

**İŞLEME YAN ÜRÜNLERİNDEN HİDROLİZE BALIK PROTEİNİ ELDESİ VE
GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Ruhan ERDİLAL

**DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2014

**T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İŞLEME YAN ÜRÜNLERİNDEN HİDROLİZE BALIK PROTEİNİ ELDESİ VE
GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Ruhan ERDİLAL

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi
(2010.03.0121.011) tarafından desteklenmiştir.**

2014

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞLEME YAN ÜRÜNLERİNDEN HİDROLİZE BALIK PROTEİNİ ELDESİ VE
GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI

Ruhan ERDİLAL

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 11/022014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN.....
Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU.....
Prof. Dr. Taçnur BAYGAR.....
Prof. Dr. Ufuk ÇELİK.....
Doç. Dr. Levent İZCİ.....

ÖZET

İŞLEME YAN ÜRÜNLERİNDEN HİDROLİZE BALIK PROTEİNİ ELDESİ ve GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Ruhan ERDİLAL

Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN
Şubat 2014, 135 Sayfa

Bu çalışmada, Antalya’da en fazla işlenen levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*) filetosu yan ürünleri (kafa, omurga, yüzgeç, kırpıntı et ve deri parçaları) materyal olarak kullanılmıştır. Levrek balığı yan ürünlerinden enzimatik hidroliz ile protein hidrolizatı tozları elde edilmiştir. Levrek balığı yan ürünlerinin protein hidrolizasyonu üzerine farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim-substrat oranları (E/S) ve hidroliz sürelerinin etkileri incelenmiştir. Enzimatik protein hidrolizasyon işleminin optimizasyonu istatistiksel analizler sonucunda belirlenerek, optimum enzim türü Alkalaz enzimi, hidroliz sıcaklığı 60°C, enzim-substrat oranı %5 ve hidroliz süresi 60 dk olarak seçilmiştir. Seçilen bu özelliklere göre, oluşturulan protein hidrolizatları dondurularak kurutulduktan sonra alabalık köftelerine farklı konsantrasyonlarda ilave edilmiştir. Köfteler, ön pişirme sonrasında vakumda paketlenerek buzdolabında 4±2°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Köftelerin fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik kaliteleri 60 gün boyunca incelenmiştir. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden farklı koşullarda elde edilen protein hidrolizatı tozlarının, yüksek ham protein içeriğine (%69-91, kuru madde üzerinden) ve içerdiği çeşitli esansiyel aminoasitlerin varlığı ile yüksek besinsel değere sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı koşullarda elde edildikten sonra dondurulup kurutulan protein hidrolizatlarının fonksiyonel özellikleri karşılaştırılmıştır. Alkalaz enzimi ile oluşturulan protein hidrolizatlarının, çözünürlük ve su tutma kapasitesi gibi geliştirilen fonksiyonel özellikleri sayesinde, yeni bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda protein hidrolizatı ilave edilen alabalık köfteleri, vakumda paketlenenlerden sonra buzdolabında (4±2°C) bekletilmiştir. Muhafaza koşulları altında tutulan köftelerin duyuşsal, fiziksel (renk), kimyasal (pH, TMA-N, TVB-N, TBA, PV, CV ve p-Av) ve mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, toplam anaerob bakteri, laktik asit bakterisi, toplam koliform ve *E. coli*, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus sp.*, maya ve küf) kalite analizleri yapılmıştır. Protein hidrolizatı ilave edilen alabalık köftelerinin daha yüksek kaliteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Protein hidrolizatının alabalık köftelerine %10 oranında ilave edilmesi sayesinde köftelerin raf ömrü 3 haftaya kadar uzatılabilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Deniz levreği, gökkuşuğu alabalığı, enzimatik hidroliz, vakum paketlenme, raf ömrü, soğuk muhafaza

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN (Danışman)
Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU
Prof. Dr. Taçnur BAYGAR
Prof. Dr. Ufuk ÇELİK
Doç. Dr. Levent İZCİ

ABSTRACT

DERIVATION OF THE HYDROLYSATED FISH PROTEIN FROM THE PROCESSING BY-PRODUCTS AND RESEARCH OF USING UTILIZATION AS FOOD INGREDIENT

Ruhan ERDİLAL

PhD Thesis in Fisheries Engineering,
Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN
February 2014, 135 pages

In this study, the by-products (heads, frames, trimmings, part of skin, fins) of sea bass that the most be processed in Antalya were used as material. The powders of protein hydrolysate were obtained from the by-products of sea bass by enzymatic hydrolysis. The effects of different enzyme type, hydrolysis temperature, enzyme-substrate ratio (E/S) and hydrolysis time were investigated on the hydrolysis of protein from sea bass by-products. The optimization of enzymatic protein hydrolysis was defined with statistical analysis and optimum enzyme type, hydrolysis temperature, enzyme-substrate ratio and hydrolysis time were selected as the enzyme of alcalase, 60°C, 5‰ and 60 mins, respectively. After the selected protein hydrolysate according to was freeze-dried and added to the trout balls at the different concentrations. The balls were vacuum packed and stored in the refrigerator at the 4±2°C after the pre-cooking. The qualities of physical, chemical, sensorial and microbiological of balls were searched during 60 days. The powders of protein hydrolysate obtained at the different conditions from sea bass by-product had the content of high protein (69-91%, on dried material) and high nutritional value with various essential amino acid. The functional properties of freeze-dried protein hydrolysate groups were compared. It was defined that can be used as a new food ingredient with the developed functional properties of protein hydrolysate.

The trout balls that were added protein hydrolysate at the different concentrations were vacuum packed and stored at the refrigerator (4±2°C). The quality analyses of sensorial, physical (colour), chemical (pH, TMA-N, TVB-N, TBA, peroxide, conjugated-dien and para-anisidine) and microbiological (total mesophilic aerobic count, total psychrophilic aerobic count, total anaerobic count, lactic acid bacteria, total coliform count, *E. coli*, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus sp.*, yeast and mould) were applied for balls. It was found that the trout balls added protein hydrolysate have more high quality. Owing to protein hydrolysates adding to trout balls at the concentration of 10%, the shelf life of balls can be extended to 3 weeks.

KEYWORDS: Sea bass, rainbow trout, enzymatic hydrolysis, vacuum packaging, shelf life, cold storage.

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN (Supervisor)
Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU
Prof. Dr. Taçnur BAYGAR
Prof. Dr. Ufuk ÇELİK
Assoc. Prof. Dr. Levent İZCİ

ÖNSÖZ

Günümüzde diyet programlarında üzerinde durulması gereken önemli konulardan birisi protein yetersizliği sorunudur. Bu durum dünya nüfusunun büyük bir bölümünde önemli oranda yaşanmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması sonucu, gıda kaynaklarının kullanımının yetersiz kalması, sorunun önemli nedenleri arasındadır. Bu yüzden insanoğlunun gelecekte karşılaşılabileceği önemli sorunların başında yeterli ve dengeli beslenme sorunu olacaktır. İnsan beslenmesinde en önemli kaynaklardan biri olan hayvansal protein üretiminin yetersiz olması yanında, bunların karbonhidrat ve lipitlerden daha pahalı olması da ortaya çıkan problemlerdendir. Bunun bir sonucu olarak artan protein gereksinimi, yeni protein kaynaklarının keşfine ve proteinin gıda teknolojisinde kullanımının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca aminoasitler, peptitler ve proteinlerin gıda yolu ile vücuda alınması, insanların vücut proteinlerinin biyosentezi için gerekli yapıtaşı kaynağını oluşturduğu için önemlidir.

Ülkemiz coğrafik konumu itibariyle su ürünleri yetiştiriciliğine imkan veren önemli kaynaklara sahiptir. Deniz, göl, gölet, baraj gölleri ve akarsularımızın zenginliği yurdumuzda büyük bir su ürünleri potansiyeli yaratmaktadır. Bundan dolayı, ülkemizde su ürünleri üretimine gerekli özenin gösterilmesi, gelecekte yaşanması beklenen hayvansal protein açığının kapatılması bakımından üzerinde durulması gereken bir konudur.

Su ürünleri, içerdiği besin bileşenleri yönünden, değerli besin maddeleri arasında yer almaktadır. Su ürünlerinin protein oranı yüksektir. Doğada bulunan hemen hemen tüm aminoasitleri içermektedir. Vitamin yönünden zengindir. İnsan sağlığı için son derece önemli olan esansiyel yağ asitlerinden omega-3 gibi uzun zincirli doymamış yağ asitleri içerir. Son yıllarda artan kalp ve damar hastalıklarının, tüketilen besinlerle yakından ilişkisi olduğu bilinmektedir. Özellikle; kalp ve damar hastalıklarının tedavisinde, yüksek oranda doymamış yağ asitleri içeren besinlerle beslenmek önemlidir. Su ürünleri etlerinin diğer hayvansal gıdalardan farklı olan bir özelliği de kolesterol miktarının düşük olmasıdır. Ancak su ürünleri diğer tüm besin maddelerinden daha hızlı bir şekilde bozulabilmektedir. Su ürünleri, yakalandığı andan itibaren uygun koşullarda muhafaza edilmez ve işlenmez ise kısa bir süre içinde kokuşabilmektedir.

Bu çalışmada; ekonomik değeri fazla olan ve yüksek protein içeriğine sahip olan levrek balığı fileto atıklarından (kafa, omurga, yüzgeç, kırpıntı et ve deri parçaları) enzimatik hidroliz sonucunda elde edilen protein tozlarının, kimyasal ve fiziksel yapıları ile fonksiyonel ve biyoaktivite özelliklerinin incelenerek alabalık köftelerinin kalitesinin artırılması amacıyla gıda katkı maddesi olarak kullanılabilmesinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışma süresince maddi-manevi desteğini ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN'a, değerli katkıları ile tezimin değerini arttıran tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU ve Prof. Dr. Taçnur BAYGAR'a, gerek laboratuvar analizlerim gerekse istatistiksel analizlerim sırasında bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan Doç. Dr. Pınar YERLİKAYA ve Arş. Gör. İlknur UÇAK'a, yoğun laboratuvar çalışmalarım sırasındaki yardımlarından dolayı doktora öğrencisi arkadaşım Eda ÖZER ile lisans öğrencilerimizden Yeter YILDIZ, Yağmur

MAYADAĞLI, Burçak ARKAN, Hacer ERTUNÇ, Yağmur KAMACIK ve Murat YILMAZ'a, Dersu A.Ş. ve Güney Balıkçılık A.Ş.'den Su Ürünleri Mühendisleri Haydar Ali KEÇER ve Özcan YÜKSEL'e ve özellikle bugünlere gelmemi sağlayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (2010.03.0121.011) tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	3
2.1. Proteinlerin Genel Özellikleri	3
2.2. Protein Hidrolizi	4
2.3. Proteinlerin Kullanım Alanları	4
2.4. Proteinlerin Su Ürünlerinde Kullanım Alanları	5
2.5. Levrek Balığı Hakkında Genel Bilgiler	6
2.6. Levrek Balığının Türkiye ve Dünya Ekonomisindeki Önemi	7
2.7. Alabalık Hakkında Genel Bilgiler	7
2.8. Alabalığın Türkiye ve Dünya Ekonomisindeki Önemi	7
3. MATERYAL ve METOT	9
3.1. Materyaller	9
3.2. Metot	9
3.2.1. Deneme planı	9
3.2.2. Protein hidrolizatlarının hazırlanması	10
3.2.3. Protein hidrolizatlarının alabalık köftelerine uygulanması	12
3.2.4. Levrek balığı yan ürünlerinde gerçekleştirilen analizler	15
3.2.4.1. Verim tespiti	15
3.2.4.2. Kimyasal kompozisyon analizleri	16
3.2.5. Protein hidrolizatlarında gerçekleştirilen analizler	18
3.2.5.1. Verim tespiti	18
3.2.5.2. Kimyasal kompozisyon analizleri	18
3.2.5.3. Elektroforetik analiz	18
3.2.5.4. Aminoasit analizi	20
3.2.5.5. Hidroliz derecesi (HD) analizi	20
3.2.5.6. Su tutma kapasitesi analizi	21
3.2.5.7. Protein çözünme indeksi analizi	21

3.2.5.8. Emülsiyon kapasitesi analizi	21
3.2.5.9. Antioksidatif aktivite analizi	21
3.2.5.10. Antimikrobiyal aktivite analizi	22
3.2.6. Alabalık köftelerinde gerçekleştirilen analizler	23
3.2.6.1. Kimyasal kompozisyon analizleri	23
3.2.6.2. pH tespiti	23
3.2.6.3. Renk ölçümleri	23
3.2.6.4. Trimetilamin azot analizi (TMA-N)	23
3.2.6.5. Toplam uçucu bazik azot analizi (TVB-N)	24
3.2.6.6. Tiyobarbütirik asit sayısının belirlenmesi (TBA)	24
3.2.6.7. Peroksit (PV)	24
3.2.6.8. Konjuge-dien (CD)	25
3.2.6.9. Para-anisidin (p-Av)	25
3.2.6.10. Mikrobiyolojik analizler	25
3.2.6.11. Duyusal analiz	27
3.2.6.12. İstatistiksel Analiz	31
4. BULGULAR	32
4.1. Levrek Yan Ürünleri ve Protein Hidrolizatları ile İlgili Sonuçlar	32
4.1.1. Verim ve kimyasal kompozisyon sonuçları	32
4.1.2. Elektroforetik analiz sonuçları	39
4.2. Protein hidrolizatları ile ilgili sonuçlar	42
4.2.1. Aminoasit içeriği sonuçları	42
4.2.2. Hidroliz derecesi (HD) sonuçları	42
4.2.3. Su tutma kapasitesi sonuçları	47
4.2.4. Protein çözünme indeksi sonuçları	48
4.2.5. Emülsiyon kapasitesi sonuçları	51
4.2.6. Antioksidatif aktivite sonuçları	53
4.2.7. Antimikrobiyal aktivite sonuçları	63
4.2.8. Hidroliz derecesi ile protein hidrolizatlarının fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişki	67
4.3. Alabalık köfteleri ile ilgili sonuçlar	69
4.3.1. Kimyasal kompozisyon sonuçları	69
4.3.2. pH sonuçları	69
4.3.3. Renk sonuçları	71
4.3.4. TMA-N sonuçları	74
4.3.5. TVB-N sonuçları	76

4.3.6. TBA sonuçları	78
4.3.7. PV sonuçları	79
4.3.8. CD sonuçları.....	81
4.3.9. p-Av sonuçları	83
4.3.10. Mikrobiyolojik analiz sonuçları	84
4.3.11. Duyusal panel sonuçları	88
4.3.11.1. Genel görünüş özelliğine ait bulgular.....	88
4.3.11.2. Balık kokusu özelliğine ait bulgular.....	91
4.3.11.3. Baharat kokusu özelliğine ait bulgular	91
4.3.11.4. Ransid koku özelliğine ait bulgular.....	92
4.3.11.5. Lezzet özelliğine ait bulgular	93
4.3.11.6. Tuz yoğunluğu özelliğine ait bulgular.....	94
4.3.11.7. Baharat yoğunluğu özelliğine ait bulgular	95
4.3.11.8. Kuruluk-sululuk özelliğine ait bulgular.....	96
4.3.11.9. Elastikiyet özelliğine ait bulgular	97
4.3.11.10. Genel kabul edilebilirlik özelliğine ait bulgular	98
4.3.11.10. Tercih sıralama özelliğine ait bulgular	99
5. TARTIŞMA	100
5.1. Levrek Yan Ürünleri ile Protein Hidrolizatlarının Verimleri ve Kimyasal Kompozisyonları	100
5.2. Protein Hidrolizatları ile İlgili Tartışma.....	101
5.2.1. Elektroforetik analiz.....	101
5.2.2. Aminoasit içeriği.....	102
5.2.3. Hidroliz derecesi	103
5.2.4. Su tutma kapasitesi.....	104
5.2.5. Protein çözünme indeksi	105
5.2.6. Emülsiyon kapasitesi.....	106
5.2.7. Antioksidatif aktivite.....	107
5.2.8. Antimikrobiyal aktivite	107
5.2.9. Hidroliz derecesi ile protein hidrolizatlarının fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişki	108
5.3. Alabalık Köfteleri ile İlgili Tartışma.....	108
5.3.1. Kimyasal kompozisyon	110
5.3.2. pH	111
5.3.3. Renk	112
5.3.4. TMA-N.....	112

5.3.5. TVB-N.....	113
5.3.6. TBA.....	114
5.3.7. PV.....	116
5.3.8. CD.....	117
5.3.9. p-Av.....	117
5.3.10. Mikrobiyolojik analizler.....	118
5.3.11. Duyusal panel.....	122
6. SONUÇ.....	124
7. KAYNAKLAR.....	127
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

E/S	Enzim/Substrat
HCl	Hidroklorik asit
kob	Koloni oluşturan bakteri
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
SDS	Sodyum dodesil sülfat

Kısaltmalar

CD	Konjugedien
Enz.	Enzim
F	Faktör
HD	Hidroliz derecesi
KO	Kareler ortalaması
Kons.	Konsantrasyon
PBS	Phosphate buffered saline
PÇİ	Protein çözünme indeksi
PV	Peroksit
p-Av	Para-anisidin
s.d.	Serbestlik derecesi
Sıc.	Sıcaklık
TBA	Tiobarbütirik asit sayısı
TCA	Triklor asetik asit
TMA-N	Trimetilamin azot
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
A1	Alkalaz ile 50°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
A2	Alkalaz ile 50°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
A3	Alkalaz ile 50°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
A4	Alkalaz ile 50°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
A5	Alkalaz ile 60°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
A6	Alkalaz ile 60°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
A7	Alkalaz ile 60°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
A8	Alkalaz ile 60°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
P1	Protameks ile 50°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
P2	Protameks ile 50°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
P3	Protameks ile 50°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
P4	Protameks ile 50°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
P5	Protameks ile 60°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
P6	Protameks ile 60°C sıcaklık, %01 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat
P7	Protameks ile 60°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 45 dk'da elde edilen hidrolizat
P8	Protameks ile 60°C sıcaklık, %05 konsantrasyon, 60 dk'da elde edilen hidrolizat

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 3.1. Protein hidrolizatlarının üretimi. (a): Protein hidrolizatlarının filtre kağıdından geçirilmesi, (b): Santrifüjlenmesi, (c): Ayırma hunisinden geçirilmesi, (d): Liyofilizasyonu, (e): Dondurularak kurutulmuş protein hidrolizatları, (f): Vakumda paketlenen protein hidrolizatları.....12
- Şekil 3.2. Alabalık köftesi üretiminin akış şeması..... 13
- Şekil 3.3. Alabalık köftesi yapımı aşamalarına ilişkin bazı resimler. (a): Fileto çıkarma, (b): Kıymanın hazırlanışı, (c): Katkı maddesi ve protein hidrolizatlarının ilavesinden sonra kıymanın yoğurulması, (d): Köftenin 40 g'lık parçalara ayrılması ve şekillendirilmesi, (e): Haşlama, (f): Kızartma..... 14
- Şekil 3.4. Duyusal analiz formu.....28
- Şekil 4.1. Protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının elektroforetik analizi (K: Ham örnek -kafa+omurga-; 1: P1; 2: P2; 3: P3; 4: P4; 5: P5; 6: P6; 7: P7 ve 8: P8'i ifade etmektedir) (Moleküler ağırlıklar için standartlar; 2,51kDa: Miyogloblin III; 3,48kDa: Glukagon; 6,21kDa: Miyogloblin II; 8,16kDa: Miyogloblin I; 10,60kDa: Miyogloblin I+III; 14,44kDa: Miyogloblin I+II; 16,95kDa: Miyogloblin; 14,20kDa: α -Laktalbumin; 20,10kDa: Tripsin inhibitörü; 24,00kDa: Tripsinojen; 29,00kDa: Karbonik anhidraz; 36,00kDa: Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz; 45,00kDa: Albumin; 66,00kDa: Albumin).....40
- Şekil 4.2. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının elektroforetik analizi (K: Ham örnek -kafa+omurga-; 1: A1; 2: A2; 3: A3; 4: A4; 5: A5; 6: A6; 7: A7 ve 8: A8'i ifade etmektedir) (Moleküler ağırlıklar için standartlar; 2,51kDa: Miyogloblin III; 3,48kDa: Glukagon; 6,21kDa: Miyogloblin II; 8,16kDa: Miyogloblin I; 10,60kDa: Miyogloblin I+III; 14,44kDa: Miyogloblin I+II; 16,95kDa: Miyogloblin; 14,20kDa: α -Laktalbumin; 20,10kDa: Tripsin inhibitörü; 24,00kDa: Tripsinojen; 29,00kDa: Karbonik anhidraz; 36,00kDa: Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz; 45,00kDa: Albumin; 66,00kDa: Albumin).....41
- Şekil 4.3. Protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerinin hidroliz süresine bağlı olarak değişimi.....45
- Şekil 4.4. Protein hidrolizatı gruplarının protein çözünme indekslerine ait farklı pH değerlerine bağlı olarak değişimi51
- Şekil 4.5. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....56
- Şekil 4.6. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının

antioksidatif inhibisyonu (%).....	56
Şekil 4.7. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	57
Şekil 4.8. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	57
Şekil 4.9. Protameks enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	58
Şekil 4.10. Protameks enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	58
Şekil 4.11. Protameks enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	59
Şekil 4.12. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	59
Şekil 4.13. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	60
Şekil 4.14. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	60
Şekil 4.15. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	61
Şekil 4.16. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	61
Şekil 4.17. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	62
Şekil 4.18. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının	

antioksidatif inhibisyonu (%).....	62
Şekil 4.19. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	63
Şekil 4.20. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%).....	63
Şekil 4.21. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimi.....	71
Şekil 4.22. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimi.....	76
Şekil 4.23. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimi.....	77
Şekil 4.24. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimi.....	79
Şekil 4.25. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimi.....	81
Şekil 4.26. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimi.....	82
Şekil 4.27. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimi.....	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Protein hidrolizatlarının elde edilmesi için uygulanan hidroliz koşulları...11	11
Çizelge 3.2. Alabalık köftelerinin içerikleri (g/100g alabalık kıyması).....15	15
Çizelge 3.3. Elektroforezde kullanılan markerların peptit ve protein içerikleri.....19	19
Çizelge 4.1. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim bulguları ve kimyasal kompozisyon içeriklerine ait varyans analizi sonuçları33	33
Çizelge 4.2. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim bulguları ve kimyasal kompozisyon içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları36	36
Çizelge 4.3. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim bulguları ve kimyasal kompozisyon içeriklerine ait korelasyon analizi sonuçları37	37
Çizelge 4.4. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerine ait varyans analizi sonuçları.....38	38
Çizelge 4.5. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....39	39
Çizelge 4.6. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerine ait korelasyon analizi sonuçları.....39	39
Çizelge 4.7. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatı grubunun (A8) aminoasit içeriği42	42
Çizelge 4.8. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerine ait varyans analizi sonuçları43	43
Çizelge 4.9. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....44	44
Çizelge 4.10. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerine ait korelasyon analizi sonuçları.....46	46

Çizelge 4.11. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.12. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları....	48
Çizelge 4.13. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.14. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indekslerine ait varyans analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.15. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indekslerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (%)......	50
Çizelge 4.16. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indekslerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.17. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.18. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.19. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.20. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerine ait varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.21. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.22. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.23. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitelerine ait varyans analizi sonuçları.....	64

Çizelge 4.24. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitelere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mm).....	66
Çizelge 4.25. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitelere ait korelasyon analizi sonuçları.....	67
Çizelge 4.26. Protein hidrolizatlarının hidroliz dereceleri ile fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları	68
Çizelge 4.27. Alabalık köftelerinin kimyasal kompozisyon içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	69
Çizelge 4.28. Alabalık köftelerinin kimyasal kompozisyon içeriklerine ait korelasyon analizi sonuçları	69
Çizelge 4.29. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	70
Çizelge 4.30. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	70
Çizelge 4.31. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	70
Çizelge 4.32. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 4.33. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca “L” değeri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	72
Çizelge 4.34. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca “a” değeri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	73
Çizelge 4.35. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca “b” değeri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	73
Çizelge 4.36. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	74
Çizelge 4.37. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	74
Çizelge 4.38. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mg/100g).....	75
Çizelge 4.39. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	75

Çizelge 4.40. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	76
Çizelge 4.41. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mg/100g).....	77
Çizelge 4.42. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	77
Çizelge 4.43. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	78
Çizelge 4.44. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mg MDA/kg)	78
Çizelge 4.45. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları.....	79
Çizelge 4.46. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimlerine ait varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 4.47. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (meq O ₂ /kg)	80
Çizelge 4.48. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	80
Çizelge 4.49. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	81
Çizelge 4.50. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Abs/50 mg yağ)	82
Çizelge 4.51. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	82
Çizelge 4.52. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	83
Çizelge 4.53. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	83
Çizelge 4.54. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	84
Çizelge 4.55. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca mikrobiyolojik yüklerinin değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	85

Çizelge 4.56. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları...	86
Çizelge 4.57. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam psikrofilik aerobik bakteri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ..	86
Çizelge 4.58. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam anaerob bakteri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	87
Çizelge 4.59. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca <i>Pseudomonas sp.</i> değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	87
Çizelge 4.60. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca mikrobiyolojik yüklerinin değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	88
Çizelge 4.61. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel görünüş değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	89
Çizelge 4.62. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel görünüş değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	89
Çizelge 4.63. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca duyuşal değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları	90
Çizelge 4.64. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca balık kokusu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	91
Çizelge 4.65. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca balık kokusu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	91
Çizelge 4.66. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat kokusu değişimlerine ait varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.67. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat kokusu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	92
Çizelge 4.68. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca ransid koku değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	93
Çizelge 4.69. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca ransid koku değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	93
Çizelge 4.70. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	94
Çizelge 4.71. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	94

Çizelge 4.72. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz yoğunluğu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	95
Çizelge 4.73. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz yoğunluğu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	95
Çizelge 4.74. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat yoğunluğu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	96
Çizelge 4.75. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat yoğunluğu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	96
Çizelge 4.76. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca kuruluk-sululuk değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	97
Çizelge 4.77. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca kuruluk-sululuk değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	97
Çizelge 4.78. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca elastikiyet değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	97
Çizelge 4.79. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca elastikiyet değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	98
Çizelge 4.80. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değişimlerine ait varyans analizi sonuçları	98
Çizelge 4.81. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	99
Çizelge 4.82. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca panelist tercih sıralamasına ait değişimler.....	99
Çizelge 5.1. Balık köftesi ile ilgili bazı çalışmalar	109

1. GİRİŞ

Günümüzde, diyet programlarında üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri, hayvansal protein yetersizliği olup dünyanın büyük bir bölümünde bu sorun yaşanmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması sonucu, gıda kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, insanoğlunun gelecekte karşı karşıya kalacağı önemli sorunlardan biri beslenme olacaktır. Ayrıca hayvansal protein üretiminin yetersiz olması, proteinin karbonhidrat ve lipidlerden daha pahalı olması, beslenme açısından ortaya çıkan problemlerdir. Bunun bir sonucu olarak artan hayvansal protein gereksinimi, yeni protein kaynaklarının keşfine ve gıda teknolojisinde kullanımlarının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca aminoasit ve peptidlerin gıda yolu ile vücuda alınması, insanların vücut proteinlerinin biyosentezi için gerekli olan yapıtaşları kaynaklarının karşılanmasını sağlamaktadır.

Su ürünleri, değerli biyoaktif bileşikler açısından önemli bir kaynaktır. Su ürünlerinde bulunan biyoaktif bileşikler; aminoasitler, peptidler, enzimler, terpenoidler, biyopolimerler, steroidler, polifenoller, flavonoidler, alkaloidler, yağ alkol esterleri, glikolipidler, oligosakkaritler, omega-3 ve diğer doymamış yağ asitleri ile suda çözünebilir mineraller gibi bileşiklerdir (Kim ve Mendis 2006, Annamalai vd 2007). Bu bileşiklerin; kansere karşı koruma, kardiyovasküler hastalıkları önleme, osteoporozis ve Paget hastalığını tedavi etme yetenekleri vardır. Bu bileşikler; antitümör, antioksidan, antimikrobiyal, sitotoksik, detoksifikasyon ve antiinflamatuvar özellikler taşır. Ayrıca, kalp ritminin, safra asidi sentezinin ve kan basıncının düzenlenmesini de sağlar. Kanın pıhtılaşması, sinirsel uyarımlar, görme yeteneği, karaciğer fonksiyonu, hücresel çoğalma ile böbreklerin korunması gibi önemli rolleri de vardır (Martinez vd 2005, Kim ve Mendis 2006, Annamalai vd 2007, Samaranayaka ve Li-Chan 2008, Sathivel vd 2008, Bougateg vd 2009a, Chandran vd 2009).

Günümüzde, bu biyoaktif bileşikler arasından antioksidanlara karşı büyük bir ilgi vardır. Çünkü antioksidanlar, yaşlanma ve günümüzün korkulan hastalıklarından olan kanser ve kalp damar hastalıkları gibi daha birçok hastalığa sebep olduğu düşünülen hidroksil radikaller ve peroksinitrit gibi reaktif oksijen türevlerinin oluşumunu engelleyebilir. Yüksek miktarda antioksidan içeren yiyecek tüketiminin, yaşlanma, kanser ve kardiyovasküler hastalıkları azaltıcı etkisi olduğu bilinmektedir (Seifried vd 2007). Ayrıca antioksidanlar, oksidasyondan kaynaklanan bozulma ve renk değişimlerini geciktirici olarak gıda ürünlerini koruma amacıyla kullanılır. Bu yüzden; antioksidanlar, yağ ve yağ içeren ürünlerin raf ömrünü uzatmak ve kararlılıklarını geliştirmek için kullanılmaktadır. Bütül hidroksianisol, bütül hidroksitoluen, tert-butilhidroquinon ve propil gallat gıda endüstrisinde raf ömrü ve kaliteyi arttırmak için yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanlardır. Ancak; günümüzde tüketicinin ilgisi, gıdalarda katkı maddesi olarak doğal içeriklerin kullanılması üzerinedir (Jung vd 2005, Sathivel 2008). Sentetik antioksidanlar askorbik asit, α -tokoferol, fenolik bileşikler gibi doğal antioksidanlardan daha güçlü etki göstermesine rağmen, DNA'ya zarar verici ve toksik etkileri de bulunmaktadır (Bougateg vd 2009a). Bu yüzden, hastalıklardan korunmak ya da hastalıkları geciktirmek için doğal antioksidanların bilinmesi gerekmektedir.

Antimikrobiyal ürünler; gıdalarda kalite, tazelik ve güvenliğin oluşmasını sağlarken, bakteriyel gelişimi engelleyerek gıda zehirlenme riskini azaltmaktadır. Bu ürünler, paketlenme materyallerine ya da gıdanın temas yüzeyine uygulanabilmektedir. Gıda paketlenmede antimikrobiyal aktivite için lizozim gibi enzimler, esansiyel yağlar, organik asitler, benomil, imazalil gibi fungisidler ve baharatlar gibi doğal bileşikler kullanılmaktadır (Dadalıoğlu ve Evrendilek 2004, Cortesi vd 2009). Bu biyoaktif bileşiklerden aminoasitler ve peptidlerin bir kısmı su ürünlerinde serbest halde bulunurken, büyük bir çoğunluğu da proteinlerin hidrolizasyonu ile elde edilebilir. Proteinlerin hidrolizasyonu, asit-baz ya da enzim kullanımı ile gerçekleşmektedir.

Bugüne kadar proteinlerin enzimatik hidrolizi üzerine yapılmış olan birçok çalışma vardır. Protein hidrolizatları; somon (*Salmo salar*), mezgit (*Micromesistius australis*), sardalya (*Sardinella aurita*), orkinos (*Thunnus alalunga*), uskumru, sazan (*Ctenopharyngodon idella*), istavrit (*Scomber austriasicus*), köpek balığı, dil balığı (*Limanda aspera*), yılan balığı (*Conger myriaster*), morina balığı (*Gadus morhua*), saithe (*Pollachius virens*), Alaska pollackları (*Theragra chalcogramma*) gibi çeşitli balıklardan hazırlanmıştır (Guerard vd 2002, Liaset vd 2003, Wu vd 2003, Jun vd 2004, Dumay vd 2004, Aspino vd 2005, Slizyte vd 2005, Ranathunga vd 2006, Thiansilakul vd 2007, Liaset ve Espe 2008, Wasswa vd 2008, Bougatef vd 2009b, Nakajima vd 2009). Ayrıca kafadan bacaklılardan kalamar (*Disidicus gigas*) (Mendis vd 2005), kabuklulardan karides ve yengeç (*Chionoecetes opilio*) (Ruttanapornvareesakul vd 2006, Beaulieu vd 2009) türlerinden de protein hidrolizatları hazırlanmıştır. Liaset ve Espe (2008) somon, morina ve saithe balıklarının kaslarından protameks enzimi ile 55°C hidroliz sıcaklığında, %1 enzim-substrat konsantrasyonunda, 60dk hidroliz süresinde dondurarak kurutma ve püskürterek kurutma yöntemleri ile balık protein hidrolizatları elde etmişlerdir. Elde ettikleri hidrolizatların besinsel kompozisyonunu incelemişlerdir. Bu hidrolizatların yüksek miktarda taurin, potasyum ve B vitamini, az miktarda triptofan aminoasidi içerdiğini, özellikle somon hidrolizatlarının niasin ve pantotenik asit açısından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca morina ve saithe balıklarının çözünemeyen peptid fraksiyonlarında, yüksek miktarda elzem aminoasitlerden triptofan ve eser elementlerden selenyum, demir, çinko bulmuşlardır. Protein hidrolizasyon işlemleri boyunca çözünebilen (hidrolizat) ve çözünemeyen fraksiyonlarda yüksek miktarda iyot bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın amaçları; levrek balığı yan ürünlerinden farklı ticari enzimlerin kullanılması ile protein hidrolizatlarının eldesi için uygun bir hidrolizasyon yönteminin belirlenmesi, protein hidrolizatlarının antioksidan ve antimikrobiyal biyoaktivite özelliklerinin araştırılması, protein hidrolizatlarının peptid ve aminoasit içeriklerinin belirlenmesi, protein hidrolizatlarının ezme ürün teknolojisinde kullanılabilirliğinin araştırılması, bu bileşiklerin üründe koruyucu madde olarak raf ömrü üzerine ve insan sağlığı açısından besinsel değerini arttırmaya yönelik olan etkilerinin incelenmesidir. Bu sayede hem atıklar değerlendirilmiş olacak hem de protein oranı, verimi ve kalitesi arttırılan ürünlerin pazarlanması ülke ekonomisinin gelirlerini yükseltebilecektir. Çalışmadan elde edilen sonuçların, ileride yapılabilecek olan biyoaktif bileşiklerle ilgili çalışmalardan protein yıkımında enzim reaksiyonlarının kontrol edilebilmesi, kansere karşı koruyucu, kan basıncını düzenleyici ve antialerjik etki gösterebilen peptid sekanslarının belirlenmesi gibi çalışmalara ve var olan balık köftesi kalite çalışmalarının daha ileriye götürebilmesine ışık tutacağı kanısındayız.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Proteinlerin Genel Özellikleri

Proteinler, belirli tür, sayı ve dizilişteki aminoasitlerin karakteristik düz bir zincirde, birbirlerine kovalent ve kovalent olmayan bağlarla bağlanmasıyla oluşan polipeptidlerdir. Proteinlerin molekül ağırlıkları, 5.000 ile birkaç milyon Dalton (Da) değerleri arasında değişmektedir. Proteinler genelde %50-55 karbon, %6-7 hidrojen, %20-23 oksijen, %12-19 azot ve %0,2-3 kükürt ve bazıları fosfor, demir, çinko ve bakır ihtiva eden bileşiklerdir. Proteinler standart 20 aminoasitin farklı şekillerde bir araya gelmesiyle oluşur. Yeryüzünde bütün canlılardaki protein türlerinin bir milyon kadar olduğu tahmin edilmektedir. Proteinler aminoasitlerin yanı sıra karbonhidrat, lipid, mineral madde ve pigmentler de içerebilir (Yada 2004, Saldamlı 2007).

Proteinlerin yapılarında kovalent bağlar ve kovalent olmayan bağlar vardır. Proteinlerin yapılarındaki kovalent bağlar, peptid bağları ile disülfid bağlarıdır. Kovalent olmayan bağlar ise hidrojen bağları, iyon bağları ve hidrofob bağlar (apolar bağlar)'dır. Bir aminoasidin karboksil grubundan OH ile bir başka aminoasidin amin grubundan H atomunun ayrılarak bir molekül H₂O çıkması sonucu karboksil grubunun karbonu ve amin grubunun azotu arasında oluşan bağlara peptid bağları denir. Çift bağların eksen etrafında dönmeleri sınırlı olduğundan, peptid bağı oluşumuna katılan grupların atomları (C, O, N ve H) bir düzlemde bulunurlar; peptid bağı, rijit ve düzlemseldir. İki sistein aminoasidi arasında, sülfidril (SH) gruplarının H kaybetmeleri sonucu oluşan S-S bağlarına disülfid bağları denir. Disülfid bağları, bir polipeptid zinciri içerisinde kurulabilir veya çeşitli polipeptid zincirlerinin birbirine bağlanmasını sağlayabilir. Polipeptid zinciri oluşturan peptid bağlarındaki rezonans veya mezomeri durumundan dolayı, oksijenlerin bilinen keton gruplarından daha negatif, azotların ise pozitif özellik taşımasının sonucu olarak, bir polipeptid zincirindeki bir peptid düzleminde bulunan oksijen atomu ile bir başka peptid bağı veya düzlemindeki azot atomu arasında, aradaki uzaklık yaklaşık 2,7 Å olduğunda, hidrojen köprüsü şeklinde (C=O...H...N) oluşan bağlara hidrojen bağları denir. Polipeptid zincirlerindeki asidik ve bazik aminoasitlerin fonksiyonel gruplarının fizyolojik pH'da tamamen veya kısmen iyonlaşmış halde bulunmalarının sonucu olarak, elektronegatif ve elektropozitif gruplar arasında gelişen elektrostatik çekim kuvveti ile (COO⁻...H₃N⁺) oluşan bağlara iyonik bağlar denir. Apolar bağlar (hidrofob bağlar) ise polipeptid zincirlerindeki aminoasitlerin metil grubu, alifatik grup, siklik grup gibi apolar kısımlarının birbirlerine yeter derecede yakın olmaları halinde geçici bir polarite göstermelerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan ve Van der Waals-London çekim kuvveti diye bilinen zayıf bağlardır (Yada 2004, Saldamlı 2007).

Proteinlerin primer (birinci), sekonder (ikinci), tersiyer (üçüncü) ve kuarterner (dördüncü) olmak üzere dört farklı yapısı vardır. Primer yapıda, proteinler aminoasitlerin birbirlerine peptid bağları ile bağlanması sonucunda düz bir zincir şeklinde oluşan polipeptitlerden ibarettir. Sekonder yapıda, özellikle hidrojen bağlarının kurulması ile bu polipeptid zincirinde bükülmeler ve katlanmalar meydana gelir. Tersiyer yapıda, proteinler Van der Waals çekimleri ve iyon bağları da dahil olmak üzere, yukarıda anlatılan tüm bağların gerçekleşmesi sayesinde, daha ileri katlanmalar yaparlar ve uzayda üç boyutlu şekillerini oluştururlar. Kuarterner yapıdaki proteinler ise

tersiyer yapıdaki proteinlerin bir araya gelmesiyle oluşurlar. Her protein kuarterner yapıda olmayabilir. Fakat molekül ağırlığı 100.000 Da üzerinde olan bir protein çoğunlukla kuarterner yapıdadır (Yada 2004, Saldamlı 2007).

Proteinler, çeşitli etkilerle denatüre olurlar. Bir proteinin denatürasyonu, molekülündeki yan bağların yıkılması ile polipeptit zinciri katlarının açılması, gelişigüzel kangallanım yapısına dönüşmesi ve sonra yeni bir biçimde yeniden katlanması olayıdır. Denatürasyon, proteinin tersiyer yapısının bozulması, sekonder ve primer yapısının korunması biçiminde olursa geri dönüşümlüdür. Denatüre olmuş bir proteinin tekrar eski haline dönmesine renatürasyon denir. Bir proteinin denatürasyonu, proteinin tersiyer ve sekonder yapısının bozulması, yalnızca primer yapısının korunması biçiminde olursa geri dönüşümsüzdür. Bir proteinin denatüre olmasıyla fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişimler görülür. Proteinin çözünürlüğü çok azalır, biyolojik aktivitesi kaybolur. Denatürasyona 50-60°C üzerindeki sıcaklıklar, uzun süreli çalkalamalar, dondurup çözdürmeler, X ışını, UV ışını, ultrason, hidrostatik basınç gibi fiziksel etkenler, pH'nın 4'ün altına düşmesi ya da 10'un üstüne yükselmesi, asitler veya bazlar, alkol, aseton, eter gibi organik çözücüler, ağır metaller, üre, guanidin-HCl gibi kaotropik maddeler, sodyum dodesil sülfat (SDS) gibi iyonik deterjanlar sebep olabilir (Yada 2004, Saldamlı 2007).

2.2. Proteinlerin Hidrolizi

Proteinler, polipeptit zincirindeki peptit bağlarının su girişi ile yıkılması sonucu hidrolize uğrarlar. Proteinlerin kısmi hidrolizi ile proteazlar, peptonlar ve peptitler oluşur ve tam hidrolizi ile aminoasitler oluşur. Proteinlerin hidrolizi kaynatma, asit-baz veya enzimlerle gerçekleştirilebilir.

Proteinler, ticari proteazlarla ekstraksiyon esasına dayanan enzimatik hidroliz ile zengin fraksiyonlar oluşturmak amacıyla ayrıştırılabilir. Enzimatik hidroliz, aminoasit ve kısa zincirli peptidlerin eldesi için aşırı kimyasal ve fiziksel uygulamalardan kaçınılan uygun bir seçenektir. Böylece proteinlerdeki değerli bileşenlere zarar veren, istenmeyen reaksiyonlar, orta dereceli sıcaklıkların kullanılması ve oksidasyonun etkisinin hafifletilmesi sayesinde en aza indirilir ve fonksiyonel özellikler (çözünürlük, ısı kararlılığı, su bağlama yeteneği vb) korunmuş olur. Su ürünleri protein hidrolizatı üretmek için kullanılan enzimler, gıdalarda kullanımı güvenilir olanlar olmalı ve mikrobiyal orijinliyse enzimi üreten mikroorganizma patojenik bir tür olmamalıdır (Beaulieu vd 2009).

