

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI PIŞIRME YÖNTEMLERİNİN HAMSİ BALIĞININ BESİNSEL VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

HARUN URAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2006

**FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN HAMSİ BALIĞININ BESİNSEL VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

HARUN URAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2005.02.0121.007 Proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Araştırma
Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2006

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN HAMSİ BALIĞININ BESİNSEL VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

HARUN URAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez/...../2006 tarihinde aşağıdaki juri tarafından () not takdir edilerek
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Aydın YAPAR

N. G. Ö. 16 1

Muharrem Certel

Aydın Yapar

ÖZET

FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN HAMSI BALIĞININ BESİNSEL VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Harun URAN

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Mayıs 2006, 85 Sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde su ürünleri içerisinde büyük oranda tüketim potansiyeline sahip olan hamsi balığının, en yaygın pişirme yöntemleri (yağda kızartma, fırında pişirme, ızgarada pişirme) ile pişirilmesinden sonra besinsel ve kalite özelliklerinde meydana gelen değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Hamsi balıkları alınıp alınmaz laboratuara getirilerek temizleme ve fileto çıkarma işlemlerine tabi tutulmuş, üç farklı pişirme yöntemi (Izgarada pişirme, fırında pişirme, yağda kızartma) ve 2 farklı sıcaklık derecesinde (160, 180) pişirilmişlerdir. Çiğ ve pişirilmiş balıklardan alınan örneklerde kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır.

Elde edilen verilere göre, çiğ örneklerle kıyasla pişirilmiş hamsi balıkları kimyasal kompozisyon bakımından önemli değişim göstermiştir. Pişirilmiş örneklerin kuru madde içerikleri arttığından, ham kül, ham protein ve ham yağ değerleri de artış göstermiştir. En yüksek kül ve protein içeriğine ızgarada pişirilen örneklerde rastlanırken, en yüksek yağ içeriği, yağda kızartılan örneklerde gözlenmiştir.

Pişirme sıcaklığı hamsinin mineral madde konsantrasyonunda önemli ($p>0.01$) bir değişime neden olmazken, pişirme yöntemleri ise sadece kalsiyum, sodyum ve çinko konsantrasyonlarını etkilemiş ($p<0.01$) olup diğer mineraller üzerine etkisi ($p>0.01$) belirlenmemiştir.

Hamsi balığının yağasitleri kompozisyonu üzerine pişirme yöntemlerinin önemli etkisi bulunurken, pişirme sıcaklıklarının yağ asitleri kompozisyonunda önemli bir değişime neden olmadığı saptanmıştır. En yüksek tekli doymamış yağ asitleri oranı % 34.16'lık ile fırında pişirilmiş örneklerde gözlenirken, en yüksek çoklu doymamış yağ asitleri içeriği yağda kızartma ile önemli fark teşkil etmemekle birlikte yine fırında pişirilmiş örneklerde (% 35.01) gözlenmiştir.

Peroksit değerindeki değişim pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En yüksek peroksit değeri 180°C'de pişirilen örneklerde belirlenmiştir. Fırında pişirilmiş ve yağda kızartılmış örneklerin peroksit değerleri arasında farklılık bulunmamakla birlikte ızgarada pişirilen örneklerinkinden daha yüksek oldukları bulunmuştur.

Pişirme yöntemleri ve pişirme sıcaklıklarının balık etinin pH'sında önemli bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir. Penetrometre ile yapılan doku ölçümlerine göre ise ızgarada pişirilen örneklerin en sert yapıya, yağda kızartılan örneklerin ise en yumuşak yapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre de yağda kızartılmış örnekler panelistler tarafından en beğenilen ürün olmuştur.

Sonuç olarak yağda pişirilen örnekler duyusal açıdan daha çok tercih edilebilir bir özelliğe sahip olmakla birlikte, besin öğelerindeki kayıp diğer yöntemlerle pişirilmiş ürünlerden daha fazla olmaktadır. Sağlıklı tüketim açısından fırında ve ızgarada pişirilmiş örnekler tavsiye edilebilir. Ancak ızgarada pişirilen örneklerin daha fazla nem kaybı nedeniyle daha sert bir yapıya sahip olması nedeniyle fırında pişirme yönteminin hamsi balıklarının pişirilmesinde en iyi yöntem olduğu söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELEER: Pişirme yöntemleri, hamsi, besin maddeleri, kalite özellikleri.

JÜRİ: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Aydın YAPAR



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT COOKING METHODS ON NUTRITIONAL AND QUALITY CHARACTERISTICS OF ANCHOVY

Harun URAN

M. Sc. Thesis in Food Engineering

Adviser: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

May 2006, 85 Pages

In this study, it was aimed to determine the nutritional and quality characteristics alteration after common used cooking methods (frying, oven cooking, grilling) of anchovy, which has crucial consumed potential among seafood in our country.

Anchovies that were transferred to the laboratory directly, were washed, eviscerated, beheaded and filleted. The fish were cooked by predicated methods (frying, oven cooking, grilling) at two different temperatures (160°C, 180°C). Chemical and physical analyses were performed in fresh and cooked fish samples.

According to the findings, there were no significant difference in chemical composition between fresh fish and cooked samples. Crude ash, crude protein and crude fat contents of cooked fish samples increased due to rise in dry matter contents. The highest ash and protein values were determined in grilled fish, whereas the fat level was high in fried fish.

Cooking temperature did not change ($p < 0.01$) the mineral contents of anchovy samples. However, cooking methods had significant ($p < 0.01$) effect on calcium, sodium and zinc, but no effect on the other minerals ($p > 0.01$).

Fatty acids composition of anchovy samples was affected by cooking methods, while no alteration was determined due to cooking temperature. The highest values of monounsaturated fatty acids of baked samples were found to be 34.16%. Polyunsaturated fatty acids in baked samples were also high and similar in fried anchovy samples.

Peroxide value significantly ($p<0.01$) changed by cooking methods and temperature. The highest peroxide value was determined in cooked samples at 180°C. Peroxide levels of baked and fried samples were similar and higher than grilled anchovy samples.

It was assigned that cooking methods and temperature did not affect the pH level of fish flesh significantly. According to the results of penetrometer measurements, grilled samples had hardest conformation, whereas the weakest tissue was measured in fried samples. The most favored fish sample was fried anchovy as a result of sensory panels.

In conclusion, fried fish samples, which were the most preferred, lost its nutritional characteristics more than other samples cooked in different methods. Grilled and baked fish samples can be recommended for healthy consumption. However, grilled fish samples had tough texture due to loss of moisture during cooking. Therefore, it is concluded that baking is the best cooking method for anchovy.

KEY WORDS: Cooking methods, anchovy, nutritional substances, quality characteristics

COMMITTEE: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Adviser)

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Aydın YAPAR

ÖNSÖZ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanların dengeli ve sağlıklı beslenebilmeleri, bitkisel ve hayvansal gıdaları yeterli oranda almaları ile mümkündür. Tüketicilerin ekonomik düzeyi de bu gıdalardan hangilerini tükettikleri konusunda etkili olmaktadır. Su ürünleri en ucuz besin kaynağı olma özelliğini korumaktadır. Tatlı su ve deniz balıkları insanların beslenmesinde büyük önem taşımaktadır. Etrafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, var olan su ürünleri potansiyelinden yeterince faydalandığı söylenemez. Yine de hamsi balığı yıllardır en çok avlanan ve tüketilen su ürünü olma özelliğini korumaktadır.

Yapılan bu çalışma ile hamsi balığının farklı pişirme yöntemleri (fırında ve ızgarada pişirme, yağda kızartma) ile pişirilmesinden sonra besin değerinin belirlenmesi ve kalite özelliklerinin değişimi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmamın gerçekleşmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nalan Gökoğlu'na (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), analizlerimin yapılması ve tezimin yazımında sağladığı desteklerden dolayı Arş. Gör. Pınar Yerlikaya'ya (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), tezimin yazımı aşamasında yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşım Osman Arslan'a (Akdeniz Üniversitesi Kimya Bölümü), yine çalışmamın çeşitli aşamalarında bana yardımcı olan değerli arkadaşım Engin Ülker ve değerli kardeşim Mesut Şahan'a, özellikle manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim aileme, araştırmamı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu yetkili ve çalışanlarına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Pişirme.....	18
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Kimyasal analizler.....	19
3.2.1.1. Kuru madde tayini.....	19
3.2.1.2. Ham protein tayini.....	19
3.2.1.3. Ham kül tayini.....	20
3.2.1.4. Ham yağ tayini.....	20
3.2.1.5. Mineral madde tayini.....	20
3.2.1.6. Peroksit değeri tayini.....	21
3.2.1.7. Yağ asitleri tayini.....	21
3.2.2. Fiziksel analizler.....	22
3.2.2.1. Renk ölçümü.....	22
3.2.2.2. Penetrometre ile penetrasyon değeri ölçümü.....	22
3.2.2.3. pH ölçümü.....	23
3.2.3. Duyusal analizler.....	23
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	24
4. BULGULAR.....	25
4.1. Kimyasal Analiz Bulguları.....	25

4.1.1. Ham besin maddeleri kompozisyonu.....	25
4.1.1.1. Kuru madde içeriği.....	25
4.1.1.2. Ham kül içeriği.....	27
4.1.1.3. Ham yağ.....	29
4.1.1.4. Ham protein içeriği.....	30
4.1.1.5. Mineral madde içeriği.....	32
4.1.2. Peroksit değeri.....	48
4.1.3. Yağ asitleri kompozisyonu.....	50
4.2. Fiziksel Analiz Sonuçları.....	55
4.2.1. pH değeri.....	55
4.2.2. Penetrometre ile penetrasyon değeri ölçümü.....	57
4.2.3. Renk ölçümü.....	59
4.2.3.1. L değeri.....	60
4.2.3.2. “a” değeri.....	61
4.2.3.3. “b” değeri.....	63
4.3. Duyusal Analiz Sonuçları.....	64
5. TARTIŞMA.....	67
6. SONUÇ.....	77
7. KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	85

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

BF ₃	Boron triflorür
DHA	Dekosaheksaenoik asit
EPA	Eikosapentaenoik asit
F	Faktör
He	Helyum
KO	Kareler ortalaması
MUFA	Tekli doymamış yağ asitleri
NaOH	Sodyum hidroksit
(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonyum sülfat
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
SD	Serbestlik derecesi
SFA	Doymuş yağ asitleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin kuru madde içerikleri.....	27
Şekil 4.2. Çiğ ve pişirilmiş balıkların ham kül içerikleri.....	28
Şekil 4.3. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin ham yağ oranları.....	30
Şekil 4.4. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin % protein değerleri.....	32
Şekil 4.5. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin kalsiyum içerikleri.....	35
Şekil 4.6. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin sodyum içerikleri.....	36
Şekil 4.7. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin potasyum içerikleri.....	38
Şekil 4.8. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin magnezyum içerikleri.....	40
Şekil 4.9. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin fosfor içerikleri.....	41
Şekil 4.10. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin çinko içerikleri.....	43
Şekil 4.11. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin demir içerikleri.....	45
Şekil 4.12. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin mangan içerikleri.....	46
Şekil 4.13. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin bakır içerikleri.....	48
Şekil 4.14. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin peroksit değerleri.....	50
Şekil 4.15. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin pH değerleri.....	57
Şekil 4.16. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin penetrometre ile penetrasyon değeri ölçümleri.....	59
Şekil 4.17. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin L değerleri.....	61
Şekil 4.18. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerleri.....	62
Şekil 4.19. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerleri	64
Şekil 4.20. Pişirilmiş hamsi örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Balıklarda bulunan vitaminlerin ortalama miktarları.....	2
Çizelge 1.2. Balıklarda mineral maddeler	3
Çizelge 1.3. Balıklarda bulunan yağ asitleri	4
Çizelge 1.4. Türkiye’de 1974-2003 yıllarında avlanan hamsinin, deniz balıkları avı ve toplam su ürünleri üretimindeki payı.....	8
Çizelge 2.1. Değişik yöntemlerle pişirilen hamsi balığı örneklerinin toplam demir içeriği	12
Çizelge 2.2. Taze ve değişik yöntemlerle pişirilmiş gökkuşuğu alabalığının genel kompozisyonu.....	13
Çizelge 2.3. Farklı yöntemlerle pişirilen som balığının yağ asitleri içeriği	14
Çizelge 2.4. Yemeklik yağda kızarılan morina ve som balığının temel yağ asitleri miktarları	15
Çizelge 2.5. Zeytin yağında kızartılan morina ve som balığının temel yağ asitleri miktarları	16
Çizelge 3.1. Balık örneklerinin duyuşal değerdendirilmesinde kullanılan skala.....	23
Çizelge 4.1. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin kimyasal kompozisyonu.....	25
Çizelge 4.2. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin kuru madde içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	26
Çizelge 4.3. Hamsinin kuru madde miktarının pişirme sıcaklığına göre değışimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.4. Hamsinin kuru madde miktarının pişirme yöntemlerine göre değışimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.5. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin ham kül değerdlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	27
Çizelge 4.6. Ham kül miktarının pişirme sıcaklığına göre değışimine ait duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	28
Çizelge 4.7. Ham kül miktarının pişirme yöntemlerine göre değışimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	28
Çizelge 4.8. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin yağ içeriğine ait Varyans Analizi	

sonuçları.....	29
Çizelge 4.9. Ham yağ miktarının pişirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	29
Çizelge 4.10. Ham yağ miktarının pişirme yöntemlerine göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	29
Çizelge 4.11. Farklı yöntemlerle pişirilmiş balıkların protein içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	31
Çizelge 4.12. Hamsinin protein içeriklerine pişirme sıcaklığın etkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	31
Çizelge 4.13. Hamsinin protein içeriklerine pişirme yöntemlerinin etkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	31
Çizelge 4.14. Çiğ ve pişirilmiş balıkların makro element konsantrasyonları.....	32
Çizelge 4.15. Çiğ ve pişirilmiş balıkların mikro element konsantrasyonları.....	33
Çizelge 4.16. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsilerin kalsiyum içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	33
Çizelge 4.17. Pişirilmiş hamsilerin kalsiyum içeriklerinin pişirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	34
Çizelge 4.18. Pişirilmiş hamsilerin kalsiyum içeriklerinin pişirme yöntemlerine göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	34
Çizelge 4.19. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin sodyum içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	35
Çizelge 4.20. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin sıcaklıkla ilişkili sodyum içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.21. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin pişirme yöntemleri ile ilişkili sodyum içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.22. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin potasyum içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	37
Çizelge 4.23. Hamsinin potasyum içeriklerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	37
Çizelge 4.24. Hamsinin potasyum içeriklerinin pişirme yöntemi ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	37
Çizelge 4.25. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin magnezyum içeriklerine ait Varyans	

Analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.26. Hamsinin magnezyum içeriklerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.27. Hamsinin magnezyum içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.28. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin fosfor içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.29. Hamsinin fosfor içeriklerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.30. Hamsinin fosfor içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.31 Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin çinko değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	42
Çizelge 4.32. Hamsinin çinko içeriklerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.33. Hamsinin çinko içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.34. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin demir içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.35. Hamsinin demir içeriklerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.36. Hamsinin demir içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.37. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin mangan içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.38. Hamsinin mangan içeriklerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.39. Hamsinin mangan içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.40. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin bakır içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.41. Hamsinin bakır içeriklerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan	

Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.42. Hamsinin bakır içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.43. Taze ve pişirilmiş hamsi örneklerinin peroksit değerleri.....	48
Çizelge 4.44. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin peroksit değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.45. Hamsinin peroksit değerlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.46. Hamsinin peroksit değerlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.47. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu.....	51
Çizelge 4.48. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin doymuş yağ asitleri içeriğine ait Varyans Analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.49. Hamsi örneklerindeki doymuş yağ asitlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	52
Çizelge 4.50. Hamsi örneklerindeki doymuş yağ asitlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	52
Çizelge 4.51. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin tekli doymamış yağ asitleri içeriğine ait Varyans Analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.52. Hamsi örneklerindeki tekli doymamış yağ asitlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.53. Hamsi örneklerindeki tekli doymamış yağ asitlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.54. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin çoklu doymamış yağ asitleri içeriğine ait Varyans Analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.55. Hamsi örneklerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.56. Hamsi örneklerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.57. Kızartmada kullanılan ayçiçek yağının kızartma öncesi ve sonrası yağ asitleri profili.....	55
Çizelge 4.58. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin pH değerleri.....	55

Çizelge 4.59. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	56
Çizelge 4.60. Hamsinin pH değerlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.61. Hamsinin pH değerlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.62. Taze ve pişirilmiş hamsi örneklerinin penetrasyon değerleri	57
Çizelge 4.63. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin penetrasyon değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.64. Hamsinin penetrasyon değerlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.65. Hamsinin penetrasyon değerlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.66. Çiğ ve pişirilmiş hamsi balıklarının L, a, b değerleri.....	59
Çizelge 4.67. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin L değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.68. Hamsinin L değerlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.69. Hamsinin L değerlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.70. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin a değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	61
Çizelge 4.71. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	62
Çizelge 4.72. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	62
Çizelge 4.73. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin b değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.....	63
Çizelge 4.74. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerlerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	63
Çizelge 4.75. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerlerinin pişirme yöntemleri	

ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	63
Çizelge 4.76. Pişirilmiş hamsi örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.77. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin duyusal analiz puanlarına ait Varyans Analizi sonuçları.....	65
Çizelge 4.78. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin duyusal analiz puanlarının pişirme sıcaklığı ile değişimine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	65
Çizelge 4.79. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin duyusal analiz puanlarının pişirme yöntemleri ile değişimine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	65



1. GİRİŞ

Günümüzde gıda maddelerinin hijyenik ve ekonomik olmasının yanı sıra, protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeleri dengeli oranda içermesi de arzu edilmektedir. Bu isteğe cevap verebilen gıda gruplarından biri su ürünleri olup, bu gıda grubu içerisinde en ön sırayı balık almaktadır.

Su ürünlerinin insan beslenmesindeki başlıca önemi, sağlıklı beslenme açısından gerekli maddeleri istenilen düzeyde bulundurmasından kaynaklanmaktadır. Gıda maddeleri, taşıdıkları yüksek değerli proteinler esas alınarak beslenmedeki önemlerine göre sıralanırlar. Beslenmede önemli yer tutan bazı besin maddeleri, taşıdıkları değerli proteinlere göre sıralandığında balık anne sütünden sonra ikinci sırada yer almaktadır. İnek sütü ve kırmızı et, balıktan sonra gelmektedir (İnal 1988).

Et ve süt gibi balık da “Biyolojik Değeri Yüksek” proteinli bir gıda maddesidir. Balık eti genel olarak % 17-22 arasında protein içerir. Proteinlerin büyük ve karmaşık yapısına rağmen, yapı taşları olan amino asitler basit organik maddelerdir. Aminoasitlerin önemli bir kısmı vücutta sentezlenirler. Bununla birlikte bazı amino asitler vücutta sentezlenemezler. Bu aminoasitlerin dışardan alınması gerekmektedir. Bu aminoasitler esansiyel aminoasitler olarak adlandırılırlar. Bunlar Lisin, Triptofan, Fenilalanin, Metiyonin, Treonin, Lösin, İzolösin ve Valin’dir. Biyolojik değeri yüksek protein, bütün esansiyel aminoasitleri en uygun oranda içeren proteindir. Balık eti esansiyel aminoasitlerin %95’ini karşılayabilmektedir (Keskin 1981, İnal 1988). Bunun yanı sıra balık, bağ dokusunun azlığı nedeniyle çok kolay sindirilebilmektedir (Gökoğlu 2002).

Bir gıda maddesinin kalitesi, taşıdığı proteinli maddelerin sindirim sisteminde enzimlerin etkisiyle hızlı çözülebilir nitelikte olmasına bağlıdır. Balık eti proteinleri, çabuk çözülme, kolay sindirilme özellikleri ile gelişmekte olan, bedensel ve zihinsel faaliyetleri yoğun olan insanlar için vazgeçilmez bir besin kaynağı olma özelliği taşımaktadır (İnal 1988). Ayrıca balık etinde önemli oranda vitamin ve mineral

maddeler bulunmaktadır. Vitaminler özellikle balık yağında bulunurlar. Yağlar, A, D, E ve K gibi vitaminlerin taşıyıcısı durumundadırlar (Baysal 1995). Balıklarda bulunan vitaminlerin ortalama miktarları Çizelge 1.1’de, mineral maddeler Çizelge 1.2’de ve yağ asitleri Çizelge 1.3’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Balıklarda bulunan vitaminlerin ortalama miktarları (µg/100g) (İnal 1988)

Tiamin	50
Riboflavin	120
Nikotinik asit	3000
Vitamin B ₁₂	1
Pentotenik asit	500
Pridoksin (B ₆)	500
Biotin	5
Folik asit	80
Vitamin C	3000
Vitamin A	25
Vitamin D	15
Vitamin E	12

Çizelge 1.2. Balıklarda mineral maddeler (µg/100g) (İnal 1988)

Potasyum	300
Klorürler	200
Fosfor	200
Kükürt	200
Sodyum	65
Magnezyum	25
Kalsiyum	15
Demir	1.5
Mangan	1
Çinko	1
Flor	0.5
Arsenik	0.4
Bakır	0.1
İyot	0.1

Çizelge 1.3. Balıklarda bulunan yağ asitleri (Dönmez ve Tatar 2001)

Karbon ve çift bağ	Yağ asidi
C _{4:0}	Butanoik asit
C _{6:0}	Heksanoik asit
C _{8:0}	Oktanoik asit
C _{10:0}	Dekanoik asit
C _{11:0}	Andekanoik asit
C _{12:0}	Dodekanoik asit
C _{13:0}	Tridekanoik asit
C _{14:0}	Tetradekanoik asit
C _{14:1}	Tetradekenoik asit
C _{15:0}	Pentadekanoik asit
C _{15:1} cis 10	cis 10 Pentadekenoik asit
C _{16:0}	Heksadekanoik asit
C _{16:1}	Heksadekenoik asit
C _{17:0}	Heptadekanoik asit
C _{17:1} cis 10	cis 10 Heptadekenoik asit
C _{18:0}	Oktadekanoik asit
C _{18:1} trans 9	trans 9 Oktadekenoik asit
C _{18:1} cis 9	cis 9 Oktadekenoik asit
C _{18:2} trans 9-12	trans 9-12 Oktadekadienoik asit
C _{18:2} cis 9-12	cis 9-10 Oktadekadienoik asit
C _{20:0}	Eikosonoik asit
C _{20:1}	Eikosenoik asit
C _{18:3} cis 6-9-12	cis 6-9-12 Oktadekatrienoik asit
C _{18:3} cis 9-12-15	cis 9-12-15 Oktadekatrienoik asit
C _{18:4}	Oktadekatetraenoik asit
C _{21:0}	Ankosanoik asit
C _{20:2}	Eikosadienoik asit
C _{22:0}	Dokosanoik asit
C _{22:1}	Dokosenoik asit
C _{22:2}	Dokosadienoik asit
C _{20:3} cis 11-14-17	cis 11-14-17 Eikosatrienoik asit
C _{20:3} cis 8-11-14	cis 8-11-14 Eikosatrienoik asit
C _{23:0}	Trikosanoik asit
C _{20:4}	Eikosatetraenoik asit
C _{20:5}	Eikosapentaenoik asit (EPA)
C _{24:0}	Tetrakosanoik asit
C _{24:1}	Tetrakosenoik asit
C _{22:6}	Dokosaheksaenoik asit (DHA)

Balık yağları, diğer sıvı ve katı yağlara göre daha kompleks bir yapıya sahiptir. Bu yağların en belirgin özellikleri çok sayıda doymamış çift bağa sahip olan yağ asitlerini yapılarında bulundurmış olmalarıdır. Bundan dolayı balık yağları biyokimyası, metabolizması, besleyici özellikleri ve farmakolojik etkileriyle dikkat çekmektedir (Yılmaz vd 1996).

