 <sup>a</sup>	30,10±0,01 <sup>b</sup>	33,17±0,17 <sup>c</sup>	31,71±0,01 <sup>d</sup>
<b>PUFA n-3</b>	21,22±0,20 <sup>a</sup>	15,25±0,03 <sup>b</sup>	20,44±0,14 <sup>c</sup>	24,78±0,02 <sup>d</sup>
<b>PUFA n-6</b>	10,50±0,02 <sup>a</sup>	27,75±0,02 <sup>b</sup>	13,58±0,06 <sup>c</sup>	11,06±0,00 <sup>d</sup>
<b>Σ PUFA</b>	31,72±0,22 <sup>a</sup>	43,00±0,05 <sup>b</sup>	34,02±0,20 <sup>c</sup>	35,84±0,02 <sup>d</sup>
<b>SFA/PUFA</b>	1,04±0,18 <sup>a</sup>	0,62±0,10 <sup>b</sup>	0,93±0,15 <sup>c</sup>	0,90±0,02 <sup>d</sup>
<b>n-3 HUFA DHA/EPA (22:6 n-3/20:5 n-3)</b>	2,71±0,38 <sup>a</sup>	2,78±0,05 <sup>b</sup>	2,46±0,21 <sup>c</sup>	3,24±0,03 <sup>d</sup>
<b>w-6/w-3</b>	0,49±0,01 <sup>a</sup>	1,82±0,03 <sup>b</sup>	0,66±0,02 <sup>c</sup>	0,45±0,01 <sup>d</sup>

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

DHA/EPA oranı taze levrekte  $2.71 \pm 0.38$  iken; pişirme işlemi uygulandığında bu oranın kızartılmış levrekte  $2.78 \pm 0.05$  ve fırında pişirilmiş levrekte  $2.46 \pm 0.21$  ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte  $3.34 \pm 0.03$  olarak değiştiği saptanmıştır. Şekil 1.'de taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asidi grupları sınıflandırılarak, grafiksel olarak oranları gösterilmiştir.



Şekil 1. Taze ve pişirilmiş levreklerin yağ asidi gruplarının dağılımı

. Kimyasal Bozulma Analiz Bulguları

. pH Analizi

Taze ve pişirilmiş levreklerin pH değerleri Çizelge 11' de verilmiştir.

Çizelge 11. Taze ve pişirilmiş levreklerin pH değerleri \*

	Taze	Kızartılmış	Fırın	Mikrodalga
<b>pH</b>	6,55±0,01 <sup>a</sup>	6,69±0,01 <sup>b</sup>	6,73±0,00 <sup>c</sup>	6,71±0,01 <sup>c</sup>

( \* ) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

pH değerleri sırasıyla; taze levrekte 6.55±0.01, kızartılmış levrekte 6.69±0.01, fırında pişirilmiş levrekte 6.73±0.00 ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte 6.71±0.01 olarak saptanmıştır. pH miktarlarındaki değişimler ham materyale kıyasla tüm pişirme yöntemlerinde önemli bulunmuştur (p<0,05). Pişirme yöntemleri kıyaslandığında kızartılmış levrekteki pH değişimleri, diğer pişirme yöntemlerine göre önemli bulunurken, fırında ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrekler arasında ise önemli bir fark saptanmamıştır (p>0,05).

Farklı 3 yöntemle pişirilmiş levreklerin depolamaya bağlı pH değişimleri Çizelge 12.'de verilmiştir.

Çizelge 12. Pişirilmiş levreklerin depolamaya bağlı pH değişimleri

Gün	Kızartılmış	Fırın	Mikrodalga
0	6,69±0,01 <sup>a</sup>	6,73±0,00 <sup>a</sup>	6,71±0,01 <sup>a</sup>
3	6,51±0,00 <sup>b</sup>	6,51±0,01 <sup>b</sup>	6,50±0,01 <sup>b</sup>
7	6,67±0,01 <sup>a</sup>	6,74±0,01 <sup>ad</sup>	6,75±0,00 <sup>c</sup>
10	6,65±0,01 <sup>c</sup>	6,71±0,00 <sup>c</sup>	6,85±0,01 <sup>d</sup>
13	6,75±0,01 <sup>d</sup>	6,74±0,01 <sup>af</sup>	6,86±0,01 <sup>de</sup>
15	6,68±0,01 <sup>a</sup>	6,76±0,01 <sup>df</sup>	6,87±0,00 <sup>e</sup>
17	6,58±0,01 <sup>e</sup>	6,56±0,01 <sup>e</sup>	-

„ ( \* ) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d,e,f</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

+4°C'de vakum ambalajda depolama süresince kızartılmış levrekte 0., 7. ve 15. gündeki pH değişimleri önemsiz bulunurken (p>0.05), 3, 10, 13 ve 17. günkü pH değişimleri önemlidir (p<0,05).

+4°C’de vakum ambalajda depolama süresince fırında pişirilmiş levrekte 0., 7., 13. günlerdeki değişimler önemsizdir. 13. ve 15. gündeki pH değişimleri önemsizdir. 7. ve 15 . günlerdeki değişimler önemsizdir ( $p>0,05$ ). 3., 10. ve 17. günkü pH değişimleri önemlidir ( $p<0,05$ ). +4 °C’de vakum ambalajda depolama süresince mikrodalgada pişirilmiş levrekte 10. ve 13. gündeki pH değişimleri önemsizdir ( $p>0,05$ ). 13. ve 15. günlerdeki değişimler önemsizdir ( $p>0,05$ ). 0., 3, 7. ve 10. günlerdeki ile 17. günkü değişimler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ).

*. Total Volatil Baz Azot (TVB-N)*

Taze ve pişirilmiş levreklerin pH değişimleri Çizelge 13. de verilmiştir.

Çizelge 13. Taze ve pişirilmiş levreklerin TVB-N değerleri \*

	<b>Taze</b>	<b>Kızartılmış</b>	<b>Fırın</b>	<b>Mikroalg</b>
<b>TVB-N</b>	15,07±0,89 <sup>a</sup>	20,39±0,00 <sup>b</sup>	26,01±0,51 <sup>c</sup>	16,85±0,00 <sup>d</sup>
(mg nitrogen/100 g)				

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur ( $p<0,05$ )

TVB-N miktarı ham materyalde 15.07±0.89 iken; kızartılmış, fırında ve mikrodalgada pişirilmiş ürünlerde depolamanın ilk gününde sırasıyla; % 20.39±0.00, % 26.01±0,51 ve % 16.85±0,00 olarak bulunmuştur. Taze ve pişirilmiş levreklerin TVB-N miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Taze ve pişirilmiş levreklerin depolama boyunca TVB-N miktarları Çizelge 14’ de verilmiştir.

Çizelge 14. Pişirilmiş levreklerin depolamaya bağlı TVB-N değişimleri

GÜN	TVB-N ( mg nitrogen/100 g)		
	Kızartılmış	Fırın	Mikrodalga
0	20,39±0,00 <sup>a</sup>	26,01±0,51 <sup>ab</sup>	16,85±0,00 <sup>a</sup>
3	23,94±0,00 <sup>bc</sup>	24,83±1,54 <sup>ab</sup>	20,69±0,51 <sup>b</sup>
7	23,05±0,00 <sup>bc</sup>	23,64±0,51 <sup>a</sup>	20,69±0,51 <sup>b</sup>
10	24,53±1,85 <sup>bc</sup>	26,30±1,35 <sup>ac</sup>	20,98±0,51 <sup>b</sup>
13	25,12±0,51 <sup>c</sup>	27,19±0,51 <sup>bcd</sup>	29,26±0,00 <sup>c</sup>
15	22,46±0,51 <sup>ab</sup>	29,85±0,51 <sup>d</sup>	38,72±0,51 <sup>d</sup>
17	40,79±0,00 <sup>d</sup>	37,83±1,85 <sup>e</sup>	-

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)  
(<sup>a,b,c,d,e</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Kızartılarak +4°C’de vakum ambalajda depolanan levrekte TVB-N değerleri bakımından 0. ve 15. gün arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). 0., 3., 7., 10., 13., ve 15., günlük değişimler ile 17. gündeki değişimler arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Fırında pişirilerek +4°C’de vakum ambalajda depolanan levrekte TVB-N değerleri bakımından 0., 3., 7., ve 10. günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05), 17. günle diğer depolama günleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Mikrodalgada pişirilmiş levrekteki, +4°C’de vakum ambalajda depolama süresince 3., 7., 10. günler arasındaki fark önemsizdir (p>0,05). 15. gün ile diğer depolama günleri arasındaki fark önemlidir (p<0,05). TVB-N miktarı; taze yakalanmış balıkta 5-20 mg N 100 g<sup>-1</sup>’dir, buzda depolanmış filetolarda bu limit 30-35 mg N 100 g<sup>-1</sup> seviyesine geldiğinde tüketilemez anlamına gelir.(Connell, 1995).

Turhan ve ark., 2001; buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen hamsi (*Engraulis engrasicolus*) köftelerinin raf ömrü üzerine yaptıkları çalışmadaamsi köfteleri 10 günlük muhafaza süresince 2’şer gün arayla duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden analiz edilmiştir Hamsi köftelerinin 4±2°C’ de maksimum raf ömrü 6 gün olarak belirlenmiştir.