2.3. Proteinlerin Kullanım Alanları

Proteinler, gıdalar için köpük yapma ajanı, çırpılma ajanı, emulsifiye edici ajan, acılığı alındıktan sonra lezzet verici ajan, antioksidatif ajan, antimikrobiyal ajan, hiper allerjik çocuklar için formüller, bebek mamaları, sporcu beslenmesi gibi amaçlar için kullanılabilir. Ayrıca farmasötik açıdan biyoaktif peptitler, biyoteknolojik uygulamalar için mikrobiyal gelişim ortamındaki pepton içeriği, tabaklama endüstrisinde boyama işlemine hazırlık için bağlayıcı madde olarak, toprak iyileştirmesi ve organik azot kaynağı olarak tarlalara atılması gibi potansiyel uygulamalar açısından değerlendirilebilmektedir. Hidrolizatlar (çözünebilen konsantreler) daha fazla verim

alnabilmesi açısından yetiştiricilik kullanımları ve hayvan yemlerinde faydalı olabilir. Ayrıca gıda, kimya, genetik mühendisliği gibi bölümlerde akademik çalışmalar doğrultusunda kullanılmaktadır (Wrolstad vd 2005, Beaulieu vd 2009).

Sathivel vd (2008) yaptıkları bir çalışmada; Alaska pollack derisinden 10, 30 ve 45 dakikalık farklı sürelerle elde ettikleri protein hidrolizatları ile glazelediği somon filetolarını, dondurulmuş olarak 4 ay boyunca muhafaza etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, 10 dk'lık hidrolizatlarla kaplanan filetoların, diğer hidrolizatlarla kaplanarak glaze edilen ve glaze edilmeyen örneklerden daha düşük TBA değerleri içerdiğini tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada, somon, mezigit ve Alaska pollacklarının kaslarında bulunan nutrasötik gıda (hastalıkları önleme ve tedavi edici özelliği olan gıda) içerikleri; pepsin, pankreatin ve termolisin gibi çeşitli enzimlerle hidrolize edilmiştir. Elde edilen protein hidrolizatlarının, çeşitli fonksiyonel özellikleri ve biyoaktif özelliklerinden antioksidatif kapasiteleri enzim tiplerine ve balık türlerine göre incelenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak; somon ve mezigit ile pankreatin ve termolisin enzimlerinden elde edilen protein hidrolizatlarının, daha yüksek antioksidatif kapasiteye sahip olduğu bildirilmiştir (Nakajima vd 2009).

Antibiyotik üretimi açısından bakıldığında, antimikrobiyal aktiviteli deniz organizmalarının sayısının karasal olanlardan daha yüksek olabileceği bildirilmiştir (Imada 2005). Chandran vd (2009) midyelerin metanol ekstraktının antibakteriyel ve antifungal etkisini incelemişlerdir. Bu ekstraktta, 9,7 kDa ağırlığında tek bir protein olduğunu bildirmişlerdir. Naganuma vd (2006) midyelerden saflaştırılan lektin proteininin çok zayıf da olsa bir antibakteriyel etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Noga vd (2001) alabalık ve levrek balığının solungaç, deri ve iç organlarından ekstrakte ettikleri antimikrobiyal proteinlerin, histon benzeri proteinler olduğunu ve bu proteinlerin çok düşük dozlarda bile parazitlere karşı etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Smith vd (2000) alabalıkta lizozim ve lizozim benzeri antimikrobiyal proteinler olduğunu belirlemişlerdir.

2.4. Proteinlerin Su Ürünlerinde Kullanım Alanları

Bugüne kadar, su ürünleri işleme teknolojisi açısından proteinlerle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Aksnes vd (2006) yüksek bitkisel protein diyetleriyle beslenen alabalıkların, yem içeriği olarak kullanımına ilişkin denemeler yapmışlardır. Barakuda (*Sphyræna jello*) balık proteinlerinin emülsiyon aktivitesi, emülsiyon kararlılığı, köpük oluşturma, köpük hacmi kararlılığı, viskozite, su tutma kapasitesi, jel dayanıklılığı gibi fonksiyonel özellikleri incelenmiş ve surimi gibi ürünlere ilave edilebileceği önerilmiştir (Ramachandran vd 2007). Alaska pollacklarının yan ürünlerinden elde edilen proteinlerin arzu edilen fonksiyonel ve besinsel özelliklere sahip olmasından dolayı, gıda endüstrisinde kullanılabileceği önerilmiştir (Sathivel ve Bechtel 2006). Balık yumurtalarından elde edilen proteinlerin bazı fonksiyonel özellikleri incelenmiş ve gıdaların besinsel özelliklerinin zenginleştirilmesi için ilave edilmesinin uygun olduğu bildirilmiştir (Bechtel vd 2007). Alabalık filetoları üzerine tuz ve şeker karışımının serpilmesiyle oluşturulan gravad balık ürününün, soğukta muhafazası sırasında proteinlerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve saklama koşulları ile ilgili önerilerde bulunulmuştur (Michalezyk ve Surowka 2007). Dondurulmuş ringa balıklarının muhafazası boyunca proteinlerinde meydana gelen değişiklikler incelenmiş

ve 3 aydan fazla dondurulmuş olarak muhafaza edilmemesi önerilmiştir (Geirsdottir vd 2007). Gildberg (2001) balık bağırsaklarından, yüksek protein içerikli balık soslarının üretimi için yararlanılabileceğini bildirmiştir. Ayrıca su ürünleri proteinlerinin tüketilebilir gıda paketleme materyali olarak kullanılmasına ilişkin, protein filmleri üretimi konusunda çeşitli denemeler de mevcuttur (Dursun ve Erkan 2009).

2.5. Levrek Balığı Hakkında Genel Bilgiler

Levrek balıklarının sistematikteki sınıflandırması aşağıdaki gibidir:

Phylum	: <i>Vertebrata</i>
Subphylum	: <i>Pisces</i>
Classis	: <i>Osteichthyes</i>
Subordo	: <i>Percoidei</i>
Familia	: <i>Moronidae</i>
Genus	: <i>Dicentrarchus</i>
Species	: <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linneaus, 1758)

Literatürde *Dicentrarchus labrax*, *Morone labrax* veya *Roccus labrax* isimleri ile bilinen levrek balıkları, Akdeniz ve İngiltere'nin Kuzey sahilleri ile Kanarya adaları arasında, kumlu, çamurlu sığ sularda dağılım gösterirler. Nehir ağızları ve lagünlerde de yaşayabilirler. Yaşamları, genellikle littoral zonda devam eder (Alpbaz 1990).

Karnivor olarak beslenirler. Vücutları lateralden hafifçe yassılaştırılmıştır. En fazla 1m boy ve 12 kg ağırlığa ulaşabilirken ortalama boyları 50 cm'dir. Derisi ktenoid pullarla kaplıdır (Uçal ve Benli 1993). Sıcaklığı 5-28°C olan sularda yaşar ve 12-14°C sıcaklıklar arasında yumurta bırakırlar. İkinci yaştan itibaren gonad gelişimi başlar. Doğal ortamda, 1kg'lık bir dişi yaklaşık 300.000-360.000 adet yumurta bırakabilir (Kennedy ve Fitzmaurice 1972).

Ülkemizin bütün denizlerinde yaygın olması ile birlikte ülkemiz denizlerinde *Dicentrarchus labrax* ve *Dicentrarchus punctatus* olmak üzere iki tür levrek bulunmaktadır. Levreğin 1 kg'dan küçük olanlarına ispendek, 1-1,5kg arasında olanlarına palaz ve 1,5 kg'dan büyük olanlarına levrek denilmektedir. Akdeniz'de Aralık-Mart ayları arasında, Atlantik'te Haziran ayına kadar üremeleri devam eder. Daha çok sonbahar ve kış aylarında, olta, zıpkın, voli ağı veya paraketa ile avlanırlar (Alpbaz 1990, 2005).

Levrek balıklarının ham protein içerikleri %20,35, ham yağ içerikleri %6,10, su içerikleri %70, inorganik madde içerikleri %1,66, karbonhidrat içerikleri %1,18'dir. Bir kg levrek kasında 3.736 mg fosfor ve 636 mg kalsiyum bulunmaktadır (Erkan ve Özden 2007). Çiftlik levreği kasında %29,2 oranında doymuş yağ asitleri, %34,6 oranında tekli doymamış yağ asitleri, %36,1 oranında çoklu doymamış yağ asitleri bulunmaktadır. Ayrıca çiftlik levreği ayrıca iyi bir linoleik asit, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) kaynağıdır. Demir ve çinko açısından da zengindir (Alasalvar vd 2002).

2.6. Levrek Balığının Türkiye ve Dünya Ekonomisindeki Önemi

Ülkemizde avcılıkla yapılan su ürünleri üretimi 432.442 ton, yetiştiricilik üretimi ise 212.410 ton olarak gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde deniz balıkları açısından yetiştirilen en önemli tür 65.512 ton üretim ve %30,84 pay ile levrek olmuştur (TUİK 2012). Yetiştirilen levrek balıklarının büyük bölümü taze olarak tüketilmekte, geri kalanı ise ihraç edilmektedir. Levrek balığının 2 tonu canlı halde (işlenmemiş), 779 kg'ı taze ve soğutulmuş olarak, 29 tonu dondurulmuş şekilde ülke dışından ithal edilmiştir. 2008 yılında yetiştiricilikle elde edilen toplam 49.270 ton levrek balığının; 54 tonu canlı, 13.363 tonu taze soğutulmuş deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*), 505 tonu dondurulmuş olarak yurt dışına ihraç edilmiştir (TUİK 2008).

2.7. Alabalık Hakkında Genel Bilgiler

Gökkuşacağı alabalığının sistematikteki sınıflandırması şu şekildedir:

Phylum	: <i>Vertebrata</i>
Subphylum	: <i>Pisces</i>
Classis	: <i>Osteichthyes</i>
Subordo	: <i>Salmoniformes</i>
Familia	: <i>Salmonidae</i>
Genus	: <i>Onchorhynchus</i>
Species	: <i>Onchorhynchus mykiss</i> (W., 1792)

Gökkuşacağı alabalığı, yıllar boyunca 30'dan fazla tür ismi ile bilinmiştir. Uzun yıllar *Salmo gairdneri* ismiyle tanınmıştır. Amerika Balıkçılık Derneği Balık İsimlendirme Komitesi 1988 yılında, bütün Pasifik alabalık ve salmonları için *Oncorhynchus*'un cins ismi olarak kullanılmasına karar vermiştir. Böylece Atlantik alabalıkları ve somon balıklarından ayırt edilmeleri kolaylaştırılmıştır. Bundan sonra gökkuşacağı alabalığının adı, *Salmo gairdneri* yerine *Oncorhynchus mykiss* olarak değişmiştir (Emre ve Kürüm 2007). Kuzey Amerika orijinli olan gökkuşacağı alabalığı doğal olarak Pasifik Okyanusuna dökülen ırmaklarda yaşamakla birlikte dünyanın bütün bölgelerinde dağılım göstermektedir. Oksijence zengin suları sever. En uygun gelişebildikleri sıcaklık 13-18°C'dir (Yanık 2009).

Alabalıkların dorsal yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında bulunan adipöz yüzgeç en karakteristik özelliğidir. Gökkuşacağı alabalığında vücut uzamış ve yanlardan biraz basıktır. Sırt yüzgeci 10-12, anal yüzgeci 8-12 yumuşak ışına sahiptir. Vücut rengi sırtta metalik mavi iken diğer kısımlarda gümüşü renktedir. Yanal çizgisi boyunca parlak ve gökkuşacağı renklerinde bantlar mevcuttur. Dorsal ve kaudal yüzgeçle birlikte yan çizginin üzerinde siyah benekler mevcuttur. Pulları sikloit ve küçüktür (Arabacı 2007, Emre ve Kürüm 2007).

2.8. Alabalığın Türkiye ve Dünya Ekonomisindeki Önemi

Ülkemizde iç sularında yetiştirilen en önemli tür 111.335 tonluk üretim ve %52,42 pay ile alabalık olmuştur (TUİK 2012). Ülkemizde gökkuşacağı alabalığı canlı, taze soğutulmuş, dondurulmuş ve dumanlanmış olarak iç tüketime sunulmaktadır.

Ayrıca ihracatçı firmalar tarafından, donmuş ve dumanlanmış olarak yurt dışına da pazarlanmaktadır (Doğan 2003). *O. mykiss* türü alabalığın 258 tonu taze, soğutulmuş, başlı, solungaçlı ve içi temizlenmiş olarak, 255 tonu dondurulmuş, başlı, solungaçlı ve içi temizlenmiş olarak, alabalıkların diğer sakatları dondurulmuş olarak 28 ton, diğer alabalıklar dondurulmuş olarak 90 ton, *O. mykiss* filetoları, 400 g'dan büyük olacak şekilde taze, soğutulmuş olarak 14 ton, *O. mykiss* filetoları, 400 g'dan büyük olacak şekilde dondurulmuş olarak 112 ton, dumanlanmış alabalıklar 92 ton olarak ülke dışından ithal edilmiştir. 2008 yılında yetiştiricilikle elde edilen toplam alabalık üretimimiz 65.928 tondur. *O. apache* ve *O. chrysogaster* türlerinden canlı olarak 927 kg, taze ve soğutulmuş olarak 4 ton ihracat yapılmıştır. Alabalıklar; diğer taze veya soğutulmuş olarak 134 ton, diğer alabalıklar taze veya soğutulmuş olarak 632 kg, alabalıkların sakatları dondurulmuş olarak 3.298 ton, diğer alabalıklar dondurulmuş olarak 39 ton, diğer alabalıkların filetoları taze veya soğutulmuş olarak 40 ton, *O. mykiss* türü alabalıkların 400 g'dan küçük olanları 326 ton, tütsülü alabalıklar 2.127 ton yurt dışına ihraç edilmiştir (TÜİK 2008).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyaller

Araştırmada kullanılan deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) yan ürünleri (kafa, omurga, yüzgeç, kırpıntı et ve deri parçaları) 60 kg miktarında ve iç organları temizlenmiş alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) 60 kg miktarında olmak üzere yerel işleme fabrikalarından (Dersu A.Ş. ve Güney Balıkçılık A.Ş., Antalya) temin edilmiştir. Yan ürünler ve alabalıklar; strafor kutular içinde soğuk zincir uygulamasıyla, vakit geçirilmeden Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Bu yan ürünler, kıyma haline getirilene kadar $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ soğuk depoda muhafaza edilmiştir. Kıyma makinesinde (Ayhandemir, 12Skmm, Türkiye) kıyma haline getirilen yan ürünler; 200 g'lık vakum poşetlerinde vakumlandıktan (Henkelman, Boxer 42, Hollanda) sonra, iç organları temizlenmiş, alabalıklar ise 10 kg'lık poşetler içinde -35°C 'de şoklandıktan sonra -20°C 'de analizler yapılmaya kadar saklanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Antalya'da bulunan iki işleme fabrikasından temin edilen ve taze olarak Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'na getirilen levrek balığı fileto atıkları (kafa, omurga, yüzgeç, kırpıntı et ve deri parçaları) kıyma makinesinden geçirilmiş ve 200 g'lık paketler halinde vakumda paketlenerek -20°C sıcaklıktaki soğuk hava deposunda analizler yapılmaya kadar saklanmıştır. Levrek yan ürünleri kıymasının yan ürün verimi, kimyasal kompozisyonu ve protein bantları tespit edilmiştir.

Donmuş levrek balığı yan ürünleri kıymasından oluşan paketlerin gece boyunca $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki soğuk depoda bekletilerek çözdürülmesi sağlanmıştır. Çözünen kıymalardan protein hidrolizatları elde edilmiştir. Hidrolizatların -80°C 'deki derin dondurucuda (Dairei-Mybio, ULTF80, Danimarka) 1 gece dondurulduktan sonra liyofilizatörde (Operon, FDU1006, Kore) dondurularak kurutulması sağlanmıştır. Su ürünleri fakültesinde dondurulan örneklerin, buz kalıpları ile çevrelenerek soğuk izolasyonlu taşıma kapları içinde, Gıda Mühendisliği Bölümünde bulunan liyofilizatöre çözünmeden taşınması sağlanmıştır. Verim analizi için, liyofilizatörde 48 saat boyunca kurutulan örnekler hassas terazide (Aculab, ATL623, Almanya) tartılmış ve beşer gramlık paketler halinde vakumda paketlenmiştir. Paketler, analizlerde kullanılmaya kadar -80°C 'de muhafaza edilmiştir. Ayrıca protein hidrolizatlarının verim, kimyasal kompozisyon, hidroliz derecesi, renk ölçüm ve elektroforetik analizleri, antioksidatif ve antimikrobiyal aktivite gibi biyoaktivite testleri ile su tutma kapasitesi, protein çözünme indeksi ve emülsiyon kapasitesi gibi fonksiyonel özellik testleri yapılmıştır.

Kimyasal kompozisyon analizleri için, kıyma haline getirilen yan ürünler homojenize edildikten sonra oluşturulan homojenizat havuzundan alınan örnekler kullanılmıştır. Analizler iki paralelli olarak yürütülmüştür. Kimyasal kompozisyonun belirlenmesinde su, ham yağ, ham protein, ham kül (inorganik madde) ve toplam

protein analizleri gerçekleştirilmiştir. Seçilen en iyi fonksiyonel ve biyoaktivite özelliklerine sahip grubun aminoasit analizi üç tekerrürlü ve iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

Raf ömrü çalışmaları, 2012 yılı haziran ve ağustos ayları arasında alabalık köfteleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 60 kg alabalık laboratuarda derisiz olarak fileto edildikten sonra etler kıyma makinesinden geçirilmiştir. Her biri 8 kg'dan oluşan dört farklı grup oluşturulmuştur. Her gruptaki alabalık eti kıyması ile baharat ve diğer katkı maddelerinin oranları aynı kalırken protein hidrolizatı miktarları farklı olmuştur. İlk grup kontrol grubudur ve bu gruba hiç hidrolizat eklenmemiştir. Protein hidrolizatı ikinci gruba 8 g (%1 konsantrasyon), üçüncü gruba 80 g (%1 konsantrasyon) ve son olarak dördüncü gruba 800 g (%10 konsantrasyon) miktarında eklenmiştir. Köfteler 40±1g ağırlığında tartılarak ayrılmıştır. Ayrılan parçalar, avuç içinde bastırılarak parçaların alt ve üstten basık yuvarlak bir şekil alması sağlanmıştır. Şekil verilen köfteler 7 dk boyunca 90±2°C'deki suda haşlanmış ve 1 dk 170±2°C'deki çiçek yağında kızartılmıştır. Kurutma kağıtlarında fazla yağı alındıktan sonra köftelerin her grubundan beşer tane olmak üzere 5 paket oluşturulmuştur. Geri kalan köfteler, blenderda homojenize edildikten sonra toplam 300 g'lık 22 paket olacak şekilde polietilen vakum poşetler içinde vakumlanmıştır. Paketlenen köfteler, 4±2 °C'deki buzdolabında (Külağçioğlu, F375VS, Türkiye) depolanmıştır. Köftelerin muhafazasının 1., 4., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 56. ve 60. günlerinde, her gruptan her analiz gününde olmak üzere iki paket açılarak örneklerin ayrı ayrı kalite kontrol analizleri yapılmıştır. Bu amaçla; renk ölçümleri, pH, TMA-N, TVBN, TBA, PV, p-Av ve CD analizleri, toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri, toplam anaerob bakteri, laktik asit, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus sp.*, koliform, *E. coli*, maya ve küf mikroorganizmalarının sayımları ile duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler iki paralelli olarak yürütülmüştür. Çalışma boyunca gerçekleştirilen tüm analizler ikişer kez tekrar edilmiştir.

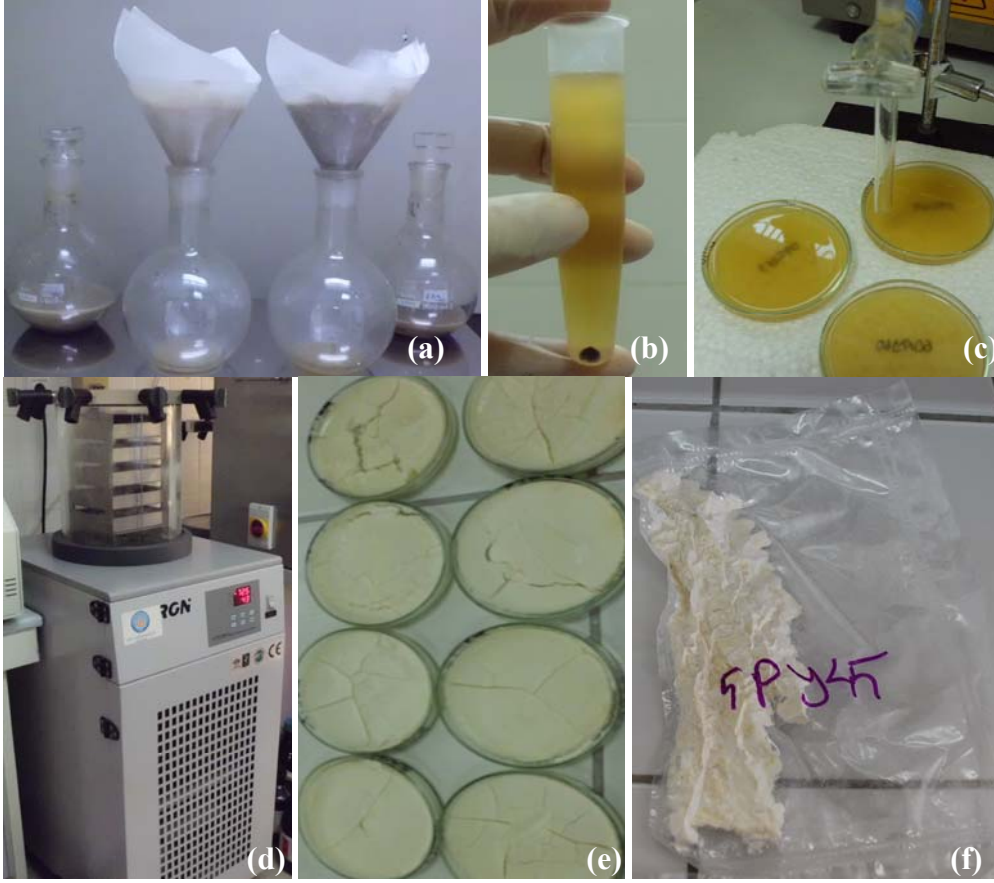
3.2.2. Protein hidrolizatlarının hazırlanması

Protein hidrolizatları, Picot vd (2006), Beaulieu vd (2009) ve Sathivel vd'den (2008) modifiye edilerek oluşturulan metotla hazırlanmıştır. Dondurulmuş deniz levreği yan ürün kıyması, gece boyunca 4±2°C'deki ortamda çözdürülmüştür. Sonra tekrar tartılarak 25°C'deki laboratuvar ortamında 1:1 oranında su ile 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Karışım 50°C ve 60°C olmak üzere farklı sıcaklıklara ısıtılmış, karışımın pH'sı pHmetre (Hanna Instruments, pH211, Romanya) ile 8'e ayarlanmış ve hidrolizi başlatmak üzere karışıma %1 ve %5 oranında farklı konsantrasyonlarda alkalaz ve protameks enzimleri olmak üzere enzim ilavesi yapılmıştır. Karışım sürekli olarak, 200Xg devire ayarlanan çalkalamalı su banyosunda (GFL, 1086, Almanya) 45dk ve 60 dk olmak üzere farklı süreler boyunca karıştırılmıştır (Çizelge 3.1). Daha sonra karışımın sıcaklığı 85°C'ye yükseltilmiş ve devamlı karıştırılarak proteazları inaktive etmek için 10 dk boyunca bu sıcaklıkta tutulmuştur. Bundan sonra sıvı kısım, kaba filtre kağıdından cam pamuğu yardımı ile süzülmüş ve süzüntü 6.000Xg devirde 35 dk boyunca santrifüj cihazında (Hettich, Universal 320R, Almanya) santrifüj edilmiştir. Bu şekilde yağ en üstte, çözünemeyen proteinleri içeren çökelek dibe çökerek en altta ve çözünebilir proteinleri içeren sıvı kısım orta tabakada olmak üzere üç tabaka oluşmuştur. Orta tabakanın santrifüj tüplerinden bir beher içerisine aktararak toplanması sağlanmıştır. Toplanan orta tabaka; ayırma hunisine boşaltılmış, 15 dk

örneğin oturması beklendikten sonra kalan yağ hidrolizattan drene edilmiştir. Ayırma hunisinden örnekler petri kaplarına aktarılmış ve -80°C'deki derin dondurucuda dondurulduktan sonra liyofilizatörde dondurularak kurutulması sağlanmıştır. Örnekler liyofilizatörde 48 saat boyunca kurutulmuştur. Elde edilen tozlar 5 g'lık paketler halinde vakumda paketlenmiştir. Paketler analizlerde kullanılıncaya kadar -80°C'de muhafaza edilmiştir. Enzim olarak ticari protameks (Sigma P0029, E.C. 3.4.21.14, Novozymes AS, Bagsvaerd, Denmark) ve alkalaz (Sigma P4860, E.C. 3.4.21.14, Novozymes AS, Bagsvaerd, Denmark) enzimleri kullanılmıştır (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Protein hidrolizatlarının elde edilmesi için uygulanan hidroliz koşulları

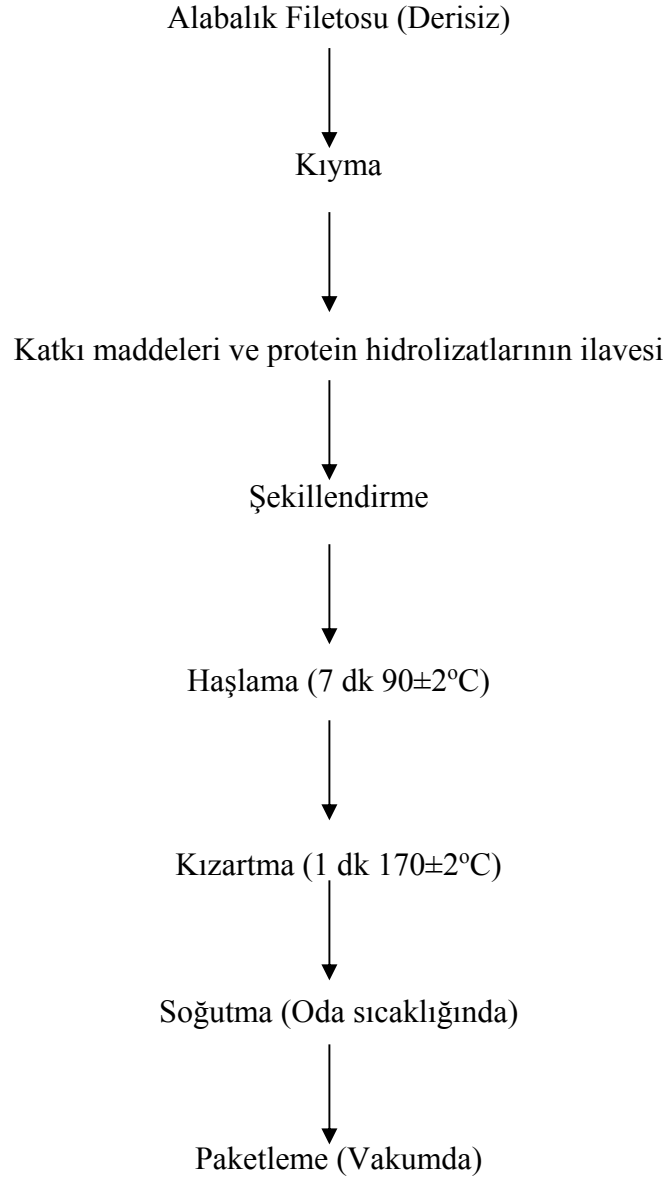
Grup	Hidroliz Sıcaklığı (°C)	Enzim Konsantrasyonu (‰)	Hidroliz Süresi (dk)
A1	50	1	45
A2	50	1	60
A3	50	5	45
A4	50	5	60
A5	60	1	45
A6	60	1	60
A7	60	5	45
A8	60	5	60
P1	50	1	45
P2	50	1	60
P3	50	5	45
P4	50	5	60
P5	60	1	45
P6	60	1	60
P7	60	5	45
P8	60	5	60



Şekil 3.1. Protein hidrolizatlarının üretimi. (a): Protein hidrolizatlarının filtre kağıdından geçirilmesi, (b): Santrifüjlenmesi, (c): Ayırma hunisinden geçirilmesi, (d): Liyofilizasyonu, (e): Dondurularak kurutulan protein hidrolizatları, (f): Vakumda paketlenen protein hidrolizatları.

3.2.3. Protein hidrolizatlarının alabalık köftelerine uygulanması

İç organları temizlenmiş olarak alınan alabalık köftelerinin üretimi için kullanılan metodun akış şeması, Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Alabalık köftesi üretiminin akış şeması



Şekil 3.3. Alabalık köftesi üretim aşamalarına ilişkin bazı resimler. (a): Fileto çıkarma, (b): Kıymanın hazırlanışı, (c): Katkı maddesi ve protein hidrolizatlarının ilavesinden sonra kıymanın yoğurulması, (d): Köftenin 40g'lık parçalara ayrılması ve şekillendirilmesi, (e): Haşlama, (f): Kızartma.

İç organları temizlenmiş olan 60 kg alabalığın omurga, kılçık ve derileri ayrılarak filetosu çıkarılmıştır. Filetolar, kan ve diğer yabancı maddelerin etten uzaklaştırılması için yıkanmıştır. Yıkanan filetoların suyu süzdürüldükten sonra kıyma makinesinden geçirilerek kıyma haline getirilmesi sağlanmıştır. Her biri 8 kg'dan oluşan 4 farklı grup oluşturulmuştur. Kıymaya eklenen baharatlar alimünyum folyoya sarıldıktan sonra 250°C'deki etüvde 15 dk steril edildikten sonra kullanılmıştır. Her gruptaki alabalık eti kıyması ile steril baharat karışımları ve diğer katkı maddelerinin oranları aynı kalırken, protein hidrolizatı miktarları farklı olmuştur. İlk grup kontrol grubudur ve bu gruba hiç hidrolizat eklenmemiştir, ikinci gruba protein hidrolizatı 8 g (%1 konsantrasyon), üçüncü gruba 80 g (%1 konsantrasyon) ve dördüncü gruba 800 g

(%10 konsantrasyon) miktarında eklenmiştir. Çizelge 3.2'deki malzemeler, kıymaya ilave edilmiş ve homojen bir karışım sağlanana kadar yoğrulmuştur. Köftelerin üretimi için Shaviklo vd'ne (2010) ait olan yöntem kullanılmıştır. Köfteler 40±1 g ağırlığında tartılarak ayrılmıştır. Ayrılan parçalar, avuç içinde bastırılarak parçalara alt ve üstten basık yuvarlak bir şekil verilmiştir. Şekillendirilen köfteler 90±2°C sıcaklığındaki suya atılarak 7 dk boyunca haşlanmıştır. Haşlanan köftelerin suları süzdürüldükten sonra kurutma kağıtlarında fazla suları alınmıştır. Daha sonra köftelerin 170±2°C sıcaklıktaki ayçiçeği yağında 1 dk boyunca kızartılması sağlanmıştır. Kızartılan köfteler, tekrar kurutma kağıtlarına alınarak fazla yağları alınıp soğumaları için beklenmiştir. Soğuyan köfteler her pakette 5 köfte olacak şekilde toplam 5 paket köfte ayrılıp steril polietilen vakum poşetlerine yerleştirilmiştir. Geriye kalan köfte blendırda (Waring, 8011S, Amerika) homojenize edilmiştir. Köfteler, her pakette 300 g homojenize köfte olacak şekilde toplam 22 adet steril polietilen poşete yerleştirilerek vakumda paketlenmiştir. Paketlenen köfteler 4±2°C'deki buzdolabında depolanmıştır.

Çizelge 3.2. Alabalık köftelerinin içerikleri (g/100 alabalık kıyması)

Katkı Maddesi Adı	Kontrol Grubu	Katkı Maddesi Miktarları		
		1. Grup	2. Grup	3. Grup
Protein Hidrolizati	-	0,1	1	10
İrmik	5	5	5	5
Soğan	3	3	3	3
Tuz	2	2	2	2
Çiçek Yağı	1	1	1	1
Kimyon	0,5	0,5	0,5	0,5
Karabiber	0,5	0,5	0,5	0,5
Nane	0,5	0,5	0,5	0,5
Yumurta	1	1	1	1

3.2.4. Levrek balığı yan ürünlerinde gerçekleştirilen analizler

3.2.4.1. Verim tespiti

Levrek balığı yan ürünlerinin verim analizleri için, toplam 30 adet levrek balığı kullanılmıştır. Balıklar ve yan ürünler tartıldıktan sonra toplam yan ürün ağırlığı bütün balık ağırlığına bölünerek yan ürün verimi tespit edilmiştir. Tartım için 0,001 g hassasiyetli analitik terazi kullanılmıştır.

Levrek balığı yan ürünlerinin verimi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, İlhan ve Gülyavuz 2003, Diler ve Ataş 2003).

$$\text{Levrek Yan Ürünlerinin Verimi (\%)} = \frac{\text{Yan ürün ağırlığı (g)}}{\text{Toplam Ağırlık (g)}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.4.2. Kimyasal kompozisyon analizleri

Balık atıklarından elde edilen kıymadan ve protein hidrolizatlarının uygulandığı ürünlerin kimyasal kompozisyon analizleri yapılmıştır. Örneklerden iki paralelli olmak üzere yirmişer gram örnek alınarak, polietilen vakum poşetleri içinde paketlenip -80°C’de analizler yapılana kadar bekletilmiştir.

Su Tayini: Su oranını ölçmek için kullanılan petriler 105±5°C’lik etüvde (Nüve, FN500, Türkiye) 1 saat kurutulup desikatör içerisinde 30 dakika bekletildikten sonra hassas terazide (0,0001 g hassasiyetli) (Denver Instrument, APX200, Almanya) tartılarak boş petrinin ağırlığı (W₁) bulunmuştur. Ağırlığı sabitlenen petri içerisine 2-3 g örnek (W₂) ilave edilip hassas terazide tartılmıştır. Sonra etüvde 100-110°C’de, 2-4 saat kurutulduktan sonra 30 dakika desikatörde bekletilip soğuduktan sonra tartılmıştır (W₃). İşlem sabit tartım elde edilene dek tekrarlanmıştır (AOAC 2005a).

$$\text{Su (\%)} = 100 - \left(\frac{W_3 - W_1}{W_2} \times 100 \right) \quad (3.2)$$

Ham Protein Tayini (Toplam Azot Miktarı) (Kjeldahl Metodu):

Dekompozisyon (Parçalanma): 0,0001 g hassasiyetli terazide 1 g civarında örnek tartılarak kjeldahl tüplerine konulmuştur. Tüplerin içerisine örnekler koyulduktan sonra reaksiyonu hızlandıracak katalizörler ilave edilmiştir. Katalizör olarak CuSO₄ (Bakır sülfat) ve K₂SO₄ (Potasyum sülfat)’ın karışımı (CuSO₄ : K₂SO₄ = 1:9) ezilerek kullanılmıştır. Katalizör olarak kullanılan bu karışımdan tüplerin içerisine 5 g ilave edilmiştir. Bundan sonra 30 ml derişik H₂SO₄ ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra protein yakma cihazında (Velp, Kjeldatherm TR, Almanya) ısıtılmıştır. Isıtma işlemi sırasıyla 1 saat 150°C’de, 1 saat 250°C’de ve yaklaşık 2 saat 330°C’de olmak üzere kademeli olarak yapılmıştır. Isıtılan tüp içindeki renk yeşil oluncaya kadar (yaklaşık 5-6 saat) ısıtma işlemine devam edilmiştir (AOAC 2005b).

Amonyak Distilasyonu: Erlen içine 50 ml %4’lük H₃BO₃ (Borik asit) konularak kjeldahl cihazına (Gerhardt Vapodest, VAP30, Almanya) yerleştirilmiştir. Yakma cihazından çıkarılan tüplerin içeriği, 250 ml’lik bir balon joje içerisine boşaltıldıktan sonra örnek çizgisine kadar saf su ile seyreltilmiştir. Balon jodede seyreltilmiş olan örnekten 50 ml bir mezur yardımı ile alınarak tüplerin içerisine boşaltılmış ve tüpler cihaza yerleştirilerek distilasyon başlatılmıştır. Distilasyon bittikten sonra erlen kjeldahl cihazından çıkarılmış ve otomatik titratör (Schott Instruments, D55122 Mainz, Titroline Easy, Almanya) yardımıyla karışım metil red indikatörünün aktiflik gösterdiği pH 4,8 olana dek 0,1 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir (AOAC 2005b).

1 ml 0,1 N H₃BO₃ = 0,0014 g N (Azot)

$$\text{Protein (\%)} = \frac{0,0014 \times S \times F}{\text{Örnek (g)}} \times 6,25 \times 5 \times 100 \quad (3.3)$$

S: Örnek için titrasyonda harcanan 0,1 N HCl miktarı
F: HCl faktörü
6, 25: Proteinin %16'sı azottur. $100/16 = 6,25$ 'dir.
5: Seyreltme oranı

Yapılan bu analiz sonunda ham protein miktarı yukarıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (AOAC 2005b).

Ham Yağ Miktarı Tayini (Sokshlet Metodu): Yağ ölçmede kullanılan balonlar $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde 1 saat kurutulup desikatör içerisinde 30 dakika bekletildikten sonra hassas terazide (0,0001 g hassasiyetli) tartılarak boş balonun ağırlığı (W_1) bulunmuştur. Ağırlıkları sabitlenen cam balonlar sokshlet cihazının (Behr Labor-Technik, AK5, Almanya) kuyularına yerleştirilmiştir. Cihazın sıcaklığı $50-60^{\circ}\text{C}$ civarına ayarlanmıştır. Hassas terazide yaklaşık 2-3 g arasında alınan örnek tartılmış (W_2), yağ ihtiva etmeyen, gözenekli ve eterde çözünmeyen kartuşlar içine konulmuştur. İçinde örnek olan kartuşlar sokshlet cihazında ekstraktör balonu içine yerleştirilmiştir. Örneğin üzerine sifon yapana kadar dietil eter konulmuştur. Isıtma işlemi 5-6 saat sürdürülmüştür. Daha sonra balon sokshlet cihazından çıkarılarak içinde kalan eter uçurulmuştur. Eteri iyice uçurulan balon 1 saat süre ile $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklıktaki etüvde kurutulup desikatörde 30 dakika soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır (W_3). Etüvde kurutma ve desikatörde soğutma işlemi sabit tartıma erişinceye kadar sürdürülmüştür (AOAC 2005c).

$$\text{Ham Yağ (\%)} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} \times 100 \quad (3.4)$$

Ham İnorganik Madde (Kül) Tayini: Porselen krozeler ağırlıkları sabitlenene kadar kül fırınında (Elektro-mag, 1813, Türkiye) 550°C 'de ısıtılıp desikatörde soğutulmuştur. Sonra krozelerin boş ağırlıkları 0,0001 g hassasiyetindeki terazide alınmıştır (W_1). Sabit ağırlığı tespit edilen kroze içine 1-1,5 g civarında örnek koyulup hassas terazide tartılmıştır (W_2). Kroze içindeki örnek bunzen beki ile duman çıkmayınca kadar ısıtılmıştır. Daha sonra 550°C sıcaklıktaki kül fırınına konulan krozeler içlerindeki örneğin rengi gri beyaz olunca (yaklaşık 2 saat sonra) fırından çıkarılmıştır. Krozeler desikatörde 30 dakika soğutulduktan sonra tartılmış ve işleme değeri sabitlenene kadar devam edilmiştir (W_3) (AOAC 2005d).

$$\text{İnorganik Madde (\%)} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} \times 100 \quad (3.5)$$

Toplam Protein Analizi: Analiz öncesi, homojenize örnekler %85'lik NaCl (Fizyolojik su) çözeltisi ile 1/20 oranında seyreltilmiştir. Seyreltilen örnekler $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, 5.000Xg devirde 15 dk boyunca santrifüjlenmiştir. Daha sonra örneklerin toplam protein içeriği, bu seyreltilen örnekler üzerinden ticari kit kullanılarak Lowry vd (1951) metodu ve Peterson (1983)'un modifikasyonuna göre yapılmıştır. Folin and Ciocalteu's phenol reagenti ile reaksiyona giren proteinler mor renkli kompleksler

oluşturması esasına dayanarak renkler 650 nm’de UV/VIS spektrofotometresi (Thermo Scientific, Evolution 160, Amerika) ile okunmuştur.

3.2.5. Protein hidrolizatlarında gerçekleştirilen analizler

3.2.5.1. Verim tespiti

Üretilen levrek balığı yan ürünlerinin protein hidrolizatlarının verimi; Samaranayaka ve Li-Chan’e (2008) göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{PHV (\%)} = \frac{\text{Dondurulup Kurutulan Protein Hidrolizatlarının Ağırlığı (g)}}{\text{Kullanılan Balık Atıkları Kıymasının Ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.2.5.2. Kimyasal kompozisyon analizleri

Protein hidrolizatlarının kimyasal kompozisyon analizleri 3.2.4.2’de anlatıldığı gibi yapılmıştır.

3.2.5.3. Elektroforetik analiz

Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE) yapılmıştır. Levrek balığı yan ürünleri ve bunlardan elde edilen protein hidrolizatlarında bulunan peptid ve aminoasitlerin molekül ağırlıklarını belirlemek üzere Laemmli’nin (1970) metodundan yararlanılmıştır. Bu analizde ayırma jel akrilamidi, ayırma jel tamponu, yükleme jel akrilamidi, yükleme jel tamponu, katot koşturma tamponu, anod tamponu örnek çözme tamponu ve boyama çözeltisi gibi çeşitli stok çözeltiler kullanılmıştır.

Ayırma Jel Akrilamidi: 48 g akrilamid ve 3 g N,N’-Metilen-Bis-Akrilamid tartılıp 100 ml’lik balon jode bir miktar ultra saf su içinde çözdürülmüş ve son hacmi 100 ml’ye tamamlanmıştır. Daha sonra çözelti Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek 4±2°C’de ve renkli cam şişe içinde saklanmıştır.