Balık yağları çoklu doymamış yağ asitlerinin en iyi doğal kaynağıdır. Bu nedenle beslenmede gittikçe artan bir öneme sahiptir. Balık tüketiminin beslenme açısından önemi daha çok omega-3 yağ asitleri içeriği ile ilgilidir. Balık yağı doymamış yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit (EPA) ve dekosaheksaenoik asit (DHA)'ın tek kaynağıdır. Bu nedenle balıkların yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu önemlidir.

Balıklarda bulunan doymamış yağ asitleri ve miktarları (g/100g) (Gökoğlu 2002).

TEKLİ DOYMAMIS YAĞ ASİTLERİ

Palmitoleik asit	8
Oleik asit	15
Eikosenoik asit	36
Dokosenoik asit	11

ÇOKLU DOYMAMIS YAĞ ASİTLERİ

*Linoleik asit	2
*Linolenik asit	1
Eikosatetraenoik asit	0.7
Eikosapentaenoik asit	8-18

*Esansiyel yağ asitleri.

Balıkta ve balık yağında, uzun zincirli ve çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri vardır. Bunlar okyanusların, göllerin ve nehirlerin tabanındaki besin zincirinin belkemiğini oluşturan fitoplanktondan gelir, yani bitkisel kökenlidir. Fitoplankton tarafından sentez edilen EPA ve DHA daha sonra balıkların, kabuklu deniz hayvanlarının ve deniz memelilerinin bünyesine katılır. Bu yağ asitleri, vücutta önemli biyolojik ve biyokimyasal etkilere sahiptir ve bu yağ asitleri, bütün balıklarda ve kabuklu deniz hayvanlarında mevcuttur (Connor 1997).

Yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu balık türünden türüne değiştiği gibi, aynı tür içerisindeki balıklar arasında bile değiştiği bildirilmektedir (Sigurgisladottir ve Palmadottir 1993). Balıkların yağ asitleri kompozisyonu beslenme, mevsim ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerin yanında yaş, cinsiyet ve boy gibi biyolojik farklılıklardan da etkilenmektedir (Gallagher vd 1991).

Sağlık üzerine yapılan araştırmalarda, balık yağlarının omega-3 polienoik yağ asitlerinin, hiperlipidemiye önlemede bitkisel yağlardan çok daha fazla etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu yağ asitlerinin, karaciğerdeki yağ asidi sentezi ve lipoprotein oluşumunu etkili bir şekilde önlediği ve lipoprotein yıkımını arttırdığı belirtilmiştir (Kinsella vd 1977).

Gıdalardaki yağlarla sağlık arasındaki ilişkiler, balıklarda bulunan yağın, serum kolesterol seviyesini ve arterosklerotik riskini düşürmede önemli bir etken olabileceği ilk defa Eskimolar üzerinde yapılan araştırmalarda açıklık kazanmıştır. Omega-3 grubu doymamış yağ asitleri, serum trigliserid ve LDL kolesterol seviyesini düşürmede oldukça etkilidir (Yılmaz vd 1996). Ayrıca balık yağı ihtiva eden diyetler, kanın pıhtılaşmasında bir inhibitör etkiye sahiptir (Carroll 1986). Balık yağlarındaki polienoik yağ asitleri bu inhibitör etkilerinden dolayı, kalbin ani olarak felç durumu geçirmesi ve kalp krizinin başlıca nedeni olan tromboz riskini azaltmaktadır.

Serum trigliseridleri ve serum kolesterolündeki düşme, trigliserid sentezindeki azalmanın bir sonucu olarak karaciğer tarafından çok düşük yoğunluktaki lipoprotein (LDL) üretiminin azaltılmasıyla ilgili olabileceği iddia edilmektedir (Kinsella vd 1977).

Balık yağlarının yapısına giren başlıca bileşenler, yağ asitleri, trigliseridler, fosfolipidler, mum esteri, hidrokarbonlar, gliseril esterleri ve plazmalojenlerdir (Yılmaz vd 1996).

Birçok balık türünde %15-30 oranında 5 ile 6 çift bağ içeren yağ asitleri bulunmaktadır. Bitkisel ve diğer hayvansal orijinli yağlarda ise bu oran % 1 civarındadır (Kinsella vd 1977).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de balık, çeşitli şekillerde işlenerek ve pişirilerek önemli bir tüketim potansiyeli oluşturmaktadır. Ülkemizde balık yöresel özelliklere de bağılı olarak marinasyon, dumanlama, tuzlama gibi işleme şekillerine; tavada ve ızgarada kızartma, fırında buğulama, köfte yapma gibi pişirme işlemlerine tabi tutularak tüketilmektedir.

Ülkemiz, coğrafi yapısı ve iklim koşulları dikkate alındığında, deniz ve iç sularımızda çeşitli su ürünlerinin yetiştirilmesine ve geliştirilmesine imkan verecek kaynaklara sahiptir. Ancak ülkemizde istikrarlı balıkçılık politikası oluşturulamadığından, diğer ülkelerin bu konuda ilerleme kaydetmelerine rağmen Türkiye gelişmelerin gerisinde kalmıştır. Su ürünleri üretiminde 1970-1988 yılları arasında özellikle deniz balıkları av miktarında gözlenen artış, 1970'li yılların başlarından itibaren azalmıştır. Bu durum su ürünleri sektöründe uygulanan bazı teşvikler, muafiyetler ve sübvansiyonların avcılık sektöründe hızlı bir gelişme yaratarak avlanma gücünü arttırmasından kaynaklanmaktadır. 1988 yılından sonra üretimdeki dalgalanmalar, esasen deniz balıkları avının yarısından fazlasını (% 56.45) ve toplam üretimin ise yaklaşık yarısını (% 47.82) oluşturan hamsinin av miktarındaki değişikliklerden kaynaklanmıştır (Anonim 2001).

Çizelge 1.4. Türkiye’de 1974-2003 yıllarında hamsi balığının av miktarı ile toplam deniz balıkları ve toplam su ürünleri üretimindeki payı (%) (Anonymous 2003)

Yıllar	Hamsi (ton)	Deniz Balıkları (ton)	Hamsi (%)	Toplam Üretim (ton)	Hamsi (%)
1974	75 753	113 087	66.99	129 326	58.57
1975	59 302	101 596	58.37	122 138	48.55
1976	77 794	131 906	58.98	154 246	50.43
1977	79 459	145 346	54.67	167 078	47.56
1978	115 938	221 427	52.36	246 033	47.12
1979	139 515	324 913	42.94	351 511	39.69
1980	251 870	392 196	64.22	429 576	58.63
1981	273 020	434 244	62.87	471 066	57.96
1982	275 350	464 731	59.25	503 787	54.66
1983	300 372	511 526	58.72	557 288	53.90
1984	330 967	508 669	65.06	569 159	58.15
1985	284 576	519 911	54.73	580 773	49.00
1986	288 105	525 381	54.84	582 920	49.42
1987	310 298	562 697	55.14	627 913	49.42
1988	310 618	580 701	53.49	676 004	45.95
1989	98 620	361 770	27.26	457 116	21.57
1990	74 035	297 123	24.92	385 114	19.22
1991	90 637	290 046	31.25	364 661	24.85
1992	174 626	366 060	47.70	454 346	38.43
1993	227 130	453 123	50.12	556 044	40.85
1994	294 418	491 335	59.92	601 104	48.98
1995	387 574	557 138	69.56	649 200	59.70
1996	290 680	451 997	64.31	549 646	52.88
1997	241 000	382 065	63.08	500 260	48.17
1998	228 000	413 900	55.08	543 900	41.92
1999	350 000	510 000	68.63	636 824	54.96
2000	280 000	441 690	63.39	582 376	48.08
2001	320 000	465 180	68.79	594 977	53.78
2002	373 000	493 446	75.59	627 847	59.41
2003	295 000	416 126	70.89	587 715	50.19
Ortalama	212 304,40	368 509,10	56.45	439 293,80	47.82

Hamsi yıllardır Karadeniz’de en çok avlanan balık olma özelliğini korumaktadır. Çeşitli işleme şekillerine uygun niteliklere sahip olması nedeniyle özellikle Karadeniz Bölgesinde endüstrileşmiş bir üründür. Aynı zamanda hamsiden popüler bir çok balık yemeği de yapılmaktadır. Bu ürünler arasında hamsinin tavası, çorbası, pilavı, buğulaması, ızgarası gibi çok popüler ürünler yer almaktadır (Anonim 2001).

Gıda alımı ve sağlık arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalar çoğunlukla besin kompozisyonunda önemli değişimlere neden olan pişirme ve diğer işlemler dikkate alınmaksızın çiğ gıdalardan elde edilen bilgilere dayanmaktadır.

Gıdaların üretim, işleme, depolama ve taşıma süreçlerinin yanı sıra tüketim öncesi pişirilmeleri sağlıklı beslenme açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle pişirmede uygulanan yöntemler ve pişirme koşulları, besin öğelerinin korunmasında belirleyici rol oynar. Hazırlama ve pişirme işlemleri gıdaların bileşimini oluşturan besin öğelerinin kimyasal ve fiziksel yapılarında bazı değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır (Açkurt 1991).

Et ve balık gibi gıdalar pişirildiği zaman yenilebilir ve daha iyi sindirilebilir hale gelmektedir. Bununla birlikte pişirme sırasında uygulanan ısı işlem, yağ oksidasyonu ve protein fraksiyonunda bazı bileşenlerde değişime neden olarak, besin değerinde kayıplar meydana gelebilmektedir (Rodriguez-Estrada vd 1997).

Kızartma sırasında gıdanın bileşenleri arasında etkileşim meydana geldiği ve bu karşılıklı değişim ve etkileşimin balıkta eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit gibi bazı spesifik yağ asitlerinin konsantrasyonlarında önemli değişimlere neden olduğu bildirilmektedir (Gall vd 1983, Nawar vd 1990, Varela vd 1990, Sanchez-Muniz vd 1992).

Farklı pişirme yöntemlerinin balıkların yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisi konusunda da çalışmalar yapılmış, ancak bunların çoğu kızartma işlemi uygulanan ürünler üzerine olmuştur (Mai vd 1978, Gall vd 1983, Toth-Markus ve Sass-Kiss 1993, Agren ve Hanninen 1993, Sanches –Muniz vd 1992, Ohgaki vd 1994, Sioen vd 2005).

Balıkların fırında ve ızgarada pişirilmesi üzerine de çalışmalar yapılmış, bu çalışmalarda yağ asitleri kompozisyonunun yanı sıra toplam mineral madde içeriğindeki ve vitaminlerdeki değişimlere bakılmıştır (Kumar ve Aalbersberg 2005, Turhan vd 2004, Gall vd 1983, Buchhowski vd 1988).

Bu çalışmada, ülkemizde büyük oranda tüketim potansiyeline sahip olan hamsi balığının en yaygın pişirme yöntemleri (yağda kızartma, fırında pişirme, ızgarada pişirme)'nde ve iki farklı sıcaklıkta (160°C ve 180°C) pişirilmesinden sonra besinsel ve kalite özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Su ürünleri ve özellikle de balık, bünyesinde içerdiği yüksek değerli protein, vitaminler, mineral maddeler nedeniyle beslenme yönünden önemli bir kaynaktır. Hamsi balığı da bu besin maddeleri yönünden önemli bir potansiyeldir. Özellikle ülkemizde su ürünleri arasında en çok tüketilen balık türü olan hamsi, değişik şekillerde işlenerek ya da pişirilerek gerek beslenmeye, gerekse sağlığa önemli katkılarda bulunmaktadır. Ancak bütün bunların dışında ülkemizde tüketiciler ne yazık ki işlenmemiş balığın ve işlenmiş ya da pişirilmiş balığın besin değeri hakkında çok az bilgiye sahiptirler.

Önemli bir tüketime sahip ve ticari değeri olan hamsi üzerine dünyada olduğu gibi ülkemizde de birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar daha çok hamsi balığının değişik şekillerde depolanmasına yöneliktir. Birçok araştırmada değişik şekillerde depolanan hamsi balıklarının besinsel ve kalite değişimleri incelenmiştir. Farklı işleme ve pişirme yöntemlerinin balıkların fiziksel ve kimyasal kalite özellikleri üzerine etkileri ile ilgili olarak yapılan araştırmalar ise, daha çok yağ asitleri bileşimi üzerinde yoğunluk kazanmıştır.

Shozen vd (1997), antioksidanların ve vakum paketlemenin hamsi balıklarının depolanması esnasında kolesterol oksidasyonuna etkisini incelemişlerdir. Kolesterol oksidasyonunu kontrol altında tutmanın en etkili yolunun, hamsi örneklerini vakum altında paketlenerek depolamak olduğu sonucuna varmışlardır.

Ovayolu (1997) yaptığı çalışmada, marine edilmiş hamsilerde yağ asitlerinin depolama süresince değişimini incelemiştir. Sonuç olarak hamsi marinatlarının 90 günlük soğuk muhafazası sırasında yağ asitleri içeriğinde önemli bir değişim olmadığını saptamıştır.

Önceden beri araştırmacılar, insan vücudu için yararlı fonksiyonlar sağlayan besin maddelerinin, gıdaların pişirilmesi sonucu azaldığını belirtmişlerdir. Bu besin elementlerinin büyük çoğunluğunu vitaminler oluşturmaktadır (Hill 1994).

Kumar ve Aalbersberg (2005), balık örneklerini evlerde en çok kullanılan pişirme yöntemleriyle pişirmişler ve vitaminlerin değişimini gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda fırında pişirilen balıkların daha az vitamin kaybına uğradıklarını tespit etmişlerdir. Buharda pişirme metodunun bütün vitaminler için (özellikle de tiamin, riboflavin, ve askorbik asit) yıkıcı bir yöntem olduğunu bulmuşlardır.

Bazı araştırmacılar, ısıtmanın balık etindeki toplam demir ve hem demiri üzerine etkisini incelemişlerdir. Gall vd (1983), ızgarada, tavada ve mikrodalgada pişirmenin balık etinin demir konsantrasyonunu kayda değer bir şekilde etkilediğini bildirmişlerdir.

Yine bazı araştırmacılar, hamsi balıklarının net et verimi ve kimyasal kompozisyonu üzerine yaptıkları araştırmalar sonucunda, hamsi balığının özellikle protein ve yağ açısından önemli bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir (Karaçam ve Düzgüneş 1988, Karaçam ve Boran 1990).

Turhan vd (2004), hamsi balığını fırında, ızgarada, tavada ve mikrodalgada pişirmiş ve bu pişirme işlemleri sonucunda balığın toplam demir içeriklerini karşılaştırmışlardır ve çalışma sonunda fırında ve mikrodalgada pişirilmiş hamsiler arasında toplam demir içeriği yönünden önemli bir farklılık olmadığı belirlemişlerdir. Toplam demir kaybı en çok %52.6'lık oranla ızgarada pişirme yöntemi ile %38.5'lik oranla mikrodalgada pişirme yöntemlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Değişik yöntemlerle pişirilen hamsi balığında toplam demir içeriği (Turhan vd 2004)

	Toplam demir ($\mu\text{g/g}$)
Taze hamsi	38.4
Fırında pişirilmiş hamsi	25.5
Mikrodalgada pişirilmiş hamsi	23.9
Izgarada pişirilmiş hamsi	18.4

Ersoy vd (2005), 4 farklı pişirme yönteminin (fırında, ızgarada, mikrodalgada ve tavada pişirme) levrek balığının ağır metal konsantrasyonuna etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda tavada pişirme ve mikrodalgada pişirme yöntemlerinin balık örneklerinde As ve Cd içeriğini önemli derecede arttırdığını saptamışlardır. Bu yüzden bu yöntemlerin uygun olmadığını bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada fırında pişirme ve ızgarada pişirme yöntemlerinin örneklerde ağır metal konsantrasyonunu istatistiksel olarak önemsiz miktarda arttırdığını, Pb konsantrasyonunun ise fırında pişirilmiş örneklerde kayda değer bir şekilde azaldığını tespit etmişlerdir.

Gökoğlu vd (2003), 5 farklı pişirme yönteminin (tavada kızartma, haşlama, fırında pişirme, ızgarada pişirme ve mikrodalgada pişirme) gökkuşağı alabalığının kompozisyon ve mineral madde içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen verilere ilişkin bilgiler Çizelge 2.2’de verilmiştir. Bu çalışmada fırında ve ızgarada pişirilen örneklerde daha az besin maddeleri kaybı gözlenmiştir.

Çizelge 2.2. Taze ve değişik yöntemlerle pişirilmiş gökkuşağı alabalığının kimyasal kompozisyonu (Gökoğlu vd 2003)

	Nem (%)	Protein (%)	Kül (%)	Yağ (%)
Taze	73.38	19.80	1.35	3.44
Yağda kızartılmış	62.69	26.34	1.66	12.70
Haşlanmış	69.16	20.66	1.61	4.32
Fırında pişirilmiş	65.30	23.26	1.41	6.21
Izgarada pişirilmiş	65.83	25.00	1.54	5.95
Mikrodalgada pişirilmiş	63.52	29.04	1.53	4.52

Gladyshev vd (2005) pişirme yöntemlerinin (haşlama, tavada pişirme ve fırında kızartma) somon balığının esansiyel çoklu doymamış yağ asitleri içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 2.3’de verilmiştir. Bu çalışmada ısıtma işlem uygulamasının som balığında bulunan EPA ve DHA içeriğini azaltmadığı görülmüştür.

Çizelge 2.3. Farklı yöntemlerle pişirilen somon balığının yağ asitleri içeriği (g/100g)
(Gladshv vd 2005)

Yağ asitleri	Kontrol	Haşlanmış örnekler	Yağda kızartılmış örnekler	Fırında kızartılmış örnekler
14:0	0.207	0.235	0.145	0.266
15:0	0.028	0.033	0.020	0.037
16:0	0.832	0.964	0.726	1.167
16:1	0.237	0.267	0.152	0.215
18:0	0.181	0.197	0.324	0.528
18:1ω9	0.475	0.509	0.473	0.702
18:1ω7	0.118	0.131	0.074	0.114
18:2ω6	0.069	0.092	0.831	0.624
20:1ω11	0.557	0.608	0.366	0.445
20:1ω9	0.040	0.057	0.063	0.080
20:2	0.019	0.026	0.014	0.019
20:3	0.009	0.010	0.006	0.007
20:4ω6	0.025	0.032	0.019	0.025
20:4ω3	0.077	0.096	0.059	0.070
20:5	0.536	0.621	0.383	0.463
21:5	0.026	0.032	0.021	0.023
22:5ω6	0.009	0.014	0.008	0.009
22:5ω3	0.110	0.160	0.092	0.113
22:6	1.056	1.411	0.810	0.961

Candella vd (1998), tavada kızartma yönteminin bazı balık türlerinin yağ asitleri içeriğine etkisini inceledikleri bir çalışmada, yağ asitleri içeriğinin balığın türü, sıcaklık ve yağ miktarı gibi etkenlere bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada toplam EPA ve DHA miktarı, tavada kızartılmış somon balığında 1.7 g/100g, sardalya balığında 0.88g/100g ve İspanyol uskumrusunda 0.39g/100g olarak tespit edilmiştir.

Sioen vd (2005), margarin ve zeytinyağı kullanılarak yapılan tavada kızartma yönteminin morina ve somon balığının yağ asitleri kompozisyonuna etkisini

incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5’de verilmiştir. Margarin ile kızartmanın balıklarda doymuş yağ oranını arttırırken, zeytinyağı ile kızartmanın tekli doymamış yağ asidi oranlarını arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 2.4. Margarinde kızartılan morina ve somon balıklarının temel yağ asitleri miktarları (g/100g) (Sioen vd 2005)

Yağ asitleri	Taze morina balığı	Kızartılmış morina balığı	Taze somon balığı	Kızartılmış somon balığı
12:0	0.25	11.8	0.07	1.86
14:0	1.25	5.60	6.11	5.78
16:0	18.3	24.0	13.2	14.9
18:0	3.74	6.36	2.51	3.26
18:1	12.2	26.4	14.6	16.0
18:2	1.65	7.57	5.52	5.49
18:3	0.79	1.48	1.51	1.40
20:4	3.17	0.60	0.64	0.65
20:5	11.01	2.13	8.07	7.06
22:5	-	-	0.43	0.38
22:6	38.6	7.70	11.1	10.9

Çizelge 2.5. Zeytin yağında kızartılan morina ve somon balıklarının temel yağ asitleri miktarları (g/100g) (Sioen vd 2005)

Yağ asitleri	Taze morina balığı	Kızartılmış morina balığı	Taze somon balığı	Kızartılmış somon balığı
12:0	-	0.12	0.07	-
14:0	0.94	0.46	6.10	5.28
16:0	18.1	14.2	11.7	12.4
18:0	3.60	3.16	2.05	2.29
18:1	18.4	55.4	15.7	20.1
18:2	2.05	5.25	5.29	4.90
18:3	0.58	0.63	1.46	1.23
20:4	2.69	0.87	0.39	0.39
20:5	9.90	3.22	6.74	6.13
22:5	-	-	0.38	0.32
22:6	37.5	11.4	8.65	9.08

Puwastien vd (1999), haşlama, buğulama, fırında ve yağda kızartma yöntemleri ile pişirdikleri çeşitli deniz ve tatlı su balıklarında kimyasal kompozisyondaki değişimleri inceledikleri çalışmalarında, pişirme yöntemlerinin protein içeriklerini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada haşlama ve buğulama yöntemleri yağ içeriklerini etkilemezken, fırında ve yağda kızartma yöntemleri ile pişirilen balıklarda yüksek oranda yağ içerikleri belirlenmiştir.