Papadopoulos et al (2003), buzda depolanmış kültür levreğinin mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerinde iç organları temizlemenin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada; temizlenerek veya temizlenmeden buzda depolanmış levrek balıklarının sırasıyla 13 ve 8 gün dayandığını saptamışlardır.

Vakum paketleme genellikle, işlenmiş veya taze et ve et ürünlerinin muhafazasında kullanılan bir yöntemdir. İyi vakum paketleme koşulları altında O<sub>2</sub> %1'den daha aşağı azalırken, doku ve mikrobiyal solunumdan üretilen CO<sub>2</sub> değeri paket içerisinde %20' ye yükselir. Aerobik organizmaların gelişimi önlenerek raf ömrü arttırılır.(Smith ve ark., 1990). Vakum ambalajla paketleme raf ömrünü arttırır. Kızartılmış ve fırında pişirilmiş levrekler 17. gün bozulma eşiğine ulaşırken, mikrodalga da pişirilmiş levrekler, depolamanın 15. günü tüketilemezlik seviyesine ulaşmışlardır.

*. Renk Analizine Ait Bulgular:*

Taze ve pişirilmiş levreklerin renk bulguları Çizelge 15' de verilmiştir.

Çizelge 15. Taze ve pişirilmiş levreklerin CIE sistemine göre renk değerleri\*

<b>Renk Değerleri</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<b>Taze</b>	47,66±0,99 <sup>a</sup>	-1,67±0,12 <sup>a</sup>	6,73±0,33 <sup>a</sup>
<b>Kızartılmış</b>	66,28±1,11 <sup>b</sup>	-0,94±0,13 <sup>b</sup>	9,33±0,52 <sup>b</sup>
<b>Fırın</b>	64,87±1,03 <sup>c</sup>	-0,85±0,05 <sup>b</sup>	10,26±0,33 <sup>c</sup>
<b>Mikrodalga</b>	69,19±0,99 <sup>d</sup>	-1,18±0,06 <sup>c</sup>	9,33±0,27 <sup>b</sup>

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

L\* aydınlık değeri sırasıyla; taze levrekte 47.66±0.99, kızartılmış levrekte 66.28±1.11, fırında pişirilmiş levrekte 64.87±1.03 ve mikrodalga da pişirilmiş levrekte 69.19±0.99 saptanmıştır. Taze ve pişirilmiş levrekler arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05).

a\* (+)kırmızılığı ve (-) yeşilliği ifade etmektedir. a\* değerleri sırasıyla taze balıkta -1.67±0.12, kızartılmış levrekte -0.94±0.13, fırında pişirilmiş levrekte -0.85±0.05, mikrodalgada pişirilmiş levrekte -1,18±0.06 olarak bulgulanmıştır. Kızartılmış ve fırında pişirilmiş levreklerin a\* değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Kızartılmış ve fırında pişirilmiş levrekler ile taze ve mikrodalga da pişirilmiş levrekler arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05).

b\* (+)sarılık ve (-) maviliği ifade etmektedir. b\* değerleri sırasıyla taze balıkta  $6.73\pm 0.33$ , kızartılmış levrekte  $9.33\pm 0.52$ , fırında pişirilmiş levrekte  $10.26\pm 0.33$ , mikrodalgada pişirilmiş levrekte  $9.33\pm 0.27$  olarak saptanmıştır. Kızartılmış ve mikrodalgada pişirilmiş levrekler arasındaki fark önemsizdir ( $p>0,05$ ). Kızartılmış ve mikrodalgada pişirilmiş levrekler ile taze ve kızartılmış levrekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ).

+4°C' de vakum ambalajda depolama süresince oluşan renk değişimleri Çizelge 16' da verilmiştir. L\* değeri kızartılmış levrekte 0. gün  $66.28\pm 1,11$  iken 17. gün  $57.90\pm 1.57$ 'ye düştüğü saptanmıştır. Kızartılmış levrekte L\* değerindeki 0. ve 15. gündeki değişimler arasındaki fark önemli değildir ( $p>0,05$ ). 17. günkü L\* değeri ile diğer günler arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

L\* değeri fırında pişirilmiş levrekte 0. gün  $64.87\pm 1.03$  iken 17. gün  $60.78\pm 0.77$ ' ye düşmüştür. Fırında pişirilmiş levrekte L\* değerindeki 0. ve 15. gündeki değişimler arasındaki fark önemli değildir ( $p>0,05$ ). 17. günkü L\* değeri ile diğer günlerde saptanan L\* değerleri arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

L\* değeri mikrodalgada pişirilmiş levrekte 0. gün  $69.19\pm 0.99$  iken 15. gün  $64.70\pm 1.07$  ye düşmüştür. 0. gün saptanan L\* değeri ile diğer günlerde saptanan L\* değerindeki arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 15. gündeki L\* değeri ile 0. günkü L\* değeri hariç diğer tüm günlerde saptanan L\* değerleri arasındaki fark önemsizdir ( $p>0,05$ ).

Tüm pişirme yöntemlerinde L\* (aydınlık 0-100) değeri depolama sonunda başlangıçtaki değerlere göre düşüş göstermiştir.

a\* değeri sırasıyla kızartılmış levrekte 0. gün  $-0.94\pm 0.13$  iken 17. gün  $-0.43\pm 0.47$ ' ye yükselmiştir, fırında pişirilmiş levrekte 0.gün  $-0.85\pm 0.05$  iken 17. gün  $-0.84\pm 0.15$  ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte 0. gün  $-1,18\pm 0.06$  iken 15. gün  $-0.76\pm 0.13$  değerinde olduğu saptanmıştır. Kızartılmış levrekte tüm depolama günleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Fırında pişirilmiş levrekte 0., 7., 15. ve 17. günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Mikrodalgada pişirilmiş levrekte 0., 10., 13., günler ile 3., ve 17. günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). a\* değeri ((+)kırmızılık, (-) yeşillik) , sadece mikrodalgada pişirilmiş levrekte başlangıçtaki değerine göre önemli artış göstermiştir. b\* (+)sarılık ve (-) mavilik değeri sırasıyla kızartılmış levrekte 0. gün  $9.33\pm 0,52$  iken 17. gün  $10.12\pm 0.66$ , fırında pişirilmiş levrekte 0. gün  $10.26\pm 0.33$  iken 17. gün  $9.20\pm 0.45$  ve mikrodalgada pişirilmiş levrekte 0. gün  $9.33\pm 0.27$  iken 15. gün  $8.62\pm 0.38$  değerinde olduğu saptanmıştır. Kızartılmış levrekte 0.,

10. 17. günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Fırında pişirilmiş levrekte 0. gün ile diğer günler arasındaki fark önemli, 3., 7., 10., 13. ve 17. günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Mikrodalgada pişirilmiş levrekte tüm depolama günleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

b\* değeri kızartılmış ve fırında pişirilmiş levrekte başlangıçtaki değerlerine göre önemli bir değişim göstermezken, mikrodalgada pişirilmiş levrekte belirgin bir azalma saptanmıştır.



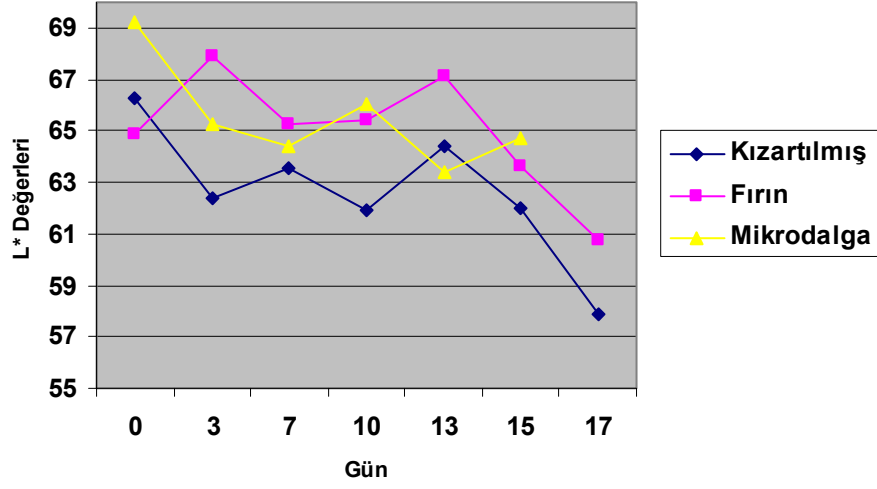
Çizelge 16. Pişirilmiş Levreklerin Depolamaya Bağlı Renk Değişimleri