Ayırma Jel Tamponu (3 M Trizma, pH 8,9): 36,342 g Trizma base ve 0,3 g SDS tartılıp yaklaşık 50 ml ultra saf su içinde çözdürülmüştür. Çözeltinin pH’sı konsantr HCl ile yavaş yavaş 8,9’a ayarlanmıştır. Çözelti, oda sıcaklığında soğuduktan sonra ultra saf su ile 100 ml’ye tamamlanmıştır. Çözelti Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek 4±2°C’de ve renkli cam şişe içinde saklanmıştır.

Yükleme Jel Akrilamidi: 30 g akrilamid ve 0,8 g N,N’-Metilen-Bis-Akrilamid tartılıp 100 ml’lik balon jode bir miktar ultra saf su içinde çözdürülmüş ve son hacmi 100 ml’ye tamamlanmıştır. Daha sonra çözelti Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek 4±2°C’de ve renkli cam şişe içinde saklanmıştır.

Yükleme Jel Tamponu (1 M Tris-HCl): 15,76 g Tris-HCl 50 ml ultra saf su içinde çözdürülmüştür. Çözeltinin pH’sı konsantr NaOH ile 6,8’e ayarlanmıştır. Çözeltinin oda sıcaklığında soğuması beklendikten sonra ultra saf su ile 100 ml’ye

tamamlanarak Whatman No:1 filtre kağıdından süzülüp 4±2°C'de ve renkli cam şişe içinde saklanmıştır.

Katot Koşurma Tamponu (10x): 121,14 g Trizma base (1 M), 179,17 g Trisin (1 M) ve 10 g SDS 1.000 ml'lik balon jode bir miktar ultra saf su içinde çözündürülerek son hacmi litreye tamamlanmıştır. Çözelti renkli cam şişede saklanmıştır. Kullanmadan hemen önce 1:10 oranında seyreltilmiştir.

Anod Tamponu (10x): 242,28 g Trizma base (2 M) 1.000 ml balon jode 500 ml ultra saf su ile çözündürülmüştür. Çözeltinin pH'sı konsantre HCl ile 8,9'a ayarlanmıştır. Çözeltinin oda sıcaklığında soğuması beklendikten sonra balon jode ultra saf su ile çizgisine kadar tamamlanmıştır. Çözelti renkli cam şişede saklanmıştır. Kullanmadan hemen önce 1:10 oranında seyreltilmiştir.

Örnek Çözme Tamponu: 2 ml %10 SDS, 1 ml gliserol, 0,625 ml 1 M Tris-HCl (pH 6,8), 6 ml ultra saf su, çok az miktar brom fenol blue (renklendirmek için) karıştırılmış ve renkli cam şişede saklanmıştır.

Boyama Çözeltisi: 10 g Coomassie Brilliant Blue, 250 ml isopropanol, 70 ml asetik asit 1 lt ultra saf su içinde çözündürülmüştür. Daha sonra çözelti, Whatman No:1 filtre kağıdından süzülüp 4±2°C'de ve renkli cam şişe içinde saklanmıştır.

Proteinlerin moleküler ağırlıklarını hesaplamak için iki adet marker (Sigma) kullanılmıştır. Bunlardan birisi 2.500-17.000 Da moleküler ağırlıkları arasında değişen peptit markeri, diğeri 14.000 Da moleküler ağırlıklı bir markerdir. Bunlarda bulunan peptit ve aminoasitlerin moleküler ağırlıkları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.3. Elektroforezde kullanılan markerların peptit ve protein içerikleri

Marker	Protein ve Peptidler	Moleküler Ağırlıkları (Da)
1. Marker	Miyoglobin III, 132-153	2.510
	Glucagon	3.480
	Miyoglobin II, 1-55	6.210
	Miyoglobin I, 56-131	8.160
	Miyoglobin I+III, 56-153	10.600
	Miyoglobin I+II, 1-131	14.440
	Miyoglobin (Polipeptid zinciri, 1-153)	16.950
2. Marker	α-Laktalbumin, sığır sütü	14.200
	Tripsin inhibitörü, soya fasulyesi	20.100
	Tripsinojen, sığır pankreası	24.000
	Karbonik anhidraz, sığır	29.000
	Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz, tavşan kası	36.000
	Albumin, yumurta	45.000
Albumin, sığır	66.000	

Örneklerin Çözdürülmesi: Örnekler örnek çözme tamponunda, 1:1 oranında, 10 dk boyunca kaynatılarak denatüre edilmiştir.

Ayırma Jelinin Hazırlanması: 6,7 ml ultra saf su, 10 ml ayırma jel tamponu, 10 ml ayırma jel akrilamidi, 3,2 ml gliserol, 10 µl TEMED, 100 µl %10'luk amonyum persülfat temiz bir beher içerisinde nazikçe karıştırılmıştır. Daha sonra karışım, Biostep, TV100Y(K) (Jahnsdorf, Almanya) model dikey jel tankına ait olan iki cam arasına dökülmüştür. Hava ile teması önlemek amacıyla, jelin üst kısmı bütanol ile kapatıldıktan sonra polimerleşme için yaklaşık 30 dk beklenmiştir.

Yükleme Jelinin Hazırlanması: 10,3 ml ultra saf su, 1,9 ml yükleme jel tamponu, 2,5 ml yükleme jel akrilamidi, 150 µl EDTA, 7,5 µl TEMED, 150 µl %10'luk amonyum persülfat temiz bir beher içerisinde nazikçe karıştırılmıştır. Karışım iki cam arasına polimerize olan ayırma jelinin üzerine yavaşça dökülmüştür. Polimerleşme olmadan önce jelin üst kısmına 12 kuyu açan bir tarak yerleştirilmiştir. Polimerleşmeden sonra tarak çıkarılmıştır. İki ayrı jelin dik durabilmesi için kullanılan kaset tanka yerleştirildikten sonra katot ve anod tamponları, tankın ilgili bölmelerine ilave edilmiştir.

Örnekler ve protein markerları her kuyuya 15 µl yüklenmiştir. Elektroforez cihazının (Thermo Scientific, EC300XL, Malezya) amperi 20 mAmp'e ayarlanmıştır. Proteinlerin elektroforez işlemi boyunca koşturması 5 saat sürmüştür. Elektroforez bittikten sonra jeller glacial asetik asit ve %1'lik Comassie Brilliant Blue boyası içeren fiksatif çözelti ile orbital shaker (Biosan, OS10, Letonya) üzerinde 16 saat boyunca nazikçe sallanması sağlanmıştır. Jeldeki boyanın çıkması için jeller %25 isopropanol ve %7 glacial asetik asit içeren çözelti içinde arka fon biraz açılana kadar bekletilmiştir. Daha sonra jeller, saf su içine yerleştirilmiştir. Arka fon tam olarak açılana kadar ara sıra saf su değiştirilmiştir. Jellerin fotoğrafları koloni sayacının (Funke Gerber, Colony Star, Almanya) üzerinde çekilmiştir.

3.2.5.4. Aminoasit analizi

Levrek balığı yan ürünlerinden elde edilen, en iyi fonksiyonel ve biyoaktivite özelliklerine sahip olan hidrolizat örneğinden onar gram olmak üzere iki grubun aminoasit analizi UFLC (Ultra Fast Liquid Chromatography)-UV metoduna göre TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. Sonuçlar ikişer paralelli olarak değerlendirilmiştir.

3.2.5.5. Hidroliz derecesi (HD) analizi

Protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi pH stat metoduna göre belirlenmiştir. Bu metoda göre, 10 g protein hidrolizatı tartılmış ve başta belirlenen hidrolizasyon koşulları sırasıyla uygulanmıştır. Çözelti, manyetik karıştırıcı (Ika, RCT basic, Almanya) üzerinde sürekli karıştırılırken, çözeltinin pH'sı 0,1 N NaOH ile sürekli olarak 8'de sabit tutulmuştur. Altmış dakika boyunca her 5 dakikada bir NaOH sarfiyatı kaydedilmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Wrolstad vd 2005).

3.2.5.6. Su tutma kapasitesi analizi

Protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesi, santrifüj metoduna göre belirlenmiştir. Santrifüj tüpüne 0,5 g hidrolizat ve 20 ml distile su koyulmuştur. Karışım, 30 sn vorteksde (Yellolab, TTS2, Amerika) homojenize edilip 6 saat boyunca oda sıcaklığında oturması için bekletilmiştir. Daha sonra 2.800Xg'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant Whatman No:1 filtre kağıdından filtre edilerek sıvı kısmın hacmi ölçülmüştür. Başlangıçtaki distile su hacminden süpernatantın hacmi çıkarılıp örnek miktarına bölünerek sonuç ml/g cinsinden verilmiştir (Diniz ve Martin 1997).

3.2.5.7. Protein çözünme indeksi analizi

Protein çözünme indeksi, Diniz ve Martin'in (1997) yöntemine göre belirlenmiştir. Örnekler 10 g/l olacak şekilde suya eklenmiş ve çözeltinin pH'sı 0,5 N HCl ya da 0,5 N NaOH ile 45 dk boyunca devamlı karıştırılarak 3, 5, 7 ve 9'a ayarlanmıştır. Daha sonra çözeltinin 25 ml'si 2.800Xg devirde 30 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatantın 15 ml'sinde bulunan N içeriği Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.8. Emülsiyon kapasitesi analizi

Protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesi, titrasyon metodu ile Chalamaiah vd'ne (2010) göre belirlenmiştir. Protein hidrolizatlarından 1 g örnek alındıktan sonra üzerine 24,5 ml saf su eklenmiş ve 30 sn boyunca düşük hıza ayarlanan vorteksde karıştırılmıştır. Çözünme tamamlandıktan sonra, çözeltiye içinde rafine çiçek yağı bulunan büretten yağ ilave edilmiştir. Bu arada karıştırma işlemi faz ayrışması oluşana kadar devam ettirilmiştir. Emülsiyon kapasitesi, 1 g protein hidrolizatını emülsifiye eden yağ hacmi (ml) olarak ml/g cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.5.9. Antioksidatif aktivite analizi

Protein hidrolizatlarının antioksidan aktivitelerini belirlemek için ABTS metodu kullanılmıştır. Dört adet ABTS tabletinin 10 ml'lik balon joje içerisinde bir miktar saf su ile çözündürülmesi sağlanmıştır. Çözeltinin üzerine 2 ml 12,25 mM potasyum persülfat eklenip vorteksde iyice karıştırıldıktan sonra balon joje çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan 7 mM ABTS çözeltisi; oda sıcaklığında, alimünyum folyo ile sarılarak oda sıcaklığında karanlıkta 12-16 saat bekletildikten sonra analizlerde kullanılmaya başlanmıştır.

Protein hidrolizatları PBS (Fosfat Saline Buffer) çözeltisi içinde çözündürülmüştür.

PBS Çözeltisinin Hazırlanması: 0,2 M NaH_2PO_4 (Monosodyum fosfat) çözeltisinden 19 ml, 0,2 M Na_2HPO_4 (Disodyum fosfat) çözeltisinden 81 ml alınıp 200 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Çözeltiye 8,77 g NaCl'nin ilave edilmiş ve son karışımın hacmi 1.000 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır.

Örnekler bir balon joje içerisinde PBS ile belirli bir oranda seyreltilmiştir. Her spektrofotometrik okuma öncesinde, ABTS radikal çözeltisi 734 nm'de $0,700 \pm 0,02$

arası absorbans gösterecek şekilde PBS çözeltisi ile seyreltilmiştir. ABTS çözeltisinden 1 ml, örnekten 10 µl spektro küveti içine alınmış ve bir kürdan yardımı ile çözeltilerin homojen bir şekilde karışması sağlanmıştır. Karışım, 6 dakika boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Altı dakika beklemenin amacı, absorbansın değişmediği ve inhibisyonun sabitlendiği anı yakalamaktır. Örnekler yaklaşık %50 inhibisyona ulaşana kadar PBS ile seyreltilmiş ve işlemler tekrar edilmiştir. İnhibisyonun %50 olduğu görüldüğü anda seyreltme işlemine son verilmiştir. Seyreltme oranı bilinen örnekten sırasıyla 5, 10, 15 ve 20 µl örnek alınarak mikro spektro küvetine koyulmuştur. Örneklerin her birinin üzerine 1 ml ABTS+PBS çözeltisi eklendikten 6 dk sonra spektroda örneklerin absorbans okuması yapılmıştır. Okumalar her seri için 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

Protein hidrolizatlarının antioksidan aktivitesi, E vitamini analogu olan ve suda çözünebilir, troloksa karşılık belirlenmiştir. Troloks için de yukarıdaki aynı seriler ve işlemler uygulanmıştır.

İnhibisyon hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \frac{100 \times (a-b)}{a} \quad (3.7)$$

a: ABTS+PBS çözeltisinin absorbansı (0,680-0,720)

b: Örneğin absorbansı

Örneklerden hazırlanan serilerin konsantrasyonlarına karşılık gelen inhibisyonların grafiği çizdirilmiş ve çizdirilen eğri üzerinden eğim hesaplanmıştır. Protein hidrolizatlarına ait eğimin, trolox konsantrasyonlarına ait eğime oranlaması sonucu örneğin 1mM troloksa karşı gösterdiği Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) belirlenmiştir (Re vd 1999).

$$\text{TEAC} = \frac{\text{Örneğin Eğimi}}{\text{Troloksun Eğimi}} \times \text{Seyreltme Faktörü} \quad (3.8)$$

3.2.5.10. Antimikrobiyal aktivite analizi

Protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitesi; *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538P), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Escherichia coli* (ATCC 11229) bakterilerine karşı ve antifungal aktivitesi *Aspergillus niger* (ATCC 16888) mikroorganizmasına karşı difüzyon disk metodu ile belirlenmiştir. Liyofilize tabletler halinde olan *S. aureus*, *P. aeruginosa* ile *Bacillus subtilis* bakterilerinden birer tablet ve eküvyon çubuklu tüplerde bulunan *E. coli* ile *A. niger* mikroorganizmaları eküvyon çubukları ile birlikte biyolojik emniyet kabini (Heal Force, HF1200, Sınıf II Tip A2, Çin) içinde, aseptik şartlar altında olmak üzere 5 ml steril Nutrient Broth içeren deney tüplerine bırakılmıştır. Deney tüpleri düşük hızda vortekslelendikten sonra 37°C'de 24 saat inkubatörde (Nüve, EN055, Türkiye) bekletilmiştir. İnkübasyon süresi tamamlandıktan sonra steril eküvyon çubukları deney

tüplerine daldırılmış ve bakterilerin çubuklardan Muller hinton agar içeren petri yüzeyine yayılması sağlanmıştır. Daha sonra petri içine steril pens yardımı ile steril disk filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Steril saf su ile beş kat seyreltilen örnekten 50 µl alınarak disklere kademeli olarak emdirilmesi sağlanmıştır. Örneklerin agara difüzyonu tamamlandıktan sonra petriler 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. *A. niger* mikroorganizmaların Nutrient Broth içinde inkübasyonu tamamlandıktan sonra Muller Hinton Agar içeren petrilere yayılarak 25°C'de yeterli miktarda üretilmesi beklenmiştir. Daha sonra küf sporlarının öze ucuyla kesilerek Muller Hinton Agar içeren steril petrilere eküvyon çubukları ile yayılması sağlanmıştır. Bu aşamadan sonra diskler üzerine aynı şekilde örnek bırakılmıştır. Ancak inkübasyon sıcaklığı 25°C olarak tercih edilmiştir. 24 saatlik inkübasyon süresinden sonra disklerin etrafında oluşan zonların çapı ölçülerek protein hidrolizatlarının antimikrobiyal etkisi mm cinsinden belirlenmiştir (Bhaskar vd 2007). Analizlerde kullanılan malzemelerin sterilizasyonu, otoklav (Hirayama, HV50, Japonya) içerisinde 121°C'de 15 dk boyunca gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. Alabalık köftelerinde gerçekleştirilen analizler

3.2.6.1. Kimyasal kompozisyon analizleri

Balık köftelerinin kimyasal kompozisyon analizleri 3.2.4.2'de belirtilen metotlara göre yapılmıştır.

3.2.6.2. pH tespiti

Homojenize köfteden 10 g örnek bir beher içerisine alınmış ve üzerine 90 ml kaynatılıp soğutulmuş saf su eklenmiştir. Karışımın manyetik karıştırıcı üzerinde devamlı karışması sağlanarak pH metre ile örneğin pH'sı ölçülmüştür (Varlık vd 1993, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

3.2.6.3. Renk ölçümleri

Ölçümler, homojenize köftelerin yüzeyinden beş paralelli olarak kolormetre (Konika Minolta Chromameter, CR400, Japonya) ile alınmıştır. Sonuçlar "L", "a" ve "b" değerleri olarak ifade edilmiştir. Her analiz öncesi cihaz beyaz seramik plaka ile kalibre edilmiştir. Elde edilen değerlerden "L" değeri açıklık koyuluk değerini tanımlarken, "+a" değeri kırmızılığı, "-a" değeri yeşilliği, "+b" değeri sarılığı, "-b" değeri ise maviliği belirlemede kullanılmıştır.

3.2.6.4. Trimetilamin azot analizi (TMA-N)

Homojenize köfte örneklerinden alınan 10 g örnek ve 90 ml %10'luk triklor asetik asit ile stomacher poşetlerinde stomacherda (Interscience, 400P, Fransa) 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra çözeltinin süzgeç kağıdından süzülerek erlenlerin içerisine toplanması sağlanmıştır. Süzüntüden 4 ml alınarak kapaklı plastik tüplere aktarılmıştır. Tüplerin içine 1 ml %20'lik formaldehit, 10 ml toluol ve 3 ml %50'lik potasyum hidroksit (KOH) de ilave edilmiş ve çözelti vortekste karıştırılmıştır. 10 dk beklendikten sonra toluol fazından 5 ml alınarak cam tüpler içine boşaltılmış ve üzerine

5 ml %0,02'lik pikrik asit eklenmiştir. Fazla bekletilmeden bu çözeltiler ile doldurulan cam küvetler 460 nm dalga boyuna ayarlanan spektrofotometrede köre karşı absorbens okuması yapılmıştır. Örneklerin TMA-N konsantrasyonları, aynı işlemlerden geçtikten sonra absorbensları okunan standartların konsantrasyonlarına göre belirlenmiştir. TMA-N sonuçları mg/100g şeklinde verilmiştir (Schormüller 1968).

3.2.6.5. Toplam uçucu bazik azot analizi (TVB-N)

TVB-N analizi, Antonacopoulos ve Vyncke'in (1989) yöntemine göre yapılmıştır. Köfte örneklerinden yirmişer gram alınarak, % 6'lık 80 ml perklorik asit ile stomacherda 2 dakika homojenize olması sağlanmıştır. Homojenize edilen karışım Whatman filtre kâğıdı No:113'den geçirilerek erlene süzümüştür. TVB-N destilasyonu için; 25 ml filtrat Kjehdal tüplerine koyulmuştur. Üzerine 25 ml saf su, 2-3 g MgO (Magnezyum oksit) ve 2-3 damla köpük kesici eklenerek destilasyon cihazında 8 dakika distile edilmiştir. Distilat 90 ml saf su, 10 ml %3'lük borik asit ve 4 damla Tashiro indikatörü içeren erlenler içerisine toplanmıştır. Toplanan distilat 0,1 N'lik HCl ile pembe renk oluşana kadar titre edilmiş ve sarf edilen HCl miktarı kaydedilmiştir. Örnekte bulunun TVB-N miktarı aşağıdaki formül üzerinden hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = \frac{A \times 1,4}{B} \times 100 \quad (3.9)$$

A: 0,1 N HCl sarfiyat miktarı (ml)

B: Homojenize edilen örnek miktarı (g)

3.2.6.6. Tiyobarbitürikasit sayısının belirlenmesi (TBA)

Alabalık köftelerinden alınan 5 g örnek ve 25 ml saf su stomacherda 2 dk karıştırılmıştır. Çözeltiye 25 ml %10'luk TCA eklenmiş ve çözeltinin 1 dk daha karışması sağlanmıştır. Karışım Whatman No:1 filtre kağıdından süzümüştür. Süzüntüden 4 ml alınarak deney tüpleri içine aktarılmış, üzerine 1 ml 0,06 M TBA ilave edilmiştir. Deney tüpleri 80°C'deki su banyosunda 90 dk bekletilmiştir. Absorbans 532 nm'de köre karşı okunmuştur. Sonuçlar mg malondialdehit/kg örnek olarak hesaplanmıştır (Siu ve Draper 1978).

3.2.6.7. Peroksit (PV)

Alabalık köftelerinin yağı analiz öncesi rotary evaporatörde (Heidolph, Liftbasis Value, Almanya) Bligh ve Dyer'in (1959) yöntemine göre ekstrakte edilmiştir. Elde edilen yağın 5 g'ı 250 ml'lik bir erlen içerisine tartılmış ve üzerine 30 ml 3: 2 oranında hazırlanan asetik asit + kloroform çözeltisi ilave edilmiştir. Çözelti, çalkalamalı su banyosunda 200Xg'de 60dk boyunca karıştırılmıştır. Erlenlere 0,5 ml potasyum iyodür çözeltisi eklenmiş ve 1dk daha karıştırılması sağlanmıştır. Sürenin sonunda 30 ml saf su ve 1 ml nişasta çözeltisi ilave edilmiş ve örnekten serbest hale geçen iyot, 0,01N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir (IUPAC 1990). Peroksit değeri aşağıdaki formül üzerinden hesaplanmıştır.

$$PV \text{ (meq O}_2\text{/kg)} = (V \times T \times 1000) / M \quad (3.10)$$

V= Sodyum tiyosülfat sarfiyatı (ml)
T= Sodyum tiyosülfatın normalitesi
M= Kullanılan köfte yağının ağırlığı (g)

3.2.6.8. Konjuge-dien (CD)

Rotary evaporatörü yardımı ile Bligh ve Dyer'in (1959) yöntemine göre ekstrakte edilen köftelerin yağından 0,013–0,021 g ağırlıklar arasında alınan örnek, 10 ml izooktan içerisinde çözündürülmüştür. Çözeltinin absorbanı 234 nm dalga boyundaki spektrofotometrede ölçülmüştür. Elde edilen her 50 mg yağ için absorbanstaki artış değerlendirilmiştir (IUPAC 1990).

3.2.6.9. Para-anisidin (p-Av)

Rotary evaporatörü ile Bligh ve Dyer'in (1959) yöntemine göre ekstrakte edilen köftelerin yağından 0,5 g örnek tartılarak cam falcon tüpüne yerleştirilmiş ve üzerine 25ml n-hekzan eklenerek yağın çözünmesi sağlanmıştır (A1). Çözeltiden 5 ml alınarak üzerine 1ml para-anisidin standardı eklenmiştir. Karışım oda sıcaklığında 10 dk boyunca karanlıkta bekletilmiştir (A2). Örneklere ait absorbanlar 350 nm'de okunmuş ve aşağıdaki formülle örneklerin p-Av değeri hesaplanmıştır (IUPAC 1990).

$$p\text{-Av} = \frac{25 (1,2 \times (A2 - A1))}{\text{Örnek Ağırlığı}} \quad (3.11)$$

A1= p-Av eklenmeden önce 350 nm'deki absorban
A2= p-Av eklendikten sonra 350 nm'deki absorban

3.2.6.10. Mikrobiyolojik analizler

Örneklerin Hazırlanması: Aseptik şartlar altında, paketlerin kesilecek olan kenarları %70'lik etil alkol ile silindikten sonra paketler steril bisturi ile kesilmiştir. Paketlerden alınan 10 g örnek içinde 90 ml MRD (Maksimum Recovery Diluent) çözeltisi olan şişelere eklenmiştir. Bu karışım stomacherda 2 dk homojenize edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan 10⁻¹'lik dilüsyondan deney tüplerine 10⁻²-10⁻⁷'lik diğer dilüsyonlar hazırlanmıştır. Her bir dilüsyondan çift paralelli olarak steril petri kaplarına dökme plak yöntemlerinde 1 ml, yayma plak yöntemlerinde 0,1 ml ekim yapılmıştır. Mikrobiyolojik ekimler steril biyolojik emniyet kabini içinde gerçekleştirilmiştir (Varlık vd 1993, Akçelik vd 2000, Ünlütürk ve Turantaş 2002, Sekin ve Karagözlü 2004).

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı: Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Agar steril petri kutularında katılaştıktan sonra yayma plak yöntemi ile örneklerin ekimi yapılmıştır. Petriler 30°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında koloni sayacı (Funke Gerber, Colony Star, Almanya) ile sayım

yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayımı: Toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Örneklerin besiyerlerine yayma plak yöntemi ile ekimi yapılmıştır. Petriler, 10 gün boyunca 7°C'deki inkübatörde (Nüve, ES110, Türkiye) bekletilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda, 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Toplam Anaerob Bakteri Sayımı: Toplam anaerob bakteri sayımı için Brain Heart Infusion Broth ve Agar Agar kullanılmıştır. Örneklerin ekimi dökme plak yöntemi ile yapılmıştır. Petriler anaerobik kavanoz içerisinde anaerobik şartlar altında 5 gün boyunca 37°C'ye ayarlanan inkübatörde (Elektromag, M5040, Türkiye) bekletilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda, 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Laktik Asit Bakterisi Sayımı: Laktik asit bakterisi sayımı Man Rogosa Sharp Agar (MRS) kullanılmıştır. Örnekler dökme plak yöntemi ile ekildikten sonra 30°C'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda, 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Pseudomonas sp. Sayımı: *Pseudomonas sp.* sayımında *Pseudomonas* Cetrimide Fusidin Cephaloridine Agar (CFC) kullanılmıştır. Örnekler yayma plak yöntemi ile ekilmiştir. Petriler 30°C'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda, 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Staphylococcus sp. Sayımı: *Staphylococcus sp.* sayımı için Baird Parker Agar kullanılmıştır. Örnekler yayma plak yöntemi ile ekilmiş ve petriler 35°C'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Siyah renkli koloniler *Staphylococcus sp.* olarak değerlendirilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda, 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Koliform ve *E. coli* Sayımı: Toplam koliform bakteri ve *E. coli* sayımı için Compact Dry Plate kullanılmıştır. Petrilerin ortasına 1 ml örnek bırakıldıktan sonra petriler 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Mor renkli koloniler koliform ve mavi renkli koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. İnkübasyon sürelerinin sonunda, 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılmıştır. Bu değerler arasında koloni içeren petrilerin ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan bakteri sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

Maya ve Küf Sayımı: Maya ve küf sayımı için Compact Dry Plate kullanılmıştır. Petrilerin ortasına 1 ml örnek bırakıldıktan sonra petriler 25°C’de 7 gün boyunca inkübatörde (Nüve, ES 120, Türkiye) bekletilmiştir. Petrilerde gelişen koloniler sayılmış ve ortalaması alınarak, 1 gram örnekte koloni oluşturan maya ve küf sayısı (kob/g) hesaplanmıştır.

3.2.6.11. Duyusal analiz

Duyusal analizler, 10 kişilik bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler; su ürünleri tüketme alışkanlığı olan ve su ürünlerini iyi tanıyan su ürünleri fakültesi akademisyenleri ile çalışanları arasından seçilmiştir. Duyusal panel öncesi npişirme uygulanmış köftelerin her iki tarafı tavada, kızgın ayçiçek yağında 1’er dk kızartılmıştır. Kızartılan köfteler iki eşit parçaya kesilmiştir. Dört gruptan yarımdır köfte birer bardak su ile panelistlere sunulmuştur. Örneklerin kodlaması yapılırken rastgele olarak 3 haneli dört rakam oluşturulmuştur. Grupların kodları dört bölüme ayrılmış strafor tabakların kenarlarına grupların kodları saat yönünün tersine doğru olacak şekilde yazılmıştır. Panelistler 25-55 yaş arasındaki bireylerden oluşmuştur. Panelistlerden; köftelerin genel görünüş, koku ve tatlarını tanımlayan çeşitli özelliklerini şekil 3.4’teki forma göre değerlendirmeleri istenmiştir. Balık köftesinin duyusal özelliklerini tanımlayan cetvel, 10 cm uzunluğunda bir doğrudur. Sağ başlangıçta istenen özelliğin yok denecek kadar az, sol başlangıç ise maksimum derecede fazla olduğunu ifade etmektedir. Panelistlerden belirlenmesi istenen özelliğin; örnek için hangi seviyede olduğunu doğru üzerine bir işaret koyarak göstermeleri istenmiştir. Değerlendirme, panelistler tarafından verilen puanların ortalamaları alınarak yapılmıştır (Carbonell 2002). Ayrıca panelistlerden 1: en çok tercih edilen ve 4: en az tercih edilen olmak üzere bir tercih sıralaması yapmaları istenmiştir.

Şekil 3.4. Duyusal analiz formu

Lütfen ne kadar sıklıkla balık tükettiğinizi uygun kutucuğa işaretleyiniz.

Her Gün Haftada Bir Ayda Bir Çok Nadiren

1) Lütfen her balık köftesi örneğinin **genel görünüşüne** bakınız ve doğru üzerinde size en uygun gelen yeri işaretleyiniz.

Kod 973	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 421	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 609	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 365	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi

2) Lütfen balık köftesindeki **balık kokusuna** bakınız ve doğru üzerinde size en uygun gelen yeri işaretleyiniz.

Kod 973	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 421	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 609	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 365	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun

3) Lütfen köfteleri ayrı ayrı koklayarak köftelerin **baharat kokusunu** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 421	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 609	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 365	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun

4) Lütfen köfteleri ayrı ayrı koklayarak köftelerin **ransid kokusunu** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 421	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 609	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 365	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun

Değerlendirmelerinizin daha sağlıklı olması için lütfen örnekler arasında ağızınızı su ile çalkalayınız.

5) Lütfen köfteleri tadarak köftelerin **lezzetini** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 421	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 609	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 365	Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi

6) Lütfen köfteleri tadarak köftelerin **tuz yoğunluğunu** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 421	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 609	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 365	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun

7) Lütfen köfteleri tadarak köftelerin **baharat yoğunluğunu** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 421	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 609	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun
Kod 365	Yok	----- ----- ----- ----- -----	Çok Yoğun

8) Lütfen balık köftesi örneklerinin **kuruluğunu-sululuğunu** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973	Çok Kuru	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sulu
Kod 421	Çok Kuru	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sulu
Kod 609	Çok Kuru	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sulu
Kod 365	Çok Kuru	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sulu

9) Lütfen balık köftesinin **elastikiyetine (çiğneme özelliği)** bakınız ve doğru üzerinde size en uygun gelen yeri işaretleyiniz.

Kod 973	Çok Yumuşak	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sert
Kod 421	Çok Yumuşak	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sert
Kod 609	Çok Yumuşak	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sert
Kod 365	Çok Yumuşak	----- ----- ----- ----- -----	Çok Sert

10) Lütfen köfteleri tadarak köftelerin **genel kabul edilebilirlik seviyesini** doğru üzerinde size en uygun gelen yere işaretleyiniz.

Kod 973 Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 421 Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 609 Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi
Kod 365 Çok Kötü	----- ----- ----- ----- -----	Çok İyi

11) Lütfen tercihinizi sıraladığınız (1= en çok tercih ettiğiniz, 4 = en az tercih ettiğiniz)

<input type="checkbox"/>	Kod 973	<input type="checkbox"/>	Kod 609
<input type="checkbox"/>	Kod 421	<input type="checkbox"/>	Kod 365

Zamanınızı Ayırdığınız İçin Teşekkür Ederiz.

3.2.6.12. İstatistiksel analiz

Bütün analizler, iki paralelli ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her bir tekerrüre ait paralel sonuçların ortalaması alındıktan sonra tekerrürlerin ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, SPSS 20 Windows Programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli varyans kaynaklarına ait ortalamalar çoklu karşılaştırma testi ile önem seviyesi $p < 0,05$ olarak seçilip karşılaştırılmıştır. Alabalık köftesi ile ilgili analizlerde “İki Seviyeli İççe Sınıflandırılmış Denemeler” planı kurulmuştur. Ortalamalar arasındaki önemlilik dereceleri; varyans analizi, çoklu karşılaştırma testlerinden Anova-Duncan Testi ve korelasyon analizi yapılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Levrek Yan Ürünleri ve Protein Hidrolizatları ile İlgili Sonuçlar

4.1.1. Verim ve kimyasal kompozisyon sonuçları

Levrek yan ürünlerinden farklı enzimler, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının verim ve kimyasal kompozisyonlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarına ait verim sonuçlarının enzim türleri, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak önemli derecede değiştiği belirlenmiştir ($p<0,01$). Farklı hidroliz sıcaklıkları, protein hidrolizatlarının veriminde önemli bir rol oynamazken; hidroliz sıcaklığının enzim türü, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresi ile arasında oluşan interaksiyonlarının önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,01$).

Protein hidrolizatlarının kuru madde miktarlarının, enzim türleri ($p<0,05$) ve konsantrasyonlarından ($p<0,01$) önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Hidroliz işlemi sırasında kullanılan sıcaklıkların protein hidrolizatlarının kuru madde miktarı üzerine önemli bir etkisi bulunmazken, enzim türü ve hidroliz süresi ile interaksiyonlarının ($p<0,01$) önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Hidroliz süreleri, protein hidrolizatlarının kuru madde miktarı üzerinde önemli bir rol oynamazken, enzim türü, hidroliz sıcaklığı ve hidroliz süresi ile interaksiyonlarının önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Protein hidrolizatlarının protein içerikleri üzerine; enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları ve enzim konsantrasyonlarının önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Hidroliz sürelerinin protein hidrolizatlarının protein içerikleri üzerine önemli bir etkisi bulunmazken, enzim tür ve konsantrasyonları ile interaksiyonlarının önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,01$).

Protein hidrolizatlarının yağ içerikleri üzerine enzim türünün önemli bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur ($p<0,01$). Hidroliz işleminin sıcaklıkları, süreleri ve enzim konsantrasyonlarının protein hidrolizatlarının yağ içeriği üzerine etkisi olmadığı bulunmuştur.

Protein hidrolizatlarının inorganik madde (kül) içeriklerinin; enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak önemli derecede değiştiği bulunmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.1. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim bulguları ve kimyasal kompozisyon içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
<i>Verim</i>			
Enzim	1	18,853	135,750**
Sıcaklık	1	,201	1,449
Konsantrasyon	1	5,071	36,510**
Süre	1	9,097	65,505**
Enzim * Sıcaklık	1	12,007	86,460**
Enzim * Konsantrasyon	1	,084	,607
Enzim * Süre	1	13,310	95,840**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	16,620	119,676**
Sıcaklık * Süre	1	2,867	20,643**
Konsantrasyon * Süre	1	1,043	7,512*
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	24,504	176,438**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	3,126	22,511**
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	,510	3,669
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	1,740	12,529**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,274	1,974
Hata	16	,139	
<i>Kuru Madde</i>			
Enzim	1	4,126	5,147*
Sıcaklık	1	1,652	2,061
Konsantrasyon	1	10,963	13,677**
Süre	1	,784	,979
Enzim * Sıcaklık	1	11,080	13,824**
Enzim * Konsantrasyon	1	40,478	50,499**
Enzim * Süre	1	,257	,321
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	1,877	2,342
Sıcaklık * Süre	1	8,978	11,201**
Konsantrasyon * Süre	1	18,559	23,154**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,213	,266
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	,478	,596
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	13,018	16,241**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,001	,001
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	5,687	7,095*
Hata	16	,802	

Devamı arkada

Çizelge 4.1'in Devamı.

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
<i>Ham Protein</i>			
Enzim	1	1310,208	480,340**
Sıcaklık	1	118,042	43,276**
Konsantrasyon	1	1113,920	408,378**
Süre	1	2,868	1,051
Enzim * Sıcaklık	1	5,544	2,033
Enzim * Konsantrasyon	1	38,764	14,211**
Enzim * Süre	1	66,701	24,454**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	240,024	87,996**
Sıcaklık * Süre	1	2,892	1,060
Konsantrasyon * Süre	1	63,845	23,406**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	241,670	88,600**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	6,661	2,442
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	412,563	151,251**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	8,611	3,157
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	111,826	40,997**
Hata	16	2,728	
<i>Ham Yağ</i>			
Enzim	1	3,485	12,753**
Sıcaklık	1	,177	,648
Konsantrasyon	1	,405	1,482
Süre	1	,013	,047
Enzim * Sıcaklık	1	7,900	28,913**
Enzim * Konsantrasyon	1	,192	,703
Enzim * Süre	1	,616	2,255
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	2,071	7,578*
Sıcaklık * Süre	1	,143	,524
Konsantrasyon * Süre	1	1,767	6,467*
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	4,047	14,811**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	1,103	4,035
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	,084	,308
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	1,471	5,382*
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,000	,000
Hata	16	,273	

Devamı arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
<i>Ham İnorganik Madde</i>			
Enzim	1	1763,586	816,232**
Sıcaklık	1	269,700	124,824**
Konsantrasyon	1	541,041	250,407**
Süre	1	75,584	34,982**
Enzim * Sıcaklık	1	175,500	81,226**
Enzim * Konsantrasyon	1	553,280	256,072**
Enzim * Süre	1	54,758	25,343**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	148,264	68,620**
Sıcaklık * Süre	1	35,786	16,563**
Konsantrasyon * Süre	1	72,360	33,490**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	153,475	71,032**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	42,874	19,843**
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	130,088	60,208**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	10,649	4,929*
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	11,834	5,477*
Hata	16	2,161	

* $p < 0,05$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

** $p < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Levrek yan ürünleri ile farklı enzimler, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının verim ve kimyasal kompozisyonlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Protein hidrolizatı gruplarından P5, P7, A1, A2, A7 ve A8 gruplarının en yüksek verim değerlerine; P2 grubunun ise en düşük verim değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim bulguları ve kimyasal kompozisyon içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnekler	Verim (%)	Kuru Madde (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)
Levrek Balığı Yan Ürünleri	47,22±5,96	39,00±1,44	36,58±3,96	39,43±2,34	11,01±0,75
Hidrolizat Örnekleri					
P1	10,30±0,45 ^{defg}	94,76±0,30 ^{de}	68,63±0,81 ^g	2,82±0,13 ^{abcd}	13,19±0,42 ^{defg}
P2	9,00±0,40 ^g	95,29±0,27 ^{cde}	79,62±0,77 ^{def}	3,55±0,32 ^{abc}	13,90±0,28 ^{de}
P3	11,34±0,68 ^{cde}	97,48±0,49 ^{abcde}	80,39±1,13 ^{cdef}	3,23±0,23 ^{abcd}	11,63±0,80 ^{defgh}
P4	10,38±1,15 ^{defg}	94,08±0,64 ^e	61,81±1,09 ^h	1,97±0,94 ^{bcd}	31,16±1,88 ^c
P5	12,94±1,23 ^{ab}	93,93±0,73 ^e	79,40±0,76 ^{def}	1,40±0,43 ^d	17,05±0,60 ^d
P6	9,75±0,45 ^{fg}	98,74±0,19 ^{abc}	81,46±0,68 ^{bcd}	2,29±0,23 ^{abcd}	13,64±2,34 ^{def}
P7	13,91±0,57 ^a	98,96±1,10 ^{ab}	59,65±2,56 ^h	1,37±0,29 ^d	37,61±3,55 ^b
P8	9,95±0,70 ^{efg}	96,50±1,04 ^{abcde}	51,25±1,00 ⁱ	1,96±0,12 ^{bcd}	43,54±1,79 ^a
A1	14,12±1,45 ^a	99,43±0,70 ^a	91,02±0,88 ^a	1,62±0,25 ^{cd}	6,64±0,60 ^h
A2	14,34±1,37 ^a	99,23±0,85 ^{ab}	87,76±0,58 ^{ab}	2,34±0,64 ^{abcd}	7,99±1,07 ^{fgh}
A3	11,65±0,44 ^{bcd}	96,47±1,45 ^{abcde}	74,34±3,43 ^{fg}	3,58±1,03 ^{abc}	7,72±0,52 ^{gh}
A4	11,88±0,66 ^{bc}	94,06±0,75 ^e	85,20±1,88 ^{abcd}	2,70±0,61 ^{abcd}	6,89±0,79 ^h
A5	9,24±0,71 ^g	98,11±1,25 ^{abcd}	86,80±0,55 ^{abc}	4,36±0,81 ^a	7,70±0,74 ^{gh}
A6	10,76±0,66 ^{cdef}	97,82±0,30 ^{abcd}	85,92±1,98 ^{abcd}	3,74±0,63 ^{ab}	9,32±0,78 ^{efgh}
A7	14,40±1,17 ^a	94,72±1,96 ^{de}	75,56±1,88 ^{ef}	3,00±0,86 ^{abcd}	8,50±1,45 ^{efgh}
A8	13,38±0,90 ^a	95,96±0,24 ^{bcd}	77,99±1,08 ^{ef}	2,52±0,48 ^{abcd}	8,19±1,16 ^{efgh}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05) ve hesaplamalar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim değerleri ($p<0,05$) ile protein ($p<0,01$) ve yağ ($p<0,05$) içeriklerinin protameks enzimi ile elde edilenlerinkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının inorganik madde ($p<0,01$) içeriklerinin alkalaz enzimi ile elde edilenlerinkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Enzim konsantrasyonu arttıkça, protein hidrolizatlarına ait protein içeriklerinin azaldığı ($p<0,01$) ve kül içeriklerinin arttığı bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının verim bulguları ve kimyasal kompozisyon içeriklerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	Verim	Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
Enzim	,411*	,177	,588**	,354*	-,658**
Sıcaklık	,042	,112	-,177	-,080	,257
Konsantrasyon	,213	-,289	-,542**	-,121	,364*
Süre	-,286	-,077	-,028	-,021	,136
Verim	1	,163	,167	-,433*	-,165
Kuru Madde	,163	1	,237	-,033	-,042
Ham Protein	,167	,237	1	,326	-,884**
Ham Yağ	-,433*	-,033	,326	1	-,472**
Ham Kül	-,165	-,042	-,884**	-,472**	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

Levrek yan ürünleri ile farklı enzimler, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının toplam protein içeriklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerinin kullanılan enzim türüne, hidroliz sıcaklığına, enzim konsantrasyonuna ($p<0,01$) ve hidroliz süresine ($p<0,05$) bağlı olarak farklı olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.4. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
Enzim	1	2142729,459	125,464**
Sıcaklık	1	181003,394	10,598**
Konsantrasyon	1	1018464,192	59,634**
Süre	1	96014,002	5,622*
Enzim * Sıcaklık	1	159835,753	9,359**
Enzim * Konsantrasyon	1	1384223,369	81,051**
Enzim * Süre	1	35573,780	2,083
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	125345,238	7,339*
Sıcaklık * Süre	1	30019,850	1,758
Konsantrasyon * Süre	1	176008,378	10,306**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	189392,429	11,090**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	1640,213	,096
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	156237,705	9,148**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	6280,963	,368
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	121640,383	7,122*
Hata	16	17078,477	

* $p < 0,05$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

** $p < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Levrek yan ürünleri ile farklı enzimler, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının toplam protein içerikleri Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Protein hidrolizatı gruplarından A1 grubunun toplam protein değerinin, diğer protein hidrolizatlarından daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnekler	Toplam Protein (µg/ml)
Levrek Balığı Yan Ürünleri	5200,48±148,41 ^f
Hidrolizat Örnekleri	
P1	6633,42±78,64 ^{de}
P2	6601,68±149,45 ^e
P3	6807,98±136,36 ^{de}
P4	6602,83±176,49 ^e
P5	6672,75±102,49 ^{de}
P6	6601,60±112,46 ^e
P7	6599,36±146,58 ^e
P8	6735,93±151,58 ^{de}
A1	8177,55±146,63 ^a
A2	7514,98±126,39 ^b
A3	6686,35±109,85 ^{de}
A4	6902,57±80,46 ^{cde}
A5	7408,48±79,38 ^{bc}
A6	7142,44±146,79 ^{bcd}
A7	6778,00±135,12 ^{de}
A8	6785,45±158,90 ^{de}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; iki farklı enzim ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerinin, alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarınınkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.6). Enzim konsantrasyonu arttıkça hidrolizatların toplam protein içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir (p<0,05). Ancak hidroliz sıcaklıkları ve sürelerine bağlı olarak değişmediği tespit edilmiştir (p>0,05).