Agren ve Hanninen (1993), üç farklı balık türünün yağ asitleri kompozisyonuna farklı pişirme yöntemlerinin (haşlama, normal ve mikrodalga fırında pişirme, yağda kızartma) etkisini incelemişler ve çalışma sonucunda pişirme yöntemlerinin uzun zincirli omega- 3 yağ asitleri konsantrasyonunda artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Garcia-Arias vd (2003), farklı yöntemlerle (yağda kızartma, fırında ve ızgarada pişirme) pişirdikleri sardalya filetolarını dondurmuşlar ve daha sonra da normal ve mikrodalga fırında yeniden ısıtarak kimyasal kompozisyonundaki değişimleri incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre pişirme yöntemlerinin kimyasal

kompozisyon ve yağ asitleri kompozisyonunda önemli değişimlere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Candela vd (1997), yağda kızartılmış balıklarda yağ emilimi nedeniyle cis çoklu doymamış / doymuş yağ asitleri oranı ile omega-6 / omega-3 oranında artışlar belirlediklerini, kolesterol içeriklerinin ise değişmediğini bildirmişlerdir.

Sanches-Muniz vd (1992), yaptıkları bir çalışmada derin yağda kızartmanın sardalyalarda yağ asitleri kompoziasyonu ve omega-6 / omega-3 oranında önemli değişimlere neden olduğunu belirlemişlerdir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Materyal olarak kullanılan hamsi balıkları Antalya balık halinden 17 kg'lık kasalar halinde taze olarak satın alınmış ve buz içerisinde taşınarak en kısa süre içerisinde laboratuara ulaştırılmıştır. Balıklar iç organları çıkarılarak ayıklandıktan sonra yıkanarak temizlenmiş ve fileto haline getirilmiştir. Balıkların pişirme öncesi fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır.

3.1.1. Pişirme

Balıkların pişirilmesinde 3 farklı yöntem uygulanmıştır.

- 1- Yağda kızartma: Balıklar derin bir tavaya konulmuş ayçiçek yağı içerisinde kızartılmıştır. Kızartma işlemi 160°C ve 180°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiş ve balıklar kızartma öncesi buğday ununa batırılmıştır.
- 2- Fırında pişirme: Balıklar bir tepsi içerisine yerleştirildikten sonra, sıcaklığı ayarlanabilen elektrikli bir fırın içerisinde pişirilmiştir. Fırında pişirme işlemi de 160°C ve 180°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir.
- 3- Izgarada pişirme: Balıklar elektrik ile çalışan ve sıcaklığı ayarlanabilen ızgara üzerinde 160°C ve 180°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta pişirilmiştir.

3.2. Yöntem

Analiz örnekleri, balıklara pişirme işlemleri uygulandıktan ve soğutulduktan sonra alınmıştır.

Analizler için rastgele örnekleme yöntemiyle örnek alınmıştır. Her bir pişirme yöntemi için alınan örnekler blender kullanılarak ayrı ayrı homojenize edilmiş ve analizler için bu homojenizatlardan uygun miktarlar alınarak kullanılmıştır. Analizler iki paralelli olarak yürütülmüş ve deneme iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Kimyasal analizler

Piştirme yöntemlerinin balık etinin kimyasal kompozisyonu üzerine etkisini belirlemek amacıyla örneklerde kuru madde, ham protein, ham kül, ham yağ, mineral madde, peroksit değeri ve yağ asitleri kompozisyonu analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1. Kuru madde tayini

Sabit tartıma getirilmiş petri kabına (T_0) blenderde homojen hale getirilmiş balık, baget yardımıyla hassas olarak petri yüzeyine sürülmüş ve tartılmıştır (m). Petri kapları, sıcaklığı 105°C 'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuştur. Bu süre sonunda petri kapları desikatöre alınmış, oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır (T_1) (AOAC 1990).

T_0 : petri ağırlığı

T_1 : petri+örnek

m : örnek ağırlığı

Hesaplama: $T_1 - T_0 / m \times 100$

3.2.1.2. Ham protein tayini

Örneklerin ham protein analizleri AOAC (1990)'ye göre Kjeldahl yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnek bir katalizör yardımıyla derişik sülfürik asit ile parçalanmış, açığa çıkan azot ise amonyum sülfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) olarak bağlanmıştır. Daha sonra ortama kuvvetli bir alkali (NaOH) ilave edilerek meydana gelen amonyak distile edilip, ayarlı bir asit çözeltisinde tutulmuş ve ayarlı bir alkali çözelti ile geri titre edilmek suretiyle örnekteki toplam azot miktarı belirlenmiştir. Bulunan azot değeri 6.25 faktörü ($N \times 6.25$) ile çarpılarak ham protein miktarı hesaplanmıştır.

3.2.1.3. Ham kül tayini

Sabit tartıma getirilmiş krozeler içerisine tartılan örnekler $550\pm5^{\circ}\text{C}$ 'deki kül fırınında beyaz kül haline gelinceye kadar bekletilmiştir. Kül fırınından çıkarılan krozeler desikatörde soğutulduktan sonra tartımları yapılmış ve sonuçlar % kül miktarı olarak belirlenmiştir (AOAC 1990).

3.2.1.4. Ham yağ tayini

Homojenize edilmiş hamsi örneklerinden santrifüj tüplerine 1'er gr tartılmış ve üzerlerine 4 ml metanol + 2 ml kloroform eklenmiştir. Örnekler ultratorrax homojenizatör ile iyice karıştırılmış ve üzerlerine yine 2 ml kloroform ve 3.6 ml saf su eklenerek yine ultratorraxta karıştırılmıştır. Örnekler bu aşamada 2000 d/d hızda 10 dk süreyle santrifüj edilmiş ve st tabakada biriken kısım darası bilinen balona (1) filtre kağıdından geçirilerek aktarılmıştır. Tüpte kalan kısma 4 ml %10'luk kloroformda hazırlanmış metanol çözeltisi eklenmiş ve ultratorraxta karıştırılmıştır. Tüpler tekrar aynı şartlarda santrifüj edilerek üstte biriken kısım önceki balona (1) aktarılmıştır. Balonda biriken yağ-çözücü karışımı, döner buharlaştırıcıda (rotary evaporatör) ayrıştırılmış ve balonlar etüvde kurutularak ham yağ % olarak hesaplanmıştır (Bligh ve Dyer 1959).

3.2.1.5. Mineral madde tayini

Erlen içerisine tartılan homojenize edilmiş balık örnekleri, nitrik-perklorik asit çözeltisi (4:1) ile 300°C 'de berraklaşınca kadar yakılmıştır (Kaçar, 1972). Belirli bir hacme tamamlandıktan sonra ekstraktların Varian Spectra A-550 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS)'nde sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), mangan (Mn), demir (Fe), inko (Zn) ve bakır (Cu) miktarları belirlenmiştir. Fosfor (P) içeriği ise barton çözeltisi ile renklendirilen ekstraktın Shimadzu UV 160 A model spektrofotometrede 430 nm dalga boyunda absorbans değeri okunarak saptanmıştır (Kaçar ve Kovancı 1982).

3.2.1.6. Peroksit değeri tayini

Balıklara uygulanan pişirme işlemlerinden sonra yağları ekstrakte edilmiş ve peroksit tayini örneklerden alınan yağda yapılmıştır. Erlenlerin içerisine yaklaşık 1 g yağ tartıldıktan sonra üzerlerine 10 ml kloroform ilave edilmiştir. Erlenler hızlı bir şekilde döndürülerek karıştırılmış ve yağın çözünmesi sağlanmıştır. Asetik asit (15 ml) ve potasyum iyodür (1 ml) çözeltileri de eklenip çalkalandıktan sonra karışım 5 dk süre ile karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda 75 ml saf su ve indikatör olarak nişasta çözeltisi ilave edilerek serbest hale geçen iyot, sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir (IUPAC 1990).

Peroksit değeri = $(V \times T \times 1000) / m$ formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

V = ml olarak sodyum tiyosülfat çözeltisinin sarfiyatı

T = sodyum tiyosülfatın tam normalitesi

m = tartılan yağ miktarı (g)

3.2.1.7. Yağ asitleri tayini

Yağ asitlerinin belirlenmesi için örneklerin ilk etapta yağı ayrılmış ve yağda yağ asitlerinin ayrılması amacıyla metillendirme işlemi yapılmıştır. Bu amaçla balonlara 350 mg yağ örnekleri tartılmış ve üzerlerine 6 ml metanollü sodyum hidroksit ilave edilmiştir. Birkaç kaynama taşı eklenerek balonlar geri soğutuculu sistemde 10 dk süre ile ısıtılmıştır. Daha sonra geri soğutucunun üzerinden önce 7 ml metanollü boron triflorür (BF₃) ve 2 dk sonra da 2 ml heptan ilave edilmiştir. Balonlar ısıtıcıdan alınarak akan su altında soğutulup 5 ml doymuş sodyum klorür (NaCl) eklenmiş ve ayrılan faz, üst kısımdan alınarak içerisinde susuz sodyum sülfat bulunan viallere alınmıştır. Viallerden 1 µl gaz kromatografisine şırınga yardımıyla eklenerek yağ asitleri kompozisyonu, bilinen analitik standartlar ile karşılaştırılarak çıkış zamanlarına göre tanımlanmıştır (Morrison ve Smith 1964).

Gaz kromatografisinde aşağıdaki gibi kromatografik şartlar uygulanmıştır.

Cihaz: Fisons Instruments HRGC MEGA 2 Series

Kolon: SPB-17 (30 m, 0.25 mm, 0.25 μ m)

Dedektör: FID

Dedektör sıcaklığı: 275°C

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 220°C

Fırın sıcaklık programlaması: 150°C'de 1 dk, 15°C/dk, 200°C'de 0 dk, 2°C/dk 250°C'de 5 dk

Kolon akış hızı: 1.00 ml/dk

Split oranı: 1/50

Taşıyıcı gaz: He

Enjeksiyon: 1 μ l

Analiz süresi: 45 dak

3.2.2. Fiziksel analizler

3.2.2.1. Renk ölçümü

Hamsi balıklarının renk ölçümleri CR-400 Minolta Chromameter Renk Ölçüm Cihazı kullanılarak L, a, b değerleri belirlenmiştir. Kullanılmadan önce cihaz beyaz standart magnezyum oksit plaka ile 100 L değerine kalibre edilmiştir.

Renk ölçümleri fileto haline getirilmiş balıkların yüzeyinde yapılmıştır. Renk ölçümünde elde edilen değerlerden 'L' değeri beyazlık veya açıklık koyuluk değerini tanımlarken, (+a) kırmızı veya (-a) değeri yeşilliği, (+b) değeri sarı veya (-b) değeri maviliği belirlemede kullanılmıştır.

3.2.2.2. Penetrometre ile penetrasyon değeri ölçümü

Balık filetoları petri kabı içine yerleştirilip penetrometre (Humboldt) cihazının altına konulmuş ve 45 g'lık konik uç kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde örnek üzerine 5 cm yukarıdan uç bırakılmış, 10 saniye süre tutulmuş ve cihazın 1/100

mm taksimatlı skalasından humboldt değeri kaydedilmiş sonuçlar (mm x 100) olarak verilmiştir. Balık filetolarının 4 farklı yerinden ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.

3.2.2.3. pH ölçümü

pH ölçümlerinde, homojenize edilmiş örnekler 1:1 oranında destile su ile sulandırılmış ve pH-metre (WTW Inolab Level 2) probu daldırılmıştır (Manthey vd 1988).

3.2.3. Duyusal analizler

Duyusal analizlerde hedonik değerlendirme skalası kullanılmıştır. Panel üyelerinden balık örneklerinin çeşitli özelliklerini (renk, tat, koku) kendilerine verilen skalaya (Çizelge 3.1) göre değerlendirmeleri istenmiştir. Sonuçlar her bir özellik için verilen puanların ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir. Duyusal panel, balık tüketim alışkanlığı olan 5 kişilik bir panelist grubu tarafından yürütülmüştür. Panel öncesi panelistlere çalışma hakkında bilgi verilmemiştir. Örnekler üç basamaklı rakamlarla kodlandırılmış ve panelistlere rasgele bir biçimde sunulmuştur. Panelistlere örneklerle birlikte su ve ekmek de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Balık örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde kullanılan skala

Puan sırası	Değerlendirme
7	Çok İyi
6	İyi
5	Orta
4	Fena değil
3	Biraz kötü
2	Kötü
1	Çok Kötü

3.2.4. İstatistiksel analizler

Deneme ‘faktöriyel düzende iki faktörlü (pişirme şekli x sıcaklık) tesadüf parselleri deneme planı’na göre kurulmuş ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunamı belirlemek amacıyla ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş vd 1987).



4. BULGULAR

4.1. Kimyasal Analiz Bulguları

4.1.1. Ham besin maddeleri kompozisyonu

Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerine ait ham besin maddeleri (kuru madde, ham kül, ham yağ ve ham protein) analiz sonuçları çizelge 4.1’de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin kimyasal kompozisyonu¹

	Kuru Madde (%)	Ham Kül (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein(%)
Çiğ balık	28.23 ± 6.03	1.22 ± 0	8.78±0.04	18.63 ± 1.34
160°C Fırın	48.05 ± 3.4	2.31 ± 0.19	13.73±1.07	32.71 ± 2.89
180°C Fırın	52.02 ± 3.28	2.09 ± 0.05	13.97±0.15	36.22 ± 1.30
160°C Izgara	56.05 ± 1.37	2.61 ± 0.04	13.26±0.72	40.68 ± 0.03
180°C Izgara	55.12 ± 0.11	2.24 ± 0.01	12.31±1.71	40.79 ± 0.31
160°C Kızartma	40.75 ± 0.66	1.38 ± 0.17	16.38±0.44	23.27 ± 2.77
180°C Kızartma	44.98± 1.42	1.46 ± 0.19	26.77±1.20	17.16 ± 4.10

¹Değerler ± standart sapmayı ifade etmektedir.

4.1.1.1. Kurumadde içeriği

Pişirilmemiş hamsilerin kuru madde içeriği %28.23±6.03 iken, her bir pişirme yönteminde uygulanan sıcaklığa da bağlı olarak kurumadde içeriklerinde artış gözlenmiştir. En az kuru madde artışı 160°C’de yağda kızartma yöntemi uygulanan hamsilerde (%40.75±0.66) belirlenirken, en fazla artış 160°C’de ızgarada pişirilen hamsilerde (%56.05±1.37) gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Kurumadde miktarlarındaki artış pişirme yöntemleri arasında önemli (p<0.01) şekilde farklılık gösterirken, her bir pişirme yönteminde uygulanan sıcaklık değerlerinin kurumadde içeriği bakımından önemli bir değişikliğe neden olmadığı (p>0.05) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2 ve 4.4).

Çizelge 4.2. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin kuru madde içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	17.6176333	3.90
Piştirme yöntemi	2	162.6732000	35.97**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	8.4505333	1.87
Hata	6	4.5229000	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin kuru madde içeriklerinde piştirme yöntemlerine göre farklılıklar olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Hamsinin kuru madde miktarının piştirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

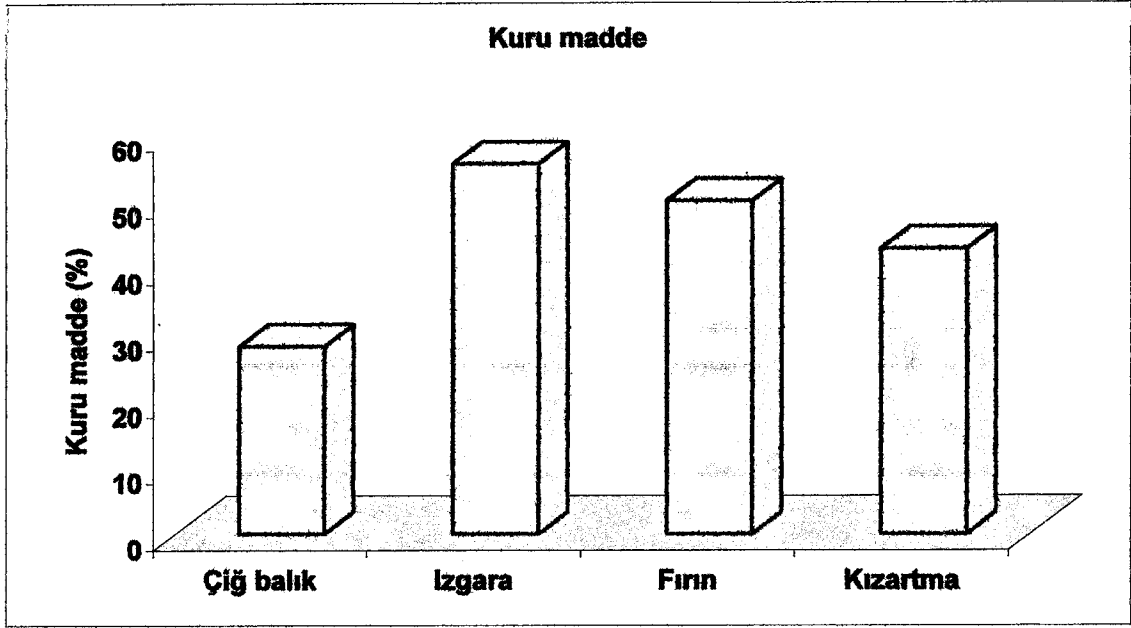
Uygulamalar	Kuru madde (%)
160°C’de Piştirilmiş	48.28 a
180°C’de Piştirilmiş	50.70 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak ($p > 0.05$) birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.4. Hamsinin kuru madde miktarının piştirme yöntemlerine göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Kuru madde (%)
Izgarada Piştirilmiş	55.58 a
Fırında Piştirilmiş	50.03 b
Yağda kızartılmış	42.86 c

Piştirme yöntemleri kuru madde içeriğini önemli derecede etkilemiştir. En yüksek kuru madde ızgarada piştirilen örneklerde saptanırken bunu fırında piştirilmiş ve yağda kızartılmış örnekler takip etmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin kuru madde içerikleri

4.1.1.2. Ham kül içeriği

Hamsilerin ham kül içeriğine ilişkin değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre taze örneklerde kül içeriği ortalama % 1.22 iken, pişirme yöntemi ve uygulanan sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiştir. Pişirme işlemleri sonucunda en yüksek kül miktarı % 2.61 ± 0.04 ile 160°C ’de ızgarada pişirilen örneklerde belirlenmiştir. Diğer taraftan pişirme işlemleri sonunda en düşük kül miktarı % 1.38 ± 0.17 ile 160°C ’de yağda kızartma işlemi uygulanan hamsilerde tespit edilmiştir.

Pişirme yöntemlerinin kül miktarındaki artışa olan etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) iken, pişirme sıcaklığının kül miktarındaki artışa etkisi önemsiz ($p > 0.05$) olmuştur (Çizelge 4.5, 4.6, 4.7).

Çizelge 4.5. Farklı yöntemlerle pişirilmiş balıkların ham kül içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	0.08840833	4.43
Pişirme yöntemi	2	1.11085833	55.71**
Sıcaklık x pişirme yöntemi	2	0.05275833	2.65
Hata	6	0.01994167	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.6. Ham kül miktarının pişirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Ham Kül (%)
160°C'de Pişirilmiş	2.10 a
180°C'de Pişirilmiş	1.92 a

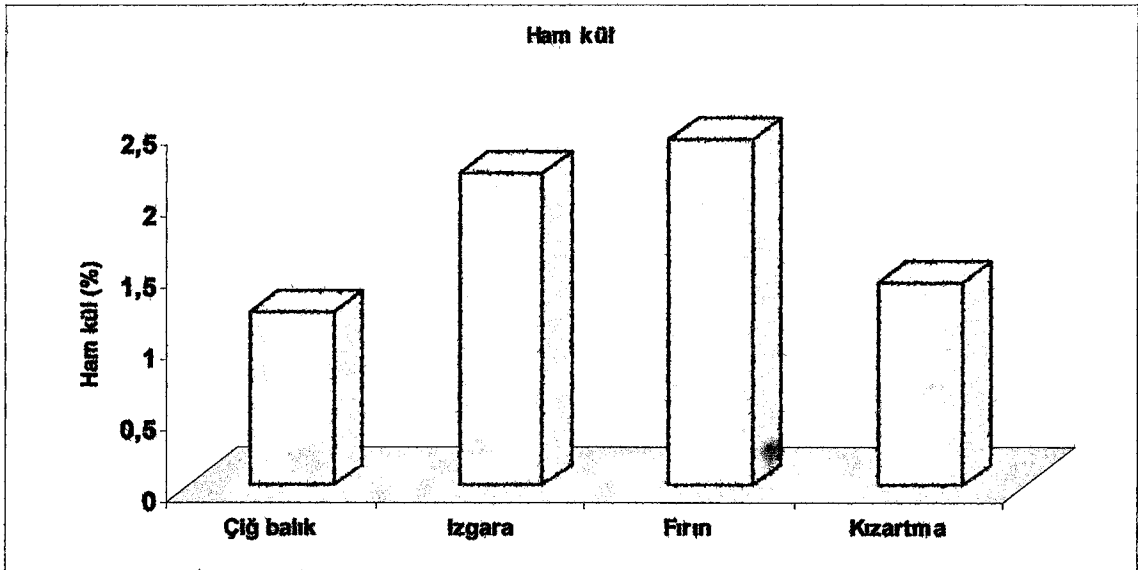
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak ($p > 0.05$) birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.7. Ham kül miktarının pişirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Ham Kül(%)
Fırında Pişirilmiş	2.42 a
Izgara da Pişirilmiş	2.19 a
Yağda kızartılmış	1.42 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.01$).

Pişirme işlemi sonrası balıkların ham kül içeriklerindeki artış en fazla fırında pişirilmiş örneklerde en düşük ise yağda kızartılmış örneklerde bulunmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Çiğ ve pişirilmiş balıkların ham kül içerikleri

4.1.1.3. Ham yağ

Çiğ balık örneklerinde ortalama ham yağ miktarı % 8.78±0.04 olarak belirlenmiş olup, balıkların pişirilmesinden sonra bu oranda artış görülmüştür. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinde belirlenen ham yağ miktarlarına ait sonuçlar çizelge 4.8’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre yağ miktarındaki değişim pişirme yöntemlerine ($p<0.01$) ve sıcaklığa göre önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin yağ içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	31.2664083	29.82*
Piştirme yöntemi	2	92.1372250	87.88**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	38.8241083	37.03**
Hata	6	1.0484250	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin ham yağ içerikleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemlerine göre istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.9 ve 4.10).