GÜN	Kızartılmış			Fırın			Mikrodalga		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	66,28±1,11 <sup>a</sup>	-0,94±0,13 <sup>a</sup>	9,33±0,52 <sup>abc</sup>	64,87±1,03 <sup>ac</sup>	-0,85±0,05 <sup>a</sup>	10,26±0,33 <sup>a</sup>	69,19±0,99 <sup>a</sup>	-1,18±0,06 <sup>a</sup>	9,33±0,27 <sup>a</sup>
3	62,35±1,07 <sup>b</sup>	-0,69±0,21 <sup>a</sup>	8,98±0,55 <sup>b</sup>	67,89±1,30 <sup>b</sup>	-1,22±0,14 <sup>b</sup>	8,80±0,56 <sup>bc</sup>	65,27±2,95 <sup>bc</sup>	-0,77±0,52 <sup>b</sup>	8,88±0,91 <sup>a</sup>
7	63,55±1,71 <sup>bc</sup>	-0,60±0,54 <sup>a</sup>	9,09±0,93 <sup>b</sup>	65,29±0,81 <sup>c</sup>	-0,83±0,19 <sup>a</sup>	9,31±0,46 <sup>b</sup>	64,37±1,46 <sup>bc</sup>	-0,98±0,34 <sup>ab</sup>	9,13±0,63 <sup>a</sup>
10	61,92±1,42 <sup>b</sup>	-0,78±0,75 <sup>a</sup>	9,91±0,89 <sup>a</sup>	65,42±1,07 <sup>c</sup>	-1,06±0,12 <sup>bc</sup>	9,12±0,33 <sup>b</sup>	66,02±1,03 <sup>b</sup>	-1,26±0,17 <sup>a</sup>	9,13±0,64 <sup>a</sup>
13	64,44±1,56 <sup>ac</sup>	-1,00±0,32 <sup>a</sup>	8,53±0,57 <sup>c</sup>	67,13±0,44 <sup>b</sup>	-1,21±0,09 <sup>b</sup>	9,33±0,22 <sup>b</sup>	63,40±1,31 <sup>c</sup>	-1,30±0,14 <sup>a</sup>	8,95±0,61 <sup>a</sup>
15	62,01±0,89 <sup>b</sup>	-0,50±0,21 <sup>a</sup>	9,42±0,57 <sup>abc</sup>	63,66±1,12 <sup>a</sup>	-0,90±0,11 <sup>ac</sup>	8,36±0,44 <sup>c</sup>	64,70±1,07 <sup>bc</sup>	-0,76±0,13 <sup>b</sup>	8,62±0,38 <sup>a</sup>
17	57,90±1,57 <sup>d</sup>	-0,43±0,47 <sup>a</sup>	10,12±0,66 <sup>a</sup>	60,78±0,77 <sup>d</sup>	-0,84±0,15 <sup>a</sup>	9,20±0,45 <sup>b</sup>	-	-	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

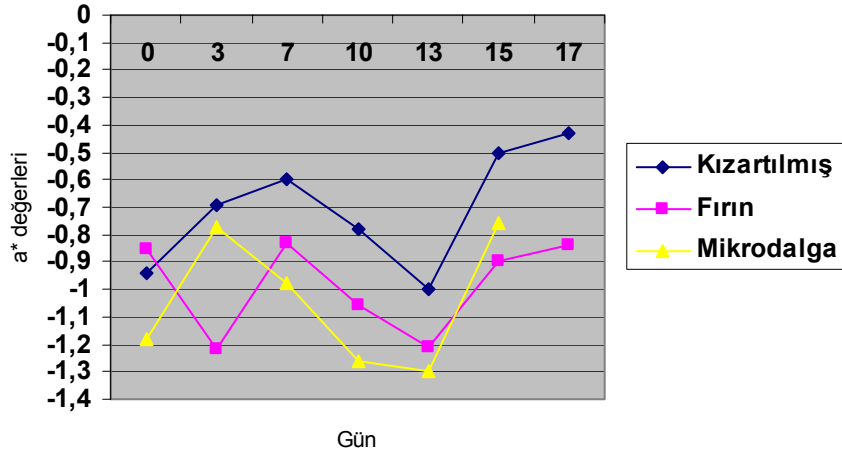
(<sup>a,b,c</sup>): aynı satırda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

Farklı yöntemlerle pişirilmiş levreklerin +4°C’ de vakum ambalajda depolama süresince saptanan L\* aydınlık değeri değişimleri Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Depolamaya bağlı L\* karşılaştırması

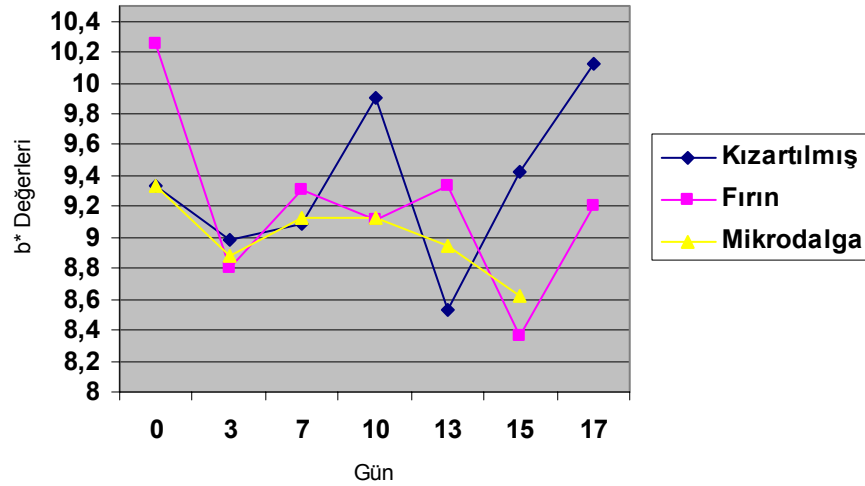
Aydınlık değeri L\*, kızartılmış balıkta başlangıçta  $66.28 \pm 1.11$  iken depolama sonunda 17. günde  $57.90 \pm 1.57$ 'ye düşmüştür. Fırında pişirilmiş levrekte L\* değeri, başlangıçta  $64.87 \pm 1.03$  iken 17. günde  $60.78 \pm 0.77$ 'e düşmüştür. Mikrodalga da pişirilmiş levrekte, L\* başlangıçta  $69.19 \pm 0.99$  iken 15. günde  $64.70 \pm 1.07$ 'ye düşmüştür. Farklı yöntemlerle pişirilmiş levreklerin +4°C’ de vakum ambalajda depolama süresince saptanan a\* değerleri değişimleri Şekil 3’ de gösterilmiştir.



Şekil 3. Depolamaya bağlı a\* karşılaştırması

a\* değeri kızartılmış balıkta başlangıçta  $-0.94 \pm 0.13$  iken 17. günde bozulma aşamasına geldiğinde artış göstererek,  $-0.43 \pm 0.47$  olduğu bulgulanmıştır.

Fırında pişirilmiş levrek için ; a\* değeri başlangıçta  $-0.85 \pm 0.05$  iken 17. günde  $-0.84 \pm 0.15$  olarak bulgulanmış ve depolama sonunda fazla bir değişim olmadığı saptanmıştır. Mikrodalgada pişirilmiş levrekte a\* değeri  $-1.18 \pm 0.06$  iken , 15. günde bu değer  $-0.76 \pm 0.13$ 'e yükseldiği saptanmıştır. Farklı yöntemlerle pişirilmiş levreklerin  $+4^{\circ}\text{C}$ ' de vakum ambalajda depolama süresince saptanan b\* değerleri değişimleri Şekil 4' de gösterilmiştir.



Şekil 4. Depolamaya bağlı b\* karşılaştırması

Kızartılmış balıkta b\* değeri depolama başlangıcında  $9.33 \pm 0.52$  iken 17 günlük depolama sonunda  $10.12 \pm 0.66$ 'ya yükselmiştir. b\* değeri fırında pişirilmiş levrekte başlangıçta  $10.26 \pm 0.33$  iken depolama sonunda  $9.20 \pm 0.45$  olarak saptanmıştır. Mikrodalgada pişirilmiş levrekte b\* değeri; başlangıçta  $9.33 \pm 0.27$  iken 15. gün  $8.62 \pm 0.38$ 'e düşmüştür.

#### . Duyusal test analiz sonuçları

Balığın duyu özellikleri tüketiciler tarafından açık ve net olarak görülebilir ve tüketicilerin cezbedilmesi için gereklidir. Duyusal değerlendirme için; 1'i koku için (taze koku), 2'si görünüş için (renk ve parçalanabilirlik), 1'i lezzet için (taze lezzet), 5'i doku için (sıklık, çignenebilirlik, liflilik, sululuk, yağlılık) olmak üzere 9 tanımlama seçilmiştir. Panel sonucunda elde edilen veriler ANOVA ya göre analiz edilmiştir (Carbonell et al., 2002).

#### . Taze koku analiz bulguları

Taze koku, pişirilmiş taze balıkla ilişkili olan güzel kokudur.