Çizelge 4.6. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	Toplam Protein
Enzim	,593**
Sıcaklık	-,172
Konsantrasyon	-,409*
Süre	-,125
Toplam Protein	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

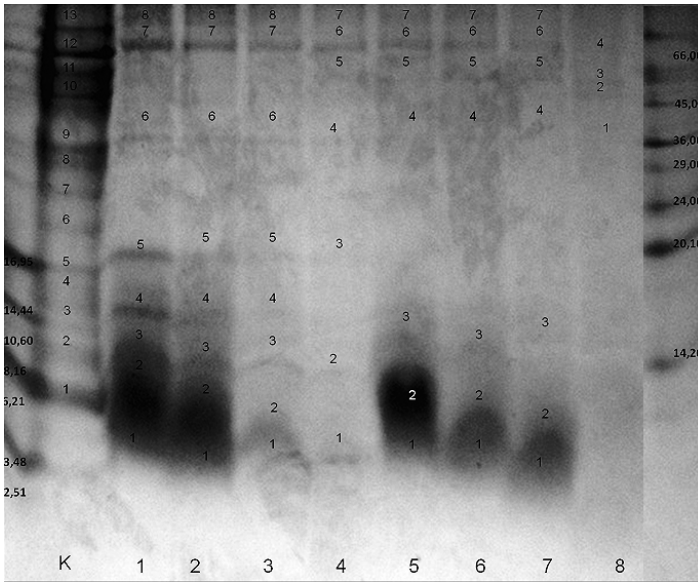
** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.1.2. Elektroforetik analiz sonuçları

Protein hidrolizatlarının ve levrek balığı işleme yan ürünlerine ait ham örneklerin (kafa ile omurga) elektroforetik analizleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Ham örnekte 6,45; 9,5; 14,90; 17,92; 16,46; 29; 32,22; 33; 39; 52; 59; 63,5 ve 71 kDa ağırlıklarında olmak üzere toplam 13 bant gözlenmiştir. Protameks enzimi ile elde edilen örneklerde bulunan aminoasit ve peptitlerin moleküler ağırlıkları aşağıdaki gibidir:

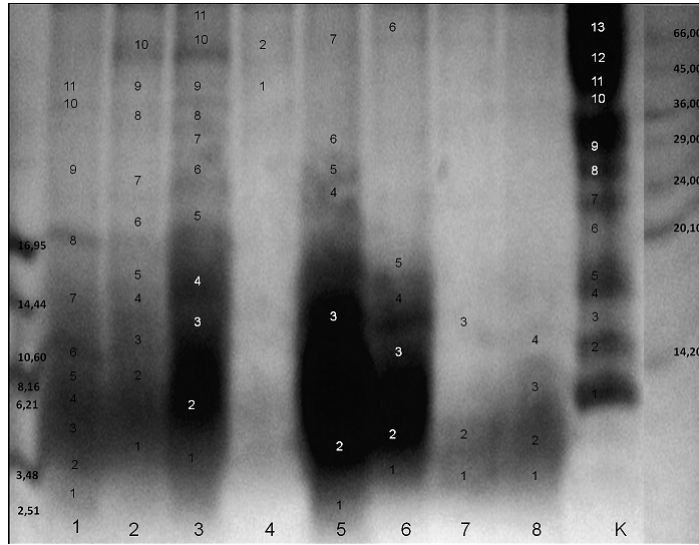
- Protein hidrolizati gruplarından P1 grubunda: 4,2; 9; 12; 14,44; 16,46; 33; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 8 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P2 grubunda: 2,5; 9; 12; 14,44; 16,46; 33; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 8 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P3 grubunda: 3; 4,5; 12; 14,44; 16,46; 33; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 8 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P4 grubunda: 3; 12; 16,46; 33; 55; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 7 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P5 grubunda: 3; 6,45; 14,44; 33; 55; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 7 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P6 grubunda: 3; 6,45; 12; 33; 55; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 7 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P7 grubunda: 3; 6,45; 12; 33; 55; 60 ve 69 kDa ağırlıklarında toplam 7 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından P8 grubunda: 33; 49; 55 ve 60 kDa ağırlıklarında toplam 4 bant olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının elektroforetik analizi (K: Ham örnek -kafa+omurga-; 1: P1; 2: P2; 3: P3; 4: P4; 5: P5; 6: P6; 7: P7 ve 8: P8'i ifade etmektedir) (Moleküler ağırlıklar için standartlar; 2,51kDa: Miyogloblin III; 3,48kDa: Glukagon; 6,21kDa: Miyogloblin II; 8,16kDa: Miyogloblin I; 10,60kDa: Miyogloblin I+III; 14,44kDa: Miyogloblin I+II; 16,95kDa: Miyogloblin; 14,20kDa: α -Laktalbumin; 20,10kDa: Tripsin inhibitörü; 24,00kDa: Tripsinojen; 29,00kDa: Karbonik anhidraz; 36,00kDa: Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz; 45,00kDa: Albumin; 66,00kDa: Albumin)

Alkalaz enzimi ile elde edilen örneklerde bulunan aminoasit ve peptidlerin moleküler ağırlıkları aşağıdaki gibidir:

- Protein hidrolizati gruplarından A1 grubunda: 3; 4; 5,5; 6; 6,45; 10,6; 14,44; 18; 39; 52; ve 59 kDa ağırlıklarında toplam 11 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A2 grubunda: 4,5; 6,45; 9,5; 14,44; 17,92; 29; 32,22; 35; 52 ve 63,5 kDa ağırlıklarında toplam 10 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A3 grubunda: 4; 6; 11,5; 17,92; 29; 33; 35; 39; 52; 63,5 ve 81 kDa ağırlıklarında toplam 11 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A4 grubunda: 52 ve 63,5 kDa ağırlıklarında toplam 2 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A5 grubunda: 2; 4; 11,5; 32,22; 39; 45 ve 63,5 kDa ağırlıklarında toplam 7 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A6 grubunda: 3,48; 5,5; 10,6; 14,85; 16,46 ve 71 kDa ağırlıklarında toplam 6 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A7 grubunda: 3,48; 5,5 ve 11,5 kDa ağırlıklarında toplam 3 bant,
- Protein hidrolizati gruplarından A8 grubunda: 3,48; 5,5; 6,45 ve 9,5 kDa ağırlıklarında toplam 4 bant olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının elektroforetik analiz sonucu (K: Ham örnek -kafa+omurga-; 1: A1; 2: A2; 3: A3; 4: A4; 5: A5; 6: A6; 7: A7 ve 8: A8'i ifade etmektedir) (Moleküler ağırlıklar için standartlar; 2,51kDa: Miyoglobin III; 3,48kDa: Glukagon; 6,21kDa: Miyoglobin II; 8,16kDa: Miyoglobin I; 10,60kDa: Miyoglobin I+III; 14,44kDa: Miyoglobin I+II; 16,95kDa: Miyoglobin; 14,20kDa: α -Laktalbumin; 20,10kDa: Tripsin inhibitörü; 24,00kDa: Tripsinojen; 29,00kDa: Karbonik anhidraz; 36,00kDa: Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz; 45,00kDa: Albumin; 66,00kDa: Albumin)

4.2. Protein Hidrolizatları ile İlgili Sonuçlar

4.2.1. Aminoasit içeriği sonuçları

Protein hidrolizatı grupları arasından; en yüksek verim ve hidroliz derecesine sahip olmasından dolayı seçilmiş olan A8 protein hidrolizatı grubunun aminoasit içeriği Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatı grubunun (A8) aminoasit içeriği

Aminoasit adı	Miktar (g/100g)
<i>Esansiyel Aminoasitler</i>	
L-Lizin (Lys)	14,59±0,91
L-Treonin (Thr)	9,19±0,59
L-Lösin (Leu)	6,07±0,91
L-Valin (Val)	4,49±0,57
L-İsolösin (Ile)	3,89±0,64
L-Fenilalanin (Phe)	3,28±0,39
L-Metionin (Met)	1,45±0,57
L-Histidin (His)	1,13±0,04
<i>Esansiyel Olmayan Aminoasitler</i>	
Glisin (Gly)	9,58±0,31
L-Glutamik asit (Glu)	8,97±0,99
L-Alanin (Ala)	6,19±0,41
L-Prolin (Pro)	4,62±0,10
L-Aspartik asit (Asp)	3,66±0,37
L-Serin (Ser)	2,73±0,04
L-Tirozin (Tyr)	2,65±0,15
L-Arjinin (Arg)	0,37±0,24

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir.

4.2.2. Hidroliz derecesi (HD) sonuçları

Levrek yan ürünleri ile farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının hidroliz derecelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi üzerine; enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu (p<0,01) ve hidroliz süresinin (p<0,05) önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
Enzim	1	480,888	872,937**
Sıcaklık	1	11,010	19,986**
Konsantrasyon	1	883,155	1603,159**
Süre	1	3,997	7,256*
Enzim * Sıcaklık	1	13,873	25,184**
Enzim * Konsantrasyon	1	45,769	83,082**
Enzim * Süre	1	11,556	20,977**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	1,819	3,302
Sıcaklık * Süre	1	2,404	4,363
Konsantrasyon * Süre	1	0,144	0,262
Hata	16	0,551	

* $p < 0,05$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

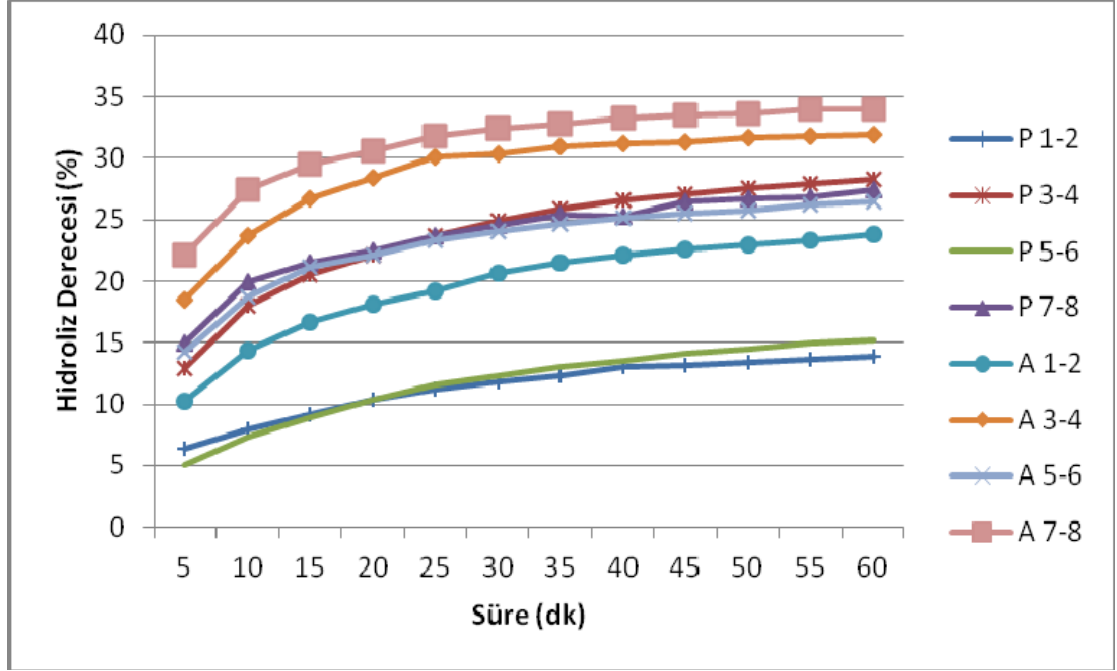
** $p < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları ve enzim konsantrasyonlarında elde edilen protein hidrolizatı gruplarının, 60 dk'lık hidroliz süresi boyunca ortaya çıkan hidroliz derecelerine ait sonuçlar Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarına ait hidroliz derecesi bulgularının hidroliz süresine bağlı olarak önemli derecede arttığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$). A7-A8 protein hidrolizatı gruplarının en yüksek hidrolizat derecesi değerine sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek	Hidroliz Süresi (dk)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
P1-P2	6,37±0,70 ^c	7,95±0,25 ^c	9,16±0,22 ^d	10,32±0,28 ^d	11,19±0,34 ^d	11,76±0,49 ^d	12,33±0,59 ^d	13,08±0,47 ^d	13,12±0,70 ^d	13,40±0,87 ^c	13,68±0,99 ^c	13,90±1,02 ^d
P3-P4	12,93±0,52 ^{cd}	17,95±0,98 ^{cd}	20,51±1,07 ^b	22,16±1,08 ^b	23,63±1,02 ^b	24,90±1,04 ^b	25,87±0,90 ^b	26,61±0,78 ^b	27,11±0,97 ^b	27,60±0,98 ^{bc}	27,96±0,98 ^{bc}	28,29±1,00 ^{bc}
P5-P6	5,03±0,27 ^c	7,29±0,27 ^c	8,88±0,25 ^d	10,38±1,09 ^d	11,57±0,84 ^d	12,33±0,79 ^d	13,01±0,80 ^d	13,56±0,97 ^d	14,12±0,82 ^d	14,42±1,18 ^c	14,91±1,05 ^c	15,19±1,44 ^d
P7-P8	14,94±0,63 ^c	19,96±1,23 ^{bc}	21,46±0,98 ^b	22,50±0,72 ^b	23,62±0,85 ^b	24,48±0,58 ^b	25,42±1,25 ^b	25,23±0,62 ^b	26,49±1,29 ^b	26,65±1,52 ^{cd}	26,84±1,43 ^{cd}	27,41±1,81 ^{bc}
A1-A2	10,29±0,65 ^d	14,37±0,80 ^d	16,68±0,84 ^c	18,08±1,01 ^c	19,14±0,81 ^c	20,68±0,59 ^c	21,45±0,45 ^c	22,08±0,61 ^c	22,55±0,57 ^c	22,91±0,56 ^d	23,30±0,76 ^d	23,75±0,40 ^c
A3-A4	18,53±0,86 ^b	23,64±0,91 ^{ab}	26,76±0,53 ^a	28,37±1,14 ^a	30,04±1,44 ^a	30,38±1,05 ^a	30,90±0,90 ^a	31,18±0,98 ^a	31,28±1,18 ^a	31,66±0,68 ^{ab}	31,74±0,87 ^{ab}	31,95±0,66 ^{ab}
A5-A6	14,20±0,32 ^c	18,74±0,24 ^c	21,08±0,10 ^b	22,05±0,18 ^b	23,31±0,38 ^b	24,03±0,61 ^{bc}	24,61±0,33 ^{bc}	25,08±0,37 ^{bc}	25,48±0,22 ^{bc}	25,77±0,29 ^{cd}	26,16±0,18 ^{cd}	26,50±0,15 ^c
A7-8	22,12±0,80 ^a	27,38±1,09 ^a	29,44±0,30 ^a	30,63±0,21 ^a	31,78±0,31 ^a	32,34±0,57 ^a	32,81±0,21 ^a	33,21±0,10 ^a	33,49±0,24 ^a	33,55±0,42 ^a	33,99±0,72 ^a	34,02±0,65 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.3. Protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerinin hidroliz süresine bağlı olarak değişimi

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz dereceleri, protameks enzimi ile elde edilenlerinkinden daha yüksek olarak bulunmuştur ($p < 0,05$) (Çizelge 4.10). Enzim konsantrasyonu ile hidroliz derecesi arasında pozitif yönlü güçlü bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Enzim konsantrasyonu arttıkça hidroliz derecesinin arttığı belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ancak hidroliz sıcaklığı ile hidroliz derecesi arasında herhangi bir korelasyon olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.10. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	Süre (dk)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Enzim	,599*	,585*	,609*	,605*	,602*	,603*	,589*	,599*	,577*	,575*	,578*	,572*
Sıcaklık	,198	,182	,138	,116	,106	,091	,087	,070	,092	,076	,082	,082
Konsantrasyon	,752**	,765**	,760**	,768**	,771**	,771**	,779**	,771**	,781**	,781**	,777**	,776**
Süre (dk)	5	1	,995**	,990**	,986**	,983**	,978**	,975**	,971**	,970**	,964**	,959**
	10	,995**	1	,997**	,993**	,991**	,989**	,988**	,984**	,985**	,981**	,978**
	15	,990**	,997**	1	,998**	,997**	,996**	,995**	,993**	,992**	,990**	,989**
	20	,986**	,993**	,998**	1	,999**	,998**	,996**	,996**	,994**	,992**	,992**
	25	,983**	,991**	,997**	,999**	1	,998**	,997**	,996**	,995**	,993**	,992**
	30	,978**	,989**	,996**	,998**	,998**	1	,999**	,999**	,997**	,996**	,995**
	35	,975**	,988**	,995**	,996**	,997**	,999**	1	,999**	,999**	,999**	,998**
	40	,971**	,984**	,993**	,996**	,996**	,999**	,999**	1	,998**	,998**	,997**
	45	,970**	,985**	,992**	,994**	,995**	,997**	,999**	,998**	1	,999**	,999**
	50	,964**	,981**	,990**	,992**	,993**	,996**	,999**	,998**	,999**	1	1,000**
	55	,964**	,981**	,989**	,992**	,992**	,995**	,998**	,997**	,999**	1,000**	1
	60	,959**	,978**	,987**	,989**	,989**	,993**	,997**	,995**	,998**	,999**	,999**

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.2.3. Su tutma kapasitesi sonuçları

Levrek yan ürünleri ile farklı enzimler, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının su tutma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarının su tutma kapasiteleri üzerine; enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresinin önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.11. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
Enzim	1	4,329	422,872**
Sıcaklık	1	,361	35,287**
Konsantrasyon	1	,099	9,672**
Süre	1	,389	38,037**
Enzim * Sıcaklık	1	1,960	191,473**
Enzim * Konsantrasyon	1	,001	,122
Enzim * Süre	1	,002	,191
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,000	,015
Sıcaklık * Süre	1	,024	2,364
Konsantrasyon * Süre	1	,002	,176
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,008	,794
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	,004	,353
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	,000	,020
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,013	1,290
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	7,813	,008
Hata	16	,010	

** $p<0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Levrek yan ürünleri ile farklı enzimler, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının su tutma kapasitesi sonuçları Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. Protein hidrolizatı gruplarından A5, A7 ve A8 gruplarının en yüksek su tutma kapasitesine sahip gruplar olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnekler	Su Tutma Kapasitesi (ml/g)
P1	5,29±0,10 ^{efg}
P2	5,04±0,05 ^{hi}
P3	5,46±0,15 ^{cde}
P4	5,18±0,05 ^{fgh}
P5	4,96±0,05 ^{hij}
P6	4,79±0,00 ^j
P7	5,07±0,20 ^{ghi}
P8	4,93±0,10 ^{ij}
A1	5,57±0,00 ^{cd}
A2	5,32±0,05 ^{ef}
A3	5,68±0,05 ^c
A4	5,36±0,00 ^{def}
A5	6,21±0,10 ^{ab}
A6	6,04±0,05 ^b
A7	6,29±0,10 ^a
A8	6,21±0,20 ^{ab}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$).

Protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerinin, kullanılan enzim türüne bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerinin, protameks enzimi ile elde edilenlerinkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesinin; hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak değişmediği belirlenmiştir ($p > 0,05$) (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitelerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	Su Tutma Kapasitesi
Enzim	,767*
Sıcaklık	,222
Konsantrasyon	,116
Süre	-,230
Su Tutma Kapasitesi	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

4.2.4. Protein çözünme indeksi sonuçları

Levrek yan ürünlerinden farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizati gruplarının protein çözünme indeksine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14'de gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarının protein çözünme indeksi sonuçları üzerine enzim

türü, enzim konsantrasyonu, pH değeri ($p<0,01$) ve hidroliz süresinin ($p<0,05$) önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indekslerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d	KO	F
Enzim	1	970,174	91,407**
Sıcaklık	1	20,926	1,972
Konsantrasyon	1	535,770	50,479**
Süre	1	65,430	6,165*
pH	3	2869,350	270,342**
Enzim * Sıcaklık	1	9,135	,861
Enzim * Konsantrasyon	1	381,001	35,897**
Enzim * Süre	1	,557	,052
Enzim * pH	3	125,789	11,851**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	2,725	,257
Sıcaklık * Süre	1	310,737	29,277**
Sıcaklık * pH	3	25,569	2,409
Konsantrasyon * Süre	1	761,597	71,755**
Konsantrasyon * pH	3	18,543	1,747
Süre * pH	3	14,028	1,322
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	63,923	6,023*
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	13,667	1,288
Enzim * Sıcaklık * pH	3	191,228	18,017**
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	626,779	59,053**
Enzim * Konsantrasyon * pH	3	45,413	4,279**
Enzim * Süre * pH	3	15,251	1,437
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	40,326	3,799
Sıcaklık * Konsantrasyon * pH	3	13,933	1,313
Sıcaklık * Süre * pH	3	28,294	2,666
Kons * Süre * pH	3	48,134	4,535**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	320,282	30,176**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * pH	3	98,704	9,300**
Enzim * Sıcaklık * Süre * pH	3	19,168	1,806
Enzim * Konsantrasyon * Süre * pH	3	87,926	8,284**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre * pH	3	135,445	12,761**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre * pH	3	7,342	,692
Hata	64	10,614	

* $p<0,05$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

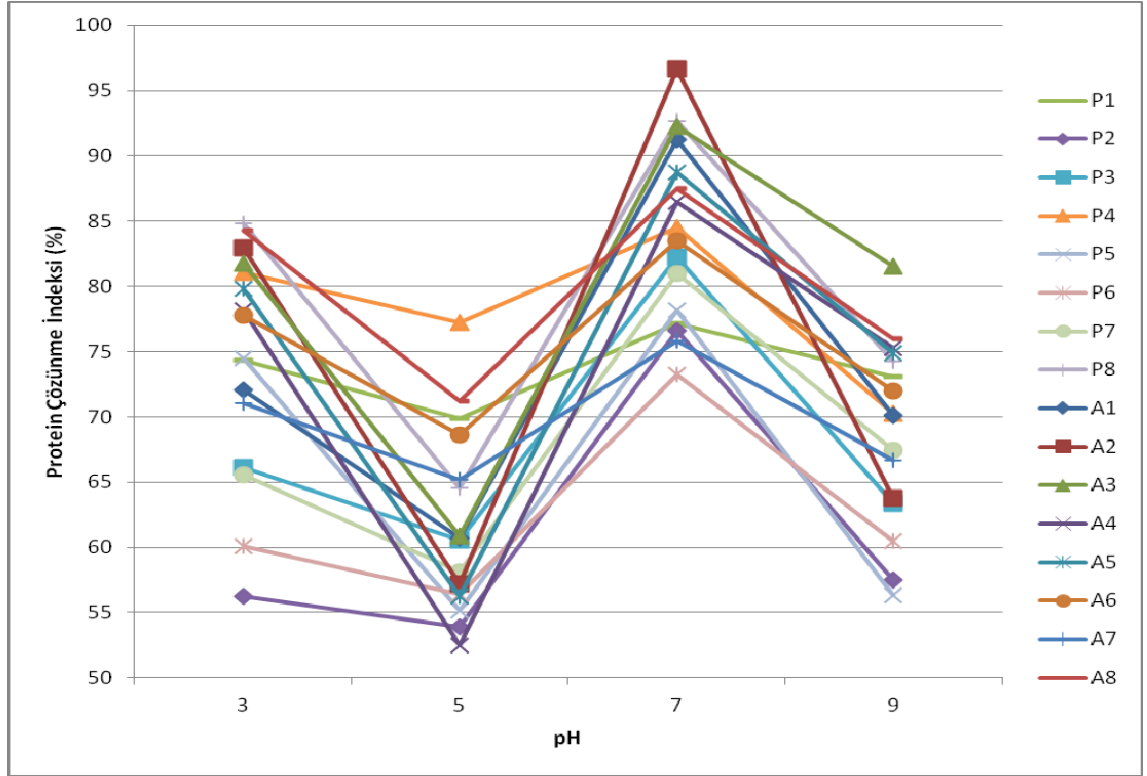
** $p<0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Levrek yan ürünlerinden farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının protein çözünme indeksi sonuçları Çizelge 4.15 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indekslerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (%)

Örnekler	pH Değerleri			
	3	5	7	9
P1	74,33±0,66 ^{ab}	69,83±1,66 ^{abc}	77,14±1,05 ^{de}	73,05±0,58 ^{abcd}
P2	56,27±2,64 ^d	53,93±3,18 ^{ef}	76,59±0,92 ^{de}	57,52±2,79 ^f
P3	66,13±4,63 ^{bcd}	60,59±2,00 ^{bcdef}	82,24±1,61 ^{bcde}	63,36±2,33 ^{def}
P4	81,07±0,58 ^a	77,20±2,61 ^a	84,48±1,29 ^{abcde}	70,29±1,59 ^{abcde}
P5	74,49±1,68 ^{ab}	55,15±1,89 ^{ef}	78,16±1,61 ^{cde}	56,34±1,55 ^f
P6	60,05±2,17 ^{cd}	56,37±1,29 ^{ef}	73,22±4,11 ^e	60,48±2,47 ^{ef}
P7	65,53±5,70 ^{bcd}	58,11±2,55 ^{cdef}	80,97±1,09 ^{bcde}	67,46±3,12 ^{bcdef}
P8	84,79±2,11 ^a	64,55±2,05 ^{bcdef}	92,61±1,74 ^{ab}	74,23±1,69 ^{abcd}
A1	72,03±2,08 ^{abc}	60,70±2,27 ^{bcdef}	91,26±3,69 ^{abc}	70,11±1,62 ^{abcde}
A2	82,97±1,73 ^a	57,21±2,66 ^{def}	96,67±1,40 ^a	63,77±2,51 ^{cdef}
A3	81,76±1,82 ^a	60,88±2,36 ^{bcdef}	92,29±0,96 ^{ab}	81,57±2,18 ^a
A4	78,14±2,37 ^{ab}	52,46±3,80 ^f	86,45±1,84 ^{abcde}	75,29±3,65 ^{abc}
A5	79,78±3,36 ^{ab}	56,22±1,39 ^{ef}	88,77±7,28 ^{abcd}	74,89±2,96 ^{abcd}
A6	77,79±1,64 ^{ab}	68,66±2,70 ^{abcd}	83,49±1,65 ^{abcde}	72,00±1,68 ^{abcde}
A7	71,01±3,15 ^{abc}	65,15±1,30 ^{abcde}	75,84±3,12 ^{de}	66,68±1,80 ^{bcdef}
A8	84,26±3,00 ^a	71,23±4,63 ^{ab}	87,52±1,84 ^{abcd}	75,97±1,98 ^{ab}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.4. Protein hidrolizatı gruplarının protein çözünme indekslerine ait farklı pH değerlerine bağlı olarak değişimi

Alkalaz enzimi ile hazırlanan protein hidrolizatlarının pH 3, 7 ve 9 iken protein çözünme indeksi değerlerinin protameks ile hazırlananlarınkine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). pH 9 iken enzim konsantrasyonu arttıkça protein çözünme indeksinin de arttığı belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indekslerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	PÇİ (pH 3)	PÇİ (pH 5)	PÇİ (pH 7)	PÇİ (pH 9)
Enzim	,463**	-,028	,495**	,498**
Sıcaklık	,035	,023	-,231	-,060
Konsantrasyon	,250	,280	,149	,404*
Süre	,145	,130	,125	-,034
pH3	1	,398*	,697**	,659**
pH5	,398*	1	,054	,380*
pH7	,697**	,054	1	,525**
pH9	,659**	,380*	,525**	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.2.5. Emülsiyon kapasitesi sonuçları

Levrek yan ürünlerinden farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı

gruplarının emülsiyon kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. Protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesi üzerine; enzim türü, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresinin ($p<0,01$) önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
Enzim	1	2,904	774,413**
Sıcaklık	1	,832	221,880**
Konsantrasyon	1	1,739	463,763**
Süre	1	,076	20,280**
Enzim * Sıcaklık	1	,370	98,613**
Enzim * Konsantrasyon	1	,143	38,163**
Enzim * Süre	1	,034	9,013**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,349	92,963**
Sıcaklık * Süre	1	,010	2,613
Konsantrasyon * Süre	1	,074	19,763**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,235	62,563**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	,001	,213
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	,437	116,563**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,002	,563
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,095	25,230**
Hata	16	,004	

** $p<0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Levrek yan ürünlerinden farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının emülsiyon kapasitelerine ait sonuçlar Çizelge 4.18’de gösterilmiştir. Protein hidrolizatı grupları arasından A1 hidrolizat grubunun en yüksek emülsiyon kapasitesi değerine ve P8 hidrolizat grubunun en düşük emülsiyon kapasitesi değerine sahip olan grup olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnekler	Emülsiyon Kapasitesi (ml/g)
P1	5,43±0,07 ^{kl}
P2	5,78±0,04 ^{fgh}
P3	5,90±0,07 ^{efg}
P4	5,40±0,00 ^{kl}
P5	5,75±0,00 ^{ghi}
P6	6,00±0,00 ^{def}
P7	5,28±0,04 ^{lm}
P8	5,05±0,07 ^m
A1	6,95±0,07 ^a
A2	6,50±0,07 ^b
A3	6,13±0,11 ^{cde}
A4	6,20±0,07 ^{cd}
A5	6,30±0,07 ^{bc}
A6	6,15±0,07 ^{cd}
A7	5,65±0,07 ^{hij}
A8	5,53±0,04 ^{ijk}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerinin, protameks enzimi ile elde edilenlerinkine göre daha düşük olduğu bulunmuştur (p<0,01). Ayrıca enzim konsantrasyonu arttıkça, protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerinin de azaldığı tespit edilmiştir (p<0,01).

Çizelge 4.19. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	Emülsiyon Kapasitesi
Enzim	-,628**
Sıcaklık	-,336
Konsantrasyon	-,486**
Süre	-,102
Emülsiyon Kapasitesi	1

** Korelasyon p<0.01 seviyesinde önemlidir.

4.2.6. Antioksidatif aktivite sonuçları

Enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresinin protein hidrolizatlarının antioksidatif aktiviteleri üzerine, Çizelge 4.20’de gösterildiği gibi önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Ayrıca bütün protein hidrolizatı grupları için konsantrasyona karşı elde edilen antioksidatif inhibisyonlar (%) sırasıyla Şekil 4.15- 4.20 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.20. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
Enzim	1	8722,563	429,243**
Sıcaklık	1	1464,758	72,082**
Konsantrasyon	1	3219,630	158,440**
Süre	1	1824,382	89,779**
Enzim * Sıcaklık	1	1488,124	73,231**
Enzim * Konsantrasyon	1	,485	,024
Enzim * Süre	1	130,008	6,398*
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	32,482	1,598
Sıcaklık * Süre	1	127,042	6,252*
Konsantrasyon * Süre	1	306,529	15,084**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	474,012	23,326**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	57,889	2,849
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	69,856	3,438
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	64,923	3,195
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	711,211	34,999**
Hata	16	20,321	

* $p < 0,05$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

** $p < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Protein hidrolizatı fosfat tamponu içinde 300 kat seyreltildikten (3,333 μ g/ml) sonra bulunan antioksidatif aktivite değerleri Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Protein hidrolizatı gruplarından A8 hidrolizat grubuna ait protein hidrolizatı grubunun antioksidatif aktivite değerinin, diğer hidrolizat gruplarınınkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnekler	Antioksidatif Aktivite (mM Troloks)
P1	187,79±3,90 ^f
P2	190,34±3,32 ^f
P3	192,60±4,91 ^f
P4	214,78±4,66 ^{de}
P5	176,72±5,68 ^g
P6	189,84±3,14 ^f
P7	206,05±5,47 ^e
P8	212,48±3,71 ^{de}
A1	186,53±4,25 ^f
A2	215,47±5,45 ^{de}
A3	219,19±3,50 ^d
A4	241,86±4,02 ^b
A5	242,36±3,31 ^b
A6	233,40±4,78 ^{bc}
A7	231,04±5,67 ^c
A8	264,92±5,01 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

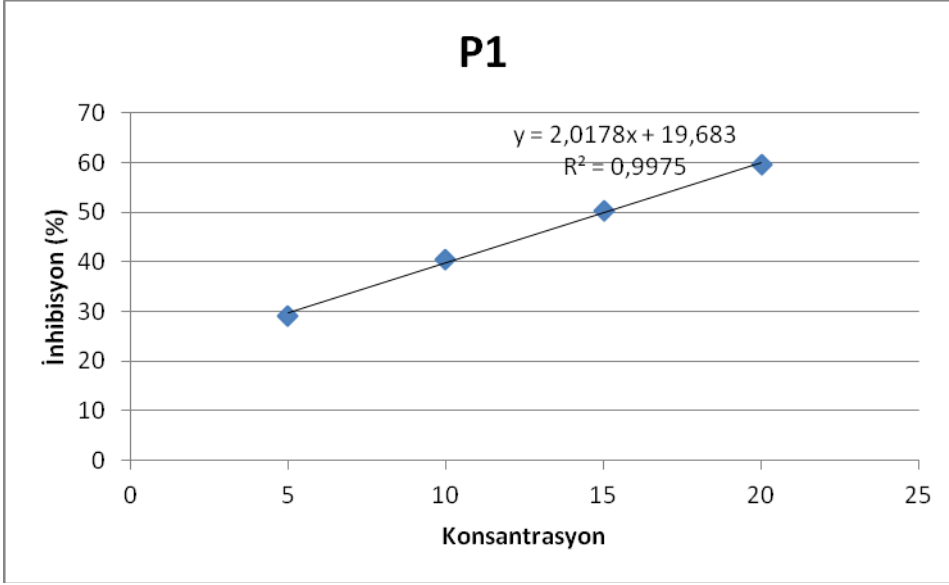
Protein hidrolizatlarının korelasyon analizi sonuçlarına göre; alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitesinin, protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerinden önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.22). Hidrolizasyon işleminde kullanılan enzim konsantrasyonu arttıkça, örneklerin antioksidatif aktivitelerinin arttığı belirlenmiştir (p<0,05). Ancak hidroliz süresi ve sıcaklığı ile örneklerin antioksidatif aktiviteleri arasında herhangi bir korelasyon görülmediği belirlenmiştir (p>0,05).

Çizelge 4.22. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelere ait korelasyon analizi sonuçları

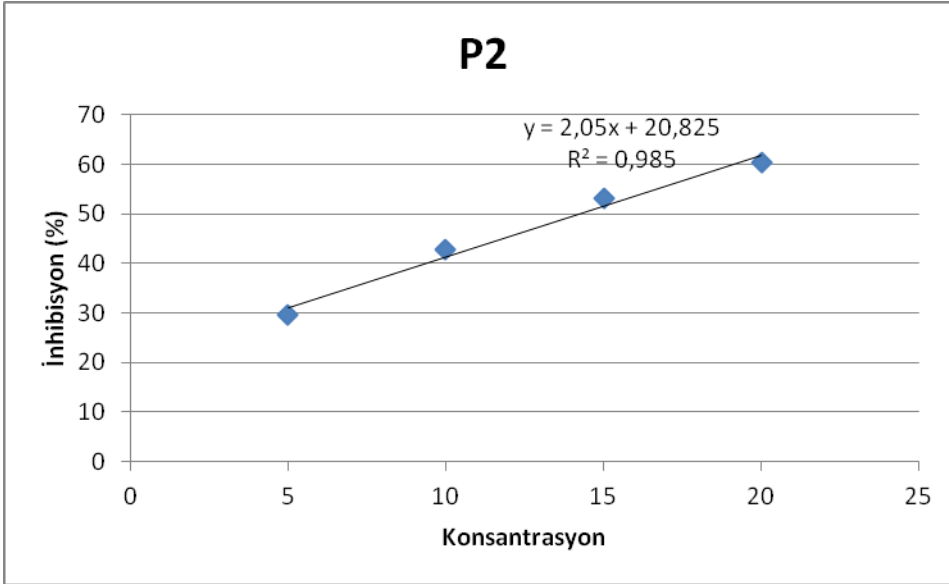
Parametreler	ABTS
Enzim	,677**
Sıcaklık	,278
Konsantrasyon	,411*
Süre	,310
ABTS	1

*Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

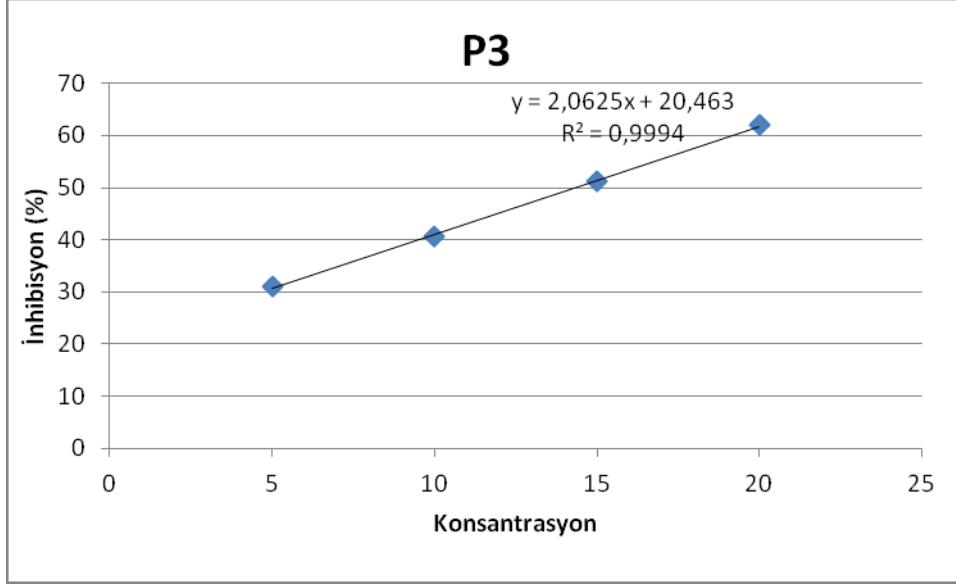
**Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.