Çizelge 4.9. Ham yağ miktarının piştirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

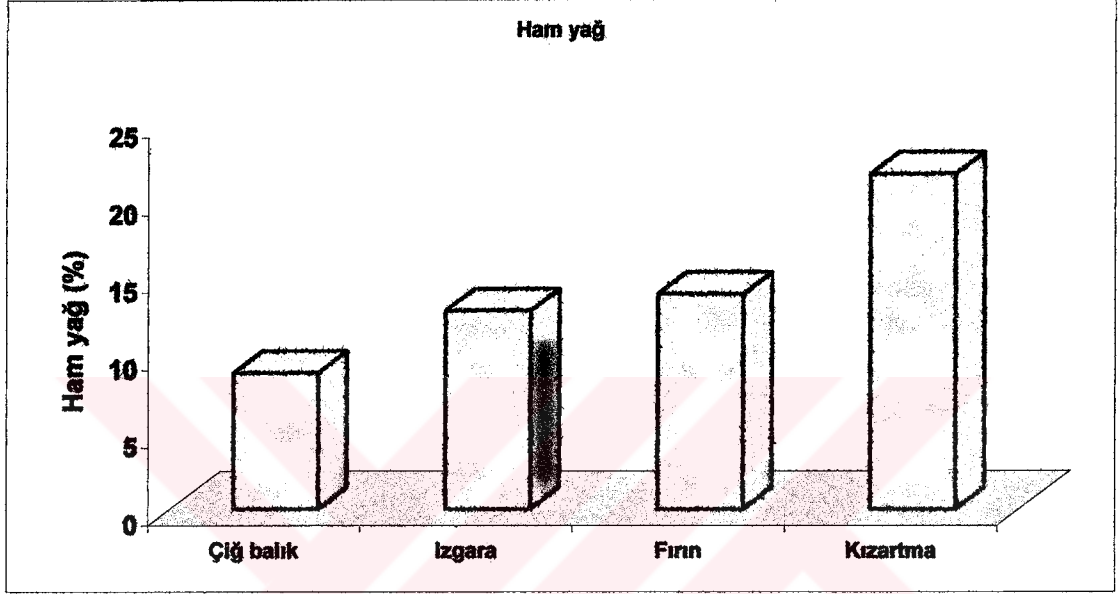
Uygulamalar	Ham Yağ (%)
160°C’de Piştirilmiş	14.45 a
180°C’de Piştirilmiş	17.68 b

Çizelge 4.10. Ham yağ miktarının piştirme yöntemlerine göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Ham Yağ (%)
Yağda kızartılmış	21.58 a
Fırında Piştirilmiş	13.85 b
Izgarada Piştirilmiş	12.78 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.01$).

En yüksek yağ oranı yağda kızartılmış örneklerde bulunurken fırında ve ızgarada pişirilmiş balıkların yağ içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) farklılık bulunmamıştır. Yağ içeriğindeki değişimin pişirme sıcaklığı ile ilişkisi incelendiğinde ise 160°C 'de pişirilmiş örneklerin yağ içeriklerinin belirgin düzeyde yüksek oldukları görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin ham yağ oranları

4.1.1.4. Ham protein içeriği

Çiğ balık örneklerinin ham protein içerikleri ortalama olarak $\% 18.63 \pm 1.34$ bulunmuştur. Hamsi örneklerinde belirlenen ham protein miktarlarına ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Analiz sonuçlara göre protein miktarlarındaki değişime pişirme yöntemlerinin etkisi önemli ($p<0.01$) bulunurken sıcaklığın etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı yöntemlerle pişirilmiş balıkların protein içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	2.0501333	0.35
Piştirme yöntemi	2	442.2972000	76.42**
Piştirme yöntemi x sıcaklık	2	23.7460333	4.10
Hata	6	5.7879167	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin ham protein içerikleri arasında piştirme yöntemlerine göre istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.12 ve 4.13).

Çizelge 4.12. Hamsinin protein içeriklerine piştirme sıcaklığın etkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

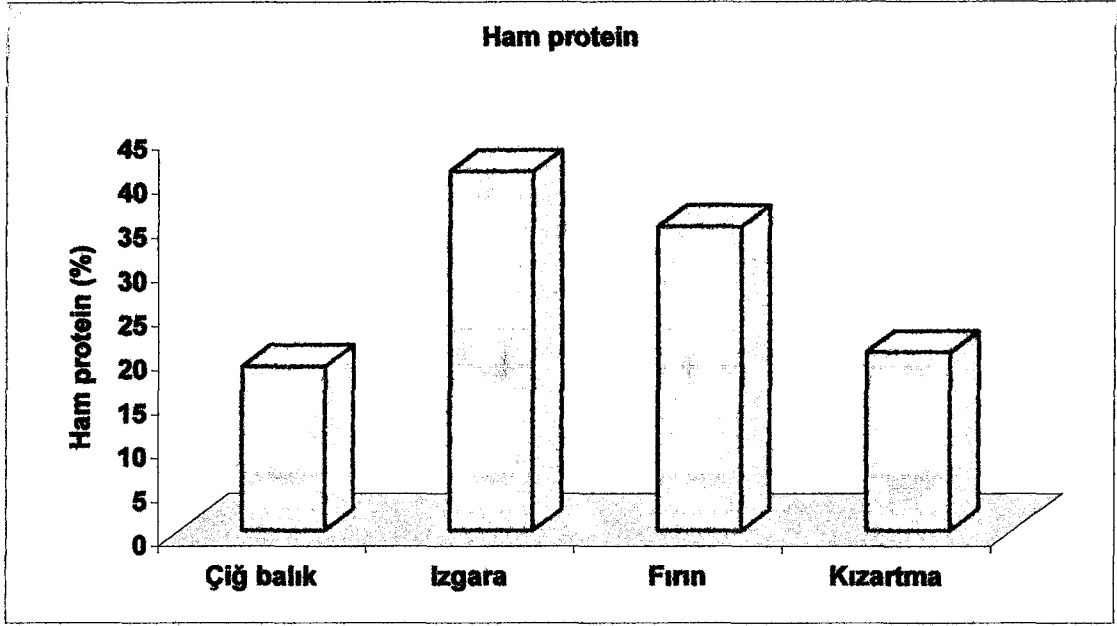
Uygulamalar	Ham Protein (%)
160°C’de Piştirilmiş	32.21 a
180°C’de Piştirilmiş	31.39 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.13. Hamsinin protein içeriklerine piştirme yöntemlerinin etkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Ham Protein(%)
Izgarada Piştirilmiş	40.73 a
Fırında Piştirilmiş	34.46 b
Yağda kızartılmış	20.21 c

Piştirme yöntemleri balıkta protein içeriklerini etkilerken piştirme sıcaklığının etkisi görülmemiştir. En yüksek protein içeriğine fırında piştirilen örneklerde rastlanılmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin protein içerikleri

4.1.1.5. Mineral madde içeriği

Çiğ ve pişirilmiş hamsilerin mineral madde içerikleri Çizelge 4.14 ve 4.15’de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.14. Çiğ ve pişirilmiş balıkların makro element konsantrasyonları¹ (mg/kg)

	Ca	Na	K	Mg	P
Çiğ balık	1672.2 ± 25.3	781.9 ± 66.39	883.0 ± 25.9	314.6 ± 38.8	171.4 ± 30.5
160°C Fırın	2715.5 ± 73.4	1240.6 ± 7.05	1890.0 ± 810	552.6 ± 80.8	495.6 ± 42.0
180°C Fırın	2364.9 ± 224.6	1168.0 ± 57.1	1652.8 ± 675.2	499.4 ± 67.2	787.9 ± 359.1
160°C Izgara	2699.4 ± 267.6	2305.9 ± 23	1733.5 ± 338.5	614.8 ± 29.5	819.6 ± 53.6
180°C Izgara	2164.7 ± 85.7	2402.8 ± 78	1249.5 ± 40.5	557.4 ± 20.2	901.8 ± 694.9
160°C Kızartma	1407.4 ± 137.4	792.4 ± 71.2	1287.7 ± 65.3	368.5 ± 60.9	451.1 ± 28.2
180°C Kızartma	1175.5 ± 103.2	729.3 ± 6.8	839.2 ± 550.7	340.7 ± 30.3	182.2 ± 64.3

¹Değerler ± standart sapmayı ifade etmektedir.

Çizelge 4.15. Çiğ ve pişirilmiş balıkların mikro element konsantrasyonları¹ (mg/kg)

	Zn	Fe	Mn	Cu
Çiğ balık	29.5 ± 0.45	9.1 ± 4.47	3.2 ± 0.69	4.6 ± 1.00
160°C Fırın	52.7 ± 0.16	17.5 ± 3.83	4.8 ± 0.39	6.5 ± 1.28
180°C Fırın	41.5 ± 1.69	13.5 ± 3.56	5.3 ± 1.10	4.1 ± 1.19
160°C Izgara	65.9 ± 0.55	14.8 ± 2.03	5.2 ± 0.96	7.1 ± 0.53
180°C Izgara	53.6 ± 7.51	14.6 ± 3.44	3.5 ± 1.32	6.1 ± 1.38
160°C Kızartma	33.1 ± 1.97	9.5 ± 1.89	4.1 ± 0.47	5.8 ± 0.73
180°C Kızartma	25.9 ± 0.32	8.8 ± 1.28	3.1 ± 0.46	2.2 ± 0.51

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

Kalsiyum (Ca)

Hamsi örneklerinin kalsiyum içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre kalsiyum miktarındaki değişim pişirme yöntemlerine ($p<0.01$) ve sıcaklığa ($p<0.05$) göre önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsilerin kalsiyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	416045.280	7.59*
Piştirme yöntemi	2	1914659.816	34.94**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	23284.328	0.42
Hata	6	54795.837	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

(*) $p<0.05$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin kalsiyum içerikleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemlerine bağlı olarak istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.17 ve 4.18).

Çizelge 4.17. Pişirilmiş hamsilerin kalsiyum içeriklerinin pişirme sıcaklığına göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

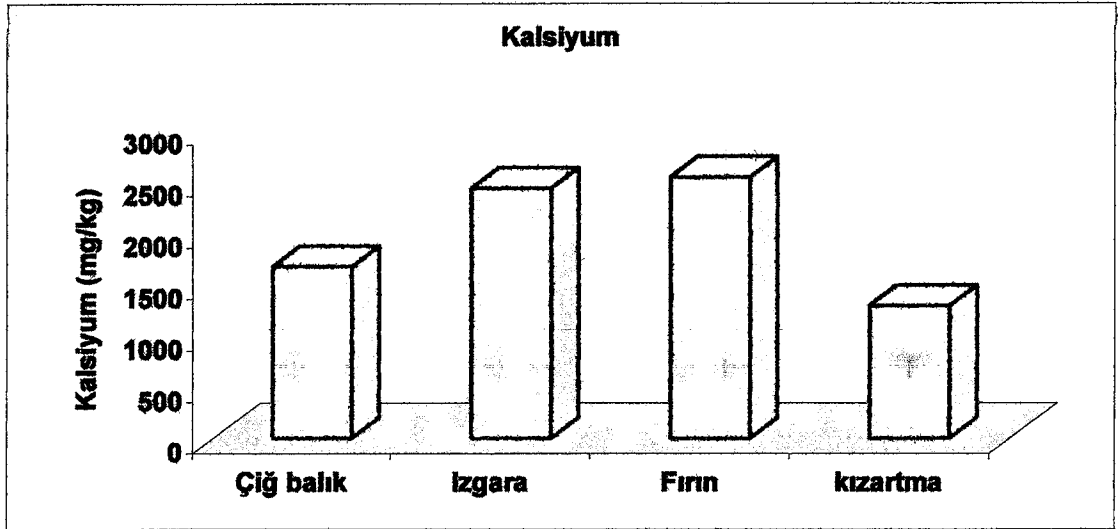
Uygulamalar	Kalsiyum (mg/kg)
160°C’de Pişirilmiş	2274.1 a
180°C’de Pişirilmiş	1901.7 b

Çizelge 4.18. Pişirilmiş hamsilerin kalsiyum içeriklerinin pişirme yöntemlerine göre değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Kalsiyum (mg/kg)
Fırında Pişirilmiş	2540.2 a
Izgarada Pişirilmiş	2432.0 a
Yağda kızartılmış	1291.4 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Çiğ balıkta kalsiyum konsantrasyonu 1672.2 ± 25.3 mg/kg bulunmuştur. Balıkların pişirilmesinden sonra kalsiyum konsantrasyonlarında artış gözlenmiştir. Pişirme yöntemleri (p<0.01) ve pişirme sıcaklığı (p<0.05) hamsinin kalsiyum içeriğini önemli derecede etkilemiştir. En yüksek kalsiyum içeriği fırında ve ızgarada pişirilmiş örneklerde belirlenmiş olup, bu iki pişirme yöntemi arasında kalsiyum içeriği bakımından önemli farklılık bulunmamıştır. Yağda kızartılmış hamsilerin kalsiyum içeriği ise önemli derecede (p<0.01) düşük bulunmuştur. Pişirme sıcaklığına göre kalsiyum içeriğindeki değişim incelendiğinde ise 160°C’de pişirilmiş örneklerde 180°C’de pişirilenlere göre daha fazla oranda kalsiyum bulunmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin kalsiyum içerikleri

Sodyum (Na)

Çiğ hamsi örneklerinde sodyum konsantrasyonu ortalama olarak 781.9 ± 66.39 mg/kg bulunmuştur. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinde belirlenen sodyum içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.19’da verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre sodyum içeriğindeki değişim sıcaklığa göre önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken, pişirme yöntemlerine göre önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin sodyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	500.521	0.02
Piştirme yöntemi	2	2705693.315	117.25**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	18134.202	0.39
Hata	6	23075.451	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin sodyum içerikleri arasında piştirme yöntemleriyle ilişkili olarak istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.20 ve 4.21).

Çizelge 4.20. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin sıcaklıkla ilişkili sodyum içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

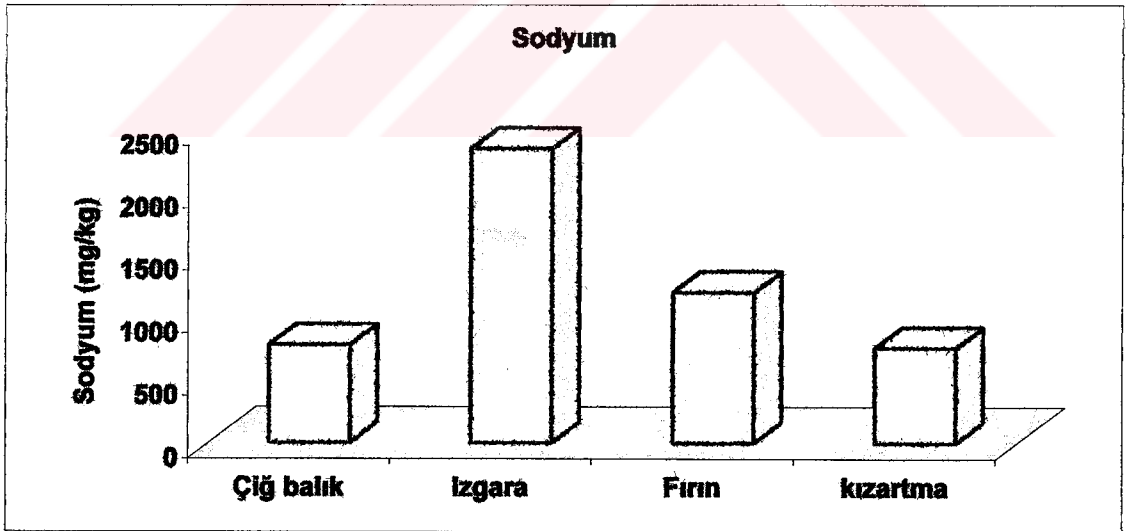
Uygulamalar	Sodyum (mg/kg)
160°C’de Pişirilmiş	1446.28 a
180°C’de Pişirilmiş	1433.37 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p>0.05).

Çizelge 4.21. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin pişirme yöntemleri ile ilişkili sodyum içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Sodyum (mg/kg)
Izgarada Pişirilmiş	2354.4 a
Fırında Pişirilmiş	1204.3 b
Yağda kızartılmış	760.9 c

Sodyum konsantrasyonu en yüksek düzeyde ızgarada pişirilmiş örneklerde bulunurken, en düşük düzeye yağda kızartılmış örneklerde rastlanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin sodyum içerikleri

Potasyum (K)

Hamsi örneklerinin potasyum içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları çizelge 4.22’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre potasyum içeriklerindeki değişim pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin potasyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	456101.122	0.65
Piştirme yöntemi	2	508510.496	0.72
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	17795.103	0.03
Hata	6	705766.646	

Hamsi örneklerinin potasyum içerikleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemine göre istatistiksel fark olmadığı varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.23, Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23. Hamsinin potasyum içeriklerinin piştirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Potasyum (mg/kg)
160°C’de Piştirilmiş	1637.1 a
180°C’de Piştirilmiş	1247.1 a

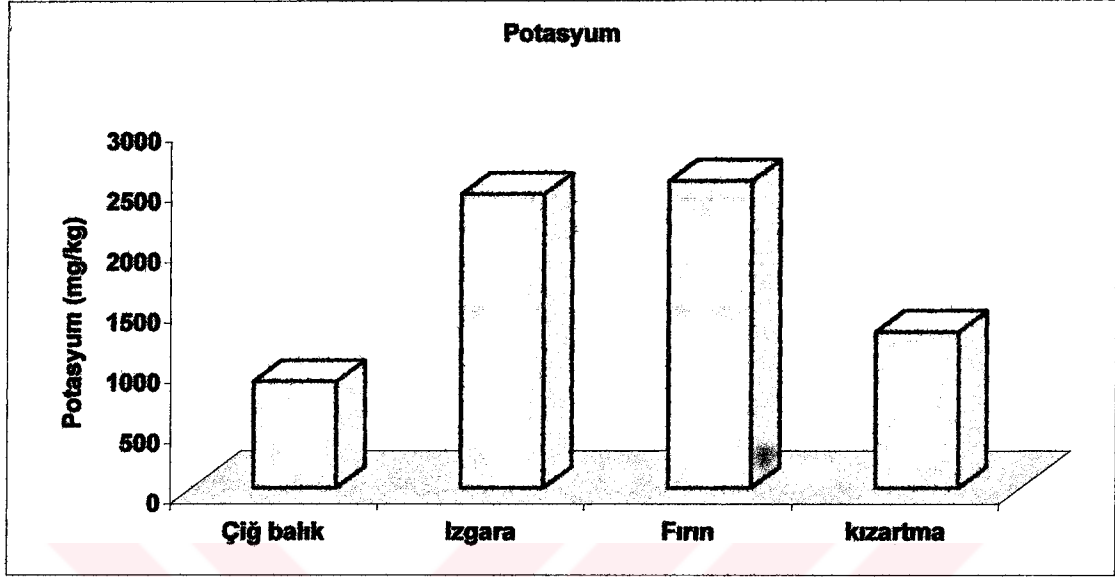
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Çizelge 4.24. Hamsinin potasyum içeriklerinin piştirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Potasyum (mg/kg)
Fırında Piştirilmiş	1771.4 a
Izgarada Piştirilmiş	1491.5 a
Yağda kızartılmış	1063.4 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Potasyum konsantrasyonu en yüksek düzeyde fırında pişirilmiş örneklerde bulunurken, en düşük düzeye yağda kızartılmış örneklerde rastlanmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin potasyum içerikleri

Magnezyum (Mg)

Çiğ balıkta magnezyum konsantrasyonu ortalama olarak 314.60 ± 38.8 mg/kg bulunmuş olup, pişirme işlemleri sonrasında magnezyum konsantrasyonunda artış bulunmuştur. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinde belirlenen magnezyum içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.25’de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre magnezyum içeriklerindeki değişim, sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, pişirme yöntemlerine göre önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.25. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin magnezyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	6382.5469	1.13
Piştirme yöntemi	2	57728.1952	10.21*
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	257.1644	0.05
Hata	6	5653.6202	

(*) $p<0.05$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin magnezyum içerikleri arasında pişirme yöntemleriyle ilişkili istatistiksel olarak önemli fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.26 ve 4.27).

Çizelge 4.26. Hamsinin magnezyum içeriklerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Magnezyum (mg/kg)
160°C’de Pişirilmiş	511.98 a
180°C’de Pişirilmiş	465.86 a

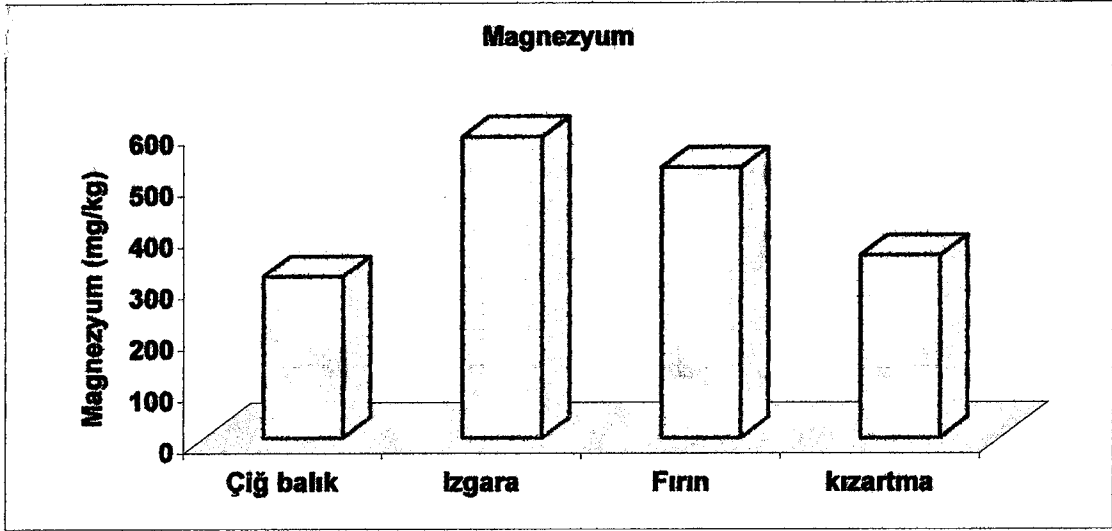
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p>0.05).