Çizelge 17. Depolama boyunca taze koku da saptanan değişimler\*

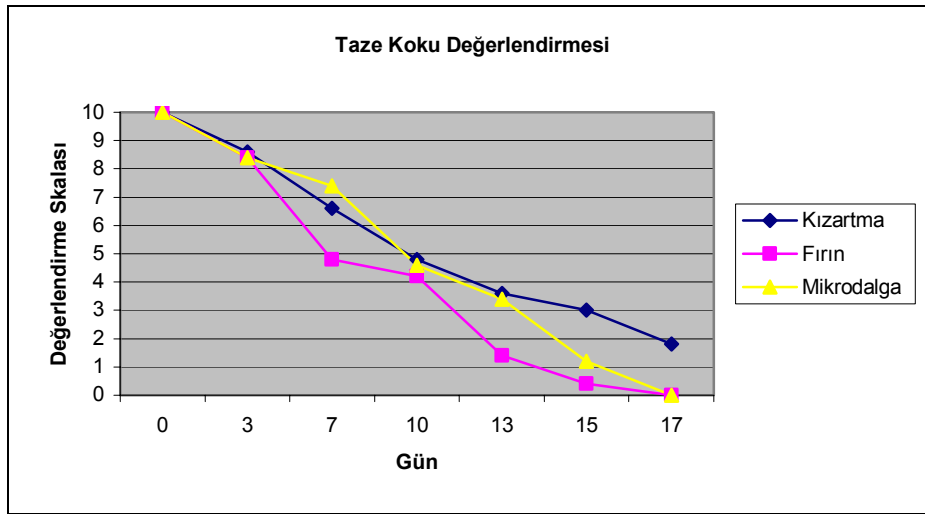
GÜN	TAZE KOKU						
	0	3	7	10	13	15	17
K	10,00±0,00 <sup>a</sup>	8,60±0,55 <sup>a</sup>	6,60±0,89 <sup>ab</sup>	4,80±1,64 <sup>a</sup>	3,60±0,55 <sup>a</sup>	3,00±1,87 <sup>a</sup>	1,80±0,45 <sup>a</sup>
F	10,00±0,00 <sup>a</sup>	8,40±0,89 <sup>a</sup>	4,80±1,64 <sup>a</sup>	4,20±1,79 <sup>a</sup>	1,40±1,34 <sup>b</sup>	0,40±0,55 <sup>b</sup>	-
M	10,00±0,00 <sup>a</sup>	8,40±0,55 <sup>a</sup>	7,40±1,34 <sup>b</sup>	4,60±1,34 <sup>a</sup>	3,40±1,14 <sup>a</sup>	1,20±1,64 <sup>ab</sup>	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

K: Kızartılmış levrek F: Fırında pişirilmiş levrek M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Taze koku için 10 puan yoğunluğu ifade eder, 0 a gidildikçe taze kokunun azaldığını gösterir 0., 3. ve 10. günler pişirilmiş örnekler arasında taze koku bakımından fark önemli değildir (p>0,05). 7. gün kızartılmış levrekle, fırında pişirilmiş levrek arasındaki fark önemsizken, fırında pişirilmiş levrekle mikrodalgada pişirilmiş levrek arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). 13. gün fırında pişirilmiş levrekle, kızartılmış levrek ve mikrodalga da pişirilmiş levrek arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). 15. gün kızartılmış ile mikrodalga fırında pişirilmiş levrek arasındaki fark önemsizken, fırında pişirilmiş ve mikrodalgada pişirilmiş levrek arasındaki fark önemsiz, kızartma ile fırında pişirilmiş levrek arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Fırında pişirilmiş levrek için taze kokunun 1.40±1.34 puanlamasıyla 13. gün panelistler tarafından hoş algılanmadığı, 15. gün ise 0.40±0.55 puanlamasıyla bozuk olarak algılandığı saptanmıştır. (Çizelge 17). Depolama süresince tüm pişirme yöntemleri uygulanmış levreklerde taze koku giderek azalmıştır bu azalma grafiksel olarak Şekil 4' de gösterilmiştir.



Şekil 5. Depolamaya bağlı taze koku değişimleri

### Renk analiz bulguları

Renk değerleri arasındaki fark tüm pişirme yöntemlerinde arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 18). Renk değeri için verilen puanlamanın bozulmaya paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Depolama sonunda renk gri/sarımsı renge yakındır.

Çizelge 18. Depolama boyunca renkte saptanan değişimler\*

		RENK					
GÜN	0	3	7	10	13	15	17
K	7,00±2,12 <sup>a</sup>	6,80±1,48 <sup>a</sup>	7,40±1,14 <sup>a</sup>	6,60±0,55 <sup>a</sup>	7,00±1,58 <sup>a</sup>	7,00±2,55 <sup>a</sup>	9,20±0,84 <sup>a</sup>
F	5,60±3,78 <sup>a</sup>	6,00±2,35 <sup>a</sup>	6,20±2,28 <sup>a</sup>	6,60±1,14 <sup>a</sup>	5,40±1,95 <sup>a</sup>	7,00±2,55 <sup>a</sup>	-
M	5,20±3,90 <sup>a</sup>	5,40±3,36 <sup>a</sup>	6,80±2,59 <sup>a</sup>	6,20±1,79 <sup>a</sup>	6,40±1,52 <sup>a</sup>	7,40±2,19 <sup>a</sup>	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

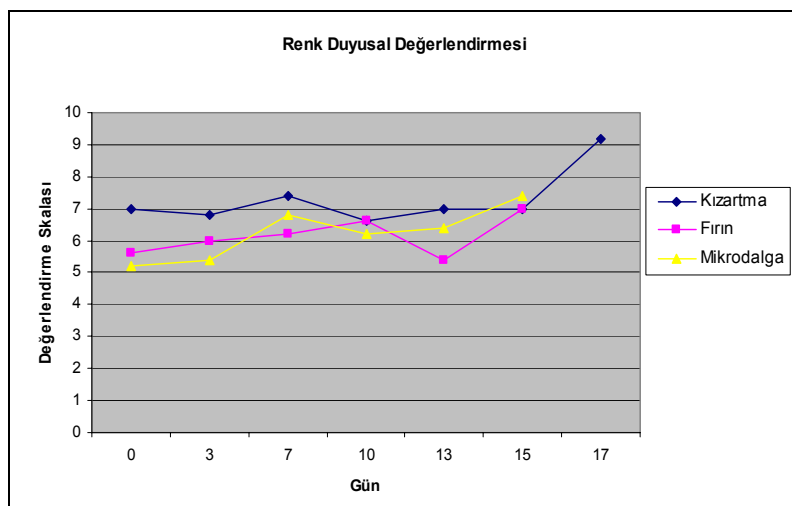
(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Kızartılmış levrekte başlangıçta renk değeri için verilen puanlama 7.00±2.12 iken bozulma gerçekleştiğinde 17. günde 9.20±0.84 puanlaması verilmiştir. Fırında pişirilmiş levrekte başlangıçta renk değeri için verilen puanlama 5.60±3.78 iken 15. günde 7.00±2.55 puanlaması verilmiştir. Mikrodalga fırında pişirilmiş başlangıçta renk değeri için verilen puanlama 5.20±3.90 iken bozulma gerçekleştiğinde 15. günde 7.40±2.19 puanlaması verilmiştir. Depolama süresince tüm pişirme yöntemleri uygulanmış levreklerde renkteki değişimler grafiksel olarak Şekil5’de gösterilmiştir.



Şekil 6. Depolamaya bağlı renk değişimleri

*Parçalanabilirlik analiz bulguları*

Parçalanabilirlik; balığın çatalla tabakalara ayrılma kolaylığı olarak ifade edilmektedir. 10 değeri çok belirgin parçalanabilirliği ifade ederken, puanlama 0 doğru gittiğinde parçalanabilirlik belirsizleşir. Depolama günlerinde tüm pişirme yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Başlangıç değerleri ile kıyaslandığında parçalanabilirlikte fazla bir değişim saptanmamıştır (Çizelge 19).

Çizelge 19. Depolama boyunca parçalanabilirlikte saptanan değişimler\*

PARÇALANABİLİRLİK							
GÜN	0	3	7	10	13	15	17
<b>K</b>	6,20±3,27 <sup>a</sup>	6,00±2,24 <sup>a</sup>	6,00±1,58 <sup>a</sup>	4,40±1,95 <sup>a</sup>	5,20±2,17 <sup>a</sup>	4,80±2,95 <sup>a</sup>	6,20±0,84 <sup>a</sup>
<b>F</b>	5,40±3,85 <sup>a</sup>	7,00±1,87 <sup>a</sup>	6,20±0,84 <sup>a</sup>	5,40±1,52 <sup>a</sup>	5,00±0,71 <sup>a</sup>	5,80±3,35 <sup>a</sup>	-
<b>M</b>	5,20±3,27 <sup>a</sup>	7,20±0,84 <sup>a</sup>	7,40±2,07 <sup>a</sup>	5,00±1,22 <sup>a</sup>	5,20±1,10 <sup>a</sup>	5,20±3,42 <sup>a</sup>	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

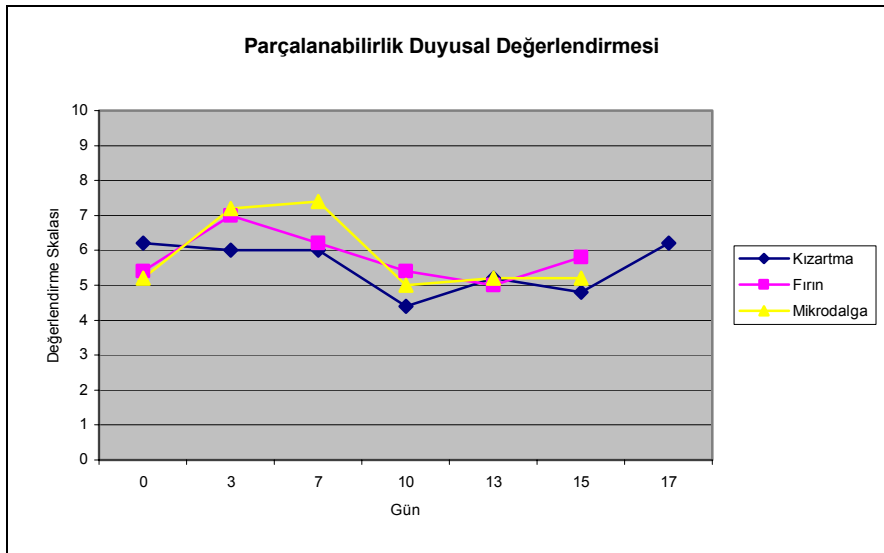
(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur ( $p<0,05$ )

K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Depolama süresince tüm pişirme yöntemleri uygulanmış levreklerde parçalanabilirlikte değişimler grafiksel olarak Şekil 6' da gösterilmiştir.