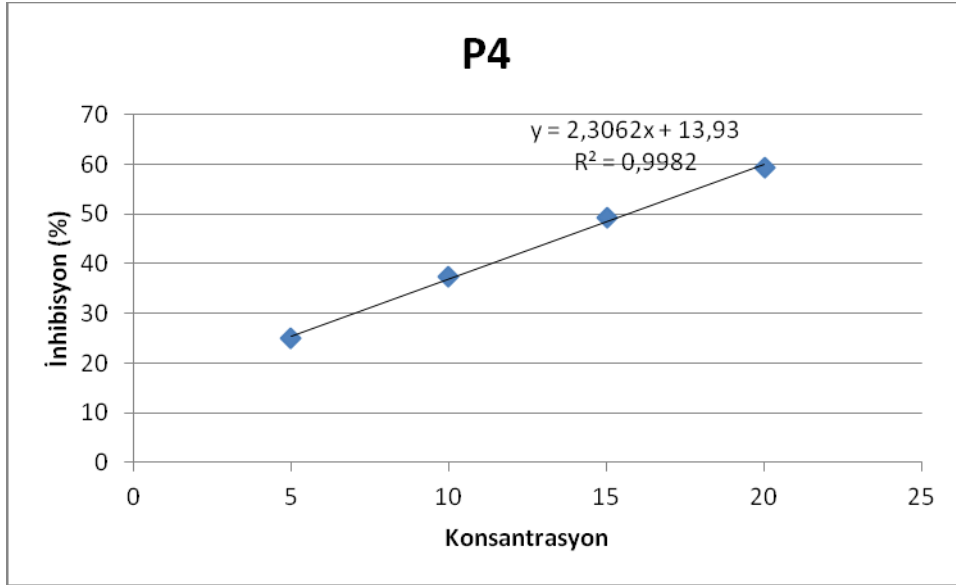
Şekil 4.5. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



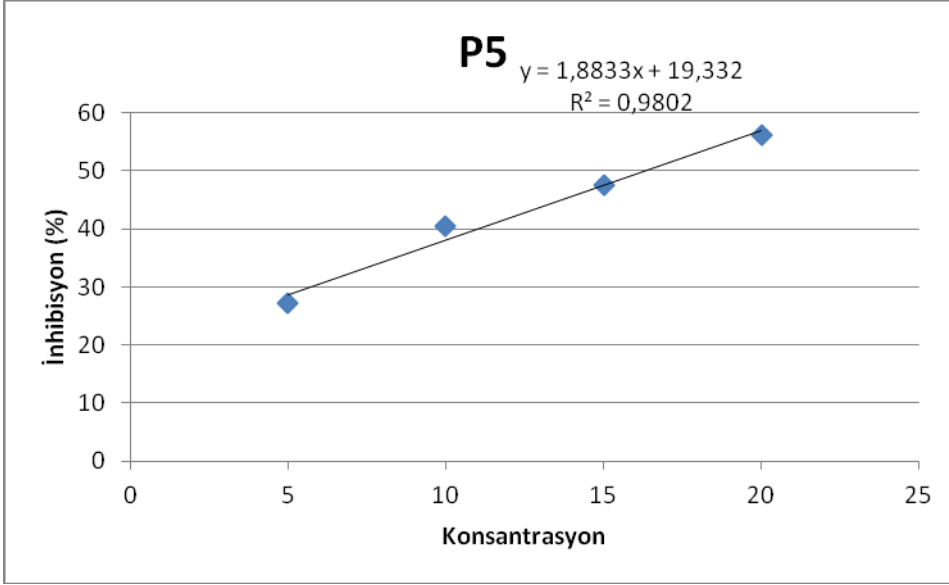
Şekil 4.6. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



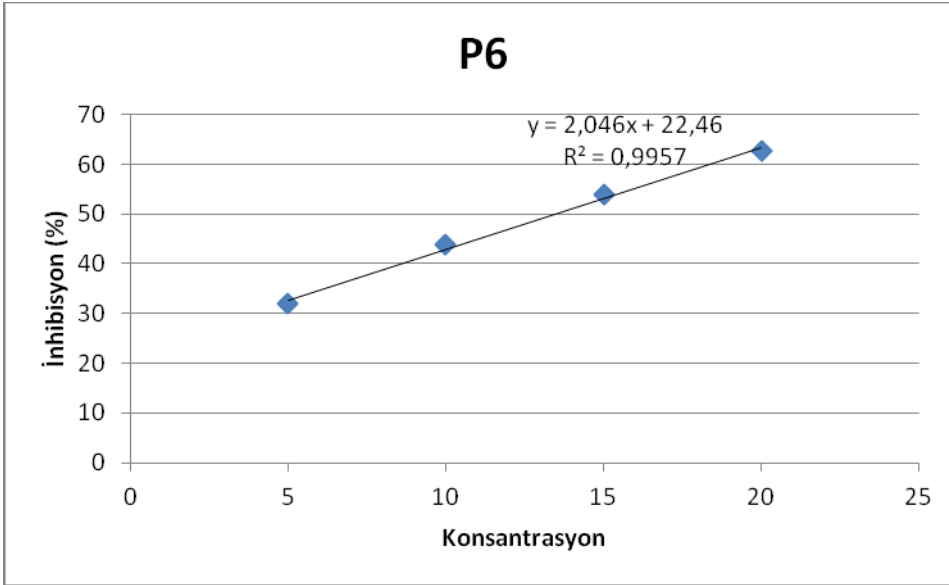
Şekil 4.7. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



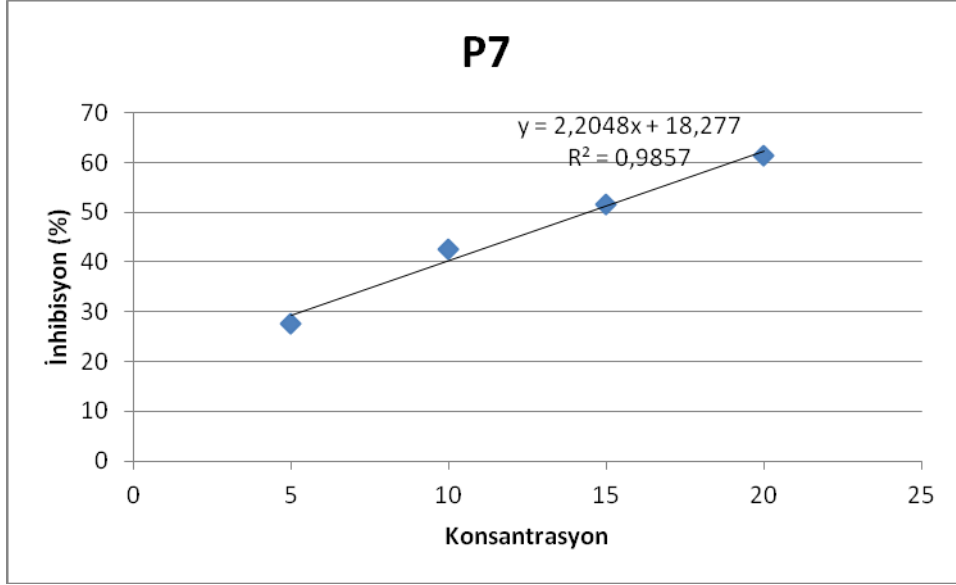
Şekil 4.8. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



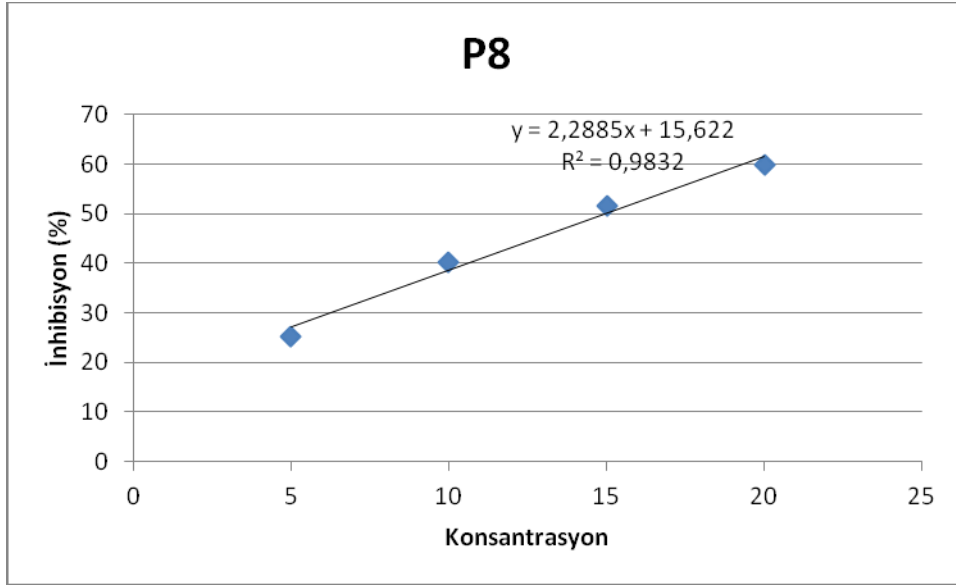
Şekil 4.9. Protameks enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



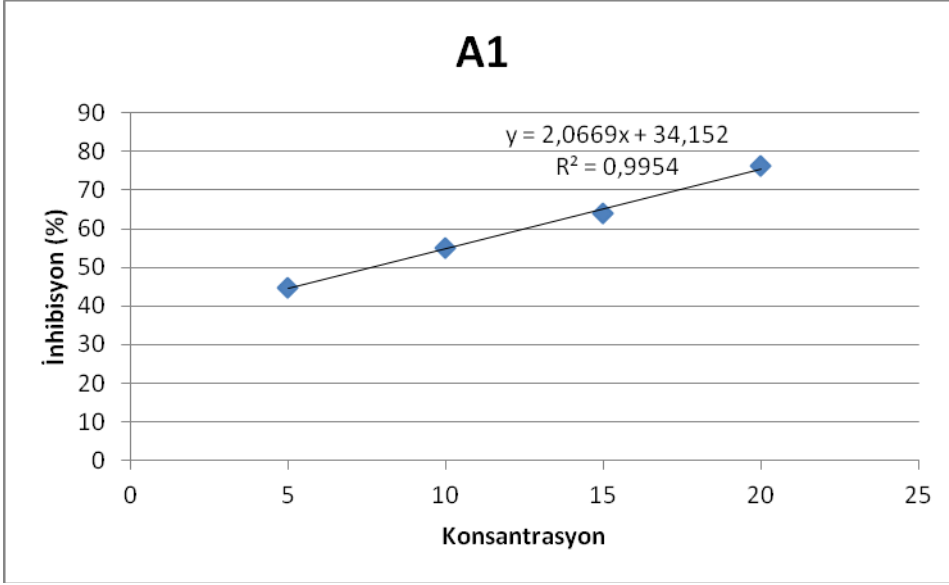
Şekil 4.10. Protameks enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



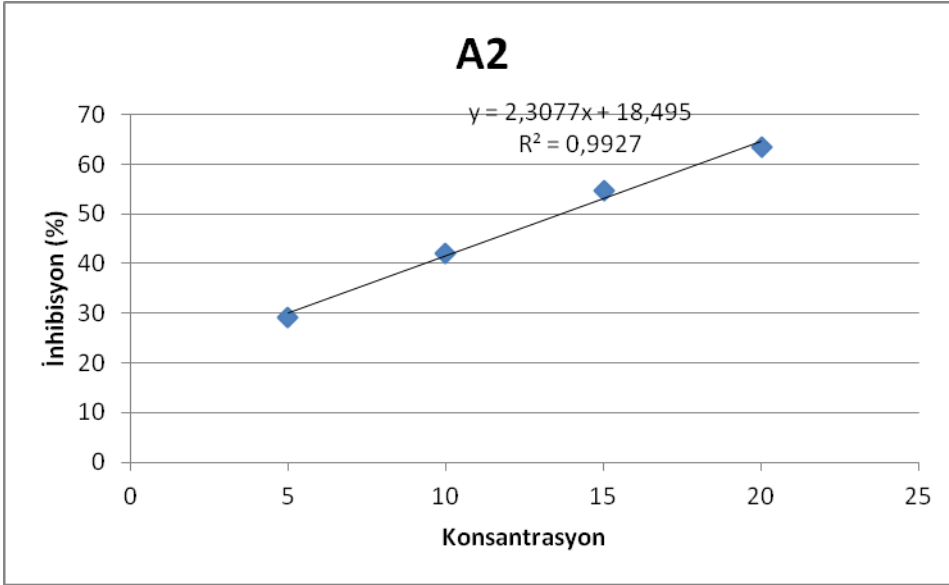
Şekil 4.11. Protameks enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



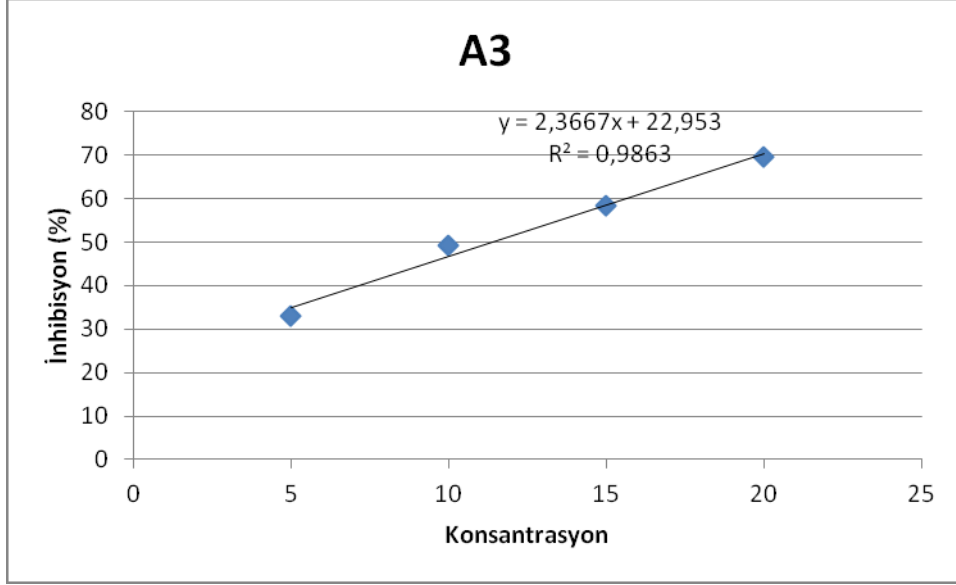
Şekil 4.12. Protameks enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



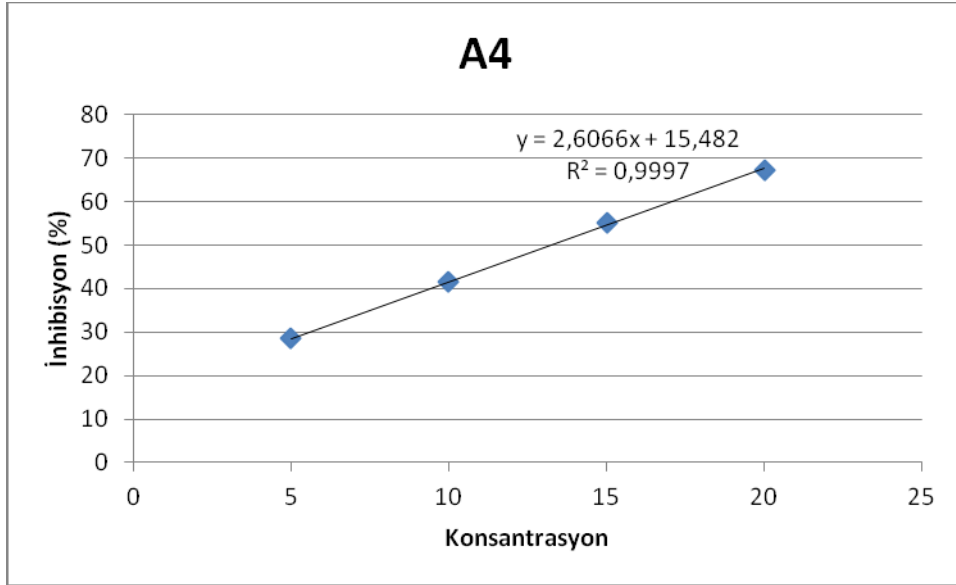
Şekil 4.13. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



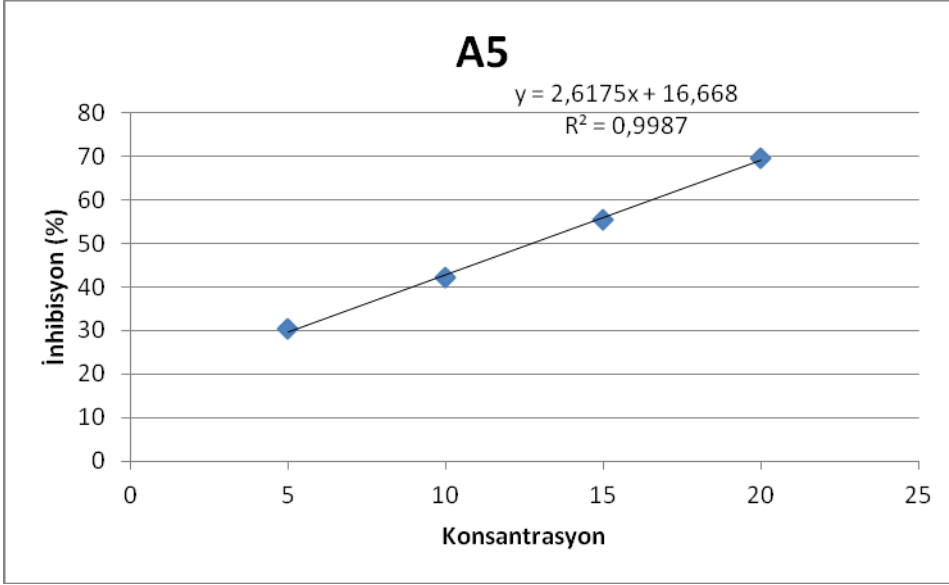
Şekil 4.14. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



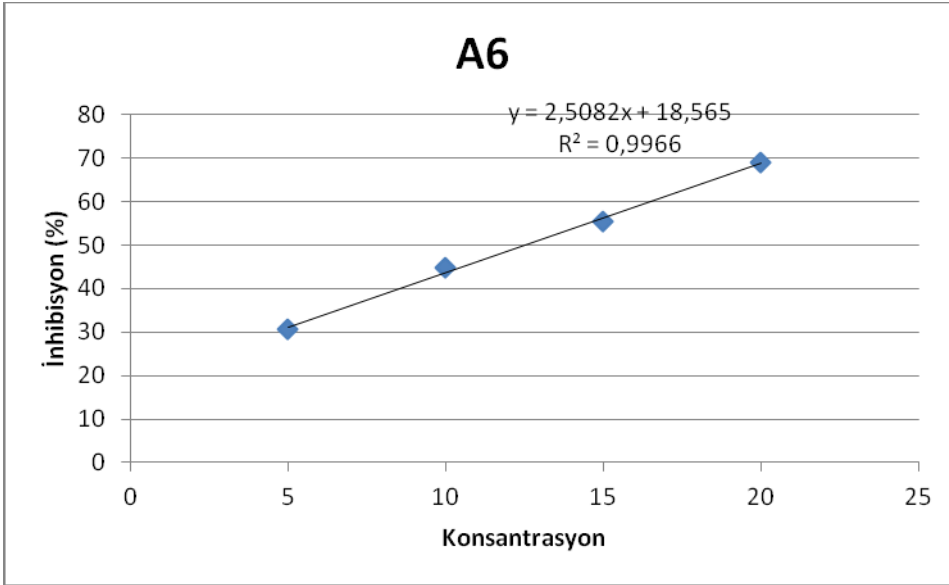
Şekil 4.15. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



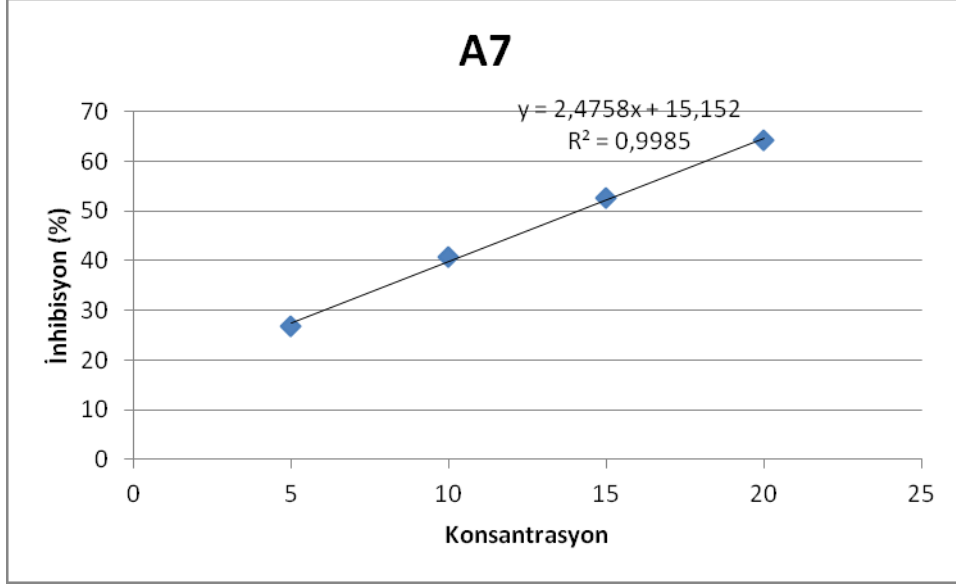
Şekil 4.16. Alkalaz enzimi ile 50°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



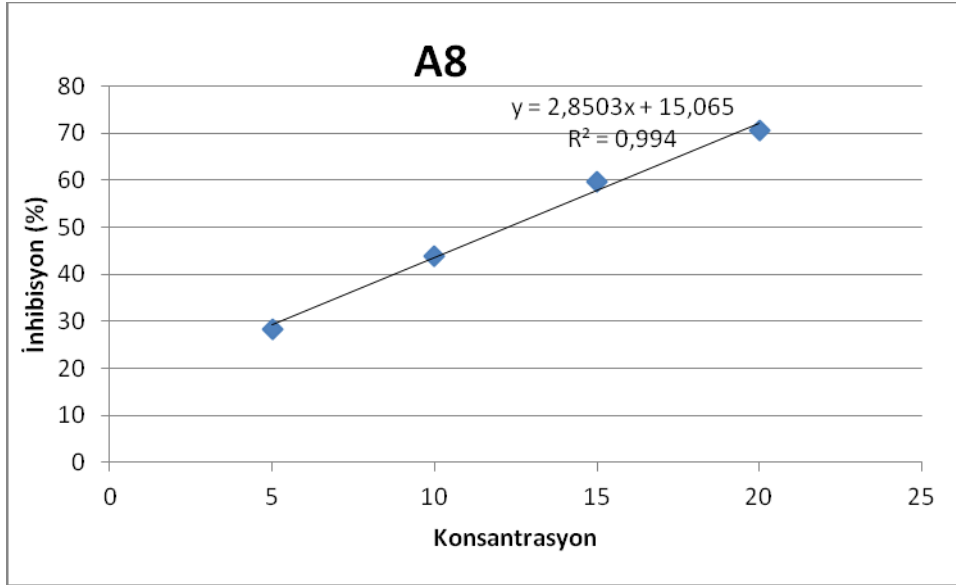
Şekil 4.17. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



Şekil 4.18. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %1 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



Şekil 4.19. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 45 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)



Şekil 4.20. Alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığı, %5 enzim konsantrasyonu ve 60 dk hidroliz süresinde elde edilen protein hidrolizatının antioksidatif inhibisyonu (%)

4.2.7. Antimikrobiyal aktivite sonuçları

Protein hidrolizatı gruplarına ait anti-*Bacillus subtilis* aktivitelerinin enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak önemli derecede değiştiği bulunmuştur ($p < 0,01$). Protein hidrolizatı gruplarının anti-*Staphylococcus aerus* aktivitesinin enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Protein hidrolizatı gruplarının anti-*Pseudomonas aeruginosa* aktivitesinin

enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Protein hidrolizatı gruplarının anti-*E. coli* aktivitesinin enzim türü ve enzim konsantrasyonuna bağlı olarak önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$) (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Levrek balığı fileto yan ürünlerinden alkalaz ve protameks enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
<i>Bacillus subtilis</i>			
Enzim	1	47,045	737,961**
Sıcaklık	1	224,720	3525,020**
Konsantrasyon	1	69,620	1092,078**
Süre	1	47,045	737,961**
Enzim * Sıcaklık	1	,320	5,020*
Enzim * Konsantrasyon	1	52,020	816,000**
Enzim * Süre	1	47,045	737,961**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	248,645	3900,314**
Sıcaklık * Süre	1	,320	5,020*
Konsantrasyon * Süre	1	52,020	816,000**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,045	,706
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	,320	5,020*
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	52,020	816,000**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,045	,706
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,045	,706
Hata	16	,064	
<i>Staphylococcus aerus</i>			
Enzim	1	,781	25,000**
Sıcaklık	1	2,531	81,000**
Konsantrasyon	1	,281	9,000**
Süre	1	,781	25,000**
Enzim * Sıcaklık	1	,031	1,000
Enzim * Konsantrasyon	1	,281	9,000**
Enzim * Süre	1	3,781	121,000**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	2,531	81,000**
Sıcaklık * Süre	1	1,531	49,000**
Konsantrasyon * Süre	1	2,531	81,000**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	2,531	81,000**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	1,531	49,000**
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	,031	1,000
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,281	9,000**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	,781	25,000**
Hata	16	,031	

Devamı arkada

Çizelge 4.23 Devamı.

Varyasyon Kaynakları	s.d.	KO	F
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			
Enzim	1	780,125	1783,143**
Sıcaklık	1	112,500	257,143**
Konsantrasyon	1	288,000	658,286**
Süre	1	450,000	1028,571**
Enzim * Sıcaklık	1	968,000	2212,571**
Enzim * Konsantrasyon	1	450,000	1028,571**
Enzim * Süre	1	144,500	330,286**
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	91,125	208,286**
Sıcaklık * Süre	1	210,125	480,286**
Konsantrasyon * Süre	1	3,125	7,143*
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	136,125	311,143**
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	55,125	126,000**
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	55,125	126,000**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	128,000	292,571**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	32,000	73,143**
Hata	16	,438	
<i>E coli</i>			
Enzim	1	450,000	8228,571**
Sıcaklık	1	,008	,143
Konsantrasyon	1	46,320	847,000**
Süre	1	,008	,143
Enzim * Sıcaklık	1	0,000	0,000
Enzim * Konsantrasyon	1	47,531	869,143**
Enzim * Süre	1	0,000	0,000
Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,383	7,000*
Sıcaklık * Süre	1	59,133	1081,286**
Konsantrasyon * Süre	1	,633	11,571**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon	1	,281	5,143*
Enzim * Sıcaklık * Süre	1	36,125	660,571**
Enzim * Konsantrasyon * Süre	1	,500	9,143**
Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	48,758	891,571**
Enzim * Sıcaklık * Konsantrasyon * Süre	1	45,125	825,143**
Hata	16	,055	

* p<0,05 seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

** p<0,01 seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

Levrek yan ürünlerinden farklı enzim türleri, hidroliz sıcaklıkları, enzim konsantrasyonları ve hidroliz sürelerine bağlı olarak hazırlanan protein hidrolizatı gruplarının antimikrobiyal aktivite sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Protein hidrolizatı gruplarından *B. subtilis* bakterisine karşı en etkili hidrolizat grupları P5, P6, A4, A5 ve A6; *S. aerus* bakterisine karşı en etkili hidrolizat grupları P1, P8 ve A8; *P. aeruginosa* bakterisine karşı en etkili hidrolizat grupları A1 ve A3; *E. coli* bakterisine karşı en etkili hidrolizat grupları A1 ve A8 grupları olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mm)

Örnekler	Patojenler				
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aerus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>A. niger</i>
P1	N	11,5±0,71 ^{ab}	27,5±0,71 ^f	N	N
P2	N	9,5±0,00 ^c	N	N	N
P3	N	10,0±0,00 ^c	40,5±0,71 ^c	9,63±0,18 ^c	N
P4	N	9,5±0,00 ^c	29,0±0,00 ^{ef}	N	N
P5	11,0±0,00 ^a	10,0±0,00 ^c	28,5±0,71 ^{ef}	N	N
P6	11,0±0,00 ^a	10,0±0,00 ^c	28,5±0,71 ^{ef}	N	N
P7	N	11,0±0,00 ^b	38,5±0,71 ^c	N	N
P8	N	12,0±0,00 ^a	30,5±0,71 ^{de}	9,75±0,35 ^{bc}	N
A1	N	10,0±0,00 ^c	48,5±0,71 ^a	10,63±0,53 ^{ab}	N
A2	N	11,0±0,00 ^b	44,0±1,41 ^b	9,63±0,18 ^c	N
A3	N	10,0±0,00 ^c	47,5±0,71 ^a	9,75±0,35 ^{bc}	N
A4	10,5±0,71 ^a	11,0±0,00 ^b	40,5±0,71 ^c	9,63±0,18 ^c	N
A5	11,0±0,00 ^a	11,0±0,00 ^b	28,5±0,71 ^{ef}	9,75±0,00 ^{bc}	N
A6	10,5±0,71 ^a	11,0±0,00 ^b	33,0±0,00 ^d	9,75±0,35 ^{bc}	N
A7	N	10,0±0,00 ^c	33,0±0,00 ^d	9,50±0,00 ^c	N
A8	9,4±0,14 ^b	12,0±0,00 ^a	27,0±0,00 ^f	10,75±0,35 ^a	N

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05) ve N: Negatif antimikrobiyal aktivite ifadesi için kullanılmıştır.

Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının, *P. aeruginosa* bakterisine karşı, protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarından daha etkili olduğu bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 4.25). 60°C hidroliz sıcaklığında elde edilen protein hidrolizatlarının (P5-P8 ve A5-A8), *B. subtilis* (p<0,01) ve *S. aerus* bakterilerine (p<0,05) karşı, 50°C hidroliz sıcaklığında elde edilen hidrolizatlara (P1-P4 ve A1-A4) göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Protameks ve alkalaz enzimleri ile elde edilen protein hidrolizatlarının antimikrobiyal aktivitelerine korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aerus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>
Enzim	,236	,194	,447*	,782**
Sıcaklık	,517**	,350*	-,170	,003
Konsantrasyon	-,287	,117	,271	,251
Süre	,236	,194	-,339	,003
<i>B. subtilis</i>	1	,199	-,126	,052
<i>S. aerus</i>	,199	1	,100	,342
<i>P. aeruginosa</i>	-,126	,100	1	,521**
<i>E. coli</i>	,052	,342	,521**	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.2.8. Hidroliz derecesi ile protein hidrolizatlarının fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişki

Protein hidrolizatlarının hidroliz dereceleri ile fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişki Çizelge 4.26'da gösterilmiştir. Korelasyon analizine göre; protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi arttıkça su tutma kapasitesi ($p < 0,01$), protein çözünme indeksi pH 3 ($p < 0,01$), pH 7 ($p < 0,05$), pH 9 ($p < 0,01$), antioksidatif aktivitesi ($p < 0,01$), anti-*Pseudomonas* ($p < 0,05$) ve anti-*E. coli* ($p < 0,01$) aktivitelerinin arttığı, emülsiyon kapasitelerinin ise azaldığı belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.26. Protein hidrolizatlarının hidroliz dereceleri ile fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

	HD	Su Tut. Kap.	PÇİ (pH3)	PÇİ (pH5)	PÇİ (pH7)	PÇİ (pH9)	Emuls. Kap.	ABTS	Anti-Bac.	Anti-Staph.	Anti-Pseudo.	Anti-E. coli
HD	1	,583**	,498**	,286	,426*	,604**	-,768**	,788**	-,059	,237	,447*	,685**
Su Tut. Kap.	,583**	1	,338	,282	,191	,442*	-,473**	,697**	,202	,197	,176	,652**
PÇİ (pH3)	,498**	,338	1	,398*	,698**	,659**	-,360*	,543**	,098	,519**	,386*	,513**
PÇİ (pH5)	,286	,282	,398*	1	,054	,380*	,026	,235	-,215	,172	-,007	,014
PÇİ (pH7)	,426*	,191	,698**	,054	1	,524**	-,433*	,343	-,152	,337	,511**	,630**
PÇİ (pH9)	,604**	,442*	,659**	,380*	,524**	1	-,362*	,586**	,002	,477**	,385*	,515**
Emuls. Kap.	-,768**	-,473**	-,360*	,026	-,433*	-,362*	1	-,660**	-,128	-,320	-,416*	-,693**
ABTS	,788**	,697**	,543**	,235	,343	,586**	-,660**	1	,340	,477**	,105	,594**
Anti-Bac.	-,059	,202	,098	-,215	-,152	,002	-,128	,340	1	,199	-,126	,052
Anti-Staph.	,237	,197	,519**	,172	,337	,477**	-,320	,477**	,199	1	,100	,342
Anti-Pseudo.	,447*	,176	,386*	-,007	,511**	,385*	-,416*	,105	-,126	,100	1	,521**
Anti-E. coli	,685**	,652**	,513**	,014	,630**	,515**	-,693**	,594**	,052	,342	,521**	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.3. Alabalık Köfteleri ile İlgili Sonuçlar

4.3.1. Kimyasal kompozisyon sonuçları

Alabalık köftelerinin kimyasal kompozisyon sonuçları Çizelge 4.27’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Alabalık köftelerinin kimyasal kompozisyon içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Grupları	Kuru Madde (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)
Kontrol	35,34±1,30 ^b	40,27±0,17 ^c	24,99±1,88 ^a	8,47±1,45 ^a
%1 Konst.	36,18±0,71 ^b	40,93±0,18 ^c	23,88±1,11 ^{ab}	7,99±0,46 ^a
%1 Konst.	38,61±0,61 ^{ab}	42,48±0,21 ^b	21,33±0,28 ^{ab}	7,29±1,01 ^a
%10 Konst.	40,93±0,33 ^a	44,86±0,17 ^a	18,97±1,57 ^b	7,22±0,75 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Değerler kuru madde üzerinden verilmiştir.

Alabalık köftelerine ilave edilen protein hidrolizati konsantrasyonu arttıkça, köftelerin kuru madde ve protein içeriklerinin önemli derecede arttığı (p<0,01), yağ içeriklerinin ise azaldığı (p<0,01) tespit edilmiştir (Çizelge 4.28). Alabalık köftelerinin kuru madde içerikleri ile protein içerikleri arasında pozitif yönlü, kuru madde içerikleri ile yağ içerikleri arasında negatif yönlü önemli bir korelasyon olduğu bulunmuştur (p<0,01). Alabalık köftelerinin protein içerikleri ile yağ içerikleri arasında negatif yönlü önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Ayrıca alabalık köftelerinin yağ içerikleri ile kül içerikleri arasında, pozitif yönde önemli bir korelasyon olduğu bulunmuştur (p<0,05).

Çizelge 4.28. Alabalık köftelerinin kimyasal kompozisyon içeriklerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
Konsantrasyon	,949 ^{**}	,968 ^{**}	-,914 ^{**}	-,573
Kuru Madde	1	,959 ^{**}	-,973 ^{**}	-,610
Ham Protein	,959 ^{**}	1	-,928 ^{**}	-,581
Ham Yağ	-,973 ^{**}	-,928 ^{**}	1	,727 [*]
Ham Kül	-,610	-,581	,727 [*]	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.3.2. pH sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince pH değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.29’da gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin pH değerleri, köftelere ilave edilen protein hidrolizati konsantrasyon oranlarına ve depolama sürelerine göre önemli derecede farklılık gösterdiği bulunmuştur (p<0,01). Ayrıca köftelere ilave edilen protein

hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi arasında önemli bir interaksiyon olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.29. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Konsantrasyon	3	0,020	42,353**
Depolama Süresi	10	0,041	86,533**
Konsantrasyon * Depolama Süresi	30	0,02	4,389**
Hata	44	0,00	

**p <0,01 seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak pH değişimlerine ait sonuçlar Çizelge 4.30 ve Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	6,60±0,01 ^{dB}	6,58±0,01 ^{dC}	6,65±0,01 ^{dA}	6,64±0,01 ^{fgA}
4	6,60±0,01 ^{dA}	6,58±0,01 ^{dA}	6,64±0,01 ^{dA}	6,64±0,01 ^{efA}
7	6,56±0,01 ^{eB}	6,53±0,01 ^{eC}	6,63±0,01 ^{dA}	6,63±0,00 ^{fgA}
14	6,58±0,01 ^{deB}	6,59±0,01 ^{cdB}	6,58±0,01 ^{eB}	6,61±0,00 ^{gA}
21	6,58±0,01 ^{deC}	6,58±0,01 ^{dC}	6,62±0,01 ^{dB}	6,67±0,00 ^{eA}
28	6,73±0,01 ^{bcA}	6,62±0,01 ^{cdC}	6,65±0,01 ^{dB}	6,71±0,01 ^{dA}
35	6,72±0,01 ^{bcA}	6,63±0,01 ^{cb}	6,64±0,02 ^{dB}	6,72±0,00 ^{dA}
42	6,71±0,01 ^{cb}	6,61±0,01 ^{cdA}	6,71±0,01 ^{cb}	6,77±0,01 ^{ca}
49	6,71±0,01 ^{bcBC}	6,70±0,01 ^{bc}	6,74±0,01 ^{bcB}	6,79±0,01 ^{bcA}
56	6,75±0,01 ^{abB}	6,74±0,01 ^{abB}	6,75±0,01 ^{abB}	6,81±0,01 ^{abA}
60	6,77±0,01 ^{aB}	6,76±0,02 ^{aB}	6,78±0,01 ^{aB}	6,82±0,01 ^{aA}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

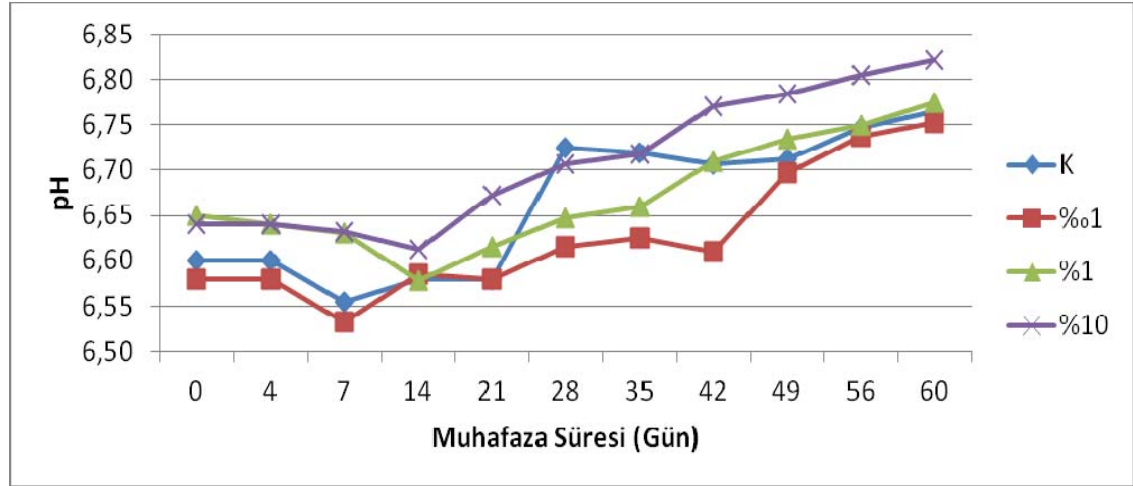
Muhafaza süresi boyunca alabalık köftelerinin pH değerlerinin, önemli derecede arttığı bulunmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.31). Köftelerin protein hidrolizatı oranı arttıkça pH değerinin de arttığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.31. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	pH
Konsantrasyon	,221*
Depolama Süresi	,806**

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.21. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca pH değişimi

4.3.3. Renk sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince renk değişimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.32’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin “L” değerinin depolama süresi ve protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca depolama süresi ve hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyonun alabalık köftelerinin L değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$). “a” değerinin depolama süresi ve protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca depolama süresi ve hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyonun alabalık köftelerinin “a” değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). “b” değerinin depolama süresi ve protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca depolama süresi ve hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyonun alabalık köftelerinin “b” değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$).

Çizelge 4.32. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
“L”			
Depolama Süresi	10	41,263	61,883**
Konsantrasyon	3	31,915	47,864**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	4,801	7,201**
Hata	44	,667	
“a”			
Depolama Süresi	10	,586	9,052**
Konsantrasyon	3	1,876	29,004**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	,115	1,782*
Hata	44	,065	
“b”			
Depolama Süresi	10	19,433	97,231**
Konsantrasyon	3	18,886	94,491**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	1,929	9,651**
Hata	44	,200	

** p<0,01 seviyesinde önemlidir.

* p<0,05 seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak ortaya çıkan renk değişimleri Çizelge 4.33, 34 ve 35’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca “L” değeri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	53,11±1,90 ^{bBC}	54,79±0,51 ^{bcAB}	51,02±0,87 ^{bcdC}	57,26±0,64 ^{abA}
4	57,94±1,31 ^{aA}	59,08±1,15 ^{aA}	52,98±0,47 ^{abcB}	59,03±0,46 ^{aA}
7	53,53±0,71 ^{bB}	55,02±0,34 ^{bAB}	55,67±0,85 ^{aA}	56,07±0,80 ^{bcA}
14	53,48±0,80 ^{bAB}	51,54±1,01 ^{cdeB}	55,14±0,48 ^{aA}	52,47±0,48 ^{efB}
21	52,40±0,77 ^{bcB}	55,85±0,97 ^{abA}	54,07±0,43 ^{abAB}	55,07±0,91 ^{bcA}
28	52,09±1,04 ^{bcB}	54,20±0,48 ^{bcdA}	53,79±0,47 ^{abAB}	54,84±0,41 ^{cdA}
35	50,85±0,99 ^{bcdB}	55,54±0,16 ^{bA}	53,39±1,79 ^{abcAB}	52,67±0,80 ^{defAB}
42	50,49±0,33 ^{bcdB}	55,61±1,29 ^{bA}	54,03±1,16 ^{abA}	53,83±0,53 ^{cdeA}
49	48,82±0,77 ^{cdB}	53,94±0,88 ^{bcdA}	52,82±0,52 ^{abcA}	52,39±0,46 ^{efA}
56	47,48±0,65 ^{eB}	50,99±0,63 ^{deA}	50,28±0,23 ^{cdA}	51,28±0,37 ^{fgA}
60	47,74±0,45 ^{eB}	49,74±0,90 ^{eA}	48,60±0,55 ^{dAB}	49,97±0,25 ^{gA}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.34. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca “a” değeri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	0,25±0,42 ^{abA}	0,49±0,43 ^{aA}	0,02±0,09 ^{aA}	0,24±0,01 ^{bA}
4	0,02±0,05 ^{cA}	0,33±0,53 ^{aA}	0,38±0,42 ^{aA}	0,26±0,17 ^{bA}
7	0,06±0,01 ^{abA}	0,38±0,56 ^{aA}	0,16±0,38 ^{aA}	0,26±0,25 ^{bA}
14	0,40±0,12 ^{abB}	1,39±0,41 ^{aA}	0,10±0,10 ^{aB}	0,19±0,00 ^{bB}
21	-0,16±0,09 ^{cA}	0,43±0,30 ^{aA}	0,30±0,48 ^{aA}	0,02±0,07 ^{bA}
28	-0,08±0,09 ^{cB}	1,00±0,26 ^{aA}	0,30±0,01 ^{aB}	0,19±0,13 ^{bB}
35	0,04±0,07 ^{cA}	0,56±0,38 ^{aA}	0,21±0,19 ^{aA}	0,13±0,11 ^{bA}
42	0,48±0,18 ^{abB}	1,12±0,04 ^{aA}	0,41±0,17 ^{aB}	0,85±0,23 ^{abAB}
49	0,09±0,10 ^{abD}	1,14±0,11 ^{aA}	0,81±0,10 ^{aB}	0,35±0,02 ^{abC}
56	0,74±0,18 ^{aA}	1,43±0,27 ^{aA}	0,65±0,33 ^{aA}	1,31±0,69 ^{aA}
60	0,15±0,18 ^{abC}	1,21±0,09 ^{aA}	0,77±0,13 ^{aB}	0,15±0,04 ^{bC}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.35. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca “b” değeri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	12,94±0,06 ^{aC}	16,34±0,63 ^{aA}	11,55±0,26 ^{abcD}	14,55±0,22 ^{aB}
4	11,91±0,66 ^{abB}	13,79±0,53 ^{bcA}	11,45±0,46 ^{abcB}	12,99±0,63 ^{abAB}
7	11,49±0,36 ^{abcA}	12,23±0,69 ^{cA}	11,86±0,15 ^{abA}	12,75±0,70 ^{abcA}
14	10,90±0,92 ^{bcB}	13,41±0,48 ^{bcA}	12,44±0,37 ^{aAB}	11,88±0,74 ^{bcdAB}
21	10,22±0,19 ^{bcdC}	13,85±0,36 ^{bA}	12,00±0,55 ^{abB}	13,07±0,47 ^{abAB}
28	10,11±0,47 ^{cdC}	12,54±0,12 ^{bcAB}	11,56±0,37 ^{abcB}	12,97±0,36 ^{abA}
35	9,80±0,56 ^{cdeB}	12,22±0,21 ^{cA}	12,30±0,23 ^{aA}	12,59±0,62 ^{abcA}
42	8,61±0,26 ^{defC}	10,18±0,05 ^{dB}	11,73±0,22 ^{abA}	12,77±0,99 ^{abcA}
49	8,21±0,11 ^{efB}	8,98±0,25 ^{deB}	10,82±0,49 ^{bcA}	10,68±0,51 ^{cdeA}
56	8,86±0,31 ^{defB}	8,52±0,39 ^{eB}	10,31±0,07 ^{cdA}	10,21±0,10 ^{deA}
60	7,58±0,27 ^{fC}	8,14±0,08 ^{eB}	9,23±0,15 ^{dA}	9,40±0,19 ^{eA}

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin depolama süresi arttıkça “L” ve “b” değerlerinin önemli derecede azaldığı (p<0,01), “a” değerinin ise önemli derecede arttığı bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 4.36). Köfte gruplarındaki protein hidrolizatı oranı arttıkça, “L” (p<0,05) ve “b” değerlerinin (p<0,01) önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Ayrıca “L” değeri yükseldikçe, “b” değerinin de önemli derecede arttığı tespit edilmiştir (p<0,01).