Çizelge 4.27. Hamsinin magnezyum içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Magnezyum (mg/kg)
Izgarada Pişirilmiş	586.13 a
Fırında Pişirilmiş	526.03 a
Yağda kızartılmış	354.61 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Izgarada ve fırında pişirilmiş örneklerde magnezyum konsantrasyonu yağda kızartılan örneklerden daha yüksek bulunurken, ızgarada ve fırında pişirilmiş örneklerin magnezyum içerikleri birbirlerinden önemli derecede (p>0.05) farklı bulunmamıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin magnezyum içerikleri

Fosfor (P)

Çiğ balıkta fosfor konsantrasyonu ortalama olarak 171.4 ± 30.5 mg/kg bulunmuş olup, pişirme işlemleri sonrasında fosfor konsantrasyonunda artış bulunmuştur. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin fosfor içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.28’de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçları pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre fosfor içeriklerindeki değişimin önemsiz ($p > 0.05$) bulunduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.28. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin fosfor içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	3717.4720	0.02
Piştirme yöntemi	2	299752.2046	1.45
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	80393.7221	0.39
Hata	6	207175.299	

Hamsi örneklerinin fosfor içerikleri arasında sıcaklık ve pişirme yöntemleriyle ilişkili istatistiksel fark olmadığı varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.29, Çizelge 4.30).

Çizelge 4.29. Hamsinin fosfor içeriklerinin pişirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Fosfor (mg/kg)
160°C’de Pişirilmiş	624.0 a
180°C’de Pişirilmiş	588.8 a

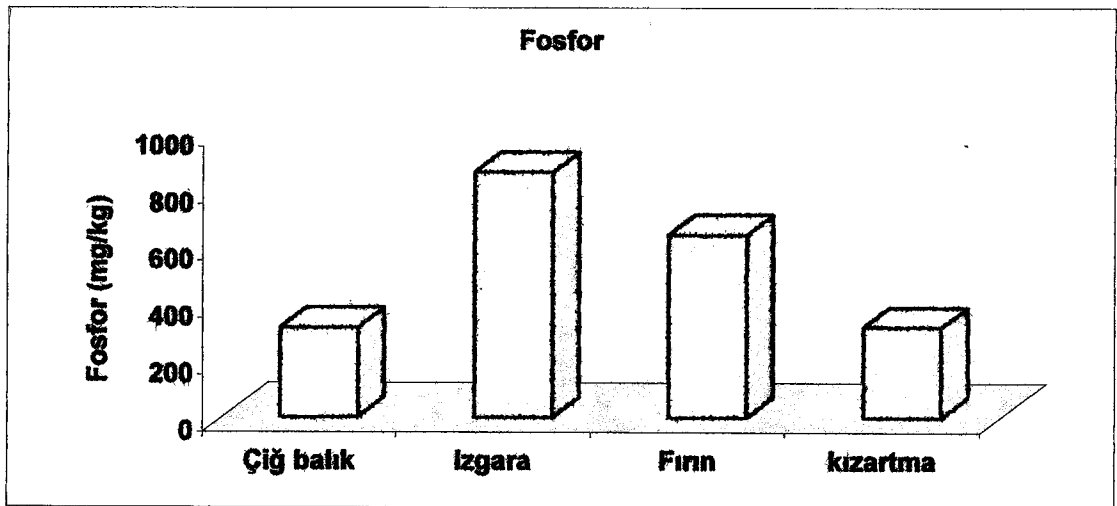
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Çizelge 4.30. Hamsinin fosfor içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Fosfor (mg/kg)
Izgarada Pişirilmiş	860.7 a
Fırında Pişirilmiş	641.7 a
Yağda kızartılmış	316.6 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Pişirme sıcaklıkları ve pişirme yöntemleri balıkların fosfor içeriklerinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Bununla birlikte en yüksek fosfor konsantrasyonu ızgarada pişirilmiş örneklerde gözlenirken, en düşük konsantrasyonu yağda kızartılan örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin fosfor içerikleri

Çinko (Zn)

Çiğ balık örneklerinde çinko konsantrasyonu ortalama olarak 29.5 ± 0.45 mg/kg bulunmuştur. Farklı yöntemlerle pişirilen örneklerde ise çinko konsantrasyonlarında artış gözlenmiştir. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin çinko içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.31’de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre çinko içeriğindeki değişim pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.31 Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin çinko içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	315.495075	14.87**
Piştirme yöntemi	2	923.769233	43.53**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	7.030900	0.33
Hata	6	21.221358	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin çinko içerikleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemleriyle ilişkili olarak istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.32, Çizelge 4.33).

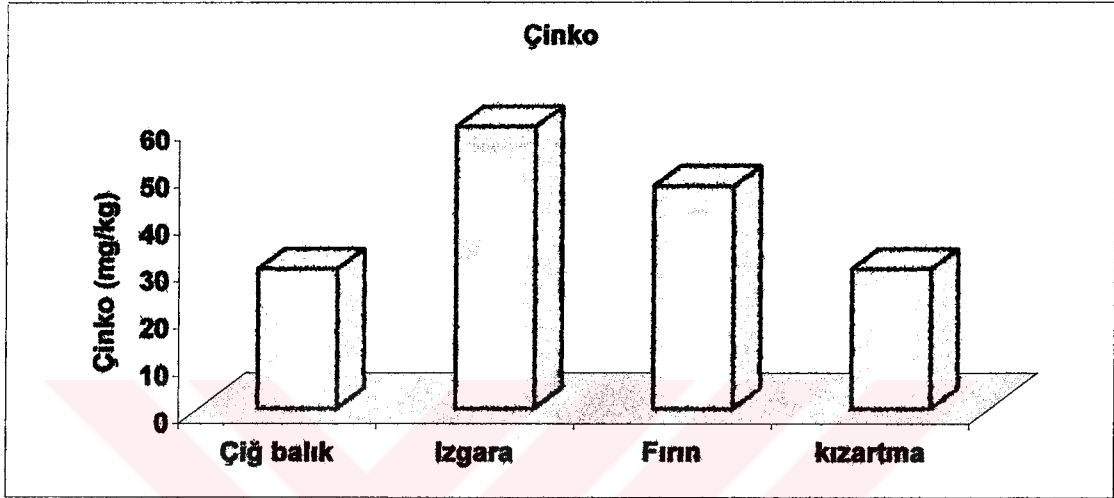
Çizelge 4.32. Hamsinin çinko içeriklerinin piştirme sıcaklığı ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Çinko (mg/kg)
160°C’de Piştirilmiş	50.62 a
180°C’de Piştirilmiş	40.37 b

Çizelge 4.33. Hamsinin çinko içeriklerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Çinko (mg/kg)
Izgarada Piştirilmiş	59.80 a
Fırında Piştirilmiş	47.14 b
Yağda kızartılmış	29.54 c

Piştirme sıcaklığındaki artış çinko içeriğinde düşüşle sonuçlanmıştır. En yüksek çinko konsantrasyonu 160°C sıcaklıkta pişirilen örneklerde saptanmıştır. Piştirme yöntemlerine göre çinko içerikleri incelendiğinde ise en yüksek konsantrasyon ızgarada pişirilmiş örneklerde bulunmuş bunu sırasıyla fırında pişirilmiş ve yağda kızartılmış örnekler takip etmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin çinko içerikleri

Demir (Fe)

Çiğ balıkta demir konsantrasyonu 9.1 ± 4.47 mg/kg olarak belirlenmiştir. İstatistiksel değişimi incelenen pişirilmiş hamsi örneklerinin demir içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.34'de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre hamsinin demir içeriklerindeki değişim piştirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin demir içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	8.08520833	0.50
Piştirme yöntemi	2	47.62240000	2.94
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	4.44103333	0.27
Hata	6	16.1941250	

Hamsi örneklerinin demir içerikleri arasında sıcaklık ve pişirme yöntemine göre istatistiksel fark olmadığı varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.35 ve 4.36).

Çizelge 4.35. Hamsinin demir içeriklerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Demir (mg/kg)
160°C’de Pişirilmiş	13.99 a
180°C’de Pişirilmiş	12.35 a

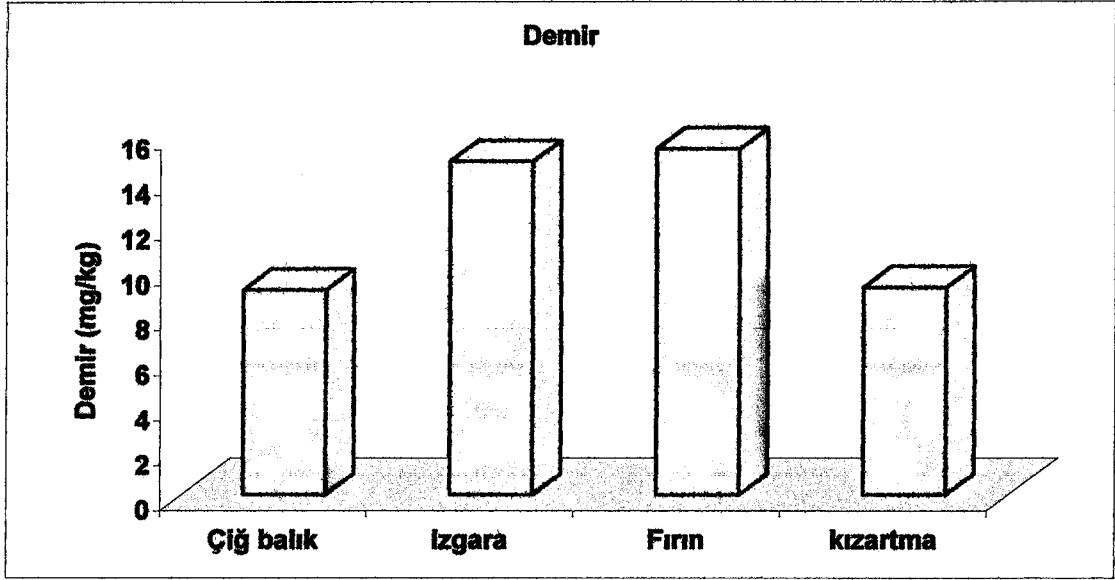
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Çizelge 4.36. Hamsinin demir içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Demir (mg/kg)
Fırında Pişirilmiş	15.33 a
Izgarada Pişirilmiş	14.77 a
Yağda kızartılmış	9.21 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Pişirme yöntemleri ve pişirme sıcaklıkları hamsinin demir içeriklerinde değişime neden olmamıştır. En yüksek demir konsantrasyonu fırında pişirilmiş örneklerde bulunmuştur (Şekil 4.11)



Şekil 4.11. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin demir içerikleri

Mangan (Mn)

Çiğ hamsi örneklerinde mangan miktarı ortalama olarak 3.2 ± 0.69 mg/kg bulunmuştur. İstatistiksel değişimi incelenen pişirilmiş hamsi örneklerinin mangan içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.37’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre mangan içeriklerindeki değişim pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.37. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin mangan içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	1.51088033	1.01
Piştirme yöntemi	2	1.91959033	1.29
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	1.20155033	0.80
Hata	6	1.49317367	

Hamsi örneklerinin mangan içerikleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemleri ile ilişkili olarak istatistiksel fark olmadığı varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.38 ve 4.39).

Çizelge 4.38. Hamsinin mangan içeriklerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Mangan (mg/kg)
160°C’de Pişirilmiş	4.71 a
180°C’de Pişirilmiş	4.00 a

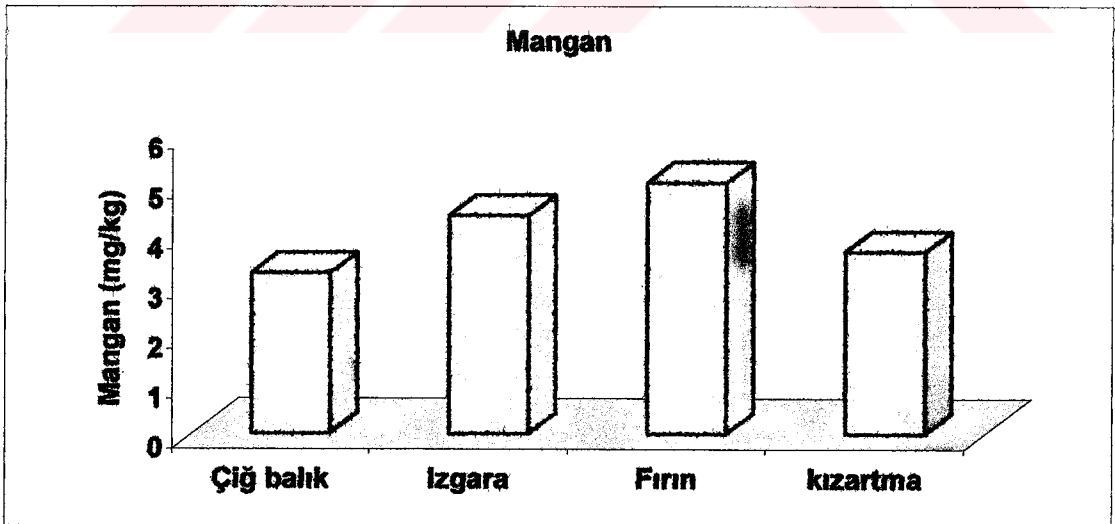
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Çizelge 4.39. Hamsinin mangan içeriklerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Mangan (mg/kg)
Fırında Pişirilmiş	5.04 a
Izgarada Pişirilmiş	4.38 a
Yağda kızartılmış	3.66 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Taze hamsi ve pişirilmiş hamsi örneklerinde belirlenen mangan içerikleri önemli miktarda değişim göstermemiştir. En yüksek mangan konsantrasyonu fırında pişirilmiş örneklerde gözlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin mangan içerikleri

Bakır (Cu)

Çiğ balık örneklerinin bakır içerikleri ortalama olarak 4.6 ± 1 mg/kg bulunmuş olup, pişirme işlemi sonrasında artış göstermiştir. İstatistiksel değişimi incelenen pişirilmiş hamsi örneklerinin bakır içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.40'da verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre bakır içeriklerindeki değişim sıcaklığa göre önemli ($p < 0.05$) bulunurken, pişirme yöntemlerine göre önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.40. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin bakır içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	17.30400833	11.10*
Piştirme yöntemi	2	6.81213333	4.37
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	1.72013333	1.10
Hata	6	1.55942500	

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin bakır içerikleri arasında piştirme yöntemleriyle ilişkili olarak istatistiksel fark olmadığı varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.41 ve 4.42).

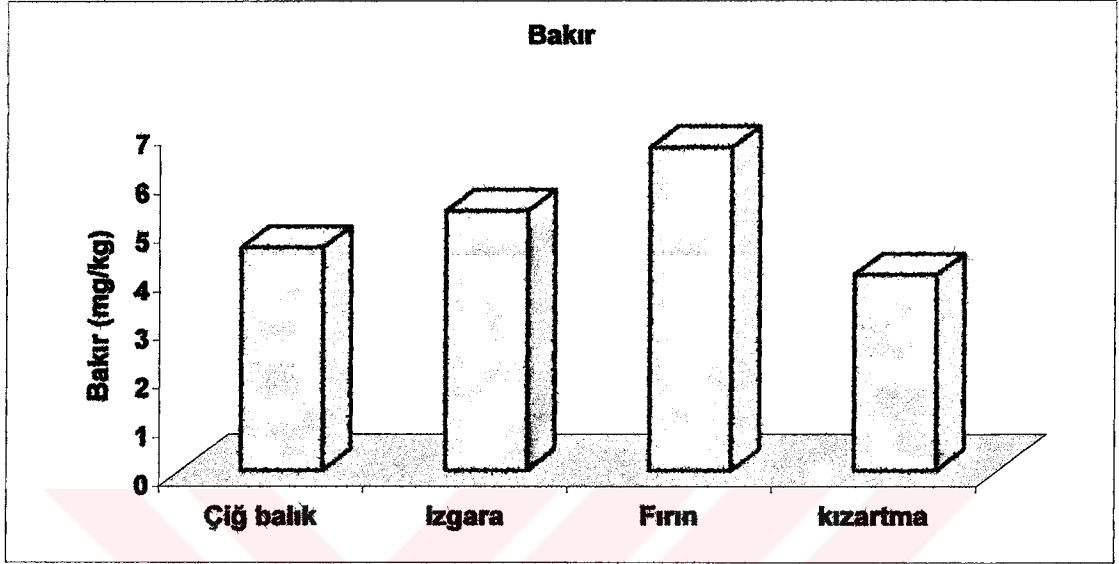
Çizelge 4.41. Hamsinin bakır içeriklerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Bakır (mg/kg)
160°C'de Piştirilmiş	6.54 a
180°C'de Piştirilmiş	4.14 b

Çizelge 4.42. Hamsinin bakır içeriklerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Bakır (mg/kg)
Fırında Piştirilmiş	6.64 a
Izgarada Piştirilmiş	5.34 ab
Yağda kızartılmış	4.03 b

Hamsi örneklerinin bakır içerikleri pişirme sıcaklıkları ve yöntemlerine göre değişim göstermiş, en yüksek bakır konsantrasyonu fırında pişirilmiş örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin bakır içerikleri

4.1.2. Peroksit değeri

Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin peroksit değeri analiz sonuçları Çizelge 4.43'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin peroksit değerleri¹

	Peroksit (meqO ₂ /kg)
Çiğ Balık	4.71±0.35
160°C Fırın	6.31±0.135
180°C Fırın	8.41±0.635
160°C Izgara	5.165±0.235
180°C Izgara	6.34±0.03
160°C Kızartma	7.11±0.32
180°C Kızartma	7.46±0.25

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin peroksit değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.44’de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre peroksit değerindeki değişim pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.44. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin peroksit değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	4.23640833	121.79**
Piştirme yöntemi	2	3.05013333	15.69**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	1.00013333	5.14*
Hata	6	0.19445833	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

(*) $p<0.05$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin peroksit değerleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemlerine ilişkin istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.45 ve 4.46).

Çizelge 4.45. Hamsinin peroksit değerlerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

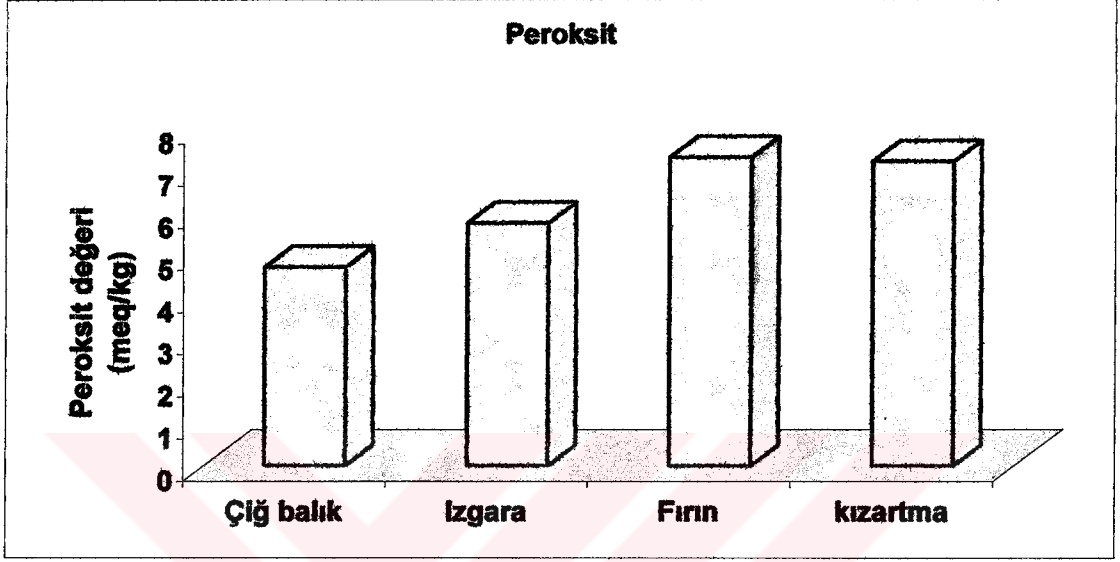
Uygulamalar	Peroksit (meqO ₂ /kg)
160°C’de Piştirilmiş	6.16 a
180°C’de Piştirilmiş	7.35 b

Çizelge 4.46. Hamsinin peroksit değerlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Peroksit (meqO ₂ /kg)
Fırında Piştirilmiş	7.31 a
Yağda kızartılmış	7.21 a
Izgarada Piştirilmiş	5.75 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.01$).

Pişirme sıcaklığının peroksit değeri üzerindeki etkisi önemli olup, en yüksek peroksit değeri 180°C’de pişirilen örneklerde belirlenmiştir. Fırında pişirilmiş ve yağda kızartılmış örneklerin peroksit değeri arasında farklılık bulunmamakla birlikte ızgarada pişirilen örneklerinkinden daha yüksek oldukları bulunmuştur (şekil 4.14).



Şekil 4.14. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin peroksit değeri

4.1.3. Yağ asitleri Kompozisyonu

Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin yağ asitleri kompozisyonuna ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu¹ (%)

	A	B	C	D	E	F	G
C _{16:0}	5.75 ±0.4	4.91±0.2	3.01±0.09	1.37±0.03	2.36±0.07	1.16±0.01	2.31±0.1
C _{18:0}	13.03 ±1.23	20.16±4.2	9.49±2.21	3.87±1.02	8.15±1.95	3.34±0.77	6.45±1.99
C _{18:1}	5.44 ±2.01	6.92±2.17	3.3 ±0.14	1.17±0.02	1.97±0.81	16.85±3.78	20.3±3.74
C _{20:1}	2.26 ±0.48	2.32±0.06	8.29±1.16	0.13±0.04	0.31±0.09	1.07±0.07	1.7±0.2
C _{22:1}	1.74 ±0.6	1.52±0.41	0.59±0.05	0.038±0.01	0.42±0.01	1.26±0.08	3.72±0.78
C _{24:1}	2.69 ±0.88	7.20±2.16	10.83±1.3	0.41±0.1	0.68±0.04	1.35±0.08	3.96±1.26
C _{18:2}	0.2 ±0.03	0.36±0.07	0.47±0.04	0.03±0.01	0.08±0.01	3.5±0.88	5.2±1.66
C _{18:3}	1.2 ±0.03	2.36±0.21	3.30±1.91	0.27±0.07	1.1±0.04	0.03±0.01	0.05±0.01
C _{20:5}	2.98 ±0.29	6.84±2.77	3.14±1.01	0.99±0.06	2.52±0.54	1.26±0.34	2.05±0.92
C _{22:6}	17.6 ±3.40	30.3±5.14	12.18±2.8	3.52±1.02	10.16±2.66	8.45±3.15	12.34±2.7

A= Çiğ Balık, B= 160°C'de fırında pişirilmiş, C= 180°C'de fırında pişirilmiş, D= 160°C'de ızgarada pişirilmiş, E= 180°C'de ızgarada pişirilmiş, F= 160°C'de yağda kızartılmış, G= 180°C'de yağda kızartılmış

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin yağında doymuş yağ asitlerinden (SFA) palmitik (C_{16:0}) ve stearik (C_{18:0}) asitler belirlenmiş, miristikasit (C_{14:0}) ise saptanamamıştır. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin doymuş yağ asitleri (SFA) içeriğine ait sonuçlar Çizelge 4.48'de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre doymuş yağ asitlerindeki değişim sıcaklığa göre önemsiz (p>0.05), pişirme yöntemlerine göre önemli (p<0.01) bulunmuştur. Çiğ hamsi örneklerinde belirlenen palmitik ve stearik asitlerin oranları sırasıyla % 5.75 ve 13.03 olarak belirlenmiştir. Izgarada pişirme ve yağda kızartma işlemleri sonrası doymuş yağ asitleri içeriğinde azalma saptanmıştır. Fırında pişirilen örneklerde ise önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Çizelge 4.48. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin doymuş yağ asitleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	3.0805333	0.27
Pişirme yöntemi	2	178.8814333	15.42**
Pişirme yöntemi x sıcaklık	2	100.4224333	8.65*
Hata	6	11.6031333	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinde bulunan doymuş yağ asitleri üzerine sıcaklığın etkisi olmadığı ($p>0.05$), pişirme yöntemlerinin ise önemli ölçüde ($p<0.01$) etkisi olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.49 ve 4.50).