Şekil 7. Depolamaya bağlı renk değişimleri

. Taze lezzet analiz bulguları

Taze lezzet, pişirilmiş taze balıkla ilişkili olan lezzettir.

Çizelge 20. Depolama boyunca taze lezzette saptanan değişimler\*

TAZE LEZZET							
GÜN	0	3	7	10	13	15	17
K	9,80±0,45 <sup>a</sup>	8,20±1,30 <sup>a</sup>	6,80±1,10 <sup>a</sup>	4,20±1,64 <sup>a</sup>	3,80±1,10 <sup>a</sup>	2,00±1,58 <sup>a</sup>	0,80±0,45 <sup>a</sup>
F	10,00±0,00 <sup>a</sup>	7,80±1,30 <sup>a</sup>	5,00±1,00 <sup>b</sup>	3,20±1,10 <sup>a</sup>	1,60±2,07 <sup>a</sup>	0,20±0,45 <sup>b</sup>	-
M	10,00±0,00 <sup>a</sup>	8,60±1,14 <sup>a</sup>	7,80±0,84 <sup>a</sup>	3,40±0,89 <sup>a</sup>	3,40±0,55 <sup>a</sup>	0,20±0,45 <sup>b</sup>	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

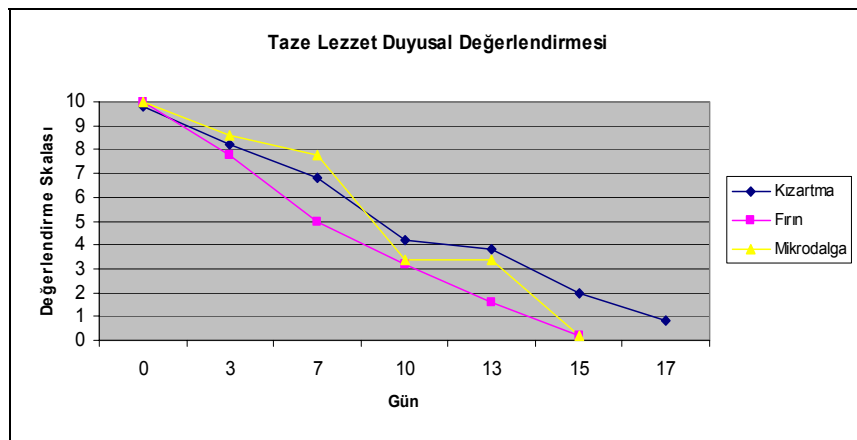
(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Taze lezzet için 10 puan yoğunluğu ifade eder, 0 a gidildikçe taze lezzetin azaldığını gösterir. 7. gün kızartılmış levrekle, mikrodalga fırında pişirilmiş levrek arasındaki fark önemsizken, fırında pişirilmiş levrekle kızartılmış ve mikrodalgada pişirilmiş levrek arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). 15. gün fırında pişirilmiş levrekle, mikrodalga da pişirilmiş levrek arasındaki fark önemsizken; kızartılmış levrekle, fırında pişirilmiş levrek ve mikrodalgada pişirilmiş levrek arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Fırında pişirilmiş levrek için taze lezzetin 1.60±2.07 puanlamasıyla 13. gün panelistler tarafından hoş algılanmadığı, 15. gün ise 0.20±0.45 puanlamasıyla bozuk olarak algılandığı saptanmıştır. (Çizelge 20). Depolama süresince tüm pişirme yöntemleri uygulanmış levreklerde taze lezzet giderek azalmıştır bu azalma grafiksel olarak Şekil 8 de gösterilmiştir



Şekil 8. Depolamaya bağlı taze lezzet değişimleri

. Sıklık analiz bulguları

Sıklık; ürünü deforme etmek veya parçalamak için gerekli olan güçle ilgili mekaniksel doku özelliği olarak ifade edilmektedir. 10 değeri sıklığı ifade ederken, puanlama 0 doğru gittiğinde doku yumuşaklaşır. Depolama günlerinde 13. gün hariç tüm pişirme yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). 13. gün kızartılmış levrekle, fırında pişirilmiş ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrek arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ) (Çizelge 21).

Çizelge 21. Depolama boyunca sıklıkta saptanan değişimler\*

SİKILIK							
GÜN	0	3	7	10	13	15	17
K	8,20±1,10 a	7,80±1,30 a	6,80±0,45 a	6,40±1,52 a	6,80±0,84 a	5,60±2,97 a	4,40±0,89 a
F	9,20±0,45 a	6,80±0,45 a	6,60±1,14 a	5,40±1,14 a	4,40±0,89 b	4,60±3,29 a	-
M	8,80±0,45 a	7,00±1,73 a	6,40±1,52 a	5,80±1,30 a	5,00±0,71 b	3,80±3,35 a	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur ( $p<0,05$ )

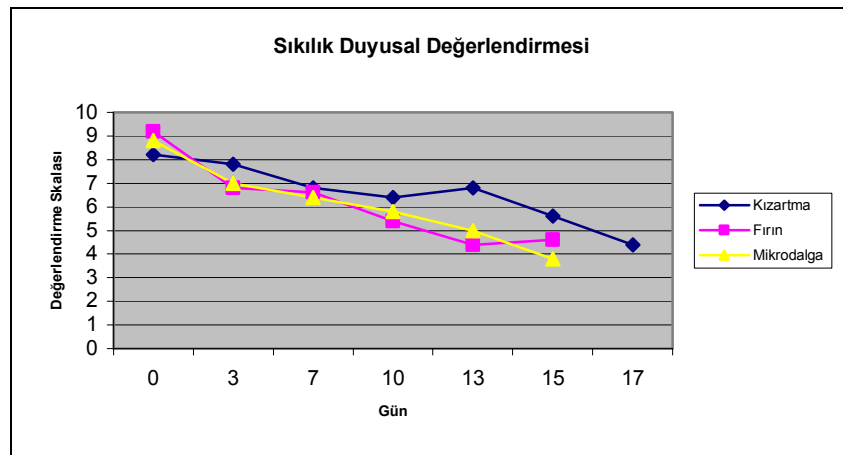
K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Başlangıç değerleri ile kıyaslandığında parçalanabilirlikte depolama sonunda tüm pişirme yöntemleri için düşüş saptanmıştır, bu düşüş bozulmayla dokunun çatalla ayrılmasının kolaylaşması arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Depolama süresince farklı pişirme yöntemleri uygulanmış tüm levreklerde sıklık giderek azalmıştır bu azalma grafiksel olarak Şekil 9' da gösterilmiştir.



Şekil 9. Depolamaya bağlı sıklık değişimleri



. Çiğnenebilirlik analiz bulguları

Çiğnenebilirlik; yapışıklılık ve bütün haldeki ürünü yutmaya hazır hale getirmek için gereken süre ve çiğneme sayısı ile ilişkili olan doku özelliği olarak ifade edilmektedir. 10 değeri çiğnenebilirliğin zor olduğunu ifade ederken, puanlama 0'a doğru gittiğinde çiğnenebilirlik kolaylaşır. Depolama günlerinde tüm pişirme yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Çizelge 22 'de depolamaya bağlı çiğnenebilirlik puanlamaları gösterilmiştir.