Çizelge 4.36. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca renk değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	“L”	“a”	“b”
Depolama Süresi	-,661**	,407**	-,742**
Konsantrasyon	,242*	,011	,346**
“L”	1	-,181	,712**
“a”	-,181	1	-,185
“b”	,712**	-,185	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.3.4. TMA-N sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince TMA-N değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.37’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin TMA-N içeriklerinin depolama süreleri ve köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonlarına bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiği bulunmuştur ($p<0,01$). Ayrıca alabalık köftelerinin TMA-N değişimleri üzerine, depolama süresi ve protein hidrolizatı konsantrasyonu arasında ortaya çıkan interaksiyonunun önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.37. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	10	,194	29,644**
Konsantrasyon	3	1,236	188,640**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	,040	6,111**
Hata	44		

** $p<0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak ortaya çıkan TMA-N içeriklerine ait değişimler Çizelge 4.38 ve Şekil 4.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.38. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mg/100g)

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	2,59±0,08 ^{abB}	2,68±0,07 ^{abcAB}	2,74±0,07 ^{abcAB}	2,82±0,06 ^{deA}
4	2,51±0,10 ^{abcA}	2,46±0,06 ^{cA}	2,60±0,05 ^{bcA}	2,58±0,05 ^{eA}
7	2,18±0,11 ^{cC}	2,58±0,05 ^{bcB}	2,56±0,09 ^{cB}	2,85±0,11 ^{cdeA}
14	2,65±0,10 ^{abB}	2,69±0,08 ^{abcB}	2,72±0,06 ^{abcB}	2,96±0,09 ^{cdA}
21	2,63±0,10 ^{abB}	2,84±0,09 ^{abB}	2,84±0,07 ^{abcB}	3,14±0,10 ^{bcA}
28	2,50±0,05 ^{abcC}	2,92±0,08 ^{abB}	2,98±0,06 ^{abB}	3,31±0,07 ^{abA}
35	2,43±0,11 ^{bcC}	2,54±0,06 ^{cC}	2,91±0,10 ^{abB}	3,30±0,10 ^{abA}
42	2,54±0,08 ^{abC}	2,60±0,05 ^{bcC}	2,99±0,09 ^{abB}	3,34±0,08 ^{abA}
49	2,67±0,07 ^{abBC}	2,62±0,07 ^{bcC}	2,87±0,06 ^{abcAB}	3,07±0,12 ^{bcdA}
56	2,69±0,06 ^{abB}	2,68±0,08 ^{abcB}	2,71±0,07 ^{abcB}	3,33±0,05 ^{abA}
60	2,81±0,07 ^{abB}	2,85±0,08 ^{abB}	3,02±0,13 ^{abB}	3,55±0,10 ^{aA}

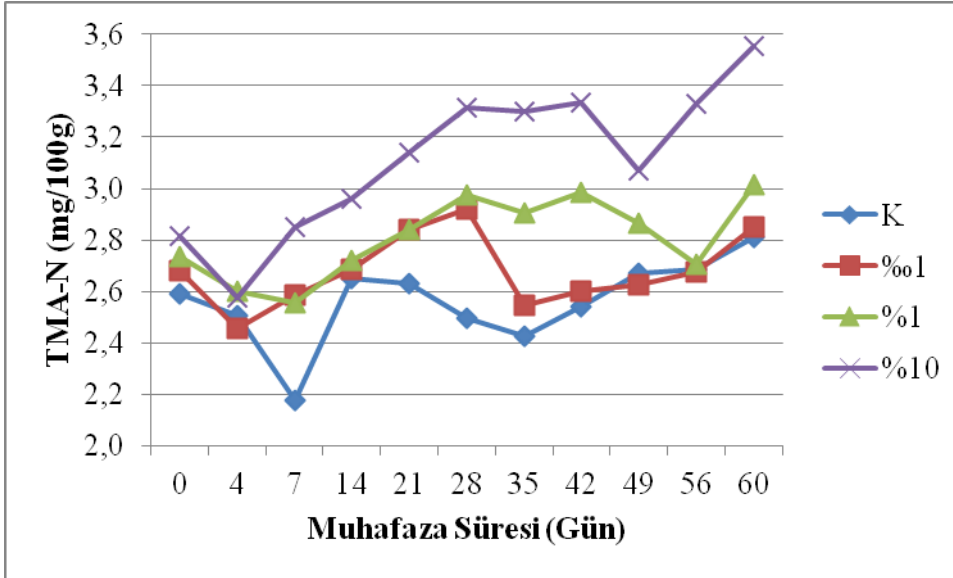
Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin depolama süresi uzadıkça ve köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça, TMA-N değerlerinin de önemli derecede arttığı tespit edilmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	TMA-N
Depolama Süresi	,404 ^{**}
Konsantrasyon	,699 ^{**}

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.22. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TMA-N değişimi

4.3.5. TVB-N sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince TVB-N değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.40'ta gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin TVB-N değerlerinin depolama süresi ve ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonuna bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiği bulunmuştur ($p < 0,01$). Ayrıca depolama süresi ve hidrolizat konsantrasyonu arasında gelişen interaksiyonun da alabalık köftelerinin TVB-N içerikleri üzerinde önemli derecede rol oynadığı belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.40. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	10	5,033	23,266**
Konsantrasyon	3	32,419	149,863**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	0,932	4,309**
Hata	44	0,216	

** $p < 0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak TVB-N değişimleri Çizelge 4.41 ve Şekil 4.23'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.41. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mg/100g)

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	8,09 ±0,35 ^{abB}	8,40 ±0,30 ^{bB}	8,79 ±0,25 ^{bAB}	9,31 ±0,20 ^{bcA}
4	7,56 ±0,30 ^{abcB}	7,18 ±0,35 ^{bB}	7,84 ±0,30 ^{bAB}	8,51 ±0,25 ^{ca}
7	6,51 ±0,20 ^{cC}	7,39 ±0,25 ^{bB}	7,77 ±0,20 ^{bB}	9,17 ±0,40 ^{bcA}
14	7,35 ±0,20 ^{abcB}	7,39 ±0,25 ^{bB}	7,84 ±0,30 ^{bB}	9,63 ±0,35 ^{bcA}
21	7,35 ±0,40 ^{abcB}	7,77 ±0,20 ^{bB}	7,84 ±0,30 ^{bB}	10,33 ±0,35 ^{bcA}
28	7,04 ±0,15 ^{bcC}	8,72 ±0,25 ^{abB}	9,31 ±0,40 ^{bB}	10,68 ±0,35 ^{ba}
35	7,11 ±0,64 ^{bcB}	7,21 ±0,40 ^{abB}	9,91 ±0,35 ^{abA}	10,64 ±0,99 ^{ba}
42	6,97 ±0,35 ^{bcC}	7,95 ±0,25 ^{abB}	10,36 ±0,30 ^{abA}	10,71 ±0,30 ^{ba}
49	7,74 ±0,45 ^{abcA}	8,23 ±0,25 ^{abA}	10,12 ±1,93 ^{abA}	9,49 ±0,74 ^{bcA}
56	8,12 ±0,30 ^{abC}	8,40 ±0,30 ^{abC}	9,35 ±0,45 ^{bB}	10,57 ±0,30 ^{ba}
60	8,65 ±0,35 ^{aB}	8,82 ±0,30 ^{aB}	11,97 ±0,30 ^{aA}	12,88 ±0,40 ^{aA}

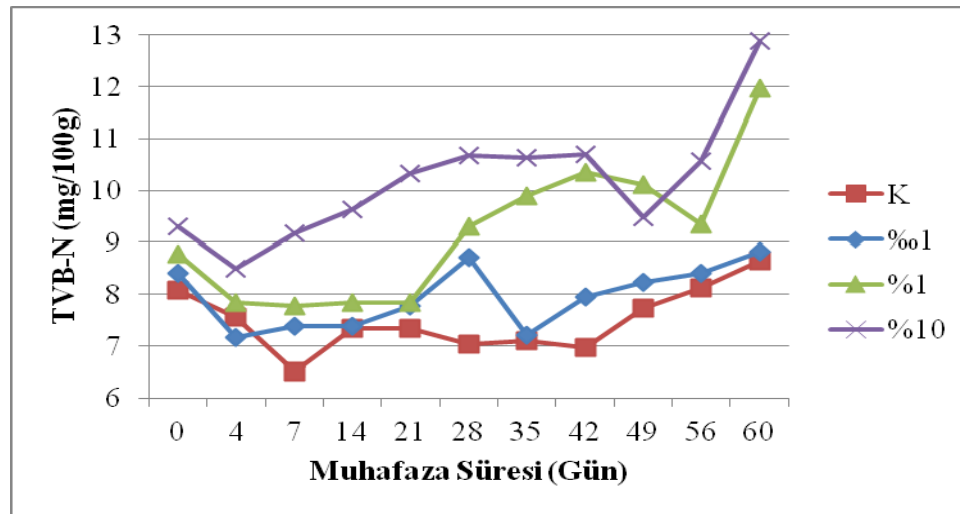
Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin TVB-N içeriklerinin depolama süresi ile birlikte önemli derecede arttığı bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 4.42). Ayrıca köftelere ilave edilen protein hidrolizati konsantrasyonu arttıkça TVB-N değerinin de arttığı belirlenmiştir (p<0,01).

Çizelge 4.42. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	TVB-N
Depolama Süresi	,413 ^{**}
Konsantrasyon	,715 ^{**}

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.23. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TVB-N değişimi

4.3.6. TBA sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince TBA değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.43’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin TBA içeriklerinin, depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasında ortaya çıkan interaksiyona göre önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.43. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	10	2,391	312,520**
Konsantrasyon	3	,490	64,017**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	,061	8,035**
Hata	44		

** $p<0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak TBA değişimleri Çizelge 4.44 ve Şekil 4.24’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.44. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (mg MDA/kg)

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	0,67±0,05 ^{hA}	0,71±0,10 ^{gA}	0,69±0,06 ^{eA}	0,75±0,08 ^{gA}
4	1,39±0,10 ^{gA}	1,37±0,07 ^{efA}	1,29±0,11 ^{dA}	1,20±0,09 ^{fA}
7	1,87±0,05 ^{deA}	1,81±0,07 ^{bcdAB}	1,62±0,07 ^{cdB}	1,65±0,09 ^{deB}
14	1,73±0,08 ^{defA}	1,59±0,11 ^{defA}	1,55±0,07 ^{cdA}	1,56±0,09 ^{defA}
21	1,58±0,07 ^{fgA}	1,36±0,09 ^{efAB}	1,28±0,09 ^{dB}	1,27±0,10 ^{efB}
28	1,49±0,06 ^{fgA}	1,34±0,05 ^{fA}	1,39±0,13 ^{dA}	1,31±0,13 ^{efA}
35	1,64±0,07 ^{efgA}	1,50±0,08 ^{defA}	1,40±0,11 ^{dA}	1,41±0,09 ^{efA}
42	1,93±0,06 ^{dA}	1,70±0,05 ^{cdeB}	1,75±0,07 ^{bcAB}	1,81±0,12 ^{cdAB}
49	2,30±0,08 ^{cA}	2,01±0,05 ^{abcB}	2,03±0,10 ^{abB}	2,12±0,11 ^{bcAB}
56	2,90±0,06 ^{bA}	2,13±0,10 ^{abB}	2,15±0,07 ^{aB}	2,31±0,10 ^{abB}
60	3,51±0,10 ^{aA}	2,29±0,13 ^{aC}	2,33±0,07 ^{aBC}	2,58±0,10 ^{aB}

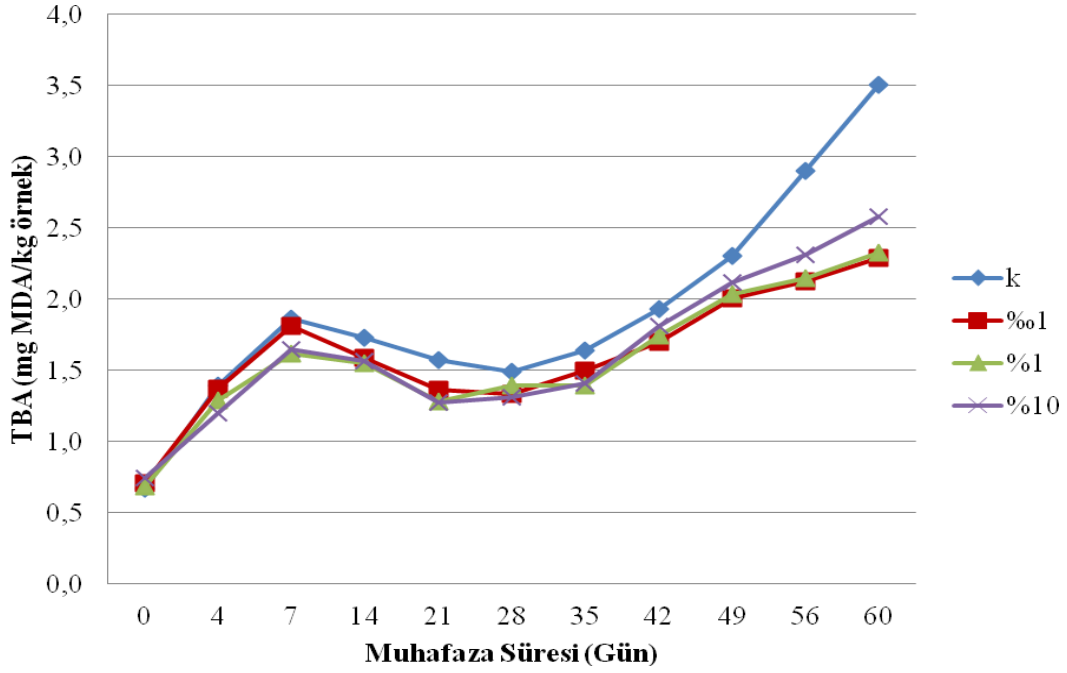
Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

Alabalık köftelerinin TBA içeriklerinin, depolama süresi ile önemli derecede arttığı belirlenmiştir ($p<0,01$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça köftelerin TBA içeriklerinin azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.45. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	TBA
Depolama Süresi	,807**
Konsantrasyon	-,171**

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.24. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca TBA değişimi

4.3.7. PV sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince PV değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.46’da gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin PV içeriklerinin depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyona göre önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.46. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	10	106,552	11357,337**
Konsantrasyon	3	19,360	2063,606**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	10,670	1137,336**
Hata	44	,009	

** $p<0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak PV değişimleri Çizelge 4.47 ve Şekil 4.25’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.47. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (meq O₂/kg)

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	3,91±0,11 ^{iC}	5,83±0,07 ^{fB}	5,91±0,04 ^{dB}	7,79±0,07 ^{eA}
4	5,18±0,09 ^{fC}	8,03±0,07 ^{eB}	8,04±0,06 ^{cB}	8,41±0,11 ^{dA}
7	8,08±0,12 ^{dC}	10,00±0,09 ^{dA}	9,90±0,08 ^{bA}	9,06±0,05 ^{cB}
14	19,84±0,11 ^{aA}	16,89±0,19 ^{bB}	9,97±0,08 ^{bC}	9,93±0,10 ^{bC}
21	13,95±0,12 ^{bB}	20,13±0,08 ^{aA}	12,50±0,10 ^{aC}	9,93±0,10 ^{bD}
28	11,82±0,12 ^{cB}	15,44±0,08 ^{cA}	7,79±0,11 ^{cD}	10,62±0,07 ^{aC}
35	7,99±0,08 ^{dA}	8,05±0,08 ^{eA}	5,60±0,13 ^{dC}	6,70±0,06 ^{fB}
42	5,86±0,09 ^{eA}	6,08±0,11 ^{fA}	5,87±0,11 ^{dA}	5,98±0,06 ^{gA}
49	4,02±0,05 ^{ghB}	5,88±0,08 ^{fA}	5,89±0,10 ^{dA}	5,94±0,08 ^{gA}
56	4,36±0,12 ^{gB}	4,01±0,10 ^{gC}	5,73±0,10 ^{dA}	5,81±0,12 ^{gA}
60	2,58±0,12 ^{jB}	3,97±0,07 ^{gA}	3,94±0,11 ^{eA}	4,09±0,11 ^{hA}

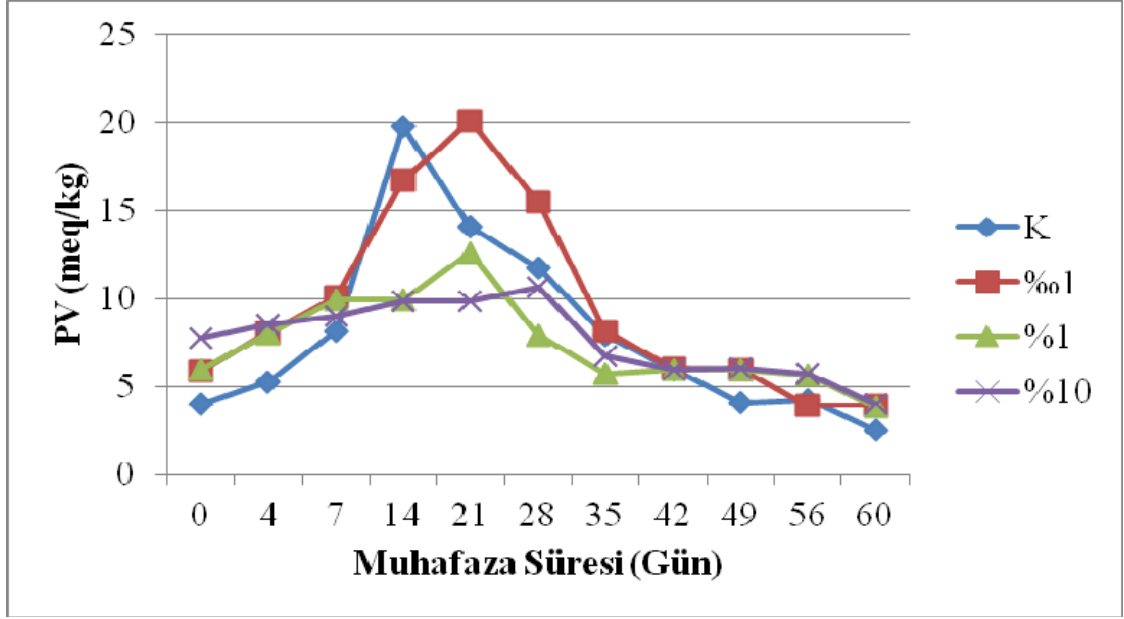
Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin PV içeriklerinin depolama süresi boyunca önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.48). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ile köftelerin PV içerikleri arasında önemli bir korelasyon olmadığı tespit edilmiştir (p>0,01).

Çizelge 4.48. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	PV
Depolama Süresi	-,396 ^{**}
Konsantrasyon	-,083

** p<0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.25. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca PV değişimi

4.3.8. CD sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince CD değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.49’da gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin CD içeriklerinin depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyona göre önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.49. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	10	,415	46,287**
Konsantrasyon	3	,674	75,235**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	,135	15,053**
Hata	44	,009	

** $p < 0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak CD değişimleri Çizelge 4.50 ve Şekil 4.26’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.50. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Abs/50 mg yağ)

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	2,72±0,05 ^{fB}	3,45±0,05 ^{abB}	3,39±0,04 ^{abA}	2,87±0,12 ^{bcA}
4	2,72±0,06 ^{fB}	3,52±0,15 ^{abB}	3,37±0,09 ^{abA}	2,89±0,08 ^{bcA}
7	2,81±0,09 ^{efB}	3,49±0,07 ^{abB}	3,30±0,07 ^{abA}	2,82±0,07 ^{caA}
14	3,16±0,06 ^{dBC}	3,56±0,06 ^{abC}	3,40±0,10 ^{abAB}	2,99±0,15 ^{abcA}
21	3,05±0,09 ^{deAB}	3,24±0,11 ^{bB}	3,11±0,05 ^{bAB}	2,91±0,11 ^{bcA}
28	3,61±0,06 ^{cA}	3,31±0,05 ^{abC}	3,25±0,04 ^{abBC}	3,13±0,06 ^{abcB}
35	3,59±0,06 ^{cA}	3,38±0,13 ^{abB}	3,30±0,17 ^{abAB}	3,14±0,05 ^{abcAB}
42	3,67±0,06 ^{cA}	3,42±0,12 ^{abB}	3,38±0,12 ^{abB}	3,20±0,08 ^{abcAB}
49	3,89±0,04 ^{bcA}	3,49±0,03 ^{abB}	3,46±0,13 ^{abB}	3,25±0,12 ^{abB}
56	4,06±0,13 ^{bA}	3,54±0,05 ^{abB}	3,49±0,13 ^{abB}	3,28±0,17 ^{abB}
60	4,48±0,15 ^{aA}	3,64±0,05 ^{abB}	3,59±0,08 ^{abB}	3,36±0,11 ^{abB}

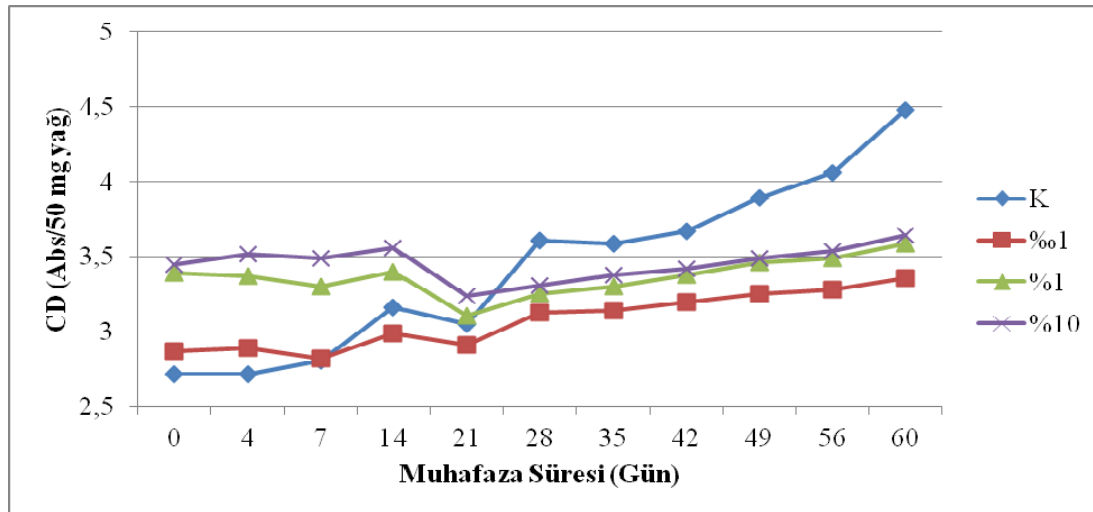
Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin depolama süresi uzadıkça CD içeriklerinin arttığı ve köftelere ilave edilen protein hidrolizati konsantrasyonu arttıkça, CD içeriklerinin azaldığı bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

Parametreler	CD
Depolama Süresi	,581**
Konsantrasyon	-,119**

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.26. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca CD değişimi

4.3.9. p-Av sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince p-Av değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.52’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin p-Av içeriklerinin depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyona göre önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.52. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	10	153,063	362,410**
Konsantrasyon	3	336,515	796,773**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	10,101	23,915**
Hata	44	,422	

** $p<0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak p-Av değişimleri Çizelge 4.53 ve Şekil 4.27’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.53. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	21,62±0,89 ^{fB}	10,29±0,63 ^{fD}	16,57±0,81 ^{eC}	24,46±0,73 ^{cdeA}
4	22,17±0,72 ^{fB}	18,83±0,79 ^{bcdC}	20,70±0,83 ^{cdBC}	26,31±0,33 ^{bcA}
7	22,15±0,14 ^{fB}	18,57±0,38 ^{bcdC}	19,51±0,80 ^{dC}	24,27±0,61 ^{cdeA}
14	27,45±0,26 ^{dA}	13,68±0,90 ^{eC}	23,57±0,33 ^{bB}	24,55±0,49 ^{cdeB}
21	31,08±0,47 ^{cA}	20,57±0,53 ^{bD}	23,33±0,26 ^{bcC}	25,77±0,92 ^{bcdB}
28	27,23±0,85 ^{dA}	15,10±0,38 ^{bcdC}	19,26±0,92 ^{deC}	23,37±0,61 ^{deB}
35	23,21±0,50 ^{efA}	16,61±0,81 ^{dC}	18,58±0,11 ^{deB}	22,22±0,67 ^{efA}
42	21,81±0,45 ^{fA}	17,57±0,13 ^{cdB}	18,20±0,95 ^{deB}	20,32±0,82 ^{fA}
49	24,87±0,72 ^{eA}	16,90±0,36 ^{cdC}	20,14±0,83 ^{eB}	23,84±0,54 ^{cdeA}
56	34,52±0,11 ^{bA}	19,59±0,72 ^{bcD}	22,95±0,47 ^{abC}	27,32±0,92 ^{bB}
60	40,73±0,39 ^{aA}	29,17±0,85 ^{aD}	31,95±0,55 ^{aC}	35,03±0,30 ^{aB}

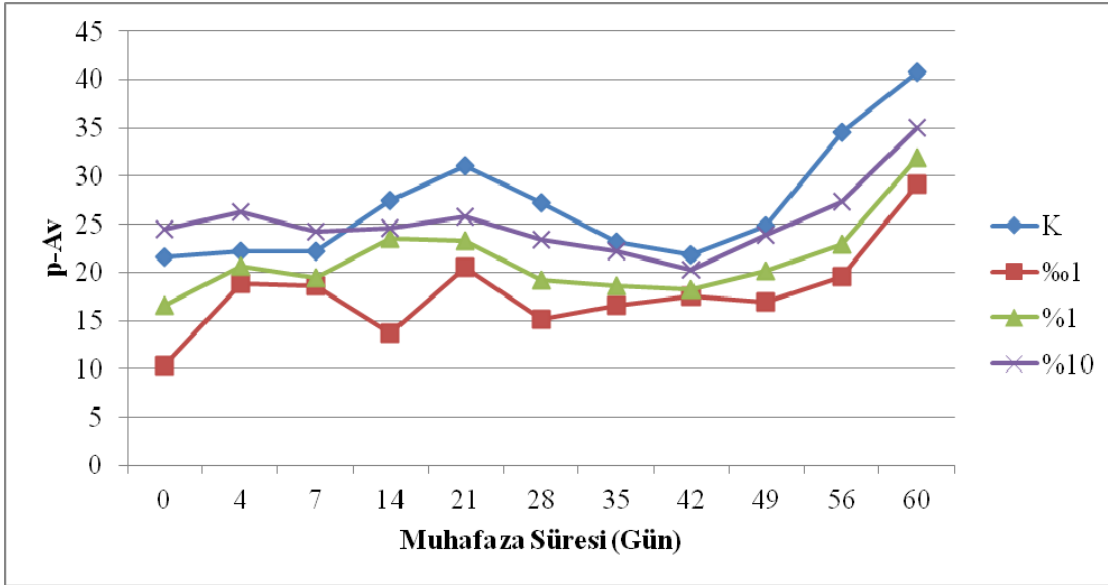
Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerler gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

Alabalık köftelerinin p-Av içeriklerinin, depolama süresi boyunca önemli derecede arttığı bulunmuştur ($p<0,01$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ile köftelerin p-Av içerikleri arasında önemli bir korelasyon olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.54. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	p-Av
Depolama Süresi	,436**
Konsantrasyon	-,043

** p<0,01 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.27. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca p-Av değişimi

4.3.10. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince mikrobiyolojik yüklerinin değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.55'te gösterilmiştir. Alabalık köftelerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri yükleri, toplam psikrofilik aerobik bakteri yükleri ve toplam anaerob bakteri yüklerinin depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki etkileşime göre önemli derecede farklılık gösterdiği bulunmuştur (p<0,01). Laktik asit bakterisi, alabalık köftelerinde depolama süresi boyunca tespit edilmemiştir. Alabalık köftelerinin *Pseudomonas sp.* bakteri yükü depolama süresi boyunca farklılık göstermiştir (p<0,01). *Pseudomonas sp.* bakterisine sadece kontrol grubunda rastlanıldığı için; köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre, istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilememiştir. Alabalık köftelerinde *Staphylococcus sp.*, toplam koliform, *E. coli*, maya ve küf mikroorganizmalarına alabalık köftelerinde depolama süresi boyunca rastlanılmamıştır.

Çizelge 4.55. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca mikrobiyolojik yüklerinin değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
<i>Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri</i>			
Depolama Süresi	10	30,237	11538,863**
Konsantrasyon	3	34,678	13233,594**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	,701	267,491**
Hata	44	,003	
<i>Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri</i>			
Depolama Süresi	10	59,237	45606,967**
Konsantrasyon	3	26,799	20632,922**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	1,514	1165,317**
Hata	44	,001	
<i>Toplam Anaerob Bakteri</i>			
Depolama Süresi	10	46,717	28951,529**
Konsantrasyon	3	52,585	32587,608**
Depolama Süresi * Konsantrasyon	30	1,672	1035,986**
Hata	44	,002	
<i>Laktik Asit Bakterisi</i>			
Depolama Süresi	T.E.	T.E.	T.E.
Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Depolama Süresi * Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Hata	T.E.	T.E.	
<i>Pseudomonas sp.</i>			
Depolama Süresi	10	16,764	8381,950**
Konsantrasyon	0	a	a
Depolama Süresi * Konsantrasyon	0	a	a
Hata	11	,002	
<i>Staphylococcus sp.</i>			
Depolama Süresi	T.E.	T.E.	T.E.
Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Depolama Süresi * Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Hata	T.E.	T.E.	
<i>Koliiform ve E. coli</i>			
Depolama Süresi	T.E.	T.E.	T.E.
Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Depolama Süresi * Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Hata	T.E.	T.E.	
<i>Maya ve Küf</i>			
Depolama Süresi	T.E.	T.E.	T.E.
Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Depolama Süresi * Konsantrasyon	T.E.	T.E.	T.E.
Hata	T.E.	T.E.	

** p<0.01 seviyesinde önemlidir. ^a Tek bir örnek olduğu için yazılamadı. T.E.: Tespit edilemedi

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak toplam mezofilik aerobik bakteri değişimleri Çizelge 4.56’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.56. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	3.00±0.04 ^{iA}	T.E.	T.E.	T.E.
4	2.66±0.05 ^{iA}	T.E.	T.E.	T.E.
7	3.62±0.09 ^{hA}	2.77±0.05 ^{gB}	2.59±0.07 ^{gC}	T.E.
14	5.00±0.04 ^{fA}	T.E.	T.E.	T.E.
21	4.67±0.12 ^{gA}	2,96±0,05 ^{fB}	2,90±0,06 ^{fB}	2,54±0,04 ^{gC}
28	5.23±0.04 ^{fA}	3,33±0,04 ^{eB}	3,24±0,05 ^{eB}	3,04±0,03 ^{fC}
35	5.53±0.08 ^{eA}	4,10±0,05 ^{dB}	3,62±0,06 ^{dC}	3,48±0,04 ^{eC}
42	5.92±0.03 ^{dA}	4,44±0,04 ^{cB}	3,68±0,07 ^{dC}	3,72±0,15 ^{dC}
49	7.02±0.03 ^{cA}	5,26±0,04 ^{bB}	4,78±0,03 ^{cC}	4,28±0,04 ^{cD}
56	7.40±0.03 ^{bA}	5,45±0,03 ^{aB}	5,06±0,03 ^{bC}	4,77±0,05 ^{bD}
60	7.71±0.05 ^{aA}	5,53±0,07 ^{aB}	5,43±0,03 ^{aB}	5,21±0,05 ^{aC}

T.E.: Tespit edilemedi. Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.57. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam psikrofilik aerobik bakteri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
4	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
7	3,55±0,05 ^{iA}	T.E.	T.E.	T.E.
14	4,74±0,06 ^{hA}	3,86±0,03 ^{hB}	3,58±0,05 ^{hC}	T.E.
21	5,75±0,07 ^{gA}	4,34±0,05 ^{gB}	4,02±0,04 ^{gC}	3,69±0,06 ^{fD}
28	6,09±0,05 ^{fA}	4,85±0,04 ^{fB}	4,65±0,05 ^{fC}	4,50±0,04 ^{eD}
35	6,39±0,04 ^{eA}	5,22±0,04 ^{eB}	5,09±0,03 ^{eC}	5,05±0,04 ^{dC}
42	7,08±0,05 ^{dA}	5,50±0,03 ^{dB}	5,45±0,03 ^{dB}	5,36±0,05 ^{cC}
49	7,26±0,04 ^{cA}	6,39±0,03 ^{cB}	6,18±0,04 ^{cC}	6,07±0,03 ^{bD}
56	8,43±0,04 ^{bA}	6,79±0,04 ^{bB}	6,44±0,06 ^{bC}	6,37±0,05 ^{aC}
60	8,93±0,04 ^{aA}	7,02±0,05 ^{aB}	6,92±0,04 ^{aC}	6,61±0,04 ^{aD}

T.E.: Tespit edilemedi. Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.58. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam anaerob bakteri değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%01 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
4	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
7	2,85±0,10 ^{iA}	T.E.	T.E.	T.E.
14	3,74±0,05 ^{hA}	T.E.	T.E.	T.E.
21	5,28±0,04 ^{gA}	T.E.	T.E.	T.E.
28	5,60±0,08 ^{fA}	2,60±0,12 ^{fB}	T.E.	T.E.
35	6,34±0,03 ^{eA}	3,21±0,03 ^{eB}	2,93±0,04 ^{eC}	2,52±0,06 ^{eD}
42	6,94±0,05 ^{dA}	4,12±0,05 ^{dB}	3,71±0,03 ^{dC}	3,32±0,03 ^{dD}
49	7,61±0,05 ^{cA}	4,84±0,06 ^{cB}	4,38±0,04 ^{cC}	3,67±0,03 ^{cD}
56	8,50±0,03 ^{bA}	5,45±0,03 ^{bB}	5,16±0,04 ^{bC}	4,30±0,03 ^{bD}
60	8,96±0,03 ^{aA}	6,21±0,04 ^{aB}	5,62±0,08 ^{aC}	5,12±0,04 ^{aD}

T.E.: Tespit edilemedi. Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.59. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca *Pseudomonas sp.* değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%01 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
4	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
7	3,53±0,08 ⁱ	T.E.	T.E.	T.E.
14	4,71±0,08 ^h	T.E.	T.E.	T.E.
21	4,99±0,04 ^g	T.E.	T.E.	T.E.
28	5,50±0,03 ^f	T.E.	T.E.	T.E.
35	6,15±0,04 ^e	T.E.	T.E.	T.E.
42	6,89±0,04 ^d	T.E.	T.E.	T.E.
49	7,25±0,03 ^c	T.E.	T.E.	T.E.
56	8,04±0,04 ^b	T.E.	T.E.	T.E.
60	8,48±0,01 ^a	T.E.	T.E.	T.E.

T.E.: Tespit edilemedi. Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin depolama süresi uzadıkça; toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, toplam anaerob bakteri ve *Pseudomonas sp.* bakteri yüklerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.60). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri ve toplam anaerob bakteri yüklerinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (p<0,01).

Çizelge 4.60. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca mikrobiyolojik yüklerinin değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

		Mikrobiyolojik Yük
<i>Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri</i>		
Depolama Süresi		,818**
Konsantrasyon		-,437**
<i>Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri</i>		
Depolama Süresi		,889**
Konsantrasyon		-,296**
<i>Toplam Anaerob Bakteri</i>		
Depolama Süresi		,816**
Konsantrasyon		-,423**
<i>Laktik Asit Bakterisi</i>		
Depolama Süresi		T.E.
Konsantrasyon		T.E.
<i>Pseudomonas sp.</i>		
Depolama Süresi		,950**
Konsantrasyon		a
<i>Staphylococcus sp.</i>		
Depolama Süresi		T.E.
Konsantrasyon		T.E.
<i>Koliform ve E. coli</i>		
Depolama Süresi		T.E.
Konsantrasyon		T.E.
<i>Maya ve Küf</i>		
Depolama Süresi		T.E.
Konsantrasyon		T.E.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir. ^a Tek bir örnek olduğu için yazılamadı. T.E. Tespit edilemedi

4.3.11. Duyusal panel sonuçları

4.3.11.1. Genel görünüş özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince genel görünüşünü tanımlayan duyuşsal analiz değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.61'de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin genel görünüşlerine verilen puanların depolama süresi boyunca önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksyonun genel görünüş özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.61. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel görünüş değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	7.087	21.858**
Konsantrasyon	3	.104	.321
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	.154	.474
Hata	14	.324	

** p<0.01 seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak genel görünüşünü tanımlayan duyuusal analiz değişimleri Çizelge 4.62’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.62. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel görünüş değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	8,80±0,28 ^{aA}	8,80±0,28 ^{aA}	8,95±0,64 ^{aA}	8,45±1,34 ^{aA}
7	7,07±0,95 ^{aA}	7,20±0,28 ^{bA}	6,90±0,71 ^{bA}	7,50±0,71 ^{aA}
14		7,20±0,00 ^b	7,23±0,04 ^{ab}	7,80±0,28 ^a
21		6,00±0,28 ^c	6,36±0,14 ^b	6,51±0,10 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Alabalık köftelerinin tuz yoğunluğuna verilen puanların köftelere ilave edilen protein hidrolizati konsantrasyonu arttıkça önemli derecede azaldığı bulunmuştur (p<0,01). Depolama süresi uzadıkça genel görünüş, lezzet ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine verilen puanların önemli derecede düştüğü; balık kokusu, baharat kokusu, ransid koku, tadda baharat yoğunluğu ve elastikiyet puanları gibi özelliklere verilen puanların ise önemli derecede arttığı tespit edilmiştir (p<0,01). Ayrıca köftelerin genel kabul edilebilirliklerini; genel görünüş, ransid koku, lezzet (p<0,01) ve elastikiyet (p<0,05) özelliklerine verilen puanların önemli derecede etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca duyuşal değişimlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	Konsantrasyon	Depo Süresi	Genel Görünüş	Balık Kokusu	Baharat Kokusu	Ransid Koku	Lezzet	Tuz Yoğunluğu	Baharat Yoğunluğu	Kuruluk-Sululuk	Elastikiyet	Genel Kabul Edilebilirlik
Konsantrasyon	1	,214	-,052	,237	,320	,190	-,099	-,500**	-,118	,213	-,028	-,078
Depolama Süresi	,214	1	-,800**	,564**	,503**	,642**	-,672**	,096	,420*	,049	,541**	-,628**
Genel Görünüş	-,052	-,800**	1	-,541**	-,430*	-,618**	,721**	-,394*	-,437*	-,174	-,372	,743**
Balık Kokusu	,237	,564**	-,541**	1	,507**	,318	-,443*	,024	,143	,024	,121	-,373
Baharat Kokusu	,320	,503**	-,430*	,507**	1	,265	-,310	-,183	,446*	,399*	,021	-,143
Ransid Koku	,190	,642**	-,618**	,318	,265	1	-,583**	,042	,333	-,137	,460*	-,724**
Lezzet	-,099	-,672**	,721**	-,443*	-,310	-,583**	1	-,379*	-,166	-,092	-,333	,797**
Tuz Yoğunluğu	-,500**	,096	-,394*	,024	-,183	,042	-,379*	1	-,120	,070	,165	-,370
Baharat Yoğunluğu	-,118	,420*	-,437*	,143	,446*	,333	-,166	-,120	1	,248	,209	-,193
Kuruluk-Sululuk	,213	,049	-,174	,024	,399*	-,137	-,092	,070	,248	1	-,427*	,022
Elastikiyet	-,028	,541**	-,372	,121	,021	,460*	-,333	,165	,209	-,427*	1	-,448*
Genel Kabul Edilebilirlik	-,078	-,628**	,743**	-,373	-,143	-,724**	,797**	-,370	-,193	,022	-,448*	1

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

4.3.11.2. Balık kokusu özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince balık kokusu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.64'te gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin balık kokusu özelliğine verilen puanların depolama süresi boyunca önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,01$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki etkileşimin balık kokusu özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.64. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca balık kokusu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	5,980	6,413**
Konsantrasyon	3	,550	,590
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,995	1,067
Hata	14	,933	

** $p<0,01$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak balık kokusunu tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.65'te gösterilmiştir. Korelasyon analizine göre; balık kokusuna verilen puanların protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre değişmediği belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca, balık kokusu özelliğine verilen puanların sadece kontrol grubunda önemli derecede arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.65. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca balık kokusu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	0.64±0.08 ^{ba}	1.14±0.62 ^{aA}	1.35±0.21 ^{aA}	2.75±1.63 ^{aA}
7	3.07±0.10 ^{aA}	3.50±1.56 ^{aA}	3.50±1.56 ^{aA}	3.05±0.21 ^{aA}
14		3.33±1.23 ^a	4.45±1.20 ^a	2.70±0.28 ^a
21		3.61±0.72 ^a	3.18±0.45 ^a	3.39±1.15 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

4.3.11.3. Baharat kokusu özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince, baharat kokusu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.66'da gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin baharat kokusu özelliğine verilen puanların depolama süresi boyunca önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki

interaksiyonun baharat kokusu özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.66. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat kokusu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	2,760	4,321*
Konsantrasyon	3	1,730	2,708
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,800	1,252
Hata	14	,639	

* $p<0,05$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak baharat kokusu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.67’de gösterilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; baharat kokusuna verilen puanların protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre önemli derecede değişmediği belirlenmiştir ($p>0,05$). Kontrol grubunun baharat kokusu özelliğine verilen puanların muhafaza süresi boyunca arttığı tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.67. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat kokusu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	1,65±0,21 ^{bc}	3,55±0,35 ^{aA}	2,00±0,71 ^{aBC}	3,20±0,42 ^{aAB}
7	2,84±0,23 ^{aA}	3,10±1,27 ^{aA}	4,33±0,10 ^{aA}	4,50±0,42 ^{aA}
14		4,90±1,27 ^a	4,00±1,70 ^a	4,20±0,85 ^a
21		4,34±0,57 ^a	3,80±0,71 ^a	3,61±0,44 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

4.3.11.4. Ransid koku özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince ransid koku özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.68’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin ransid koku özelliğine verilen puanların depolama süresi boyunca önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksiyonun köftelerin ransid koku özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.68. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca ransid koku değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	4,967	18,651**
Konsantrasyon	3	,446	1,674
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,480	1,804
Hata	14	,266	

** p<0,01 seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak ransid koku özelliğini tanımlayan duyuşal analiz değişimleri Çizelge 4.69'da gösterilmiştir. Korelasyon analizine göre; köfte gruplarında ransid koku özelliğine verilen puanların protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre değişmediği belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca kontrol grubu haricindeki köfte gruplarında ransid kokunun arttığı panelistler tarafından tespit edilmiştir.