Çizelge 4.49. Hamsi örneklerindeki doymuş yağ asitlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	SFA(%)
160°C’de Pişirilmiş	11.603a
180°C’de Pişirilmiş	10.590a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

Çizelge 4.50. Hamsi örneklerindeki doymuş yağ asitlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	SFA (%)
Fırında Pişirilmiş	18.785a
Yağda kızartılmış	7.875b
Izgarada Pişirilmiş	6.630b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinde tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) oleik asit ($C_{18:1}$), eikosanoik asit ($C_{20:1}$), erusik asit ($C_{22:1}$) ve nervonik asit ($C_{24:1}$) tespit edilmiştir. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içeriğine ait sonuçlar Çizelge 4.51’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre yağ asitlerindeki değişim sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$), pişirme yöntemlerine göre önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Fırında pişirme ve yağda kızartma işlemleri sonrası tekli doymamış yağ asitleri içeriğinde artış gözlenirken, ızgarada pişirilen örneklerde ise azalma saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içeriğinde en fazla artış yağda kızartılan örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.51. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin tekli doymamış yağ asitleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	84.079308	3.05
Piştirme yöntemi	2	567.422636	20.59**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	14.140993	0.51
Hata	6	27.557117	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinde bulunan tekli doymamış yağ asitleri üzerine sıcaklığın etkisi olmadığı ($p > 0.05$), piştirme yöntemlerinin ise önemli ölçüde ($p < 0.01$) etkisi olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.52 ve 4.53).

Çizelge 4.52. Hamsi örneklerindeki tekli doymamış yağ asitlerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	MUFA(%)
160°C’de Piştirilmiş	13.41a
180°C’de Piştirilmiş	18.71a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.53. Hamsi örneklerindeki tekli doymamış yağ asitlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	MUFA (%)
Yağda kızartılmış	25.105a
Fırında Piştirilmiş	20.513a
Izgarada Piştirilmiş	2.567b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p > 0.05$).

Çiğ ve piştirilmiş hamsi balıklarında çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) linoleik asit ($C_{18:2}$), linolenik asit ($C_{18:3}$), eikosapentaenoik asit ($C_{20:5}$) ve dokosaheksaenoik asit ($C_{22:6}$) belirlenmiştir. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin çoklu doymamış yağ asitleri içeriğine ait sonuçlar Çizelge 4.54’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre yağ asitlerindeki değişim sıcaklığa göre önemsiz

($p>0.05$), pişirme yöntemlerine göre önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri oranı fırında pişirme işlemi sonrasında artış gösterirken, ızgarada pişirme ve yağda kızartma sonrasında ise azalma göstermiştir. Azalma en fazla ızgarada pişirilen örneklerde saptanmıştır.

Çizelge 4.54. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin çoklu doymamış yağ asitleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	9.4305870	0.18
Piştirme yöntemi	2	417.3593970	7.89*
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	272.4214570	5.15*
Hata	6	52.927933	

(*) $p<0.05$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinde bulunan çoklu doymamış yağ asitleri üzerine sıcaklığın etkisi olmadığı ($p>0.05$), piştirme yöntemlerinin ise etkisi olduğu ($p<0.05$) varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.55 ve 4.56).

Çizelge 4.55. Hamsi örneklerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	PUFA (%)
160°C’de Piştirilmiş	19.303a
180°C’de Piştirilmiş	17.530a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

Çizelge 4.56. Hamsi örneklerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	PUFA(%)
Fırında Piştirilmiş	29.475a
Yağda kızartılmış	16.440b
Izgarada Piştirilmiş	9.335b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Kızartma işleminde kullanılan ayçiçek yağının yağ asitleri kompozisyonu çizelge 4.57’de verilmiştir. Ayçiçek yağında palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asitler belirlenmiştir. En fazla oranda bulunan yağ asidinin oleik asit olduğu saptanmıştır. Kızartma öncesi ayçiçek yağında belirlediğimiz yağ asitlerinin konsantrasyonunda kızartma işlemi sonrasında önemli bir değişim belirlenmemiştir.

Çizelge 4.57 Kızartmada kullanılan ayçiçek yağının kızartma öncesi ve sonrası yağ asitleri profili (%)

	Kullanılmamış yağ	Kullanılmış yağ
C_{16:0}	3.06	5.6
C_{18:0}	7.11	8.76
C_{18:1}	43.5	57.9
C_{18:2}	11.01	13.2

4.2. Fiziksel Analiz Bulguları

4.2.1. pH değeri

Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerine ait pH analiz sonuçları Çizelge 4.58’de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin pH değerleri¹

	PH
Taze Hamsi	6.42 ± 0.04
160°C Fırın	6.69 ± 0.114
180°C Fırın	6.68 ± 0.15
160°C Izgara	6.54 ± 0.004
180°C Izgara	6.40 ± 0.005
160°C Kızartma	6.49±0.17
180°C Kızartma	6.54±0.18

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin pH değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.59’da verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre pH değerlerindeki değişim pişirme yöntemlerine ve sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.59. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları ($p>0.05$)

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	0.00310408	0.09
Piştirme yöntemi	2	0.05452008	1.58
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	0.01080508	0.31
Hata	6	0.03442008	

Hamsi örneklerinin pH değerleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemleriyle ilişkili istatistiksel fark olmadığı varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.60 ve 4.61).

Çizelge 4.60. Hamsinin pH değerlerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	pH ¹
160°C’de Piştirilmiş	6.57 a
180°C’de Piştirilmiş	6.54 a

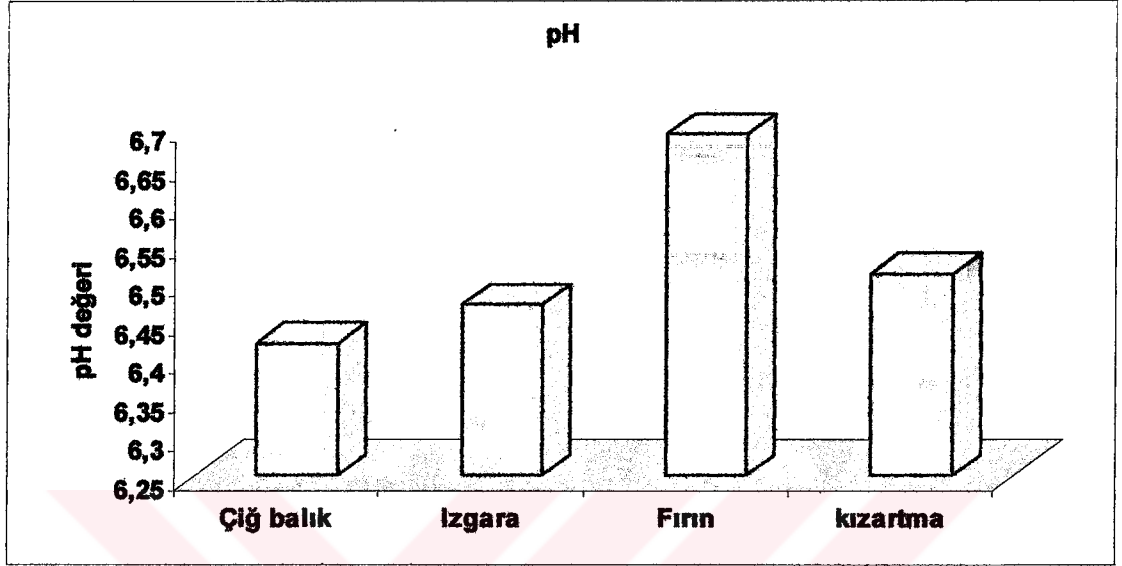
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

Çizelge 4.61. Hamsinin pH değerlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	pH
Fırında Piştirilmiş	6.69 a
Yağda kızartılmış	6.51 a
Izgarada Piştirilmiş	6.47 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Hamsi örneklerinin pH değerleri, pişirme sıcaklıkları ve yöntemlerine göre önemli değişim göstermemekle birlikte, en yüksek pH değeri fırında pişirilmiş örneklerde gözlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin pH değerleri

4.2.2. Penetrometre ölçümü

Taze ve pişirilmiş hamsi örneklerine ait penetrometre ölçüm sonuçları Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Taze ve pişirilmiş hamsi örneklerinin penetrometre değerleri¹

	Penetrometre (mm x 100)
Taze Hamsi	42.8±2.8
160°C Fırın	38.75±0.114
180°C Fırın	45.12±6.62
160°C Izgara	23.25±6.25
180°C Izgara	22.0±6.0
160°C Kızartma	57.62±2.37
180°C Kızartma	61.87±7.37

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinde belirlenen penetrometre değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.63’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre penetrometre değerlerindeki değişim, sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$), pişirme yöntemlerine göre önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.63. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin penetrometre değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	29.296875	0.29
Piştirme yöntemi	2	1379.015625	13.72**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	15.484375	0.15
Hata	6	100.515625	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin piştirme sıcaklığına göre penetrometre değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, piştirme yöntemlerine göre ise farklılık olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve duncan çoklu karşılaştırma testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.64 ve 4.65).

Çizelge 4.64. Hamsinin penetrometre değerlerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

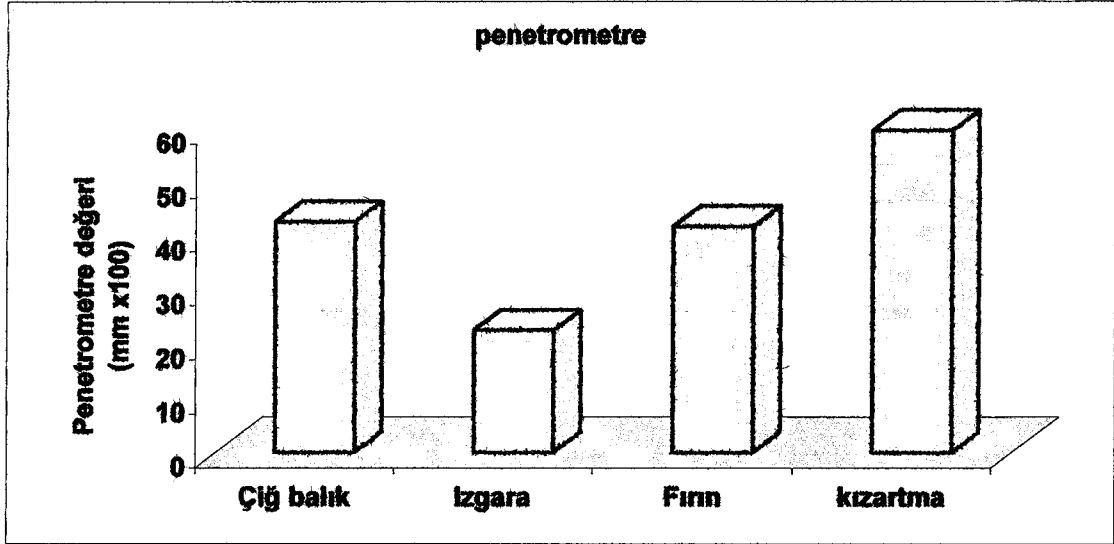
Uygulamalar	Penetrometre Değeri
160°C’de Piştirilmiş	39.87 a
180°C’de Piştirilmiş	43.0 a

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

Çizelge 4.65. Hamsinin penetrometre değerlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulamalar	Penetrometre Değeri
Yağda kızartılmış	59.75 a
Fırında Piştirilmiş	41.93 b
Izgarada Piştirilmiş	22.62 c

Yağda kızartılmış örneklerde en yüksek penetrometre değerleri elde edilmiş olup, bunu sırasıyla fırında ve ızgarada pişirilmiş örnekler takip etmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Çiğ ve pişirilmiş hamsi örneklerinin penetrometre ölçümleri

4.2.3. Renk ölçümü

Farklı pişirme yöntemleri ve farklı sıcaklıklarda pişirilen hamsi örneklerinin renk değişimine ilişkin L, a, b değerleri Çizelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Çiğ ve pişirilmiş hamsi balıklarının L, a, b değerleri¹

	Renk ölçümü		
	L değeri	a değeri	b değeri
Taze Hamsi	32.37±2	1.20±0.864	1.16±0.197
160°C Fırın	57.95±0.58	2.66±0.08	11.32±1.14
180°C Fırın	61.17±1.35	3.91±0.09	13.28±0.08
160°C Izgara	40.03±5.22	1.19±1.14	8.94±0.64
180°C Izgara	37.52±4.95	2.18±0.11	9.6±1.33
160°C Kızartma	56.91±1.14	3.04±0.66	14.52±0.56
180°C Kızartma	60.44±2.75	3.89±0.36	16.12±0.23

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

4.2.3.1. “L” değeri

Her bir pişirme yöntemi ve sıcaklığa ait “L” değerlerinin (açıklık, koyuluk) karşılaştırılması yapıldığında sıcaklığın “L” değerini önemli şekilde değiştirmedeği, ancak pişirme yöntemlerinin “L” değerini önemli ($p<0.01$) derecede etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “L” değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	5.978408	1.47
Piştirme yöntemi	2	552.603025	135.84**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	11.557858	2.84
Hata	6	4.067942	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin “L” değerleri arasında sıcaklıkla ilişkili fark olmadığı, piştirme yöntemlerine göre önemli düzeyde istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.68, Çizelge 4.69).

Çizelge 4.68. Hamsinin “L” değerlerinin piştirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	L Değeri
160°C’de Piştirilmiş	51.63 a
180°C’de Piştirilmiş	53.04 a

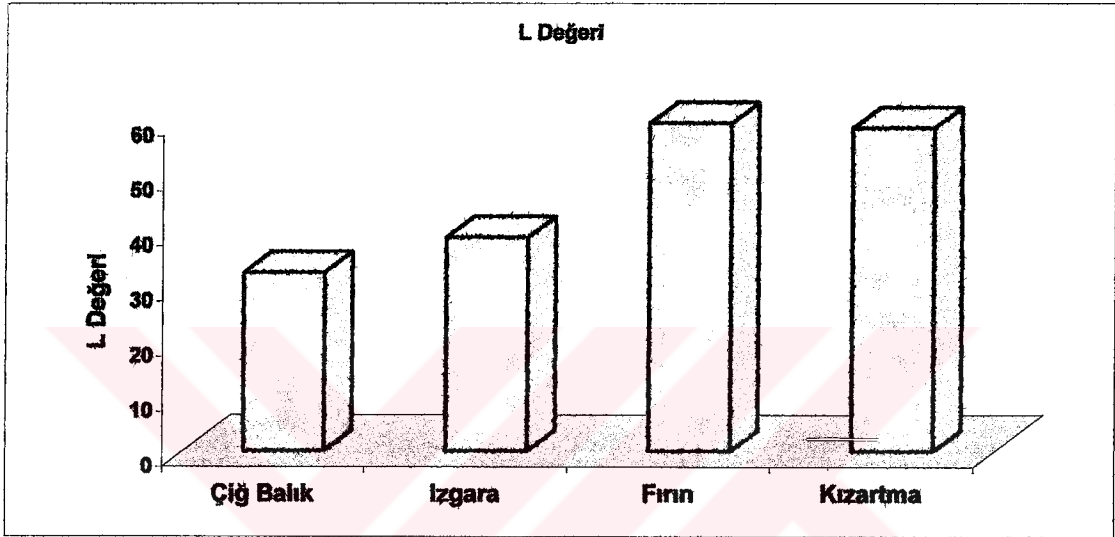
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

Çizelge 4.69. Hamsinin “L” değerlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	L Değeri
Fırında Piştirilmiş	59.56 a
Yağda kızartılmış	58.67 a
Izgarada Piştirilmiş	38.77 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.01$).

Hamsi örneklerinin “L” değerleri sıcaklığa göre değişim göstermemiş, pişirme işlemlerine göre önemli değişim göstermiştir. En yüksek “L” değeri fırında pişirilmiş örneklerde gözlenirken, en düşük “L” değeri ızgarada pişirilmiş örneklerde belirlenmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsilerin “L” değerleri

4.2.3.2. “a” değeri

Hamsi örneklerinde “a” değerleri de incelenmiş olup bu değer, kırmızı veya yeşilliği tanımlamaktadır. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin belirlenen a değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.70’de verilmiştir.

Çizelge 4.70. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	3.19300833	15.96**
Piştirme yöntemi	2	3.84707500	19.22**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	0.04030833	0.20
Hata	6	0.20010833	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin a değerleri arasında istatistiksel olarak önemli oranda fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.71 ve 4.72).

Çizelge 4.71. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerlerinin pişirme sıcaklıkları ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

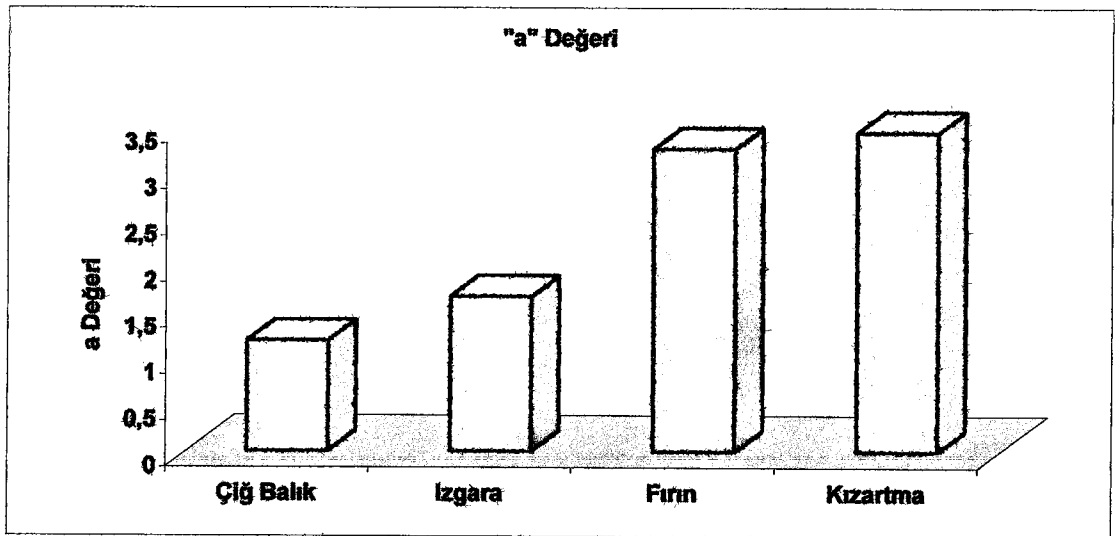
Uygulamalar	“a” Değeri
160°C’de Pişirilmiş	2.29 a
180°C’de Pişirilmiş	3.32 b

Çizelge 4.72. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerlerinin pişirme yöntemleri ile ilişkisi Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Ortalamalar ¹ (%)
Yağda kızartılmış	3.46 a
Fırında Pişirilmiş	3.28 a
Izgarada Pişirilmiş	1.68 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir

Pişirme sıcaklıkları ve yöntemleri hamsi örneklerinin “a” değerlerini etkilemiş olup, en yüksek “a” değeri yağda kızartılan örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “a” değerleri

4.2.3.3. “b” değeri

Renk ölçümünde hamsi örneklerinin bir başka değer “b” değeri olup sarı veya maviliği tanımlamaktadır. İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinin belirlenen “b” değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.73’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre “b” değerindeki değişim sıcaklığa ($p<0.05$) ve pişirme yöntemlerine göre önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.73. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	5.95020833	8.90*
Piştirme yöntemi	2	36.63300833	54.79**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	0.45515833	0.68
Hata	6	0.66865833	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

(*) $p<0.05$ düzeyinde önemli

Hamsi örneklerinin belirlenen “b” değerleri arasında sıcaklık ve piştirme yöntemlerine ilişkin istatistiksel fark olduğu varyans analizi ile ortaya konulmuş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.74 ve 4.75).