Çizelge 22. Depolama boyunca çiğnenebilirlikte saptanan değişimler\*

ÇİĞNEBİLİRLİK							
GÜN	0	3	7	10	13	15	17
K	6,60±2,30 <sup>a</sup>	6,80±1,92 <sup>a</sup>	7,00±0,71 <sup>a</sup>	5,60±0,55 <sup>a</sup>	6,00±2,35 <sup>a</sup>	5,60±2,97 <sup>a</sup>	3,20±0,45 <sup>a</sup>
F	7,60±1,82 <sup>a</sup>	6,40±2,30 <sup>a</sup>	6,40±1,34 <sup>a</sup>	5,20±0,84 <sup>a</sup>	3,00±2,12 <sup>a</sup>	5,00±3,87 <sup>a</sup>	-
M	7,80±0,84 <sup>a</sup>	6,80±2,95 <sup>a</sup>	6,20±1,48 <sup>a</sup>	5,40±0,55 <sup>a</sup>	3,20±1,92 <sup>a</sup>	4,80±4,09 <sup>a</sup>	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

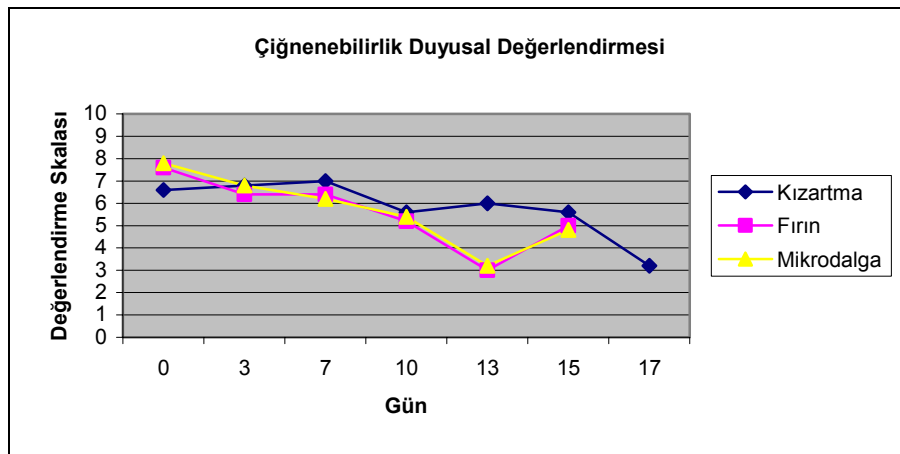
(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur ( $p<0,05$ )

K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Başlangıç değerleri ile kıyaslandığında çiğnenebilirlikte depolama sonunda tüm pişirme yöntemleri için düşüş saptanmıştır, bu düşüş bozulmayla dokunun çiğnenmenin kolaylaşması arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Depolama süresince farklı pişirme yöntemleri uygulanmış tüm levreklerde çiğnenebilirlik puanlaması giderek azalmıştır ve bu azalma grafiksel olarak Şekil 10' da gösterilmiştir.



Şekil 10. Depolamaya bağlı çiğnenebilirlik değişimleri

. *Liflilik analiz bulguları*

Liflilik aynı doğrultuda yönelmiş uzun tanecikli liflerin algılanması ile bağlantılı olan geometrik doku özelliği olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 23. Depolama boyunca liflilikte saptanan değişimler\*

LİFLİLİK

GÜN	0	3	7	10	13	15	17
<b>K</b>	9,60±0,89 a	7,60±1,52 a	6,60±0,89 a	5,60±1,95 a	5,20±2,17 a	3,20±1,79 a	1,80±0,84 a
<b>F</b>	9,80±0,45 a	8,20±1,10 a	6,20±1,30 a	5,80±1,92 a	4,40±1,82 a	3,60±2,51 a	-
<b>M</b>	9,40±0,89 a	8,20±1,30 a	7,80±0,45 a	5,40±1,82 a	5,20±2,28 a	3,60±1,82 a	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

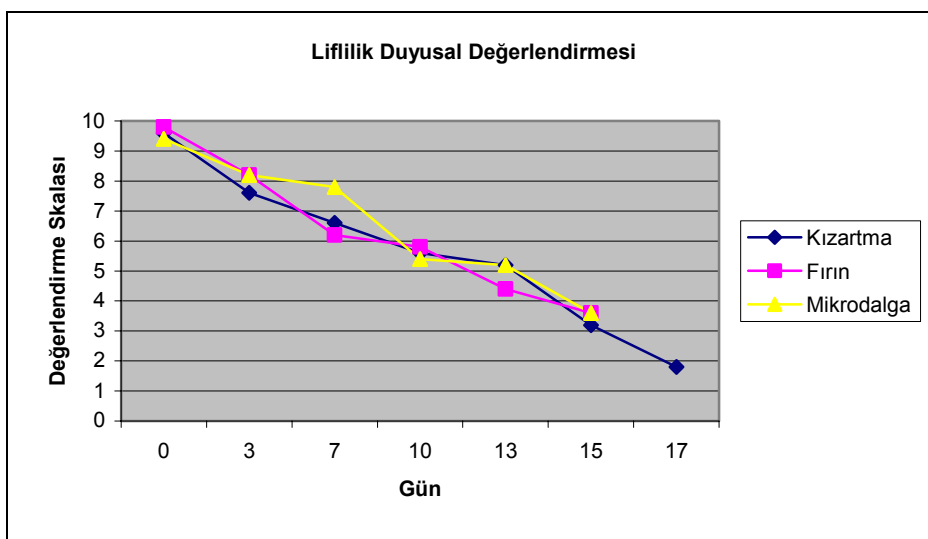
(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

10 değeri lifliliği ifade ederken, puanlama 0'a doğru gittiğinde liflilik belirsizleşir. Depolama günlerinde tüm pişirme yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Çizelge 23 'de depolamaya bağlı liflilik puanlamaları gösterilmiştir. Liflilik puanlamalarının depolama sonunda belirgin şekilde düştüğü saptanmıştır. Bu düşüş bozulmaya paralel olarak balıkların liflerinin belirsizleştiğini göstermektedir. Bu azalma grafiksel olarak Şekil 11' de gösterilmiştir.



Şekil 11. Depolamaya bağlı liflilik değişimleri

. Sululuk analiz bulguları

Sululuk; ürün tarafından absorblanan yada üründen salınan suyun algılanmasını tanımlayan yüzey doku özelliği olarak ifade edilir. 10 değeri sululuğun yoğun olduğunu ifade ederken, puanlama 0'a doğru gittiğinde sululuk düşer. Depolama günlerinde tüm pişirme yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Çizelge 24 'de depolamaya bağlı sululuk puanlamaları gösterilmiştir

Çizelge 24. Depolama boyunca sululukta saptanan değişimler\*

SULULUK

GÜN	0	3	7	10	13	15	17
K	4,20±3,49 a	4,80±3,19 a	4,80±1,79 a	4,60±2,07 a	5,20±1,79 a	2,80±2,28 a	4,00±0,00 a
F	4,40±4,28 a	5,60±3,05 a	4,40±2,07 a	4,80±2,17 a	6,40±2,07 a	2,60±2,70 a	-
M	4,00±4,12 a	5,60±3,44 a	6,80±2,77 a	4,20±1,79 a	5,60±0,89 a	2,80±2,49 a	-

(\*) : n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

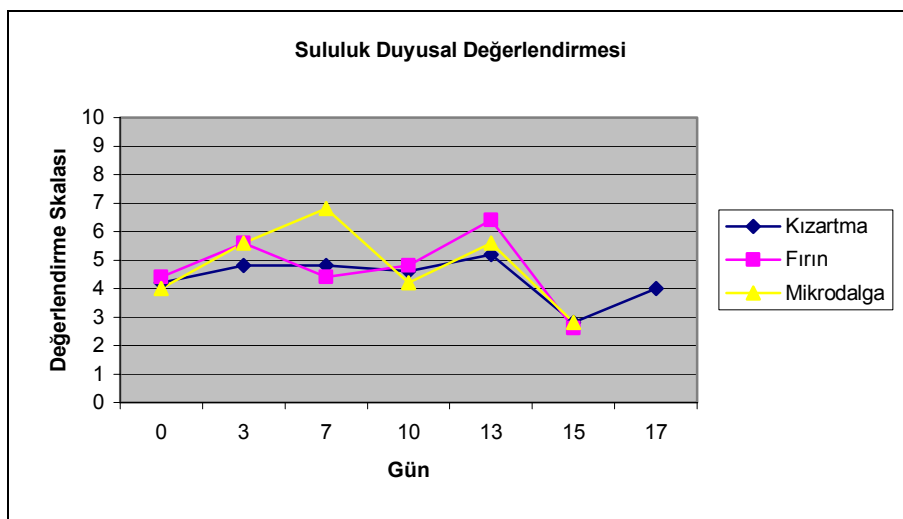
(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur ( $p<0,05$ )

K: Kızartılmış levrek

F: Fırında pişirilmiş levrek

M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Sululuk puanlamalarının depolama sonunda belirgin şekilde düştüğü saptanmıştır. Bu azalma grafiksel olarak Şekil 12' de gösterilmiştir.