Çizelge 4.69. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca ransid koku değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%01 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	1,10±0,85 ^{aA}	1,40±0,42 ^{bA}	1,60±0,14 ^{bcA}	0,75±0,64 ^{bA}
7	2,60±0,00 ^{aA}	1,97±0,04 ^{bC}	2,34±0,23 ^{abAB}	1,42±0,25 ^{abB}
14		1,45±0,69 ^b	1,34±0,20 ^c	1,77±0,24 ^{ab}
21		4,02±1,27 ^a	2,73±0,30 ^a	2,80±0,00 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

4.3.11.5. Lezzet özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince lezzet özelliğini tanımlayan duyuşal analiz değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.70'de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin lezzet özelliğine verilen puanların, depolama süresi boyunca önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki interaksyonun köftelerin lezzet özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir (p>0,05).

Çizelge 4.70. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	4,908	7,665**
Konsantrasyon	3	,089	,139
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,668	1,043
Hata	14	,640	

** p<0,01 seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak lezzet özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.71’de gösterilmiştir. Korelasyon analizine göre; köfte gruplarının lezzet özelliğine verilen puanların protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre önemli derecede değişmediği tespit edilmiştir (p>0,05). Muhafaza süresi boyunca köftelerin lezzet özelliğine verilen puanların önemli derecede değişmediği belirlenmiştir (p>0,05).

Çizelge 4.71. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca lezzet değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	8,40±0,85 ^{aA}	7,50±0,42 ^{aA}	8,20±0,00 ^{aA}	8,80±0,85 ^{aA}
7	7,35±0,49 ^{aA}	7,56±0,23 ^{aA}	7,08±1,16 ^{aA}	7,08±1,81 ^{aA}
14		7,45±0,21 ^a	7,00±0,14 ^a	7,85±0,72 ^a
21		5,91±1,15 ^a	6,86±0,65 ^a	5,43±0,33 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

4.3.11.6. Tuz yoğunluğu özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince tat özelliklerinden olan tuz yoğunluğu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.72’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin tuz yoğunluğuna verilen puanların depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki etkileşimden etkilenmediği tespit edilmiştir (p>0,05).

Çizelge 4.72. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz yoğunluğu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	1,206	1,996
Konsantrasyon	3	1,383	2,289
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,055	,091
Hata	14	,604	

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak tuz yoğunluğu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.73'te gösterilmiştir. Korelasyon analizine göre; protein hidrolizati konsantrasyonu arttıkça, köfte örneklerinin tuz yoğunluğuna verilen puanların azaldığı belirlenmiştir ($p<0,01$). Panelistler tarafından tuz yoğunluğu en yüksek olan grubun kontrol grubu, en düşük olan grubun ise %10 protein hidrolizati ilave edilen grup olarak değerlendirildiği belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca panelistler tarafından tuz yoğunluğu açısından köfte grupları arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.73. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca tuz yoğunluğu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	5,90±0,42 ^{aa}	5,15±0,64 ^{aa}	5,15±0,64 ^{aa}	4,65±1,63 ^{aa}
7	6,67±0,52 ^{aa}	6,38±0,88 ^{aa}	5,92±1,02 ^{aa}	5,31±1,00 ^{aa}
14		5,50±0,42 ^a	5,16±0,48 ^a	5,00±0,57 ^a
21		5,89±0,13 ^a	5,93±0,10 ^a	5,26±0,99 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

4.3.11.7. Baharat yoğunluğu özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince tat özelliklerinden olan baharat yoğunluğu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.74'de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin baharat yoğunluğuna verilen puanların depolama süresi ve köftelere ilave edilen protein hidrolizati konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki etkileşimden etkilenmediği tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.74. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat yoğunluğu değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	2,107	1,759
Konsantrasyon	3	1,380	1,152
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,432	,360
Hata	14	1,198	

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak baharat yoğunluğu özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.75’de gösterilmiştir. Baharat yoğunluğu özelliğine verilen puanların, protein hidrolizatı konsantrasyonuna göre önemli derecede değişmediği belirlenmiştir ($p>0,05$). Baharat yoğunluğu özelliğine verilen puanlarda muhafaza süresi boyunca önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.75. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca baharat yoğunluğu değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	3,50±0,14 ^{AB}	4,80±0,71 ^{aA}	4,35±0,35 ^{aAB}	3,40±0,28 ^{aB}
7	5,15±1,77 ^{aA}	4,90±0,42 ^{aA}	4,70±1,70 ^{aA}	4,08±0,96 ^{aA}
14		5,59±0,61 ^a	6,02±0,17 ^a	4,38±0,54 ^a
21		4,92±1,75 ^a	5,39±1,26 ^a	4,96±1,90 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

4.3.11.8. Kuruluk-sululuk özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince kuruluk-sululuk özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.76’da gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin kuruluk-sululuk özelliğine verilen puanların, depolama süresi, köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki etkileşimden etkilenmediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.76. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca kuruluk-sululuk değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	,121	,187
Konsantrasyon	3	,528	,817
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,512	,793
Hata	14	,647	

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak kuruluk-sululuk özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.77’de gösterilmiştir. Panelistlerin köfte gruplarına kuruluk-sululuk özellikleri açısından benzer puanlar verdiği ve bu puanların muhafaza süresi boyunca önemli bir değişim göstermediği tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.77. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca kuruluk-sululuk değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	4,10±0,71 ^{aA}	4,50±0,42 ^{aA}	4,30±1,27 ^{aA}	4,30±0,71 ^{aA}
7	3,65±1,91 ^{aA}	4,62±0,54 ^{aA}	4,54±0,76 ^{aA}	5,27±0,18 ^{aA}
14		4,38±0,74 ^a	4,45±0,16 ^a	4,77±0,52 ^a
21		4,46±0,71 ^a	5,08±0,59 ^a	3,61±0,10 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

4.3.11.9. Elastikiyet özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince elastikiyet özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.78’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin elastikiyet özelliğine verilen puanların depolama süresi boyunca önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi ile hidrolizat konsantrasyonu arasındaki etkileşimin köftelerin elastikiyet özelliğine verilen puanları etkilemediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.78. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca elastikiyet değişimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	3,781	4,532*
Konsantrasyon	3	,227	,272
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,561	,672
Hata	14	,834	

* $p<0,05$ seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak elastikiyet özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.79’da gösterilmiştir. Elastikiyet değerlendirmesinde panelistler köfte gruplarına benzer değerler vermiş ve muhafaza süresi boyunca %10 protein hidrolizatı konsantrasyonlu grubun önemli derecede arttığını (sertleştiğini) belirlemişlerdir.

Çizelge 4.79. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca elastikiyet değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	4,60±1,70 ^{aA}	4,75±0,35 ^{aA}	4,30±0,14 ^{aA}	4,27±0,66 ^{bA}
7	5,20±2,26 ^{aA}	4,95±0,64 ^{aA}	4,68±0,17 ^{aA}	3,76±0,51 ^{bA}
14		4,85±0,27 ^a	4,70±0,42 ^a	4,66±0,76 ^{ab}
21		5,51±1,03 ^a	5,95±0,69 ^a	6,85±0,13 ^a

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerleri gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

4.3.11.10. Genel kabul edilebilirlik özelliğine ait bulgular

Alabalık köftelerinin muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimlerine ait varyans analizi Çizelge 4.80’de gösterilmiştir. Alabalık köftelerinin genel kabul edilebilirlik özelliğinin depolama süresi boyunca önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu ve depolama süresi * konsantrasyon etkileşimi köftelerin elastikiyet özelliğini etkilemediği belirlenmiştir (p>0,05).

Çizelge 4.80. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değişimlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	s.d.	KO	F
Depolama Süresi	3	8,306	19,041 ^{**}
Konsantrasyon	3	,426	,976
Depolama Süresi * Konsantrasyon	7	,896	2,053
Hata	14	,436	

** p<0,01 seviyesinde önemlidir.

Alabalık köftelerinin muhafaza süresine bağlı olarak genel kabul edilebilirlik özelliğini tanımlayan duyu analizi değişimleri Çizelge 4.81’de gösterilmiştir. Köftelerin genel kabul edilebilirlik özelliği açısından, panelistlerin köfte gruplarına benzer puanlar verdiği belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca kontrol grubunun genel kabul edilebilirlik değerleri önemli derecede değişmezken (p>0,05), protein hidrolizatı ilaveli köfte gruplarının puanının düştüğü tespit edilmiştir (p<0,01).

Çizelge 4.81. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca genel kabul edilebilirlik değişimlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	7,70±0,28 ^{aA}	8,50±0,42 ^{aA}	8,72±0,59 ^{aA}	8,65±0,64 ^{aA}
7	6,80±1,41 ^{aA}	6,98±0,03 ^{bA}	6,23±0,52 ^{bA}	7,42±1,16 ^{abA}
14		7,80±0,28 ^{ab}	7,80±0,28 ^{ab}	7,67±0,81 ^{ab}
21		6,54±0,51 ^b	6,51±0,58 ^b	4,64±0,25 ^b

Tabloda iki tekerrürlü ve iki paralelli sonuçların ort ± sd değerler gösterilmektedir. Aynı sütunda farklı küçük harflerle ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

4.3.11.11. Tercih sıralama özelliğine ait bulgular

Panelistlerin alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca yaptıkları tercihler Çizelge 4.82’de gösterilmektedir. Alabalık köftelerinden %10 protein hidrolizatu ilave edilen grubun 8 panelist tarafından en beğenilen grup olarak tercih edildiği belirlenmiştir. Panelistlerden 7’sinin %1 protein hidrolizatu ilave edilen köfte grubunu 2. en beğenilen grup, panelistlerden 6’sının %01 protein hidrolizatu ilave edilen köfte grubunu 3. en beğenilen grup ve 8 panelistin kontrol grubunu en beğenilmeyen grup olarak belirlediği bulunmuştur. İki haftalık depolama süresi boyunca, %10 protein hidrolizatu ilave edilen grubun en beğenilen grup olarak kaldığı, ancak depolamanın 3. haftası bu grubun en son tercih edilen grup olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.82. Alabalık köftelerinin muhafaza süresi boyunca panelist tercih sıralamasına ait değişimler

Depolama Süresi (Hafta)	Kontrol	%1 Konsantrasyon	%1 Konsantrasyon	%10 Konsantrasyon
0	4 (8)	3 (6)	2 (7)	1 (8)
	3 (2)	2 (2)	1 (1)	2 (1)
		1 (1)	3 (1)	3 (1)
		4 (1)	4 (1)	
7	4 (5)	2 (4)	2 (6)	1 (8)
	3 (4)	3 (3)	3 (2)	3 (1)
	1 (1)	4 (3)	1 (1)	4 (1)
			4 (1)	
14		3 (5)	2 (7)	1 (8)
		2 (3)	3 (3)	3 (2)
		1 (2)		
		2 (6)	1 (5)	3 (6)
21		3 (2)	2 (3)	1 (3)
		1 (2)	3 (2)	2 (1)

Parentez dışındaki değerler örnek gruplarının sıralama derecesini ve parantez içindeki değerler ilgili tercih sıralamasını yapan kişi sayısını göstermektedir.

5. TARTIŞMA

5.1. Levrek Yan Ürünleri ile Protein Hidrolizatlarının Verimleri ve Kimyasal Kompozisyonları

Samaranayaka ve Li-Chan (2008) Pasifik mezgitinden farklı enzimlerle elde edilen protein hidrolizatlarının veriminin %14,8-64,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Slizyte vd (2009) protein hidrolizatlarını morina balığının omurgasından protameks enzimi ile hazırlamışlardır. Protein hidrolizatlarının veriminin taze ve donmuş omurgadan elde edilmesine bağlı olarak, %3,9-9,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Chalamaiah vd (2010) Hint mrigal sazınının (*Cirrhinus mrigala*) yumurtasından hazırladıkları protein hidrolizatlarının verimini; alkalaz enzimi ile hazırlananda %41,2 ve papain enzimi ile hazırlananda %9,7 olarak tespit etmişlerdir. Alkalaz ile elde edilen hidrolizatların veriminin daha yüksek bulunmasının sebebinin; proteinlerin alkalaz ile daha iyi çözünmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Vakumla kurutma işleminde hiç örnek kaybı olmamasından dolayı, önceki çalışmalardan daha yüksek verim bulduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca hidroliz derecesi yüksek olan hidrolizatların verimlerinin de yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Yin vd (2010) yayın balığı derisinden elde ettiği protein hidrolizatı veriminin %21,51 olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada protein hidrolizatlarının verimi %9,00-14,40 arasında bulunmuştur. Verim değeri, Slizyte vd (2009)'nin bildirdiği değerlere benzerlik göstermiş ancak diğer çalışmalara sonuçlarına göre daha düşük olarak bulunmuştur. Bunun nedeninin, kullanılan ham materyalin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmada ham materyal olarak; balık kafa ve omurgası kullanılmasından dolayı hidrolizatların inorganik madde içerikleri yüksek bulunmuştur. bundan dolayı hidrolizat içeriğinde yüksek bulunan inorganik madde içeriğinin düşük çıkmasına neden olduğu düşünülmüştür.

Liaset ve Espe (2008) farklı balıklardan protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının inorganik madde içeriklerinin %7,64-13,88 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sathivel vd (2008) alkalaz enzimi ile pollock derisinden farklı hidroliz sürelerine göre hazırlamış oldukları protein hidrolizatlarının su içeriğinin %4,1-4,8, protein içeriğinin %93,7-94,5, yağ içeriğinin %1'den daha düşük ve inorganik madde içeriğinin %1,4-1,5 olduğunu bulmuşlardır.

Wasswa vd (2008) sazan derisinden alkalaz enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatının su içeriklerinin %2,87, protein içeriklerinin %90,80, yağ içeriklerinin %0,21 ve inorganik madde içeriklerinin %5,18 olduğunu bildirmişlerdir.

Batista vd (2010) protameks enzimi ile farklı bir deniz balığı yan ürünlerinden hazırladıkları protein hidrolizatlarının su içeriğini %3,16, protein içeriğini %77,52, yağ içeriğini %1,01 ve inorganik madde içeriğini %18,46 olarak saptamışlardır.

Chalamaiah vd (2010) Hint mrigal sazanının yumurtasından hazırladıkları protein hidrolizatlarının su oranlarının %5,2-8,2, protein oranlarının %70-85, yağ oranlarının %6,1-14,9, inorganik madde oranlarının %3,7-6,9 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yin vd (2010) yayın balığı derisinden elde ettiği protein hidrolizatlarının su içeriğinin %6,75, protein içeriğinin %88,34, yağ içeriğinin %1,83 ve inorganik madde içeriğinin %3,07 olduğunu bildirmişlerdir.

Konuyla ilgili yapılmış olan benzer çalışmalarda da bildirildiği gibi; hidrolizatların protein içeriklerinin balık yan ürünlerinin protein içeriklerinden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Waswa vd 2008, Batista vd 2010). Dolayısıyla bu çalışmada bulunan değerler önceki çalışmaların sonuçları ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.1’de gösterildiği gibi; levrek yan ürünlerinde %36,58 olan protein oranı, hidrolizasyon koşullarına bağlı olarak %91,02’ye kadar yükselmiştir. Bu çalışmada protein hidrolizatlarının su içerikleri %0,57-6,07, protein içerikleri %51,25-91,02, yağ içerikleri %1,37-4,36 ve inorganik madde içerikleri %6,64-43,54 arasında bulunmuştur. Çalışmada bulunan değerlerin önceki literatür çalışmalarında bulunan değerler ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Zhou ve Regenstein (2006) morina balığının derisinden elde ettikleri jelatine toplam protein içeriğinin yaklaşık olarak 0,2-1,0 mg/ml arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Reed ve Park (2008) suriminin toplam protein içeriğinin yaklaşık olarak 6,5-10,5 µg/µl arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerinin 6.599-6.735 µg/ml ve alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının toplam protein içeriklerinin 6.686-8.177 µg/ml arasında olduğu bulunmuştur. Bu sonuçların Reed ve Park (2008) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik gösterdiği ancak Zhou ve Regenstein (2006) tarafından bildirilen değerlerden daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir.

5.2. Protein Hidrolizatları ile İlgili Tartışma

5.2.1. Elektroforetik analiz

Sathivel vd. (2008) alkalaz enzimi ile pollock derisinden 10 ve 30 dk’lık hidroliz süresinde elde ettikleri protein hidrolizatlarının 25kDa’dan ve 45 dk’lık hidroliz süresinde elde ettikleri protein hidrolizatlarının 13kDa’dan daha düşük moleküler ağırlıkta peptit ve protein içerdiğini bildirmişlerdir.

Slizyte vd (2009) morina balığı omurgasından elde ettikleri protein hidrolizatlarının hidroliz süresi uzadıkça daha fazla hidroliz olmalarından dolayı, düşük moleküler ağırlıklı peptidlerin daha fazla miktarda oluştuğunu bildirmişlerdir.

Chalamaiah vd (2010) Hint mrigal sazanının yumurtasından hazırladıkları protein hidrolizatlarındaki peptitlerin moleküler ağırlıklarının 10kDa'dan daha küçük olduğunu bildirmişlerdir. Protein hidrolizatlarının düşük moleküler ağırlıklı peptitlere sahip olmasının peptitlerin biyoaktif özellik gösterebileceğinin bir işareti olduğunu vurgulamışlardır. Hidrolizatlarda bulunan düşük moleküler ağırlıklı peptitlerin, daha yüksek hidroliz derecesine sahip olmaları ile bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir.

Yin vd (2010) yayın balığı derisinden elde ettiği protein hidrolizatlarının protein bantlarının moleküler ağırlıklarının çoğunun 10kDa'un altında olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek hidrolizasyon derecesinden dolayı büyük moleküler ağırlıklı bir bantın protein hidrolizatlarında görünmediğini ve protein hidrolizatlarında daha az protein bandı belirlendiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmada; ham örnekte 13 protein bantı tespit edilirken, protameks enzimi ile 50°C'de elde edilen hidrolizatlarda 2,5-69 kDa moleküler ağırlıklar arasında 7-8 bant, 60°C'de elde edilen hidrolizatlarda 3-69 kDa moleküler ağırlıklar arasında 4-7 bant tespit edilmiştir. Alkalaz enzimi ile 50 °C'de elde edilen hidrolizatlarda 3-81 kDa moleküler ağırlıklar arasında 2-11 bant, 60 °C'de elde edilen hidrolizatlarda 2-71 kDa moleküler ağırlıklar arasında 3-7 bant belirlenmiştir. Önceki literatür çalışmalarına benzer olarak, bu çalışmada 14kDa'nun altında protein bantlarının yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ham örneğe göre protein hidrolizatlarının daha az protein bantına sahip olmasının nedeni; hidrolizasyon şartlarından dolayı proteinlerin daha küçük peptit ve aminoasitlere parçalanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.2.2. Aminoasit içeriği

FAO/WHO/UNU (2007) yetişkin bir insanın günlük alması gereken esansiyel aminoasit miktarını treonin (Thr) için %2,3, valin (Val) için %3,9, metionin (Met) için %1,6, isolösin (Ile) için %3, lösin (Leu) için %5,9, histidin (His) için %1,5, fenilalanin (Phe) için %3,8 ve lizin (Lys) için %4,5 olarak rapor etmiştir.

Liaset ve Espe (2008) farklı balıklardan protameks enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatlarının esansiyel aminoasit içeriklerinin toplam aminoasit içeriklerine oranının %46.57 olduğunu bildirmişlerdir. Protein hidrolizatlarında bulunan aminoasit içeriklerinin yaklaşık olarak %8 Lys, %7 Leu, %6 Arg, %4 Val, %3 Thr, %3 Ile, %3 Phe, %2 His, %2 Met, %1 Trp, %6 Ala, %4 Gly, %4 Ser, %3 Pro ve %2 Tyr'den oluştuğu bildirilmiştir.

Sathivel vd (2008) alkalaz enzimi ile pollock derisinden farklı sürelerde hazırlanmış oldukları protein hidrolizatlarının esansiyel aminoasit içeriklerinin, toplam aminoasit içeriklerine oranının yaklaşık %18 olduğunu bildirmişlerdir. Protein hidrolizatlarında aminoasit içeriklerinin yaklaşık olarak %5 Lys, %3 Thr, %4 Leu, %3 Val, %2 Ile, %2 Phe, %2-3 Met, %2 His, %20 Gly, %11 Glu, %8 Ala, %10 Pro, %8 Asp, %6 Ser, %1 Tyr ve %9 Arg'den oluştuğunu bulmuşlardır.

Foh vd (2010) alkalazın dahil olduğu farklı enzimlerle elde ettikleri protein hidrolizatlarında aminoasit içeriklerinin yaklaşık olarak %10 Lys, %8 Leu, %4 Thr, %4 Val, %3 Ile, %3 Met, %3 Phe, %2 His, %19-21 Glu, %10 Asp, %7 Ala, %6 Arg, %5 Gly, %4 Ser, %3-6 Pro ve %2 Tyr'den oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Hsu (2010) tuna balığının koyu kaslarından hazırlanan protein hidrolizatlarında bulunan aminoasit içeriklerinin, kullandıkları enzime bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Orientaz enzimi ile elde edilen saflaştırılmış hidrolizatların aminoasit içeriğinin; Leu-Pro-Thr-Ser-Glu-Ala-Ala-Lys-Tyr, Proteaz XXIII enzimi ile elde edilen saflaştırılmış hidrolizatların aminoasit içeriğinin; Pro-Met-Asp-Tyr-Met-Val-Thr'den oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Yin vd (2010) yayın balığı derisinden elde ettikleri protein hidrolizatlarının esansiyel aminoasit içeriklerinin bir kısmının yetişkin bir insanın tüketimi için gerekli olan miktarı karşıladığını, bir kısmının da bu miktarı aştığını bildirmişlerdir. Ancak protein hidrolizatlarında bulunan sadece metionin esansiyel aminoasidinin, verilen bu değerlerin altında kaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca protein hidrolizatlarının toplam esansiyel aminoasit içeriklerinin %23-26 arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, protein hidrolizatının esansiyel aminoasit içeriği %44,09 olarak bulunmuştur. Sathivel vd (2008) ile Yin vd (2010)'nin değerlerinden daha yüksek bulunmasının sebebi; bu araştırmacıların çalışmalarında ham materyal olarak balık derisi kullanmış olmaları ve balık derisinin esansiyel olmayan aminoasitleri daha fazla miktarda içermesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

5.2.3. Hidroliz derecesi

Sathivel vd (2008) alkalaz enzimi ile pollock derisinden farklı sürelerde hazırlanmış oldukları protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin hidroliz süresi arttıkça arttığını ve %13-36 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Wasswa vd (2008) alkalaz enzimi ile sazan derisinden elde ettikleri protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin; hidroliz sıcaklığı, pH değeri, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak %1,13-15,15 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bougatef vd (2009b) sardalya yan ürünlerinden farklı enzimlerle hazırlanan protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerinin %5-11 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Slizyte vd (2009) morina balığının omurgasından elde ettikleri protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin, hidroliz süresine bağlı olarak arttığını ve %21,7-24 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Batista vd (2010) sardalya yan ürünlerinden protameks enzimi ile hazırlanan protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin enzim konsantrasyonu arttıkça arttığını ve %20-50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Chalamaiah vd (2010) Hint mrigal sazınının yumurtasından hazırladıkları protein hidrolizatlarının hidroliz derecelerinin, hidroliz süresine bağlı olarak başlangıçta hızlı bir şekilde, daha sonra yavaş bir oranda arttığını bildirmişlerdir. Hidroliz başladıktan 90 dk sonra alkalaz ile elde edilen hidrolizatların hidroliz derecesinin %62, papainle elde edilen hidrolizatların hidroliz derecesinin %17,1 olduğunu tespit etmişlerdir. Alkalaz gibi alkali proteazların papain ya da pepsin gibi nötral ya da asidik proteazlardan daha yüksek proteolitik aktivite sergilediklerini ve bu sebepten alkalaz ile elde edilen hidrolizatların daha yüksek hidroliz derecesine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Foh vd (2010) tarafından taze kıyılmış tilapia kasından elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin hidroliz süresine bağlı olarak arttığı ve yaklaşık olarak %1-25 arasında olduğu bildirilmiştir.

Hsu (2010) tuna balığının koyu kaslarından hazırlanan protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin ilk 60 dk içinde yüksek oranlarda artış gösterdiğini, daha sonra sabit kaldığını bulmuştur. Bu değişimin sebebinin proteinlerin ilk 60 dk içinde peptitlere yüksek oranda parçalanması olmasından kaynaklanmış olabileceği bildirmiştir. En yüksek hidroliz derecesini %30,2 olarak tespit etmiştir.

Bu çalışmada, önceki çalışmalara benzer olarak protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin süreye bağlı olarak arttığı bulunmuştur. Protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin genelde ilk 40 dk içinde daha fazla bir ivme gösterdiği, sonraki 20 dk içinde daha yavaş bir şekilde artmaya devam ettiği ve %5,03-28,29 arasında olduğu belirlenmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin genelde ilk 50 dk içinde daha yüksek bir ivme gösterdiği ve %10,29-34,02 arasında olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları önceki çalışmaların sonuçlarına benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

5.2.4. Su tutma kapasitesi

Bazı çalışmalarda balık protein hidrolizatlarının mükemmel su tutma kapasitesine sahip oldukları ve kıymaya eklendiklerinde pişirme verimini arttırabildikleri bildirilmiştir (Shahidi vd 1995, Kristinsson ve Rasco 2000). Enzimatik hidroliz boyunca artan COOH ve NH₂ gibi polar grupların varlığı adsorblanan su miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Kristinsson ve Rasco 2000).

Wasswa vd (2007) balık derisinden elde edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesini 2-4,9ml/g arasında bulmuşlar ve su tutma kapasitesinin hidroliz derecesi arttıkça önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Wasswa vd (2008) sazan derisinden alkalaz enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatının su tutma kapasitesinin 3,2ml/g olduğunu bildirmişlerdir.

Slizyte vd (2009) morina balığının omurgasından protameks enzimi ile farklı sürelerle bağlı olarak hazırladıkları protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesinin %65,2-72 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Foh vd (2010) tilapia kasından farklı enzimlerle elde ettikleri protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesinin 2-3 ml/g olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesi önceki çalışmalara benzer olarak 4,21-7,04 ml/g arasında değişen değerlerde bulunmuştur.

5.2.5. Protein çözünme indeksi

Yüksek azot çözünürlüğü ürünlerin ilgi çekici bir görünüş kazanması ve ağızda pürüzsüz bir his bırakması nedeniyle gıda formülasyonlarına potansiyel uygulamalar kazandırabilmektedir (Yin vd 2010). Özellikle emülsiyon, köpük ve jellerin yapımı için iyi çözünebilir proteinlere ihtiyaç duyulmaktadır (Chalamaiah vd 2010).

Sathivel vd (2008) alkalaz enzimi ile pollock derisinden farklı sürelerde hazırlanmış oldukları protein hidrolizatlarının, pH 7’de analiz ettikleri protein çözünme indeksinin yaklaşık olarak %65-80 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Wasswa vd (2008) sazan derisinden alkalaz enzimi ile hazırladıkları protein hidrolizatının protein çözünme indeksinin yaklaşık %94-99 arasında değiştiğini ve pH 7’de en yüksek değere ulaştığını bildirmişlerdir.

Batista vd (2010) sardalya yan ürünlerinden protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatının protein çözünme indeksinin %25-90 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Chalamaiah vd (2010) Hint mrigal sazanının yumurtasından hazırladıkları protein hidrolizatlarının, 2-12 pH değerleri arasında %72’den daha yüksek çözünürlük gösterdiğini bildirmişlerdir. En düşük çözünürlüğün peptitlerin izoelektrik noktalarındaki farklılık yüzünden %72 değeri ile pH 4’te olduğunu ifade etmişlerdir. Yine de hidrolize proteinlerin hidrolize edilmeyen örnekler göre pH 4’te bile daha yüksek çözünürlüğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedeninin, moleküler ağırlıktaki düşme, enzimatik hidroliz ile polar ve iyonize grupların sayılarındaki artış ve daha hidrofilik grupların oluşmasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Hidroliz derecesi yüksek olan hidrolizatların çözünme indeksinin de yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Foh vd (2010) tarafından 4,5-5,5 arasındaki pH değerleri proteinlerin izoelektrik noktasına yakın değerler olduğu, bu yüzden bu aralıkta proteinlerin çökeldiği ve elde ettikleri protein hidrolizatlarının protein çözünme indeksinin yaklaşık olarak %77-98 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Yin vd (2010) yayın balığı derisinden elde ettikleri protein hidrolizatlarının azot çözünürlük indeksini çözünebilir hidrolizatlar için %99,8 ve çözünebilir hidrolizatlar için %2,40 olarak bulmuşlardır. N çözünürlüğünün yüksek olmasının sebebinin proteinlerin daha küçük peptidlere parçalanarak N çözünürlüğünü arttırmış olmasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, pH değeri 5'te iken proteinler çökelmiş ve N çözünürlüğü çalışma boyunca en düşük değerlerde kalmıştır. Önceki çalışmalara benzer olarak protameks ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indeksi en düşük %53,93 ve en yüksek %92,61; alkalaz ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein çözünme indeksi en düşük %52,46 ve en yüksek %96,67 olarak bulunmuştur.

5.2.6. Emülsiyon kapasitesi

Emülsiyon kapasitesi, genellikle protein hidrolizatlarının emülsiyon oluşturabilme yeteneğinin ölçülmesi için kullanılmaktadır. Peptit üniteleri büyüdükçe yağ-su ara yüzeyinde daha büyük yüzey alanı oluşmakta ve bu durumda emülsiyon kapasiteleri yükselmektedir (Diniz ve Martin 1997). Emülsiyon kapasitesini karıştırma hızı, protein kaynağı, sıcaklık, pH, eklenen yağın tipi ve su içeriği etkiler (Linder vd 1996). Tuz ilavesi peptit fraksiyonlarının emülsiyon özelliklerini geliştirir (Turgeon vd 1992). Hidrolizatların emülsiyon işleminin mekanizması, homojenizasyon boyunca taze olarak oluşturulan yağ damlalarının yüzeye adsorbsiyonlanmasından ve ürünün nem kaybından koruyucu bir membran oluşmasından ibarettir. Hidrolizatlar, yüzey aktif materyallerdir ve hidrofilik-hidrofobik gruplar içermelerinden dolayı su içinde yağ emülsiyonlarına izin verirler (Gbogouri vd 2004).

Wasswa vd (2007) balık derisinden elde ettikleri protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesinin 20,8-38 ml/0,5g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hidrolizatların hidroliz dereceleri arttıkça emülsiyon kapasitelerinin azaldığını, çünkü küçük peptitlerin emülsiyon stabilizasyonunda daha az etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Wasswa vd (2008) sazan derisinden alkalaz enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatının emülsiyon kapasitesinin 20,8 ml/0,5g olduğunu bildirmişlerdir.

Slizyte vd (2009) morina balığının omurgasından protameks enzimi ile farklı hidroliz sürelerine göre elde ettikleri protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesinin hidroliz süresi arttıkça düştüğünü ve 75-94 ml/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Chalamaiah vd (2010) Hint mrigal sazanının yumurtasından hazırladıkları protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesinin 4,25-5,98 ml/g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek hidroliz dereceli alkalaz hidrolizatlarının papain hidrolizatlarına göre daha düşük emülsiyon kapasitesine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Proteinlerin enzimatik hidrolizinin emülsiyon özelliklerinde önemli kayıplar meydana getirdiğini, protein hidrolizatlarının aktif yüzeyli materyaller olduklarını, hidrofilik ve hidrofobik grupları ile yüklerinden dolayı yağ su emülsiyonu oluşturabildiklerini bildirmişlerdir.

Foh vd (2010) tilapia kasından farklı enzimler kullanarak elde ettikleri protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitelerinin 21,4-26,4 ml/g arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Bu çalışmada, protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesi 5,05-6,00 ml/g, alkalaz enzimi ile elde edilenlerin ise 5,53-6,95 ml/g olarak bulunmuştur. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının

emülsiyon kapasitesi protameks enzimi ile elde edilenlerden daha yüksektir. Bu değer, Chalamaiah vd (2010) haricindeki çalışmalardan daha düşük olarak bulunmuştur. Bunun sebebinin ham materyalin, hidroliz şartlarının ve kullanılan analiz yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

5.2.7. Antioksidatif aktivite

Samaranayaka ve Li-Chan (2008) Pasifik mezgiti kasından validaz ya da flavorizm enzimleri ile elde ettikleri, 66,67 µg/ml oranında seyrelttikleri protein hidrolizatlarının antioksidatif kapasitesini %28-62 arasında bulmuşlardır.

Bougatef vd (2009b) sardalya balığı yan ürünlerinden farklı enzimlerle hazırladıkları protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitesinin %47,5-92,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Slizyte vd (2009) morina balığının omurgasından farklı hidroliz sürelerine göre, protameks enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitesinin %10-50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ahn vd (2010) tuna karaciğerinden alkalaz, nötraz, protameks ve flavorizm enzim kombinasyonları ile hazırladıkları protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitesini yaklaşık olarak %40-90 arasında bulmuşlardır.

Batista vd (2010) sardalya balıklarının yan ürünlerinden protameks enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatlarının antioksidatif kapasitesinin %40-50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Foh vd (2010) tilapia balıklarının kasından alkalaz, flavorizm ve nötraz enzimleri ile elde ettikleri, 66,67 µg/ml oranında seyrelttikleri protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitesinin %88-94 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitesi 176,72-264,92 mM Troloks arasında bulunmuştur. En yüksek antioksidatif aktivite alkalaz enzimi ile 60°C hidroliz sıcaklığında, %5 enzim konsantrasyonunda, 60 dk hidroliz süresinde elde edilen A8 kodlu protein hidrolizatı grubunda bulunmuştur. Ayrıca protein hidrolizatlarının antioksidatif inhibisyonu %25,01-70,72 arasında bulunmuştur. Bu bulgular; önceki çalışmalara benzerlik gösterirken, Foh vd (2010)'nin bildirdiğinden daha düşük olarak bulunmuştur.

5.2.8. Antimikrobiyal aktivite

Annamalai vd (2007) midye ve istiridye doku ekstraktlarının *E. coli* bakterisine karşı 8 mm, *P. aeruginosa* bakterisine karşı 1mm, *S. aerus* bakterisine karşı 8 mm'ye kadar antimikrobiyal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Bhaskar vd (2007) balık işleme atıklarından izole ettikleri enzimin *Bacillus cereus* bakterisine karşı 30 mm, *E. coli*'ye karşı 24 mm engelleyici zon özelliği gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Chandran vd (2009) tarafından *Perna viridis*'ten hazırlanan bir ekstraktın *S. aerus* bakterisine karşı 19 mm engelleme zonu ile antibakteriyel ve *Aspergillus flavus*'a karşı 13 mm engelleme zonu ile antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; protein hidrolizatları *Bacillus subtilis* bakterisine karşı 9,40-11,00 mm, *S. aerus* bakterisine karşı 9,50-12,00 mm ve *E. coli*'ye karşı 9,50-10,75 mm inhibisyon zonu oluşturduğu bulunmuştur. *P. aeruginosa* bakterisine karşı oluşturduğu inhibisyon zonu 27,00-47,50 arasında değişirken, en yüksek antimikrobiyal etki olarak değerlendirilmiştir. *Aspergillus niger*'e karşı hiç antifungal etki göstermediği belirlenmiştir. Bu değerlerin önceki çalışma bulgularından daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu durumun protein hidrolizatlarının hazırlanma şekli ve materyal farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

5.2.9. Hidroliz derecesi ile protein hidrolizatlarının fonksiyonel ve biyoaktivite özellikleri arasındaki ilişki

Wasswa vd (2007) sazan derisinden alkalaz enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi arttıkça; su tutma kapasitelerinin arttığını, emülsiyon kapasitelerinin azaldığını ve yüksek moleküler ağırlıklı peptidlerin miktarının azaldığını bildirmişlerdir.

Slizyte vd (2009) morina balığının omurgasından protameks enzimi ile elde ettikleri protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi arttıkça emülsiyon kapasitesinin azaldığını ve antioksidatif aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada; protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi arttıkça, su tutma kapasitesi ile antioksidatif aktivitesinin arttığı ve emülsiyon kapasitelerinin azaldığı bulunmuştur. Bu sonucun önceki çalışmaların bulgularıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

5.3. Alabalık Köfteleri ile İlgili Tartışma

Aşağıdaki çizelgede balık köftesi ile ilgili şimdiki kadar yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Balık köftesi ile ilgili bazı çalışmalar

Tür	Ön Pişirme	Paketleme	Muhafaza Sıc. (°C)	Raf Ömrü / Depo. Süresi	Yazar
Uskumru	100°C'de 3 dk haşlama	Alüminyum folyo	4	10 gün r.ö.	Gökoğlu 1994
Sazan	100°C'de 2 dk haşlama	Vakum	-18	6 ay d.s.	Yanar ve Fenercioğlu 1999
Sudak ve kadife balığı	-	Alüminyum folyo	4	10 gün r.ö.	Ünlüsayın vd 2002
Hamsi	100°C'de 3 dk haşlama	Streç film	4	9 gün r.ö.	Akkuş vd 2004
Tilapia	-	Streç film	-18	8 ay d.s.	Tokur vd 2004
Yanar döner köpek balığı	40-45°C'de 10 dk haşlama ve 85-90°C'de 10 dk pişirme	Vakum	0-5	-	Van Muoi ve Nguyen 2005
<i>Argyrosomus heinii</i>	-	Vakum	-20	3 ay d.s.	Al-Bulushi vd 2005
Deniz yayın balığı	Derin yağda kızartma	-	-	-	Kamruzzaman vd 2006
Mezgit	100°C'de 1-5 dk haşlama ve rengi kahverengileşene kadar kızartma	-	4	11 gün r.ö.	Boran ve Köse 2007
<i>Nemipterus spp.</i>	40°C'de 30 dk haşlama, 90°C'de 15 dk pişirme	Vakum	4	21 gün r.ö.	Kok ve Park 2007
Kadife balığı	Kızartma	Alüminyum folyo	4°C	7 gün r.ö.	Çapkın 2008
Morina balığı	-	Plastik poşet	4	15 gün d.s.	Lin vd 2009
Malezya balık köfteleri	-	-	-	-	Huda vd 2010
Alabalık	100°C'de 1-2 dk haşlama	Streç film	4	16 gün d.s.	Öksüztepe vd 2010
<i>Callichthys sp.</i>	40-45°C'de 20 dk ve 100°C'de 2 dk pişirme	Vakum	0	17 gün d.s.	Yi vd 2011
Gökkuşığı alabalığı	100°C'de 1 dk haşlama, 175, 180 ve 185°C'de 5 dk kızartma	-	-	-	Kılınççeker ve Hepsağ 2011
Uskumru	-	Vakum	4	10 gün d.s.	Uçak vd 2011

5.3.1. Kimyasal kompozisyon

Ünlüsayın vd (2002) kadife ve sudak balıklarının kalibraja uymayan fileto atıklarından köfte yapmışlardır. Kadife balığından yapılan köftelerin su içeriklerinin %71,69, protein içeriklerinin %10,26, yağ içeriklerinin %6,60, inorganik madde içeriklerinin %4,15, karbonhidrat içeriklerinin %7,30 olduğunu belirlemişlerdir. Sudak balığından yapılan köftelerin su içeriklerinin %72,40, protein içeriklerinin %11,83, yağ içeriklerinin %6,67, inorganik madde içeriklerinin %2,53 ve karbonhidrat içeriklerinin %6,57 olduğunu bildirmişlerdir.

Tokur vd (2004) tilapia balığından yapılan köftelerin ham protein içeriklerinin %17,82, ham lipid içeriklerinin %5,29, su içeriklerinin %66,68 ve inorganik madde içeriklerinin %2,56 olduğunu bildirmişlerdir.

Kamruzzaman vd (2006) deniz yayın balığından hazırladıkları balık köftelerinin su içeriklerini %78,04, protein içeriklerini %15,40, yağ içeriklerini %1,02 ve inorganik madde içeriklerini %4,57 olarak tespit etmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığından hazırladığı köftelerin su içeriklerini %70,11-70,69, protein içeriklerini %10,56-10,85, yağ içeriklerini %7,03-7,17, inorganik madde içeriklerini %3,95-4,14 ve karbonhidrat içeriklerini %8,17-8,25 değerleri arasında olduğunu saptamıştır.

Huda vd (2010) Malezya’da marketlerde satışa sunulmuş farklı balık köftelerinin su içeriklerini %73,80-88,71, protein içeriklerini %7,54-9,89, yağ içeriklerini %0,13-1,75, inorganik madde içeriklerini %1,61-3,18 ve karbonhidrat içeriklerini %1,17-13,58 arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Kilinceker ve Hepsag (2011) gökkuşağı alabalığından hazırladıkları köftelerin su içeriğinin %52,16-53,54 ve yağ içeriğinin %10,31-11,86 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Uçak vd (2011) uskumru köftelerinin su içeriklerini %57,97, protein içeriklerini %18,10, yağ içeriklerini %12,75, inorganik madde içeriklerini %2,18 ve karbonhidrat içeriklerini %9 olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, alabalık köftelerinin kontrol örneklerinde kuru madde oranı %35,34 (dolayısıyla su oranı %64,66), ham protein oranı %40,27 (%14,23 yağ ağırlık üzerinden), ham yağ oranı %24,99 (%8,82 yağ ağırlık üzerinden) ve ham kül oranı %8,47 (%2,99 yağ ağırlık üzerinden) olarak bulunmuştur. Protein hidrolizati ilave edilen köftelerde ise kuru madde oranı %36,18-40,93 (dolayısıyla su oranı %59,07-63,82), ham protein oranı %40,93-44,86 (%14,81-18,36 yağ ağırlık üzerinden), ham yağ oranı %18,97-23,88 (%7,76-8,64 yağ ağırlık üzerinden) ve ham kül oranı %7,22-7,99 (%2,82-2,95 yağ ağırlık üzerinden) arasında tespit edilmiştir. Bu değerler önceki çalışmalarda bulunan değerlerle benzerlik göstermektedir.