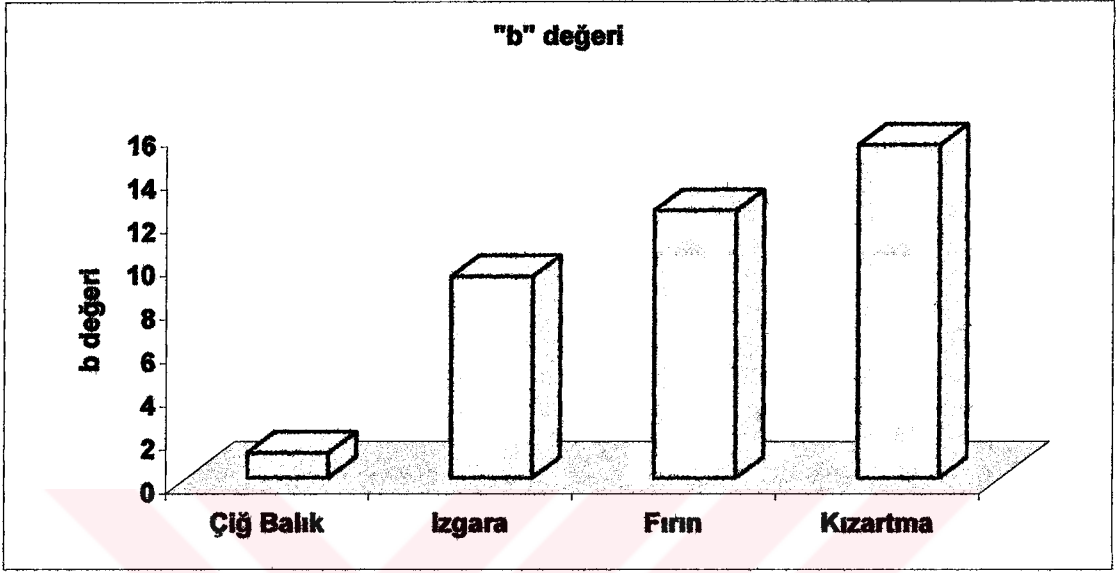
Çizelge 4.74. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerlerinin sıcaklıkla ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ($p<0.05$)

Uygulamalar	“b” Değeri
160°C’de Piştirilmiş	11.59 a
180°C’de Piştirilmiş	13.0 b

Çizelge 4.75. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerlerinin piştirme yöntemleri ile ilişkisine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ($p<0.01$)

Uygulamalar	“b” Değeri
Yağda kızartılmış	15.32 a
Fırında Piştirilmiş	12.31 b
Izgarada Piştirilmiş	9.27 c

Piştirme sıcaklıkları ve yöntemleri hamsi örneklerinin “b” değerlerini önemli düzeyde etkilemiş olup, en yüksek “b” değeri yağda kızartılan örneklerde, en düşük “b” değeri ızgarada pişirilen örneklerde belirlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin “b” değerleri

4.3. Duyusal Analiz Bulguları

Piştirilmiş hamsi örneklerinin duyusal değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.76’da verilmiştir.

Çizelge 4.76. Piştirilmiş hamsi örneklerinin duyusal analiz sonuçları¹

	Duyusal puanlar
160°C Fırın	5.4±0.2
180°C Fırın	5.7±0.1
160°C Izgara	4.3±0.3
180°C Izgara	4.1±0.1
160°C Kızartma	5.7±0.1
180°C Kızartma	6.0 ±0

¹Değerler±standart sapmayı ifade etmektedir.

İstatistiksel değişimi incelenen hamsi örneklerinde belirlenen duyuşal analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.77’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre duyuşal sonuçlardaki değişim, sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$) (Çizelge 4.78), pişirme yöntemlerine göre önemli ($p<0.01$) (Çizelge 4.79) bulunmuştur.

Çizelge 4.77. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin duyuşal analiz puanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.O.	F
Sıcaklık	1	0.05333333	1.0
Piştirme yöntemi	2	3.09000000	57.94**
Sıcaklık x piştirme yöntemi	2	0.08333333	1.56
Hata	6	0.05333333	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.78. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin duyuşal analiz puanlarının piştirme sıcaklığı ile değişimine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Duyuşal Puan
160°C’de Piştirilmiş	5.13 a
180°C’de Piştirilmiş	5.26 a

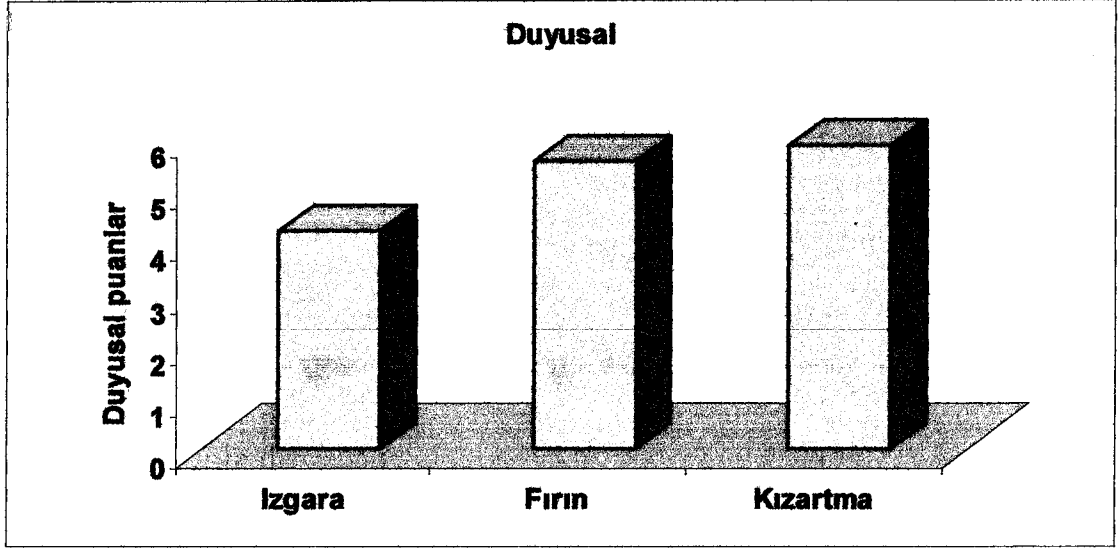
¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$).

Çizelge 4.79. Farklı yöntemlerle pişirilmiş hamsinin duyuşal analiz puanlarının piştirme yöntemleri ile değişimine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları¹

Uygulamalar	Duyuşal Puan
Yağda kızartılmış	5.85 a
Fırında Piştirilmiş	5.55 a
Izgarada Piştirilmiş	4.20 b

¹ Kolonda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.01$).

Piştirilmiş hamsi örneklerinin duyuşal değerlendirilmesi sonucunda panel üyeleri tarafından en çok beğenilen örnekler, yağda kızartılan hamsi örnekleri olmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Pişirilmiş hamsi örneklerinin duyu analizi sonuçları

5. TARTIŞMA

Kurumadde

Çalışmada taze hamsinin kuru madde içeriği % 28.23 olarak bulunmuştur. Ovayolu (1997), yaptığı çalışmada taze hamsi örneklerinin kuru madde içeriğini % 21 olarak tespit etmiştir. Shozen vd (1997), hamsi balığını kullanarak yaptıkları çalışmada kuru madde içeriğini % 18 oranında bulmuşlardır. Karaali ve Özay (1988), hamsilerde kuru madde içeriğinin % 20-25 oranında değiştiğini bildirmişlerdir. Gökoğlu vd (1999), hamsi balığının kuru madde içeriğinin yıl boyunca %23-34 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ülkemizde yapılan benzer çalışmalarda hamsilerde kuru madde miktarı % 30.28 (Anıl 1985) ve % 30.08 (Karaçam ve Düzgüneş 1988, Karaçam ve Boran 1990) olarak bulunmuştur. Araştırma sonuçlarımız literatür verileri ile uyumlu bulunmuştur.

Pişirme sıcaklığının balıkta kuru madde içeriğine etkisi olmadığı belirlenmekle birlikte, pişirme yöntemleri kuru madde içeriğini önemli derecede ($p<0.01$) etkilemiştir. Yağda kızartılmış balıkların kuru madde içerikleri fırında ve ızgarada pişirilen örneklerin kuru madde içeriklerinden daha düşük bulunmuştur. Rodriguez-Estrada (1997), farklı yöntemlerle pişirdikleri hamburgerlerde en az su kaybının tavada kızartılan örneklerde görüldüğünü bildirmişlerdir. Gökoğlu vd (2003), pişirme yöntemlerinin gökkuşağı alabalığının kimyasal kompozisyonuna etkisini inceledikleri bir çalışmada en yüksek kurumadde içeriğini yağda kızartılmış balıklarda belirlediklerini bildirmişlerdir.

Kül

Çalışmamızda taze hamsi örneklerinde kül oranı % 1.22 olarak belirlenmiştir. Ovayolu (1997) çalışmasında, taze hamsilerde kül miktarını % 3.48 olarak belirlerken, Karaçam ve Düzgüneş (1988), Karaçam ve Boran (1990) ise % 1.40 olarak tespit etmişlerdir.

İki farklı sıcaklıkta pişirmiş olduğumuz balıkların kül içerikleri üzerine sıcaklığın önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Pişirme yöntemleri açısından kül içerikleri değerlendirildiğinde ise yağda kızartılmış örneklerin en düşük kül içeriklerine sahip olduğu görülmüştür. Fırında ve ızgarada pişirilmiş balıkların kül içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmekle birlikte bu iki yöntemle pişirilmiş balıkların kül içerikleri arasında önemli ($p>0.01$) farklılıklar belirlenmemiştir. Yağda kızartılmış örneklerin en düşük kül içeriğine sahip oldukları bulunmuştur.

Yağ

Hamsi balığının temel öğelerinden olan yağın oranı mevsimlere, coğrafi bölge, yaş, cins, olgunluk ve beslenme gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Aynı türün yaş, biyolojik durumu ve yaşadığı ortamdaki suyun sıcaklığı da yağ oranını etkilemektedir (Ovayolu 1997).

Taze hamsi örneklerimizde yağ oranı % 8.78 olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda taze hamsilerde yağ oranları % 7 (Karaali ve Özay 1988), % 10.41 (Anıl 1985), % 9.46 (Karaçam ve Düzgüneş 1988) ve % 7.1 (Ovayolu 1997) olarak belirlenmiştir. Shozen vd (1997) ise hamsinin yağ oranını % 18.2 olarak belirlemişlerdir. Gökoğlu vd (1999) yaptıkları bir çalışmada hamsi balığının yıl boyunca yağ içeriğinin % 5.3-13.6 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmamızda taze hamsi balığında saptadığımız yağ oranı literatür verileri ile uyumlu bulunmuştur.

Araştırmamızda pişirme sıcaklıklarının hamsi örneklerinin yağ içeriklerini etkilediği belirlenmiştir ($p<0.05$). 180°C’de pişirilen örneklerin daha yüksek oranda yağ içerdiği saptanmıştır. Flick vd (1989), yaptıkları çalışmada kızartma yağının sıcaklığı arttığında balıktaki yağ içeriğinde azalma saptadıklarını bildirmişlerdir.

Araştırmamızda yağda kızartma yöntemiyle pişirilen örneklerin yağ içeriklerinin diğer yöntemlerle pişirilenlere oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Balıkların yağda kızartılması esnasında balık etinin yağ çekmesinden dolayı yağda kızartılmış ürünlerin yağ oranı yüksek bulunmuştur. Fırında ve ızgarada pişirilmiş balıkların yağ içerikleri

arasında önemli farklılık ($p>0.01$) bulunmamıştır. Yapılan diğer çalışmalarda kızartılmış ürünlerdeki yağ oranının yüksek olması konusunda elde edilen sonuçlar da çalışma sonuçlarımızı desteklemektedir (Steiner-Asiedu vd 1991, Salawu vd 2005). Gall vd (1983), dört farklı tür balığı farklı yöntemeler ile pişirdikleri bir çalışmada yağ oranı düşük balık türlerinde pişirme sonrası yağ oranında değişim olmadığını, yağlı balık türlerinde ise pişirme işlemi sırasında yağda kayıplar meydana geldiğini saptamışlardır.

Protein

Taze hamsilerde protein oranı ortalama olarak % 18.63 bulunmuştur. Protein oranı balık türlerine göre farklılık gösterdiği gibi aynı balık türleri arasında da farklılık gösterebilmektedir. Protein oranı cinsel olgunluğa bağlı olup yıllık süreç içerisinde değişmektedir (Sikorski vd 1990). Ülkemizde avlanan hamsilerde yapılan çalışmalarda taze örneklerde protein miktarları % 18.5 (Anıl 1985), % 16.64 (Karaçam ve Düzgüneş 1988), %18.90 (Karaçam ve Boran 1990), % 15 (Ovayolu 1997) ve % 15-18 (Karaali ve Özay 1988) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda taze hamsilerden elde edilen bulgular, diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Hamsilerin protein içerikleri pişirme sıcaklığından etkilenmezken, pişirme yöntemlerinden önemli ($p<0.01$) oranda etkilenmiştir. En yüksek protein oranı ızgarada pişirilmiş örneklerde saptanmış olup (%40.73), bunu sırasıyla fırında pişirilmiş (%34.46) ve yağda kızartılmış (%20.21) örnekler takip etmiştir. Izgarada pişirme işlemi esnasında su kaybının fazla olması nedeniyle kuru maddedeki artışa bağlı olarak protein miktarının oransal olarak arttığı düşünülmektedir. Yağda kızartılan örneklerin de yağ emmesi nedeniyle kuru maddedeki yağın oransal olarak artışı proteinde oransal bir azalmaya neden olmuştur. Salawu vd (2005)'de yağda kızartılmış örneklerin en düşük protein içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bu sonuçların aksine bazı araştırmacılar ise en yüksek protein içeriğini kızartılmış örneklerde saptadıklarını bildirmişlerdir (Gökoğlu vd 2004, Puwastien vd 1999, Gall vd 1983). Bu farklılığın kızartma yöntemindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Balıkların yağda kızartılmasında kızartma yağının sıcaklığı, balığın herhangi bir madde ile kaplanmış olup olmadığı gibi faktörler, balığın yağ emme oranını etkilemektedir. Balığın yağ

içeriğindeki artış da oransal olarak diğer bileşenlerin miktarında azalmaya neden olabilmektedir.

Mineral

Piştirilmemiş hamsi örneklerinde Na 781.9 mg/kg, Ca 1672.2 mg/kg, K 883 mg/kg, Mg 314.6 mg/kg, P 171.4 mg/kg, Zn 29.5 mg/kg, Fe 9.1 mg/kg, Mn 3.2 mg/kg ve Cu 4.6 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Piştirme sıcaklığı hamsinin mineral madde konsantrasyonunda önemli ($p>0.01$) bir değişime neden olmamıştır. Ancak sadece çinko konsantrasyonları 160°C’de piştirilmiş örneklerde 180°C’de piştirilen örneklerdekenden daha yüksek ($p<0.01$) bulunmuştur. Piştirme yöntemleri de sadece kalsiyum, sodyum ve çinko konsantrasyonlarını etkilemiş ($p<0.01$) olup diğer mineraller üzerine etkisi ($p>0.01$) belirlenmemiştir. Kalsiyum konsantrasyonu en fazla fırında (2540.2 mg/kg) ve ızgarada piştirilmiş örneklerde (2432 mg/kg) belirlenirken, en düşük konsantrasyon yağda kızartılmış örneklerde (1291.4 mg/kg) bulunmuştur. Gökoğlu vd (2003), yaptıkları çalışmada en yüksek kalsiyum konsantrasyonunu ızgarada piştirilmiş balık örneklerinde belirlemişlerdir.

Çalışmamızda diğer birçok çalışmada tespit edildiği gibi balık örneklerinin mineral madde içeriği üzerine piştirme yöntemlerinin kayda değer bir etkisi olmadığı gözlenmiştir (Açkurt 1991, Gall vd 1983, Steiner-Asiedu vd 1991, Gökoğlu vd 2004, Turhan vd 2004). Ancak Açkurt (1991)’un bildirdiğine göre bazı balık türlerinin mineral madde içerikleri piştirme yöntemlerine göre değişim gösterebilmektedir. Ersoy vd (2005), yaptıkları çalışmada 4 farklı piştirme yönteminin (fırında, ızgarada, mikrodalgada piştirme, kızartma) balık örneklerinde bulunan ağır metal konsantrasyonuna etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada ağır metallerden Pb, Cd, ve Cr, piştirme yöntemlerine göre azalma gösterirken, As ve Ni, önemli düzeyde artış göstermiştir. Salawu vd (2005), yayın balıkları ile yaptıkları bir çalışmada piştirme yöntemlerinin balığın mineral madde içeriğini önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir. Gall vd (1983) ise yağ oranı düşük balıklarda piştirme işlemi sonrası

mineral madde içeriğinde bir miktar kayıp saptadıklarını, yağ oranı yüksek balıklarda ise değişim gözlemediklerini bildirmişlerdir.

Peroksit Değeri

Balığın uzun süre depolanamamasının nedenlerinden biri içerdiği yağın zamanla acılaşması ve oksidasyona uğramasıdır. Özellikle yağlı balıkta yağın acılaşması ransit tat ve aromanın oluşumu ile kendini gösterir. Oksidasyonun en önemli aşamalarından biri, oksijenin devreye girmesiyle doymamış yağ asitlerinin hidroperoksitlere dönüştüğü evredir.

Hamsi örneklerinin peroksit değerlerine pişirme sıcaklıkları ve pişirme yöntemlerinin önemli derecede ($p < 0.01$) etkisi bulunmuştur. Çiğ balık örneklerinde peroksit değeri ortalama olarak $4.71 \text{ MeqO}_2/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. Gökoğlu vd (2004), taze hamsi örneklerinde peroksit değerini $1.40 \text{ mEqO}_2/\text{kg}$ olarak tespit etmişlerdir. Bu farklılık balıkların başlangıç kalitelerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Pişirme sıcaklığının peroksit değeri üzerindeki etkisi önemli olup, en yüksek peroksit değeri 180°C 'de pişirilen örneklerde belirlenmiştir. Fırında pişirilmiş ve yağda kızartılmış örneklerin peroksit değerleri arasında farklılık bulunmamakla birlikte ızgarada pişirilen örneklerinkinden daha yüksek oldukları bulunmuştur.

Regulska ve Llow (2002), farklı pişirme yöntemlerinin (ızgara, haşlama, kızartma ve mikrodalgada pişirme) ringa balığında peroksit değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Al-saghir vd (2004), farklı yöntemlerle pişirilen salmon filetlerinde ısı işlem etkisiyle hafif bir oksidasyon etkisi gözlemlendiğini, primer ve sekonder oksidasyon ürünlerinde bir miktar artış olduğunu saptamışlardır.

Yağ Asitleri Kompozisyonu

Balıklarda yağ asitleri kompozisyonunun mevsim, avlanma bölgesi ve işleme yöntemleri gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmektedir (Moreiras-Varela vd 1988; Nawar vd 1990, Varela vd 1990).

Araştırmamızda hamsi örneklerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine sıcaklığın etkisi olmadığı ($p>0.05$), pişirme yöntemlerinin ise önemli ölçüde ($p<0.01$) etkisi olduğu belirlenmiştir. Çiğ hamsi örneklerinde belirlenen miristik ve palmitik asitlerin oranları sırasıyla % 5.75 ve %13.03 olarak belirlenmiştir. Izgarada pişirme ve yağda kızartma işlemleri sonrası doymuş yağ asitleri içeriğinde azalma saptanmıştır. Fırında pişirilen örneklerde ise önemli bir değişim gözlenmemiştir. Fırında pişirme ve yağda kızartma işlemleri sonrası tekli doymamış yağ asitleri içeriğinde artış gözlenirken, ızgarada pişirilen örneklerde ise azalma saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içeriğinde en fazla artış yağda kızartılan örneklerde görülmüştür. Çoklu doymamış yağ asitleri oranı ise fırında pişirme işlemi sonrasında artış gösterirken, ızgarada pişirme ve yağda kızartma sonrasında ise azalma göstermiştir. Azalma en fazla ızgarada pişirilen örneklerde saptanmıştır.

Pişirme yöntemlerinin yağ asitleri kompozisyonunu etkilediği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilirken (Gall vd 1983, Sanches-Muniz vd 1992, Candela vd 1997, Ohgaki vd 1994) bazı araştırmacılar ise etkisi olmadığını saptamışlardır (Steiner-Asiedu vd 1991).

Kızartma esnasında gıda ve kızartma yağı bileşenleri arasında etkileşim olduğu ve kızartılmış balıkların yağ kompozisyonunun kızartma yağıninkine benzeme eğiliminde olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (May vd 1975, Sims ve Fiorty 1975, Mai vd 1978, Gall vd 1983, Nawar 1984, Nawar vd 1990, Varela vd 1990, Sanches-Muniz vd 1992, Sebedio vd 1993). Bu interaksiyon özellikle balıkta EPA ve DHA gibi spesifik yağ asitlerini etkilemektedir. Kızartma koşulları üzerine yapılan çalışmalarda kızartma yağının sıcaklığının gıdanın termal zarar uğramasında nisbeten az etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sanches-Muniz vd (1992), kızartma sonrası balık yağında EPA ve DHA düzeylerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Kızartma yağında ise çok az değişim belirlenmişler fakat bu değişimin bütün yağ asitleri için aynı oranda gerçekleşmediğini bildirmişlerdir. Gladyshev vd (2006a) ise çeşitli balık türleri ile yürüttükleri bir çalışmada kızartma işlemi sonrası sadece Norveç alabalığında EPA+DHA içeriklerinde azalma olduğu diğer balık türlerinde ise değişim gözlenmediğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada da çeşitli yöntemlerle pişirilen somon balığında EPA+DHA oranındaki azalma sadece kızartılmış ürünlerde saptandığı diğer pişirme yöntemlerinde ise değişim belirlenmediği bildirilmiştir (Gladyshev vd 2006b). Araştırma sonuçlarımıza göre, kızartma işlemi sonrası EPA+DHA düzeylerinde azalma saptanmıştır. Izgarada pişirilen örneklerin çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinde de önemli oranda azalma belirlenmiştir. Ohshima vd (1996) de ızgarada pişirme işlemi sonrasında çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları arasındaki farklılıkların pişirme sıcaklığı, pişirme öncesi balığa uygulanan işlemler, kullanılan yağ ve balık türü gibi farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

May vd (1975), yağ oranı düşük balıkların kızartma işlemi sonucunda yağ asitleri kompozisyonunun kızartma yağıninkine benzerlik gösterdiğini bildirmiştir. Gall vd (1983) de yağ oranı yüksek balıkların kızartma işlemi esnasında kızartma yağından yağ asitleri emiliminin, az yağlı balıklara oranla daha az olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda ayçiçek yağında palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asitler belirlenmiştir. En fazla oranda bulunan yağ asidinin oleik asit olduğu saptanmıştır. Kızartma öncesi ayçiçek yağında belirlediğimiz yağ asitlerinin kompozisyonunda kızartma işlemi sonrasında önemli bir değişim belirlenmemiştir. Ayçiçek yağının önemli oranda oleik ve linoleik asitlere sahip olması nedeniyle kızartılmış örneklerimizde de bu yağ asitlerinin miktarlarında önemli artışlar belirlenmiştir. Bu sonuçlar da çeşitli araştırmacılar tarafından bildirildiği gibi balık yağının kompozisyonunun kızartma yağıninkine benzeme eğiliminde olduğunu doğrulamaktadır.

Sebedio vd (1993), derin yağda kızartılan uskumru balıklarının uzun zincirli omega 3 yağ asitleri içeriğinde değişim olmadığını fakat yalnızca kızarma esnasında uzun zincirli yüksek derecede doymamış yağ asitlerinin polar bileşikleri, polimerleri ve geometrik yağ asitleri izomerlerinin oluştuğunu bildirmişlerdir.