Şekil 12. Depolamaya bağlı sululuk değişimleri

. Yağlılık analiz bulguları

Yağlılık; üründeki yağın kalitesini veya niteliğini algılama ile bağlantılı olan yüzey doku özelliği olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 25. Depolama boyunca yağlılıkta saptanan değişimler\*

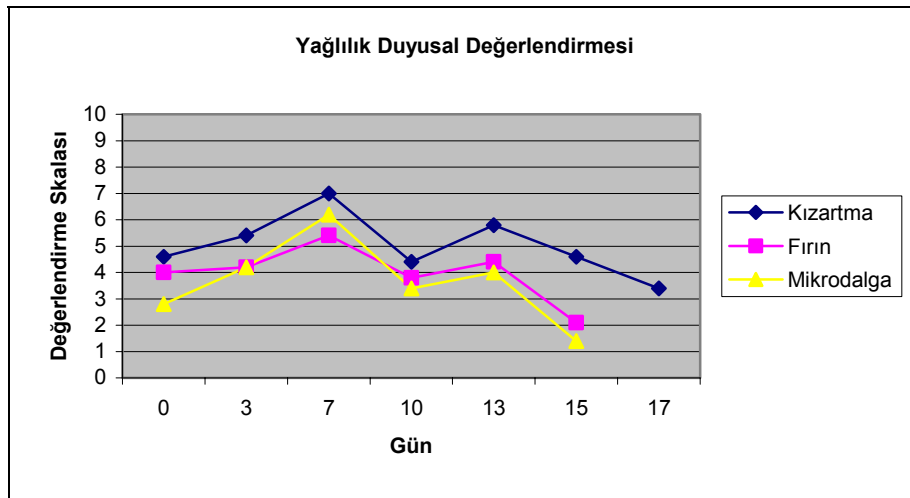
YAĞLILIK							
GÜN	0	3	7	10	13	15	17
K	4,60±2,88 <sup>a</sup>	5,40±2,51 <sup>a</sup>	7,00±1,58 <sup>a</sup>	4,40±1,52 <sup>a</sup>	5,80±1,10 <sup>a</sup>	4,60±1,67 <sup>a</sup>	3,40±0,55 <sup>a</sup>
F	4,00±2,83 <sup>a</sup>	4,20±2,17 <sup>a</sup>	5,40±1,67 <sup>a</sup>	3,80±0,84 <sup>a</sup>	4,40±2,51 <sup>a</sup>	2,10±1,92 <sup>ab</sup>	-
M	2,80±3,03 <sup>a</sup>	4,20±2,77 <sup>a</sup>	6,20±1,92 <sup>a</sup>	3,40±0,55 <sup>a</sup>	4,00±1,00 <sup>a</sup>	1,40±1,52 <sup>b</sup>	-

(\*): n=3; (aritmetik ortalama±standart sapma)

(<sup>a,b,c,d</sup>): aynı sütunda aynı harflerde önemli bir fark yoktur (p<0,05)

K: Kızartılmış levrek F: Fırında pişirilmiş levrek M: Mikrodalgada pişirilmiş levrek

Yağlılık değerlendirmesi için verilen 10 değeri yağlılığın çok olduğunu ifade ederken, puanlama 0'a doğru gittiğinde yağlılık belirsizleşir. Depolama günlerinde 15. gün hariç tüm pişirme yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). 15. gün kızartılmış levrek ile fırında pişirilmiş fark önemsizken, fırında pişirilmiş levrekle mikrodalga fırında pişirilmiş levreğin arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0,05). Kızartılmış levrekle mikrodalgada pişirilmiş levrekte 15. günde aradaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). Çizelge 25 'de depolamaya bağlı yağlılık puanlamaları gösterilmiştir. Farklı yöntemlerle pişirilmiş levreklerin depolama boyunca yağlılık puanlamalarındaki değişimler grafiksel olarak Şekil 13' de gösterilmiştir.



Şekil 13. Depolamaya bağlı yağlılık değişimler

## 5. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde deniz balıkları yetiştiriciliği çipura ve levrek üzerinde yoğunlaşmıştır. 1998 yılı verilerine göre deniz balıkları yetiştiriciliği 23410 tondur ve bu üretimin 8660 tonu levrek balığı yetiştiriciliğini kapsamaktadır (Anonymous, 1993 ve 1999; Anonim,2000). Levrek balığı üretimi, toplam deniz balıkları yetiştiriciliğine %37 oranında katkı sağlamaktadır.

Son birkaç yıla kadar genellikle taze olarak tüketilen su ürünleri, günümüzde soğutma, dondurma, tuzlama, konserve, tütsüleme, kurutma, salamura gibi işleme ve muhafaza teknolojilerine tabi tutularak tüketicilere sunulmaktadır. Türkiye’de son yıllarda dondurma ve soğutma teknolojilerinin yanı sıra, konserve, füme ve değişik ürün elde etmeye yönelik uygulamalar da yaygınlaşmaktadır.

Günümüzde insanların yaşam koşulları nedeniyle beslenmelerine ayırabildikleri vakit azdır bu nedenle kolay hazırlanabilir ve besleyici değeri yüksek gıdalara ihtiyaç duyulmaktadır. Balık, içerdiği w-3 yağ asitleri açısından son derece faydalıdır ve doğru pişirme yöntemi uygulanarak faydası daha da arttırılabilir.

Bu araştırmada taze kültür levrek balığı kızartılmış, fırında ve mikrodalga fırında pişirilmiştir. Pişirilmiş levrekler besinsel kompozisyon analizleri uygulanarak % nem, % protein, % kül ve % yağ oranları saptanmıştır. Nem oranı ,taze levrek balığında % 71.62±0.23 olarak saptanmıştır. Bu oran kızartılmış levrek balığında % 62.90±4.47, fırında pişirilmiş levrekte % 66.47±3.08 ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrekte % 69.29±0.38 olarak bulgulanmıştır. Kızartılmış levrek balığının nem oranında, taze levrek balığının nem oranına kıyasla belirgin düşüş saptanmasının sebebi, bir kaplamayla kızartmanın yoğun nem kaybına sebep olmasındandır. Nem oranının düşmesi pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi ile de ilişkilidir. Ayrıca kızartma işlemi uygulanırken, tavanın üzerinin açık olmasında nem kaybına neden olur.

Protein oranı, taze levrek balığında % 18.47±0.43 olarak saptanmıştır. Bu oran fırında pişirilmiş levrek balığında % 21.13±0.65, kızartılmış levrek balığında % 24.30±0.67 ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında %26.54±0.71 olarak saptanmıştır. Mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığı ve kızartılmış levrek balığı en yüksek protein oranına sahiptir. Pişirme esnasındaki su kaybı protein oranının yüksek olmasında etkilidir. Kül oranı, taze levrek balığında % 0.92±0.40 olarak saptanmıştır. Bu oran fırında pişirilmiş levrek balığında % 2.18±0.25, kızartılmış levrekte % 2.41±0.49 ve mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında % 2.90±0.53 olarak bulgulanmıştır. Pişirilmiş levrek balıklarının nem oranları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yağ oranı, taze levrek balığında %  $4.18 \pm 0.26$  olarak saptanmıştır. Bu oran mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında %  $5.15 \pm 0.22$ , fırında pişirilmiş levrek balığında %  $5.88 \pm 0.05$  ve kızartılmış levrek balığında %  $6.91 \pm 0.16$  olarak bulgulanmıştır. Yağ oranı kızartılmış levrekte önemli derecede artmıştır. Bu artış pişirme yağının absorpsiyonu ile ilişkilidir. Bir kaplama maddesiyle kızartma çok miktarda yağ absorpsiyonuna neden olur. Balıkları derin yağda kızartma işlemi, sadece toplam yağ oranının artışına sebep olmakla kalmaz aynı zamanda yapılan diğer çalışmalardan görüldüğü gibi w-3 seviyesini sınırlandırarak, w-6/w-3 PUFA oranında da artışa neden olur.

Bu çalışmada yağ asitleri kalitesi açısından değerlendirme yapılırken, özellikle w-6/w-3 yağ asitleri oranı ve DHA/EPA oranları kıyaslanmıştır. w-6/w-3 PUFA oranı taze levrek balığında %  $0.49 \pm 0.01$  olarak saptanmıştır. Bu oran mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında %  $0.45 \pm 0.01$ , fırında pişirilmiş levrek balığında %  $0.66 \pm 0.02$  ve kızartılmış levrek balığında ise %  $1.82 \pm 0.03$  olarak bulgulanmıştır. Görüldüğü üzere w-6/w-3 oranı en düşük mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığında saptanmıştır. Kızartılmış levrek balığı ise en yüksek w-6/w-3 oranına sahiptir. Bu oranın kızartılmış levrekte yüksek olmasının sebebi; kızartma yağında yüksek oranda bulunan bitkisel orijinli yağ asitlerinden olan linoleic asitin oranının yüksek olmasındandır. Ayçiçek yağı oleic, palmitic ve linoleic asitlerce zengindir, kızartılma işlemi esnasındaki pişirme yağının absorpsiyonundan ötürü kızartılmış levrek balığının linoleic, oleic ve palmitic asit oranları artış göstermiştir. Fırında pişirilmiş levrekte balığının, pişirilme sırasında tepsiye yapışmasının engellenmesi için az miktarda da olsa sürülen ayçiçek yağı, w-6 oranının yükselmesine neden olmuştur. En düşük w-6/w-3 oranına sahip olması sebebiyle mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığı tüketimi sağlıklı beslenme açısından daha yararlıdır. Besinsel kompozisyon oranları kıyaslandığında da yağ oranının düşük, protein oranının yüksek olması sebebiyle mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığı sağlıklı beslenme açısından daha yararlıdır.

w-3 yağ asitleri, vücutta sentezlenmediği için mutlaka besinlerle dışardan alınmalıdır. En önemli esansiyel w-3 yağ asitleri olan eicosapentaenoic (EPA, 20:5 w-3) ve decosahexaenoic (DHA, 22:6 w-3) yağ asitleri, özellikle balık yağında bulunmaktadır.

DHA/EPA oranlarına bakıldığında yine mikrodalga fırında pişirilmiş levrek balığının % $3.24 \pm 0.03$  oranıyla bu esansiyel yağ asitlerince zengin olduğu saptanmıştır. Kızartılmış levrek balığında DHA/EPA oranı % $2.78 \pm 0.05$ , fırında pişirilmiş levrek balığında ise %  $2.46 \pm 0.21$  dır. Yüksek DHA/EPA yağ asidi oranıyla mikrodalga fırında pişirilmiş levrek özellikle koroner kalp yetmezliği olan hastalarda riski azaltır.

Çalışma sonucunda kızartılmış, fırında ve mikrodalga fırında pişirilmiş levreklerin vakum ambalajda +4°C’de dayanma sürelerinde farklılıklar gözlenmiştir. Diğer çalışmalarla kıyaslandığında vakum ambalajda paketlemenin O<sub>2</sub> ile teması keserek raf ömrünü etkin bir biçimde arttırdığı bulgulanmıştır. TVB-N analizine göre, kızartılmış ve +4°C’de vakum ambalajda depolanmış levrek balığının 40.79±0.00 değeriyle 17. günde, fırında pişirilmiş ve +4°C’de vakum ambalajda depolanmış levrek balığının 37.83±1.85 değeriyle yine 17.günde, mikrodalga fırında pişirilmiş ve +4°C’de vakum ambalajda depolanmış levrek balığının ise 38.72±0.51 değeriyle 15. günde tüketilemezlik sınırına ulaşmıştır.

Duyusal analiz değerlendirmelerinde ise taze lezzet ve taze koku fırında pişirilmiş levrek için 13. günde hoş algılanmadığı, 15. günde tüketilebilir olarak kabul görmediği saptanmıştır. Bu nedenle fırında pişirilmiş levrek TVB-N miktarına göre 17. günde tüketilemezlik sınırına ulaşırsa , tüketiciler açısından 15. günde tercih edilmemiştir.

Geçmişten süre geldiği üzere yarı paketlenmiş olan ürünlere olan talep, belirgin şekilde artmıştır. Bütün yada bölünmüş olarak soslu,tütsü ve/veya marinat olarak işlenmiş balık gelecekte marketlerde arzu edilebilen yeni ürünler olarak iyi bir yere sahip olacaktır.

Sonuç olarak gerek besinsel kompozisyon oranı, gerekse w-6/w-3 ve DHA/EPA oranlarına bakıldığında balığın özellikle kızartma yerine mikrodalga fırında pişirilerek tüketilmesinin sağlıklı beslenmede önemli rol oynayacağı saptanmıştır.

## 6. Kaynaklar

- Anonymous**, 1993. 1986-1991 Aquaculture Production Statistics. FAO Fisheries Circular, No:815, Rev.5, 213 p.
- Anonymous**, 1999. 1988-1997 Aquaculture Production Statistics. FAO Fisheries Circular, No:815, Rev.11, 203 p.
- A. O. A. C.**, 1984. Official methods of Analysis (14<sup>th</sup> ed.), Wash. D. C., Association Official Analytical Chemists.
- Agren, J. J. and Hänninen, O.**, 1993. Effects of cooking on the fatty acids of three freshwater fish species. Food Chemistry, 46, 377–382.
- Anonim**, 2000. 1998 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, (Yayınlanmamış).
- Beklevik, G., Polat, A., Özoğul F.**, 2005. Nutritional value of seabass (*Dicentrarchus labrax*) fillets during frozen (-18°C) storage. Turk J. Vet. Anim. Sci. 29 (2005)891-895, Tübitak.
- Bligh, E. G., Dyer, W. J.**, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Physiol, 35:473-477.
- Bognar, A.**, 1998. Comparative study of frying to other cooking techniques. Influence on the nutritive value. Grasus y Aceites, 49, 250-260.
- Candela, M., Astiasarán, I. and Bello, J.**, 1996. Effects of frying and warmholding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*) codfish (*Gadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). Food Chemistry, 58(3), 227–231.
- Carbonell, I., Izquierdo, L. and Costell, E.**, 2002. Sensory profiling of cooked gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Sensory evaluation procedures and panel training. Food Sci. Tech. Int., 8(3), 169-177.
- Connell, J.J.**, 1995. Control of Fish Quality, 4<sup>th</sup> Edition. Fishing News Books Limited, London
- Gall, K. L., Otwell, W. S., Koburger, J. A. and Appledorf, H.**, 1983. Effects of four cooking methods on proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. Journal of Food Science, 48, 1068–1074.
- García-Arias, M. T., Álvarez Pontes, E., García-Linares, M. C., García-Fernández, M. C. and Sánchez-Muniz, F. J.**, 2003a. Grilling of sardine fillets. Effects of frozen and thawed modality on their protein quality. Lebensm.-Wiss. U.-Technol., 36, 763-769.



- García-Arias, M. T., Álvarez Pontes, E., García-Linares, M. C., García-Fernández, M. C. and Sánchez-Muniz, F. J.,** 2003b. Cooking–freezing–reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. Food Chemistry, Volume 83, Issue 3, Pages 349-356.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P. and Cengiz, E.,** 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Food Chemistry, Volume 84, Issue 1, 19-22.
- Gordon, D. T., Ratliff, V.,** 1992. The implications of omega-3 fatty acids human health, Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick, 406 pp.
- Gorga, C.,** 1998. A new selected comments on lipids, Quality Assurance Seafood Appendix 1, 245 sh.
- Ikeda, S.,** 1979. Other organic components and inorganic components. In Advances in Fish Science and Technology (J.J. Connell, Ed.), pp. 111-124, Fishing News Books.
- Leaf, A. And Weber, P. C.,** 1988. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids, N. Engl.J. Med., 318, 549-557.
- Ludorf, W., Meyer, V.,** 1973. Fische und Fischerzeugnisse, Paul Parey, Verlag, Hamburg 176-269.
- Mai, J., Shimp, J., Weilhrauch, J. and Kinsella, J. E.,** 1978. Lipids of fish fillets: changes following cooking by different methods. Journal of Food Science, 43, 1669–1674.
- Matilla, P., Ronkainen, R., Lehtikoinen, K. and Piironen, V.,** 1999. Effect of household cooking on the vitamin D content in fish, eggs and wild mushrooms. Journal of Food Composition and Analysis, 12, 153–160.
- Nettleton, J. A.,** 2000. Seafood nutrition in the 1990's issues for the consumer, Seafood Science and Technology, chepter 4, Ed. By Graham Bligh Canadian. Inst. of Fish Tech., 32-39 pp.
- Nomikos, T., Karantonis, H. C., Skarvelis, C., Demopoulos, C. A., and Zabetakis, I.,** 2005. Antiatherogenic properties of lipid fractions of raw and fried fish. Food Chemistry, In Press, Corrected Proof, Available online
- Özogul, F., Polat, A. and Özogul, Y.,** 2004. The effects of modified atmosphere packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 85, 49-57.

- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N., & Kontominas, M.G.,** (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in ice. *Food Microbiology*, 20, 411-420
- Pokorný, J.,** 1999. Changes of nutrients at frying temperatures. In D. Boskou, & I. Elmadfa (Eds.), *Frying of food. Oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures* (pp. 69-103). Lancaster: Technomic Publishing CO. Inc.
- Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L.,** 1999. Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 9–16.
- Ranau, R., Oehlenschläger, J. and Steinhart, H.,** 2001. Aluminium levels of fish fillets baked and grilled in aluminium foil. *Food Chemistry*, 73(1), 1-6.
- Reddy, B. S.,** 1986. Amount and type of dietary fat and colon cancer: animal model studies. *Prog. Clin. Biol. Res.*, 222, 295-309.
- Rodrigo, J., Ros, G., Priago, J., Lopez, C. and Ortuno, J.,** 1998. Proximate and mineral composition of dried salted roes of hake (*Merluccius merluccius*, L.) and ling (*Molva molva*, L.). *Food Chemistry*, 63(2), 221–225.
- Schubring, R.,** 2002. Influence of freezing/thawing and frozen storage on the texture and colour of brown shrimp (*Crangon crangon*). *Archiv Lebensmittelhygiene*, 53(2), 34–36;
- Shahidi, F. and Botta, J. R.,** 1994. *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*, pp. 3-9. Chapman & Hall, London.
- Sánchez-Muñiz, F. J., Viejo, J. M. and Medina, R.,** 1992. Deep-frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acids composition of sardines and frying fats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 40, 2252–2256.
- Sahin, S. and Sumnu, G.,** 2001. Effects of microwave cooking on fish quality. *International Journal Of Food Properties*, 4(3), 501-512.
- Smith, J. P., Ramaswamy H. S. and Simpson B.K.,** 1990. Developments in food packaging technology. Part II: Storage aspects. *Review. Food Science and Technology*. November, 111-118.
- Turhan, S., Evren, M. and Yazıcı, F.,** 2001. Shelf-life of refrigerated raw anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Volume 18, Issue (3-4), 391-398.
- Toth-Markus, M. and Sass-Kiss, A.,** 1993. Effect of cooking on the fatty acid composition of silver carp. *Acta Alimentaria*, 22, 25–35.

**Unlusayın, M., Kaleli, S. and Gulyavuz, H.,** 2001. The determination of fresh productivity and protein components of some fish species after hot smoking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 661–664.

**Vyncke, W.,** 1996. Comparison of the official EC method for the determination of total volatile bases in fish with routine methods. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 47 : 110 -112.