Echarte vd (2003), zeytinyağında kızartılan köftelerde oleik ve eikosapentaenoik asitler de artış linoleik ve dokosaheksaenoik asitlerde ise azalma tespit etmişlerdir. Gladyshev vd (2006b) de n-3/n-6 oranında pişirme işlemleri sonrasında azalma saptadıklarını bildirmişlerdir.

pH Değeri

Balık etinin pH değeri, ölümden sonra mikrobiyal değişim ve enzimatik aktiviteye bağlı olarak değişmektedir. Araştırmamızda pişirilmemiş hamsilerde pH değeri ortalama olarak 6.42 olarak belirlenmiştir. Literatürde taze hamsi balığının pH değeri 6.5 civarında belirtilmekte olup çalışmamızda da benzer bulgu elde edilmiştir.

Pişirme sıcaklıkları ve pişirme yöntemlerinin balığın pH değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Doku ölçümü

Balık etinde doku ölçümleri penetrometre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Pişirme sıcaklıklarının balık dokusunda bir değişime neden olmadığı pişirme yöntemlerinin ise balık dokusunu önemli derecede ($p<0.01$) etkilediği belirlenmiştir. Yağda kızartılmış örneklerde en yüksek penetrometre değerleri elde edilmiş olup, bunu sırasıyla fırında ve ızgarada pişirilmiş örnekler takip etmiştir. Bu da bize yağda kızartılmış balıkların diğer iki yöntemle pişirilene oranla önemli derecede daha yumuşak bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Bunun nedeni ise kızartılan balıklarda yağ emilimi nedeniyle balık kasındaki yağ konsantrasyonundaki artıştır. Bilindiği gibi yağlar gıdaların yapısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, yağ oranı yüksek gıdalar daha yumuşak bir yapıya sahiptirler. Sağlık endişeleri nedeniyle gıdalarda yağın

azaltılması yönündeki çabalarda yapısal kayıplar önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle de yağ azaltma çalışmalarında yağ yerine geçebilecek ikamelerin kullanılması konusunda çalışmalar yürütülmektedir. Araştırmamızda ızgarada pişirilen balıkların ise diğerlerine oranla en sert yapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Bu da ızgarada pişirme esnasında su ve yağda meydana gelen kayıplardan kaynaklanmaktadır.

Renk

Piştirme sıcaklıkları “L” değerleri üzerinde önemli bir etki göstermezken “a” ve “b” değerlerini etkilemiştir. 180°C’de pişirilen örneklerin “a” ve “b” değerleri 160 °C’de pişirilen örneklerinkinden yüksek bulunmuştur. Piştirme yöntemleri de L, a, b değerini önemli derecede ($p<0.01$) etkilemiştir. Izgarada pişirilen örneklerde en düşük L,a,b değerleri saptanmıştır.

Chiou vd (2004), Deniz Kulağı etinin piştirme işlemi sonrası kalitesinde meydana gelen değişimleri inceledikleri çalışmalarında piştirme işlemi sonrasında “L” değerinde artış belirlemişlerdir. Aynı çalışmada piştirme işleminin başlangıcında a değerinde azalma b değerinde ise artış kaydedilmiştir. Ayrıca sıcaklıktaki artışla birlikte L, a, b değerlerinde de artış saptanmıştır.

Duyusal

Su ürünlerinin tüketiciler tarafından kabulünde duysal özellikler en önemli faktörlerdendir. Isıl işlem gıdaların duysal kalitesine hem olumlu hem de olumsuz etki yapabilmektedir. Piştirme, dokunun yumuşamasına, renk ve tatta ise stabil yapı oluşmasına sebep olmaktadır. Gıdaların kalitesini belirleyen en önemli kriterin duysal analiz sonuçları olduğu ve duysal analiz sonuçları uygun olmayan bir ürünün tüketilemeyeceği bildirilmektedir.

Araştırmamızda duysal analiz sonuçlarındaki değişim, sıcaklığa göre önemsiz ($p>0.05$), piştirme yöntemlerine göre önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Çalışmamızda elde

ettiğimiz analiz sonuçları doğrultusunda, en çok beğenilen ürünün yağda kızartılmış örnekler olduğu göze çarpmaktadır. Bunun tüketim alışkanlıklarımızın bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde balık tüketiminde en yaygın pişirme yöntemi yağda kızartmadır. Değişik şekillerde işlenmiş ve pişirilmiş ürün tüketimi henüz çok yaygın değildir. Su ürünleri işleme teknolojisindeki gelişmelerle birlikte halkımızın tüketim alışkanlıkları da yavaş yavaş değişmektedir. Duyusal değerlendirmelere göre panelistlerin beğenisi bakımından yağda kızartılmış ürünleri fırında ve ızgarada pişirilmiş ürünler takip etmiştir. Izgarada pişirilmiş ürünlerde fazla su kaybı nedeniyle kuru ve sert bir yapı oluşması beğenilirliği azaltmıştır. Fırında pişirilen ürünler ise yapı ve görünüş bakımından daha fazla beğenilmekle birlikte yağda kızartılmış ürünlere göre daha yavan bir tata sahip olduğu panelistlerce bildirilmiştir. Yağda kızartılmış ürünlerde yağ emilimi nedeniyle üründe lezzet oluşumu daha fazla olduğundan diğer yöntemlerle pişirilmiş ürünlerin daha yavan olarak değerlendirilmelerine sebep olmuştur. Bilindiği gibi yağlar gıdalarda tat ve lezzet oluşumunda önemli rol oynarlar.

6. SONUÇ

Deniz ürünleri dengeli amino asit kompozisyonu ile yüksek biyolojik değerli proteini ve çoklu doymamış yağ asitleri içeriği bakımından insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Kimyasal kompozisyonları temel alınarak kalori değeri, amino asit kompozisyonu, protein, yağ ve karbonhidrat sindirilebilirliği, zengin mineral ve vitamin içeriği ile sığır ve kanatlı etlerine oranla daha avantajlı bir gıda olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca sahip oldukları omega yağ asitlerinin kalp damar hastalığı riskini azalttığı ifade edilmektedir.

Hamsi balığı ülkemizde en fazla miktarda avlanan bir balık türüdür. Bu av miktarına bağlı olarak da en fazla tüketime sahip bir balık olma özelliği taşımaktadır. Bu çalışma ile tüketicilere hamsi balığını en sağlıklı şekilde değerlendirmeleri konusunda yol gösterilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre hamsi balığının ortalama olarak % 28.23 kuru madde, % 8.78 yağ, % 18.63 protein ve % 1.22 kül içeriği ile önemli bir besin kaynağı olduğu sonucu yeniden vurgulanmıştır. Önemli bir tüketim potansiyeli olması nedeniyle de halkımızın beslenmesinde çok önemli bir kaynaktır.

Farklı pişirme yöntemlerinin hamsi balığının besinsel ve kalite özellikleri üzerine etkili olduğu çalışma sonuçları ile ortaya konulmuştur. Elde edilen verilere göre, çiğ örneklerle kıyaslandığında pişirilmiş hamsi balıkları kimyasal kompozisyon bakımından önemli değişim göstermiştir. Pişirme işlemi sonrası kuru maddedeki artışa bağlı olarak ham kül, ham protein ve ham yağ içeriklerinde de artışlar gözlenmiştir.

Pişirme sıcaklığı hamsinin mineral madde konsantrasyonunda önemli ($p>0.01$) bir değişime neden olmazken, pişirme yöntemleri ise sadece kalsiyum, sodyum ve çinko konsantrasyonlarını etkilemiş ($p<0.01$) olup diğer mineraller üzerine etkisi ($p>0.01$) belirlenmemiştir.

Hamsi balığının yağ asitleri kompozisyonu üzerine pişirme yöntemlerinin önemli etkisi bulunurken pişirme sıcaklıklarının yağ asitleri kompozisyonunda önemli bir değişime neden olmadığı saptanmıştır. Fırında pişirilen ürünlerde tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri oranında artış belirlenirken, doymuş yağ asitlerinde değişim görülmemiştir. Izgarada pişirilen balıklarda pişirme işlemi esnasında yağ kaybından dolayı doymuş ve doymamış yağ asitlerinin her ikisinde de azalma görülmüştür. Yağda kızartılan örneklerde ise ayçiçek yağının balık dokusuna emilimi, ayçiçek yağında miktarı fazla olan tekli doymamış yağ asitlerinin balık dokusuna geçmesine neden olmuş ve bunun sonucunda da doymuş ve çoklu doymamış yağ asitleri oranları azalmıştır.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre de yağda kızartılmış balıklar panelistler tarafından en beğenilen ürün olmuştur. Halkımızın tüketim alışkanlıklarına göre yağda kızartılmış ürünler daha çok beğenilmektedir. Oysa yağda kızartılmış ürünlerin besin öğelerinde diğer ürünlere kıyasla kayıpların daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yağda kızartma esnasında balığın yağ emmesi nedeniyle yağ içeriğinde artışa neden olmaktadır. Bu da kalp damar hastalığı, obezite gibi sağlık problemi olan kimseler için olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Sağlık endişeleri nedeniyle yağdan kaçınması gereken bireylerin alternatif pişirme yöntemleri ile balıkları pişirmeleri gerekmektedir.

Bu sonuçlara göre de sağlıklı tüketim açısından fırında ve ızgarada pişirilmiş örnekler tavsiye edilebilir. Ancak ızgarada pişirilen örneklerin daha fazla nem kaybı nedeniyle daha sert bir yapıya sahip olması tüketici beğenisini azalttığından ve yağ asitleri konsantrasyonlarında da azalmalar meydana geldiğinden fırında pişirme yönteminin daha üstün bir özelliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre de fırında pişirmenin hamsi balıklarının pişirilmesinde en iyi yöntem olduğu belirlenmiştir.

7. KAYNAKLAR

- AÇKURT, F. 1991. Geleneksel yöntemlerle hazırlanan ve pişirilen et ve balıkta besin öğeleri korunum düzeylerinin saptanması. Gıda Sanayi 5(1): 58-66.
- AGREN, J.J., HÄNNINEN O. 1993. Effects of cooking on the fatty acids of three freshwater fish species. Food Chemistry, 46: 377-382.
- AL-SAGHIR, S., THURNER, K., WAGNER, K.H., FRISCH, G., LUF, W., RAZZAZI-FAZELI, E., ELMADFA, I. 2004. Effects of different cooking procedures on lipid quality and cholesterol oxidation of farmed salmon fish (*Salmo salar*). Journal of Agricultural Food Chemistry, 52(16):5290-6.
- ANIL, N. 1985. Kokusu giderilmiş hamsi kıymasının derin dondurucuda saklanması, dondurmanın mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi üzerinde araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Vet. Fak. Der., (1): 25-35.
- ANONİM 2001. Su Ürünleri İstatistikleri. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü yayınları No: 2429.
- ANONYMOUS 2003. Current Status of fisheries and aquaculture in Turkey. Eurofish 1:18-31.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analyses of Association of Analytical Chemist. Fifteen Edition Washington DC.
- BAYSAL, A. 1995. Diyet yağları ve sağlığımız. Palm Yağının Ülkemizde Değerlendirilmesi Semineri, İstanbul.
- BLIGH, E. G., DYER, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37: 911-917.
- BUCHOWSKI, M. S., MAHONEY, A. W., CARPENTER, C. E., CORNFORTH, D. P. 1988. Heating and the distribution of total and heme iron between meat and broth. Journal of Food Science, 53: 43-45.
- CANDELA, M., ASTIASARAN, I., BELLO, J. 1997. Effects of frying and warmholding of fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). Food Chemistry, 58: 227-231.
- CANDELA, M., ASTIASARAN, I., BELLO, J. 1998. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46 (7): 2793-2796.
- CARROL, K.K. 1986. Biological effects of fish oils in relation to chronic diseases. Lipids, 21, No.12.

- CHIOU, T.K., TSA, C.Y., LAN, H.L. 2004. Chemical, physical and sensory changes of small abalone meat during cooking. Fisheries Science, 70: 867.
- CONNOR, S.L., CONNOR, W.E. 1997. Are fish oils beneficial in the prevention and treatment of coronary artery disease. American Journal of Clinical Nutrition, 66: 1020-1031.
- DÖNMEZ, M., TATAR, O. 2001. Fletö ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşaklı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss w.*) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimindeki değişimlerin araştırılması. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi 18(1-2): 125-134.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381 pp.
- ECHARTE, M., ANSOREN, A. D., ASTIASARAN, I. 2003. Consequences of microwave heating and frying on the lipid fraction of chicken and beef patties. Journal of Agricultural Food Chemistry, 51(20):5941-5
- EL-SABAIYE, L. A., METWALL, S.M. 1989. Changes in some chemical characteristics and lipid composition of salted fermented bourdi fish muscle (*Mugil cephalus*). Food Chemistry, 31: 41-50.
- ERSOY, B., YANAR, Y., KÜÇÜKGÜLMEZ, A., ÇELİK, M. 2005. Effect of four cooking methods on the heavy metal concentrations of sea bass fillets (*Dicentrarchus labrax Linne, 1785*) (basımda). Food Chemistry.
- FLICK, G.J., GWO, Y.Y., ORY, R.L., BARAN, W.L., SASIELA, R.J., BOLING, J., VINNETT, C.H., MARTIN, R.E. 1989. Effects of cooking conditions and postpreparation procedures on the quality of battered fish portions. Journal of Food Quality, 12(3): 227
- GALL, K.L., OTWELL, W.S., KOBURGER, J.A., & APPLIEDORF, H. (1983). Effects of four cooking methods on proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. Journal of Food Science, 48:1068-1074.
- GALLAGHER, M.L., HARRE, I., RULIFSON, R.A. 1991. Variation of lipid and fatty acid contents of atlantic croakers. Striped Mullet and summer flounder. Transactions of American Fishery Society. 120: 614-619.
- GARCIA-ARIAS, M.T., PONTES, E.A., GARCIA-LINARES, M.C., GARCIA-FERNANDES, M.C., SANHEZ-MUNIZ, F.J. 2003. 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, 83: 349-356.

- GLADYSHEV, M. I., SUSHCHIK, N. N., GUBANENKO, G. A., DEMIRCHIEVA, S.M., KALACHOVA, G.S. 2005. Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Food Chemistry, 96: 446-451.
- GLADYSHEV, M. I., SUSHCHIK, N. N., GUBANENKO, G. A., DEMIRCHIEVA, S.M., KALACHOVA, G.S. 2006a. Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. Food Chemistry (In press).
- GLADYSHEV, M. I., SUSHCHIK, N. N., GUBANENKO, G. A., DEMIRCHIEVA, S.M., KALACHOVA, G.S. 2006b. Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Food Chemistry, 96:446-451.
- GÖKOĞLU, N. ÖZDEN, Ö., ERKAN, N., BAYGAR, T., METİN, S. 1999. Seasonal variation in fat content of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). International Journal of Food Science and Technology, 34: 401-402.
- GÖKOĞLU, N. 2002. Su ürünleri İşleme teknolojisi. Su vakfı yayınları, 180 ss.
- GÖKOĞLU, N., YERLİKAYA, P., CENGİZ, E. 2003. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry, 84: 19-22.
- GÖKOĞLU, N., YERLİKAYA, P., URAN, H. 2004. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. European Food and Research Technology, 10.1007: 1026-1035.
- HILL, M. A. 1994. Vitamin retention in microwave cooking and cook-chill foods. Food Chemistry, 49: 131-136.
- İNAL, T. 1988. Balıkların muhafaza usülleri. Besin Hijyeni. İ. Ü. Vet. Fak. Besin Hijyeni ve Tek. An. Dalı, 356-442.
- IUPAC 1990. Standart methods for the analysis of oils, fats and derivatives. International Union of Pure and Applied Chemistry 17 th Ed. Blackwell Scientific Publications.
- KAÇAR, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 453, Ankara, 646 ss.
- KAÇAR, B., KOVANCI, I. 1982. Bitki toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçların değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 453, İzmir.
- KARAALİ, A., ÖZAY, G. 1988. Balık ve yan ürünleri ve değerlendirilmesi. İTO Yayınları, 123-139.

- KARAÇAM, H., DÜZGÜNEŞ, E. 1988. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) balıklarında net et verimi ve besin analizleri üzerine bir araştırma. E. Ü. Su Ürün. Y. O. Su Ürün. Der., 5 (19-20): 100-107.
- KARAÇAM, H., BORAN, M. 1990. Doğu karadeniz bölgesinde bazı balıklarda besin elementleri ve sindirilebilir proteinler üzerine bir araştırma. E. Ü. Su Ürün. Der., 7 (25-28): 186-195.
- KESKİN, H. 1981. Yiyecek ve içeceklerin bileşenleri. Besin Kimyası. İ. Ü. Yayınları, 47, 1.
- KINSELLA, J. E., SHIMP, J. C., MAI J., WEIHRAUCH, J. 1977. Fatty acid content and composition of freshwaer finfish. Journal Of the American Oil Chemists Society, 54.
- KUMAR, S., AALBERSBERG, B. 2005. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 311-320.
- MAI, J., SHIMP, J., WEILHRAUCH, J., KINSELLA, J.E. 1978. Lipids of fish fillets: changes following cooking by different methods. Journal of Food Science, 43: 1669-1674.
- MANTHEY, M., KARNOP, G., REHBEIN, H. 1988. Quality changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage in ice. International Journal of Food Science and Technology, 23: 1-9.
- MAY, J., SHIMO, J., WEIHRAUCH, I., KINSELLA, J. E. 1975. Lipids of fish fillet: Changes following cooking by different methods. Journal of Food Science, 42: 1169-16674.
- MOREIRAS-VARELA, O., RUIZ-ROZO, B. VARELA, G. 1988. Effects of frying on the nutritive value of food . In frying of Food. Principles changes, New Approaches: Varela, G., Bender, A.E. , Morton, I.D., Eds., Ellis Harwood, Chichester, U.K. 93-102.
- MORRISON, W.R., SMITRH, L.M. 1964. Preparation of fatty acid methyls esters and dimethylacetals from lippids with boron-flouride-methanol. Journal of Lipid Research, 5:600-608.
- NAWAR, WW.1984. Chemical changes in lipids produced by thermal processing. Journal of Chemical Education, 61: 229-302.
- NAWAR, W.W., HULTIN, H.,LI, Y.J.,XİNG, Y.H., KELLEHER, S., WİLHEM, C. 1990. Lipid oxidation in seafoods under conventional conditions. Food rev. Int. 6: 647-660.

- OHGAKI, S., KANNEI, M., MORITA, S. 1994. Quantitative and qualitative changes in sardine lipid by cooking. Annu. Rep. Osaka City Ins. Publ. Health Enviromental Science, 56: 24-31.
- OHSHIMA, T., SHOZEN, K., USIO, H., KOUZIMU, C. 1996. Effects of grilling on formation of cholesterol oxides in seafood products rich in polyunsaturated fatty acids. Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie, 29:94-99.
- OVAYOLU, H. 1997. Marine edilmiş hamsilerde depolama süresinde yağ asitleri değişimlerinin incelenmesi. Doktora Tezi. İ. Ü. Fen Bil. Ens. Su Ür. İş. Tek. Prog., 81 ss.
- PUWASTIEN, P., JUDPRASONG, K., KETTWAN, E., VASANACHITT, K., NAKNGAMANONG, Y., BHATTACHARJEE, L. 1999. Proximate composition of raw and cooked thai freshwater and marine fish. Journal and Food Compositon and Analysis, 12: 9-16.
- REGULSKA-LLOW, B., LLOW, R. 2002. Comparison of the effects of microwave cooking and conventional cooking methods on the composition of fatty acids and fat quality indicators in herring. Nahrung, 46(6):383-8.
- RODRIGEZ-ESTRADA, M.T., PENAZZI, G., CABONI, M.F., BERTACCO, G., LERCKER, G. 1997. Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. Meat science 45(3):365-375.
- SALAWU, S.O., ADU,O.C., AKINDAHUNSI, A.A. 2005. Nutritive value of fresh and brackish water catfish as afunction of size and processing methods.Eurorpean Food research and Technology, 220: 531-534.
- SÁNCHEZ-MUÑIZ, F.J., VIEJO, J.M., MEDINA, R. 1992. Deep-frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acids composition of sardines and frying fats. Journal of Agricultural Food Chemistry, 40: 2252-2256.
- SEBEDIO, J. L., RATNAYAKE, W. M. N., ACKMAN, R. G., PREVOST, J. 1993. Stability of polyunsaturated omega-3 fatty acids during deep fat frying of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) Food Research International, 26 (3): 163-172
- SHOZEN, K., OSHIMA, T., HIDEKI, U., TAKIGUCHI, A., KOIZUMI, C. 1997. Effects of antioxidants and packing on cholesterol oxidation in processed anchovy during storage. Lebensm. –Wiss. U. Technol., 30: 2-8.
- SIGURGISLADOTTIR, S., PALMDOTTIR, H. 1993. Fatty acid composition of thirty-five islandic fish species. J.A.O.C.S. Vol. 70 No: 11. 1081-1087.
- SIKORSKI, Z. E., KOLAKOWSKA, A., PAN, B. S. 1990. The nutritive composition of the major groups of marina food organism, seafood, Resources Nutritional Composition and Preservation Book. 29-54.

- SIMS, R.J., FIORITY, J.A. 1975. High temperature reactions of fats with amino acids. Journal of American Oil Chemistry Society, 52: 144-147.
- SIOEN, I., HAAK, L., RAES, K., HERMANS, C. 2005. Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon (basimda). Food Chemistry.
- STEINER-ASIEDU, M., JULSHAM, K., LIE, Q. 1991. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana. Food Chemistry, 40: 309-321.
- TOTH-MARKUS, M., SASS-KISS, A. 1993. Effect of cooking on the fatty acid composition of silver carp. Acta Alimentera, 22: 25-35.
- TURHAN S., ÜSTÜN, N. S., ALTUNKAYNAK, T. B., 2004. Effect of cooking methods on total and heme iron contents of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Food Chemistry, 88: 169-172.
- VARELA, G., PEREZ, M., RUIZ-ROSO, B. 1990. Changes in the quantitative and culinary processing. Bibl. Nutr. Dieta. 46:104-109.
- YILMAZ, Ö., KONAR, V., ÇELİK, S. 1996. Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* ve *Capoeta trutta*'nin toplam lipid ve yağ asidi bileşimi. Gıda (1996), 21 (6): 477-483.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladıktan sonra 1999 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazanarak lisans eğitimine başladı. 2003 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Yüksek lisans süresince çeşitli firmalarda Sorumlu Yönetici ve Kalite Yönetim Temsilcisi olarak çalıştı. Halen özel bir şirkette Kalite Yönetim Temsilcisi olarak çalışmalarını devam ettirmektedir.