5.3.2. pH

Balıkların pH değerinin 6,0-6,5 arasında olduğunda balığın taze olduğu, 6,8-7 arasında olduğunda ise tüketilebilirlik sınır değeri olduğu bildirilmiştir (Varlık vd 1993).

Yanar ve Fenercioğlu (1999) sazan köftelerinin pH değerinin muhafazanın başlangıcında 6,1 olduğunu, muhafazanın 5. ayına kadar 6,4 değerine yükselerek, 6. ayı 6.3 değerine düşüğünü bildirmişlerdir.

Ünlüsayın vd (2002) kadife balığı köftelerinin başlangıç pH değerinin 6,93 ve 14 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede değişmeyerek 6,78 değerine ulaştığı, sudak balığı köftelerinin ise başlangıç pH değerinin 6,16 ve 14 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 6,81 değerine ulaştığını saptamışlardır.

Akkuş vd (2004) hamsi köftelerinin pH değerinin depolama süresine bağlı olarak arttığını, muhafazanın 0. günü pH değerlerinin 6,2-6,4 arasında, örneklerin bozulduğu 12. gün 6,4-6,6 arasında ve muhafaza süresinin son günü olan 18. gün 6,7-7,0 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Taze balığın sınır pH değeri olan 6,8-7,0 değerinin 18 günlük muhafaza süresi boyunca aşılmış olmasından dolayı, örneklerin pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin kabul edilebilir düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Tokur vd (2004) muhafazanın başlangıcında köftelerin pH'sının 8,01 olduğunu, muhafaza süresi boyunca 7,71 değerine kadar düşebildiğini ve muhafazanın son ayı olan 8. ay 7,97 değerine kadar yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Kok ve Park (2007) köftelerin başlangıç pH'sının 7 olduğunu ve muhafaza süresi boyunca psikrotrof bakterilerin oluşması ve kas glikojeninin laktik asite dönüşmesiyle miyofibriler proteinlerin denatürasyonu yüzünden azalarak 21. gün 5,01'e düşüğünü bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığı köftelerinin pH değerinin başlangıçta 6,71-6,76 arasında olduğunu, muhafaza süresi boyunca önce 6,4-6,53 değerleri arasına düşüp daha sonra da 6,62-6,73 değerleri arasına yükseldiğini bildirmiştir.

Yi vd (2010) yayın balığından hazırlanan köftelerin pH değerinin başlangıçta 7,1-7,2 değerleri arasında olduğunu, muhafazanın ilk 5 günü boyunca 7,5 değerine kadar yükseldiğini, daha sonraki 4 gün içinde 7 değerine düşükten sonra muhafazanın son günlerine doğru 7,3 değerine kadar yükseldiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, balık köftelerinin kontrol grubunda pH değeri muhafaza süresi boyunca 6,56-6,77 arasında, protein hidrolizatı ilave edilen köftelerde ise 6,53-6,82 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerlerin; Yanar ve Fenercioğlu (1999) tarafından bildirilen değerlerden yüksek, Tokur vd (2004), Kok ve Park (2007), Yi vd (2010) tarafından bildirilen değerlerden düşük olduğu, Ünlüsayın vd (2010), Akkuş vd (2004), Çapkın (2008) tarafından bildirilen değerlere ise benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmalar arasında ortaya çıkan farklılıkların, farklı hammadde ve

işleme teknolojisi kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca Varlık vd (1993) tarafından bildirilen tüketilebilirlik sınır değerini; kontrol örneklerinin 56. gün, %1 protein hidrolizati ilaveli köfte grubunun 60. gün, %1 protein hidrolizati ilaveli köfte grubunun 56. gün, %10 protein hidrolizati ilaveli köfte grubunun 42. gün aşığı bulunmuştur.

5.3.3. Renk

Al-Bulushi vd (2005) Arabistan'a özgü bir deniz balığından (*Argyrosomus heinii*) hazırladıkları köftelerin başlangıç "L" değerini (parlaklık) 77,07-77,82 olarak bulmuşlardır. Ekledikleri mısır nişastasının beyaz rengi yüzünden "a" değerini (kırmızı-yeşil) düşük bulduklarını ve renk maddesi ilave etmedikleri için "b" değerinin (sarı-mavi) daha az önemli olduğunu bildirmişlerdir. Muhafaza süresi boyunca "L" değerinin önemli bir şekilde değişmediğini, "a" (-0,58—1,14) ve "b" (17,59-18,91) değerlerinin kararlı kaldığını ve bu kararlılığın kullanılan balık türünün miyogloblin seviyesi düşük beyaz etli balıklardan olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Kok ve Park (2007) balık köftelerinin "L" değerinin muhafaza süresi boyunca 80,84'den 88,48'e yükseldiğini ve "b" değerinin 7,5-8 değerinden ilk üç gün içinde yaklaşık 4,5 değerine düştüğünü ve 21 günlük muhafaza süresi boyunca küçük miktarlarda yükselme ve düşmelerin gösterdiğini bildirmişlerdir.

Huda vd (2010) Malezya'da marketlerde satışa sunulmuş farklı balık köftelerinin "L" değerinin 71,09-79,19, "a" değerinin -3.87- -0.37 ve "b" değerinin -0,80-11,21 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, "L" değerinin kontrol grubunda 47,48-57,94 arasında, protein hidrolizati ilaveli köfte gruplarında 48,60-59,08 arasında değiştiği tespit edilmiştir. "L" değeri önceki çalışmalara göre daha düşük olarak bulunmuştur. Bunun nedeninin, köftelerin ön pişirme işlemine tabi tutulmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. "a" değerinin kontrol grubunda 0,16-0,74 arasında, protein hidrolizati ilaveli gruplarda 0,02-1,43 arasında olduğu bulunmuştur. "a" değerinin önceki çalışmalarda bulunan değerlerden daha düşük olmasının sebebi, ön pişirme aşamasında etin çiğ rengi olan kırmızılığın kaybolmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. "b" değeri kontrol grubunda 7,58-12,94 arasında, protein hidrolizati ilaveli köfte gruplarında 8,14-16,34 arasında bulunmuştur. Bu değerlerin önceki literatür çalışmalarında bildirilen sonuçlara benzer olduğu belirlenmiştir.

5.3.4. TMA-N

Su ürünlerinde bozulmaya neden olan bakteriler TMAO'in TMA'e dönüşmesine sebep olur. TMA balıksı kokudan sorumlu bir bileşiktir ve su ürünlerinin bozulmasıyla birlikte TMA miktarında artış olduğu belirlenmiştir. Varlık vd (1993) TMA-N sınır değerinin 8 mg/100g olduğunu ve bunun üzerinde TMA-N değerine sahip olan su ürünlerinin bozulmuş olarak kabul edildiğini bildirmişlerdir.

Gökoğlu (1994) uskumru köftelerinin muhafazanın başlangıcındaki TMA-N değerinin 1 mg/100g olduğunu, muhafazanın 10. gününde 3,4 mg/100g değerine ulaşmasına rağmen, depolama süresi boyunca sınır değeri aşmadığını bildirmiştir.

Akkuş vd (2004) hamsi köftelerinin TMA-N değerlerinin muhafaza süresi boyunca önemli derecede değiştiğini, 0. gün 2,72-3,97 mg/100g arasında, 18. gün ön pişirme yapılmayan köftelerde 8,10-8,82 mg/100g arasında ve ön pişirme yapılanlarda 4,25-4,80 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Örneklerin TMA-N değerlerinin 18 günlük muhafaza süresi boyunca, 10-15 mg/100g arasında olan limit değerleri aşmadığını bildirmişlerdir.

Boran ve Köse (2007) mezgit filetosundan hazırlanan köftelerin TMA-N değerlerinin muhafaza süresi boyunca 2,97 mg N/100g değerinden, 16,94 mg N/100g değerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Ön pişirme işlemi uygulanan köftelerin TMA-N değerinin (15. gün 16,94), ön pişirme yapılmayan köftelere (10. gün 15,25-16,23) göre daha uzun sürede limit değere ulaştığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, kontrol örneklerinde TMA-N değeri 2,18-2,81 mg/100g arasında protein hidrolizatı ilaveli örneklerde 2,68-3,55 mg/100g arasında değiştiği bulunmuştur. Bu değerlerin önceki çalışma bulgularına benzer olduğu belirlenmiştir. Örnek gruplarının hiçbirinde muhafaza süresi boyunca limit değere ulaşılmadığı tespit edilmiştir.

5.3.5. TVB-N

Deniz balıklarında TVB-N amonyak, trimetilamin ve dimetilaminden oluşurken, tatlı su balıklarında TVB-N'nin çoğu amonyaktan oluşur (Clucas, 1982). TVB-N'nin kabul edilemez duyuşal değişimlere sebep olan miktarı, türden türe farklılık gösterir. TVB-N'nin kabul edilebilir limiti 30 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Gökoğlu (1994) uskumru köftelerinin başlangıçtaki TVB-N değerini 10 mg/100g, 10 günlük depolama süresi sonunda 36,4 mg/100g değerine ulaşarak bozulmuş olarak kabul edildiğini belirtmiştir.

Yanar ve Fenercioğlu (1999) sazan köftelerinin TVB-N değerinin muhafazanın başlangıcında 10,52 mg/100g olduğunu, muhafaza süresi boyunca sürekli artarak muhafazanın son ayı olan 6. ayı 13,78 mg/100g değerine yükseldiğini bildirmişlerdir.

Ünlüsayın vd (2002) kadife balığı köftelerinin muhafazanın başlangıcında TVB-N değerinin 11,2 mg/100g ve 14 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak muhafaza süresi sonunda 36,2 mg/100g olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca sudak balığı köftelerinin başlangıç TVB-N değerinin 11,4 mg/100g ve 14 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak muhafaza süresi sonunda 39,6 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Akkuş vd (2004) hamsi köftelerinin TVB-N değerinin, muhafaza süresi boyunca önemli derecede değiştiğini bildirmişlerdir. Muhafazanın başlangıcında ön pişirme yapılmayan örneklerde 22,63 mg/100g olarak ve ön pişirme yapılan örneklerde 19,88

mg/100g olarak belirlemişlerdir. Ön pişirme yapılmayan örneklerin TVB-N değerinin muhafazanın 15. gününde 36,03 mg/100g ve 18. gününde 39,33 mg/100g değerine ulaşarak sınır değeri aştığını bulmuşlardır. Ön pişirme yapılan örneklerin TVB-N değerlerinin ise muhafaza süresi boyunca sınır değerleri aşmadığını belirlemişlerdir. Bunun sebebinin haşlama işlemi boyunca uçucu azotlu bileşiklerin bir kısmının uçmuş olmasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Tokur vd (2004) tilapia köftelerinin TVB-N değerinin, muhafazanın başlangıcında 8,89 mg/100g olduğunu belirlemişlerdir. Muhafazanın 2. ayı bu değer 7,55 mg/100g değerine düştüğünü, daha sonra artarak 5. ay 9,28 mg/100g değerine ulaştıktan sonra, 6. ay 9,09 mg/100g ve 8. ay 7,75 mg/100g değerine düştüğünü bildirmişlerdir.

Boran ve Köse (2007) mezgit filetosundan hazırlanan köftelerin TVB-N değerinin, 15 günlük muhafaza süresi boyunca sınır değeri aşmayacak şekilde 4,24 mg/100g değerinden önemli bir şekilde artarak 28,02 mg/100g değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Kızartılan köftelerin TVB-N değerinin daha düşük olmasından dolayı kızartmanın TVB-N oluşumu üzerine etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Çapkın (2008) kadife balığı köftelerinin TVB-N değerinin muhafazanın başlangıcında 11,33-11,37 mg/100g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 35,43-37,37 mg/100g değerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Yi vd (2010) yayın balığından hazırlanan köftelerin TVB-N değerinin başlangıçta 0,18-0,30 mg/kg olduğunu, muhafazanın ilk beş günü içinde 0,37-0,42 mg/kg değerine yükseldiğini ve daha sonra 0,19-0,33 değerine düştüğünü bildirmişlerdir. TVB-N değerlerinin düşük kalmasının sebebinin, ön pişirme ve surimi üretimine benzer şekilde hazırlanan kıyma yıkama işlemlerinden kaynaklanmış olabileceğini vurgulamışlardır.

Uçak vd (2011) uskumru köftelerinin TVB-N içeriklerini muhafazanın başlangıcında 15,80 mg N/100g değerinde iken muhafazanın sonunda 19,83 mg N/100g değerine yükselmesine rağmen sınır değeri aşmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, TVB-N değeri muhafaza süresi boyunca kontrol örneklerinde 6,51-8,65 mg N/100g arasında, protein hidrolizati ilaveli örneklerde 7,18-12,88 mg N/100g arasında bulunmuştur. Hiçbir örneğin TVB-N değerinin muhafaza süresi boyunca limit değere ulaşmadığı belirlenmiştir. Bulunan değerlerin önceki çalışma bulgularının çoğuna benzer olduğu tespit edilmiştir. Ancak; Akkuş vd (2004) ve Uçak vd (2011) tarafından bulunan değerlerden küçük, Yi vd (2010) tarafından bulunan değerlerden ise yüksektir. Bu farklılığın sebebinin, kullanılan ham materyalin ve köfte üretim proseslerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

5.3.6. TBA

TBA oksidasyonun ileri safhalarının belirlenmesinde önemli bir indikatör olarak kullanılır. Malondialdehit, çoklu doymamış yağ asitleri ile oluşan β - γ doymamış peroksit radikallerinden oluşur. Malondialdehit 2-tiobarbütirik asit ile reaksiyona girer

ve pembe renkli kompleksler oluşturur. Çok iyi bir materyalde TBA değerleri 3'ten az olmalı, iyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 arasındadır (Varlık vd 1993).

Yanar ve Fenercioğlu (1999) sazan balığından yapılan köftelerin TBA değerinin, muhafazanın başlangıcında 0,6 mg MDA/kg olduğunu, muhafaza süresi boyunca sürekli artarak muhafazanın son ayı olan 6. ayı 2,2 mg MDA/kg değerine yükseldiğini bildirmişlerdir.

Ünlüsayın vd (2002) kadife balığı köftelerinin başlangıç TBA değerinin 1.41 mg MDA/kg ve 14 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak muhafaza süresi sonunda 8,56 mg MDA/kg değerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Sudak balığı köftelerinin ise başlangıç TBA değerinin 1,71 mg MDA/kg ve 14 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak muhafaza süresi sonunda 9,12 mg MDA/kg değerine yükseldiğini bildirmişlerdir.

Tokur vd (2004) tilapia köftelerinin başlangıç TBA değerinin 0,028 mg MDA/kg olduğunu, muhafazanın son ayı olan 8. ayı 0,105 mg MDA/kg değerine yükseldiğini ve muhafaza süresi boyunca TBA değerinde yükselme ve düşmeler görüldüğünü belirlemişlerdir.

Boran ve Köse (2007) mezgıt filetosundan hazırlanan köftelerin TBA değerinin 15 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede arttığını (0,22-1,22 mg MDA/kg) ancak sınır değerleri aşmadığını bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığından hazırladığı köftelerin TBA değerinin muhafazanın başlangıcında 1,43-1,58 mg MDA/kg olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 8,26-8,51 mg MDA/kg değerine ulaştığını bildirmiştir.

Yi vd (2010) yayın balığından hazırlanan köftelerin TBA değerinin, başlangıçta 0,5312 mg MDA/kg olduğunu ve 17 günlük muhafaza süresinin sonunda 0,4292 mg MDA/kg değerine düştüğünü bildirmişlerdir.

Uçak vd (2011) uskumru köftelerinin TBA içeriklerinin muhafazanın başlangıcında 1,47 mg MDA/kg değerinde iken, muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak muhafaza süresinin son günü olan 15. gün 4,80 mg MDA/kg değerine yükseldiğini ancak sınır değeri aşmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, TBA değeri muhafaza süresi boyunca 0,67-3,51 mg MDA/kg arasında, protein hidrolizati ilave edilen örneklerde 0,69-2,58 mg MDA/kg arasında bulunmuştur. Muhafaza süresi boyunca ürünlerin TBA değeri açısından çok iyi kalitede kaldığı belirlenmiştir. Bulunan değerler önceki çalışma bulgularının çoğunluğuna benzer olduğu belirlenmiştir. Ancak, Tokur vd (2004) ve Yi vd (2010)'nin bildirdiği sonuçlardan daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, köfte yapımında kullanılan hammadde ve köfte üretim proseslerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmüştür.

5.3.7. PV

Oksidasyonun birincil ürünleri hidroperoksitlerdir. Hidroperoksitler çoğunlukla basit olarak peroksitler kelimesiyle refere edilir. Peroksitler kokusuz ve renksizdirler. Enzimatik veya enzimatik olmayan yıkımla alifatik aldehytler, alkoller, ketonlar ve hidrokarbonlar gibi ikincil oksidasyon ürünlerine parçalanırlar. Bu ikincil ürünler kokulu ve olumsuz duyuşsal özellikler içerir. Peroksitler direk olarak duyuşsal kalitenin değişiminden sorumlu değillerdir (Wrolstad vd 2005). Peroksit sayısının belirlenmesi için yağ örneğinde peroksit oksijen bulunması gereklidir. Peroksit sayısı çok iyi bir materyalde 2 (milimol O₂/kg yağda)'nin altında olmalı, iyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 8-10 arasındadır (Varlık vd 1993).

Yanar ve Fenercioğlu (1999) sazan balığından yapılan köftelerin peroksit değerinin muhafazanın başlangıcında 0,5 milimol O₂/kg değerinde olduğunu, muhafaza süresi boyunca sürekli artarak 2,6 milimol O₂/kg değerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Al-Bulushi vd (2005) Arabistan'a özgü bir deniz balığından (*Argyrosomus heinii*) hazırladıkları köftelerin peroksit değerinin 4. haftada belirlenebildiğini (14 meq/kg), 8. haftaya kadar düzenli bir şekilde 25-26 meq/kg değerlerine kadar yükseldiğini, 10. ve 12. haftalarda ise peroksit değerinin sabit kaldığını bildirmişlerdir. Köftelerin üç aylık muhafaza süresi boyunca, ransid tadın olduğu 20-40 meq/kg değerlerine ulaşmamasının sebebinin, düşük donmuş muhafaza sıcaklığı (-20°C), vakum paketlenme uygulaması ve sarımsak, biber ile zencefil gibi güçlü antioksidan etkileri bulunan gıda katkı maddelerinin köfte yapımında kullanılmasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Lin vd (2009) morina balığından yapılan balık köftelerinin peroksit değerinin muhafazanın başlangıcında 29,05 meq/kg değerinde iken muhafaza süresi boyunca artarak 51,17 meq/kg değerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Uçak vd (2011) uskumru köftelerinin peroksit değerinin muhafazanın başlangıcında 4,19 meq kg/kg değerinde iken, muhafazanın sonunda 3,79 meq kg/kg değerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Muhafaza süresi boyunca, peroksit değerlerinde yükseliş ve düşüşler gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Tokur vd (2004) tilapia balığından yapılan köftelerin peroksit değerinin, muhafazanın başlangıcında 0,18 meq/kg olduğunu, 6. ay 5,03 meq/kg değerine yükselirken, 8. ay 0,82 meq/kg değerine düştüğünü bildirmişlerdir. Bu azalmanın hidroperoksitlerin daha küçük moleküllere dekompoze olmasından kaynaklanmış olabileceği ve bu aşamada muhafazanın sonuna gelmiş olunabileceği bildirilmiştir.

Bu çalışmada, peroksit değerinin kontrol örneklerinde başlangıçta 3,91, muhafazanın 14. gününde 19,84 değerine ulaştıktan sonra, düşmeye başladığı belirlenmiştir. %1 protein hidrolizatu ilaveli örneklerde peroksit değerinin başlangıçta 5,83, muhafazanın 21. gününde 20,13 değerine yükselerek daha sonra düşmeye başladığı tespit edilmiştir. %1 protein hidrolizatu ilaveli örneklerde peroksit değerinin başlangıçta 5,91 değerinde iken, muhafaza süresinin 21. gününde 12,50 değerine kadar yükseldiği, daha sonra düşmeye başladığı bulunmuştur. %10 protein hidrolizatu ilaveli

örneklerde peroksit değerinin başlangıçta 7,79 değerinde iken, muhafazanın 28. gününde 10,62 değerine yükseldikten sonra, düşmeye başladığı belirlenmiştir. Bulunan değerlerin, önceki literatür çalışmalarında bulunan değerlerin büyük bir çoğunluğu ile benzer olduğu belirlenmiştir. Sadece Lin vd (2009) tarafından bildirilen değerlerden daha düşük olarak bulunmuştur. Bu farklılığın nedeninin kullanılan hammadde farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

5.3.8. CD

En az iki çift bağlı doymamış yağ asitleri içeren lipidler konjuge-dienlerin oluşumunda rol almaktadır. İki çift bağ arasında tek bir bağ varsa böyle alkenlere konjuge-dien denilir. Bu yapı PUFA'larda olağandışı bir durumun göstergesidir. Bu yüzden konjuge-dienlerin varlığı otooksidasyona işaret eder. Konjuge-dienler oksidasyonun ilk basamaklarında ortaya çıktığı için, peroksitler gibi birincil oksidasyon ürünleri olarak adlandırılırlar (Wrolstad vd 2005).

Hamilton vd (1998) oda sıcaklığında saklanan ringa balığı yağının oksidatif kararlılığı üzerine; tokoferol, lesitin ve askorpil palmitatın etkisini 31 hafta boyunca araştırmışlardır. Balık yağlarının konjuge-dien değerlerinin muhafaza süresi boyunca artarak 0,51-1,36 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Gökoğlu vd (2012) domates ve sarımsak ekstraktı ile zenginleştirilen balık yağlarının, soğuk muhafazası sırasında, konjuge-dien değerlerinin 24 günlük muhafaza süresi boyunca artarak sürenin sonunda 4,35'e kadar ulaştığını bildirmişlerdir.

Makri (2013) kekik ve biberiye ekstraktlarının donmuş muhafaza boyunca çipura kıymasının lipid oksidasyonu üzerine olan etkilerini 12 ay boyunca çalışmıştır. Kıymanın konjuge-dien değerlerinin muhafaza süresi boyunca yaklaşık 0,40-1,60 değerleri arasında olduğunu bulmuştur. Muhafaza süresi boyunca konjuge-dien değerinde yükselme ve düşmeler meydana geldiğini bildirmiştir.

Veeck vd (2013) *Lippia alba* (limon otu) bitkisinin yağının gümüş yayınbalığı filetolarına donmuş muhafazada 21 ay boyunca olan etkisini çalışmışlardır. Filetoların CD değerlerinin muhafazanın ilk üç ayına kadar önemli derecede arttığını, 3.-6. aylar arasında düştüğünü ve 6. aydan sonra sabit kaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada CD değerlerinin yaklaşık 0-2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, konjuge-dien değeri en düşük 2,72 ve en yüksek 4,48 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin, diğer çalışmalarda bulunan değerler ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

5.3.9. p-Av

Paraanisidin analizi, birincil oksidasyon ürünü olan hidroperoksitin dekompozisyonu ile ikincil oksidasyon ürünü olan karbonil oluşumunun belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir (Wrolstad vd 2005). Önceki çalışmalarda p-Av sınır değerinin 20 olduğu bildirilmiştir (Gökoğlu vd 2012).

Hamilton vd (1998) oda sıcaklığında saklanan ringa balığı yağının oksidatif kararlılığı üzerine tokoferol, lesitin ve askorпил palmitatın etkisini 31 hafta boyunca araştırmışlardır. Balık yağlarının p-Av değerlerinin muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 9,8-40,3 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Yerlikaya ve Gökoğlu (2010) yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstraktları ile glaze edilen palamut balığı filetolarının, donmuş muhafaza boyunca lipid oksidasyonu üzerine olan etkilerini, 5 aylık muhafaza süresi boyunca çalışmışlardır. Filetoların p-Av değerinin muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak yaklaşık 0,40-12 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Gökoğlu vd (2012) domates ve sarımsak ekstraktı ile zenginleştirilen balık yağlarının soğuk muhafazasında p-Av değerlerinin muhafaza süresi boyunca artmasına rağmen, muhafaza süresinin son günü (24. gün) bile 20 sınır değerini aşmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, paraanisidin değerinin kontrol örneklerinde 21,62-40,73 arasında, protein hidrolizatı ilave edilen örneklerde 10,29-35,03 arasında olduğu bulunmuştur. Bu değerler, Hamilton vd (2004) tarafından bildirilen değerlere benzerlik gösterdiği, ancak Yerlikaya ve Gökoğlu (2010) ile Gökoğlu vd (2012) tarafından bildirilen değerlere göre yüksek olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın kullanılan ürünlerin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

5.3.10. Mikrobiyolojik analizler

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri

Yemeye hazır su ürünlerinde tavsiye edilen mikrobiyolojik limitin 6 log kob/g olduğu bildirilmiştir (ICMSF 1986).

Ünlüsayın vd (2002) kadife balığı köftelerinin başlangıç toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün $4,2 \times 10^4$ kob/g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derece yükseldiğini ($1,4 \times 10^7$ kob/g) belirlemişlerdir. Sudak balığı köftelerinin ise başlangıç toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün $4,0 \times 10^4$ kob/g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede değiştiğini ($1,2 \times 10^7$ kob/g) bildirmişlerdir.

Akkuş vd (2004) hamsi köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün önemli derece değiştiğini bildirmişlerdir. Ön pişirme yapılmayan köftelerde depolamanın başlangıcında 4,6-4,8 log₁₀ kob/g, ön pişirme yapılan köftelerde ise 4,3-4,6 log₁₀ CFU/g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün depolamanın 9. günü 6 log₁₀ kob/g olan sınır değeri aştığını tespit etmişlerdir.

Al-Bulushi vd (2005) Arabistan'a özgü bir deniz balığından (*Argyrosomus heinii*) hazırladıkları köftelerin başlangıçtaki toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 4,5 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Vakumda paketledikten sonra -20 °C'de çiğ olarak muhafaza ettikleri köftelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının 3 aylık

muhafaza süresi boyunca %84-97 arasına düşerek önemli derecede değiştiğini belirlemişlerdir.

Kok ve Park (2007) balık köftelerinin başlangıçtaki toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün 4,01 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. toplam mezofilik aerobik bakterilerin 21 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede arttığını ve kontrol örneğinin 15. gün 6 log kob/g sınır değerini aştığını bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığından hazırlanan köftelerin toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün başlangıçta yaklaşık 4,6 log kob/g olduğunu ve depolama süresi boyunca önemli derecede artarak 7,1-7,4 log kob/g değerine ulaştığını tespit etmiştir.

Öksüztepe vd (2010) tarafından alabalıktan hazırlanan köftelerin toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün başlangıçta 4,21-5,26 log kob/g arasında olduğu ve 16 günlük depolama süresi boyunca önemli derecede artarak 8,79-8,90 log kob/g değerine ulaştığı saptanmıştır.

Yi vd (2010) yayın balığından hazırlanan köftelerin başlangıçtaki toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün 3,5 log kob/g olduğunu, *Pseudomonas* bakterisinin dominant bakteri olduğunu, muhafazanın 11. günü sınır değeri aştığını ve 17. günü 8,6 log kob/g'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Uçak vd (2011) uskumru köftelerinin toplam mezofilik bakteri yükünün, muhafazanın başlangıcında steril edilmeyen katkı maddelerinin kullanılmış olmasından dolayı 4,47 log kob/g gibi yüksek bir değerde bulduklarını bildirmişlerdir. Toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün 15 günlük muhafaza süresi boyunca arttığını ancak 7 log kob/g sınır değerini aşmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün, kontrol grubunda başlangıçta 3 log kob/g olduğu, 35. gün 5,53 log kob/g ile sınır değer olan 6 log kob/g değerine ulaştığı bulunmuştur. %1 protein hidrolizati ilaveli olan köfte grubunda başlangıçta toplam mezofilik aerobik bakteri bulunamazken, 7. gün 2,77 log kob/g değerinde olduğu ve 56. gün 5,45 log kob/g değeri ile sınır değere ulaştığı belirlenmiştir. %1 protein hidrolizati ilaveli köfte grubunda başlangıçta toplam bakteri sayılamazken, 7. gün 2,59 log kob/g değerinde bakteri sayılmış ve muhafazanın son günü toplam bakteri sayısının 5,43 log kob/g değerine yükseldiği ancak sınır değeri aşmadığı belirlenmiştir. %10 protein hidrolizati ilaveli köfte grubunda, başlangıçta hiç bakteri belirlenemezken, 21. gün 2,54 log kob/g değerinde bakteri sayılmış ve muhafazanın son günü toplam bakteri sayısının 5,21 log kob/g değerine yükseldiği ancak sınır değeri aşmadığı belirlenmiştir.

Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri

Yemeye hazır su ürünlerinde tavsiye edilen toplam psikrofilik aerobik bakteri limitinin 6 log kob/g olduğu bildirilmiştir (ICMSF 1986).

Akkuş vd (2004) hamsi köftelerinin muhafaza süresi boyunca toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısının önemli derecede arttığını; ön pişirme yapılmayan köftelerde

depolamanın başlangıcında 4,4-4,5 log₁₀ kob/g olduğunu, ön pişirme yapılan köftelerde ise 4,3-4,6 log₁₀ kob/g arasında olduğunu, depolamanın 9. günü işlenmiş su ürünleri için bildirilen 6 log₁₀ kob/g sınır değerini aştığını bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığı köftelerinin toplam psikrofilik aerobik bakteri yükünün, başlangıçta yaklaşık olarak 4 log kob/g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak yaklaşık 6,8-6,9 log kob/g değerine ulaştığını bildirmiştir.

Bu çalışmada, toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü kontrol grubu için başlangıçta hiç tespit edilmemişken, muhafazanın 7. günü 3,55 log kob/g değerinde olduğu ve 21. günü 5,75 log kob/g değeri ile sınır değere ulaşmış olduğu bulunmuştur. %1 protein hidrolizatu ilaveli olan köfte grubunda başlangıçta toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü tespit edilmemişken, muhafazanın 21. günü 3,58 log kob/g değerinde olduğu, 49. günü 5,50 log kob/g değeri ile sınır değere ulaştığı bulunmuştur. %1 protein hidrolizatu ilaveli köfte grubunda başlangıçta toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü başlangıçta tespit edilmemişken, muhafazanın 49. günü 5,45 log kob/g değeri ile sınır değere ulaştığı tespit edilmiştir. %10 protein hidrolizatu ilaveli köfte grubunda başlangıçta toplam psikrofilik bakteri yükü sayılamazken, muhafazanın 56. günü 6,07 log kob/g değeri ile sınır değeri aştığı belirlenmiştir.

Toplam Anaerobik Bakteri

Avrupa Sağlık Komisyonu (SANCO 2012) kimyasallar, kontaminantlar ve pestler için toplam anaerobik bakteri kritik limit değerini 5 log kob/g olarak bildirmiştir.

Bütün balık köftesi örneklerinin toplam anaerobik bakteri yükünün, García-Soto vd (2013)'nin bildirdiği gibi muhafaza süresi boyunca istatiki açıdan önemli derecede arttığı tespit edilmiştir (p<0.05). Kontrol örneğinin 21. gün kritik değeri aştığı bulunmuştur. %1 protein hidrolizatu eklenen balık köftelerinin 49. gün, %1 protein hidrolizatu eklenen grubun 56. gün ve %10 protein hidrolizatu eklenen köftelerin ise 60. gün kritik limit değeri aştığı belirlenmiştir. Muhafazanın 60. gününde kontrol örneği ile protein hidrolizatu ilave edilen köfte gruplarının anaerobik bakteri yükleri arasında 2-3 log kob/g fark olduğu belirlenmiştir.

Laktik Asit Bakterisi

Yi vd (2010) yayın balığından hazırlanan köftelerin laktik asit bakteri yükünü başlangıçta yaklaşık 1 log kob/g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 3 log kob/g'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, depolama süresi boyunca hiçbir örnek grubunda laktik asit bakterisi tespit edilmemiştir.

Pseudomonas sp.

Balıkların aerobik olarak soğuk muhafaza (0-4 °C) edilmesi durumunda *Pseudomonas spp.* ve *Shewanella putrefaciens* türü bakteriler tipik bozulma bakterileridir (Huss et al. 1997). Balıklarda bozulmaya sebep olan bakteri yükünün

avlama mevsimine, balığın avlandığı andaki olgunluk seviyesine, avlandığı bölgeye ve balık türüne bağlı olarak değişiklik göstermesinden dolayı bozulma bakterilerinin limit değerini belirlemek zorluk oluşturmaktadır. Buna rağmen Huss vd (1997) aerobik ve buzlanmış olarak muhafaza edilen balıkların spesifik bozulma bakterilerinin 10^8 kob/g seviyesine ulaştığında, raf ömrünü tamamladığını bildirmiştir.

Pseudomonas sp. yükünün sadece kontrol örneklerinde muhafaza süresi boyunca istatistiki olarak önemli derecede arttığı ($p<0,05$) ve muhafazanın 56. günü bozulduğu bulunmuştur. Bu bakterinin protein hidrolizati ilave edilen hiç bir örnekte muhafaza süresi boyunca bulunmadığı belirlenmiştir.

Staphylococcus sp.

Çaklı vd (2005) farklı balık türlerinden, yağda kızartarak hazırladıkları balık fingerlerinde -18 °C'de 8 aylık muhafaza süresi boyunca hiç *Staphylococcus sp.* belirlemediklerini bildirmişlerdir.

Öksüztepe vd (2010) alabalıktan yapılan köftelerin başlangıçta *Staphylococcus sp.* yükünü 3,11-3,94 log kob/g arasında olduğunu ve 16 günlük depolama süresi boyunca önemli derecede artarak 6,19-7,25 log kob/g değerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, depolama süresi boyunca hiçbir örnek grubunda *Staphylococcus sp.* bakterisi tespit edilmemiştir.

Koliform ve *E. coli*

Al-Bulushi vd (2005) Arabistan'a özgü bir deniz balığından (*Argyrosomus heinii*) hazırladıkları köftelerin başlangıçtaki koliform bakteri yükünü, 7-14 EMS/g olarak tespit etmişlerdir. Muhafaza süresinin sonunda koliform bakterilerin dondurma sıcaklığına olan hassasiyetleri ve sarımsak gibi güçlü antimikrobiyal etkileri olan gıda katkı maddeleri yüzünden 0-1 EMS/g değerleri arasına düştüğünü bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığı köftelerinin koliform bakteri yükünün başlangıçta 1,3-1,5 log kob/g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 2,1-2,2 log kob/g değerine ulaştığını bildirmiştir.

Öksüztepe vd (2010) alabalıktan yaptıkları köftelerin koliform bakteri yükünün başlangıçta 3,14-3,80 log kob/g arasında olduğunu ve 16 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 6,37-7,90 log kob/g değerine ulaştığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, depolama süresi boyunca hiçbir örnek grubunda koliform ve *E. coli* bakterilerine rastlanmamıştır. Bunun nedeninin, köftelerin ön pişirme işlemi sırasında maruz kaldığı yüksek sıcaklık derecelerinin bu bakterileri öldürmüş olması olabileceği düşünülmüştür.

Maya ve Küf

Çaklı vd (2005) farklı balık türlerinden ürettikleri balık fingerlerinde muhafaza süresi boyunca hiç maya ve küf tespit edilmediğini bildirmişlerdir.

Kok ve Park (2007) balık köftelerinde kontrol örneği için 18. gün 3,55 log kob/g ve 21. gün 4,57 log kob/g maya mikroorganizmasının tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığı köftelerinin maya ve küf sayısının muhafazanın başlangıcında 1,6-1,8 log kob/g olduğunu ve muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 2,4-2,6 log kob/g değerine ulaştığını bildirmiştir.

Öksüztepe vd (2010) alabalıktan yaptıkları köftelerin maya ve küf yükünün başlangıçta 1,63-2,22 log kob/g arasında olduğunu ve 16 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede artarak 3,43-4,90 log kob/g değerlerine ulaştığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, depolama süresi boyunca hiçbir örnek grubunda maya ve küfe rastlanmamıştır. Bunun nedeninin, köfte üretiminin hiçbir aşamasında kontaminasyon olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

5.3.11. Duyusal panel

Gökoğlu (1994) uskumru köftelerinin duyusal analiz sonuçları ile kimyasal analiz sonuçları arasında paralellik olduğunu, örneklerin doku, koku, lezzet ve görünüş yönünden başlangıçta iyi (2,7 puan) olduğunu, fakat depolama sonu olan 10. günde dokunun yumuşadığı, kokunun ağırlaştığı ve lezzetin yavanlaşarak ürünlerin bozulduğunu (0,9 puan) bildirmiştir.

Akkuş vd (2004) hamsi köftelerinde 5 panelist tarafından yapılan panelde, muhafaza süresi boyunca duyusal açıdan oluşan değişimin önemli olduğunu; muhafazanın 0. günü duyusal analiz açısından çok iyi kalitede (8,9-9,4) ve 12. günü tat, doku ve koku özelliklerindeki değişimden dolayı tüketilemez olarak değerlendirilirken, dış görünüş ve renkte çok fazla değişim olmadığını bildirmişlerdir (5,4-6,8). Muhafazanın son günü olan 18. gün duyusal analiz değerlerinin 2,9-3,1 arasında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Boran ve Köse (2007) mezgit filetosu haşlandıktan sonra hazırlanan köftelerin haşlama yapılmadan hazırlananlardan daha fazla beğenildiğini ve daha uzun raf ömrüne sahip olduklarını bildirmişlerdir. Surimi işleme aşamalarına göre hazırlanan köftelerin lezzet puanının 5 puan üzerinden 4 (orta derecede iyi-kabul edilebilir), sertlik puanının 10 puan üzerinden 9 (yüksek kalite), balık filetoları haşlandıktan sonra hazırlanan köftelerin lezzet puanının 5 (iyi), sertlik puanının 8 olduğunu bildirmişlerdir.

Çapkın (2008) kadife balığı köftelerinin duyusal analizini, 10 panelist ile hedonik skalaya göre 10 puan üzerinden olacak şekilde görünüş, koku, tekstür, tat ve genel beğeni özellikleri açısından değerlendirmiştir. Duyusal analiz sonucunu muhafazanın başlangıcında 8,18-9,05 puanları arasında olduğunu, muhafaza süresi

boyunca puanlamada düşmeler ve yükselmeler olması ile birlikte muhafaza süresinin sonu olan 10. gün 4,20-4,89 puanlarına kadar düştüğünü ve bu puanların tüketilemez sınır değerlerine ulaştığını bildirmiştir.

Yi vd (2010) yayın balığından hazırlanan köftelerin 7 panelist tarafından 9 puanlık hedonik skala üzerinden yapılan değerlendirmesinde, duyuşsal analiz skorunun başlangıçta 9 puanken muhafazanın sona erdiği 17. gün 2 puana kadar önemli derecede düştüğünü ve muhafazanın 9. gününde balığımsı kokusu ve tadından dolayı panelistler tarafından hoş bulunmadığını bildirmişlerdir.

Uçak vd (2011)'nin uskumru balığından hazırladıkları köftelerin duyuşsal analizi; renk, koku, lezzet, elastikiyet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri ile 6 panelist tarafından 9 puanlık hedonik skalaya göre incelenmiştir. Köftelerin duyuşsal analiz sonuçlarının 15 günlük muhafaza süresi boyunca önemli derecede düştüğü, muhafazanın başlangıcında genel kabul edilebilirlik puanlarının 9 puan iken, muhafazanın sonu olan 10. gün 6,78 puanla sınır değere düştüğü bildirilmiştir.

Bu çalışmada, toplam bakteri yüküne bağılı olarak; panelistlerin gıda zehirlenmesi geçirme olasılığı dikkate alınarak duyuşsal değerlendirme süresi kısa tutulmuştur. Bu yüzden, kontrol grubunun değerlendirilmesi 7 gün, protein hidrolizatı ilaveli köfte gruplarının değerlendirilmesi 21 gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Panelistler tarafından verilen puanlara göre muhafaza süresi boyunca balık kokusu ve baharat kokusu sadece kontrol örneğinde artmış, ransid koku ise protein hidrolizatı ilaveli gruplarda artmış ancak kontrol grubunda değişmediğı belirlenmiştir. Lezzet, tuz yoğunluğu, baharat yoğunluğu ve kuruluk-sululuk muhafaza süresi boyunca değişmediğı saptanmıştır. Elastikiyet özelliğı açısından sadece %10 protein hidrolizatı grubunun muhafaza boyunca kurummasına bağılı olarak sertleştiğı bulunmuştur. Genel kabul edilebilirlik puanının protein hidrolizatı ilaveli gruplarda muhafaza süresi boyunca düştüğü ancak kontrol grubunda değişmediğı tespit edilmiştir.

6. SONUÇ

Bu çalışmanın sonucu olarak; levrek balığı yan ürünlerinden elde edilen protein hidrolizatlarının veriminin enzim türü, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak önemli bir şekilde değiştiği belirlenmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının veriminin, protameks enzimi ile elde edilenlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Protein hidrolizatlarının kuru madde miktarının, enzim türü ve enzim konsantrasyonundan önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Protein içerikleri üzerine enzim türü, hidroliz sıcaklığı ve enzim konsantrasyonunun önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının protein içeriklerinin, protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Enzim konsantrasyonu arttıkça protein hidrolizatlarının protein içeriklerinin azaldığı bulunmuştur. Protein hidrolizatlarının hidrolizasyon şartlarından dolayı; daha küçük peptit ve aminoasitlere parçalanarak ham örnekle kıyaslandıklarında protein bandı sayılarının azaldığı belirlenmiştir. Protein hidrolizatlarının esansiyel aminoasit içerikleri %44,09 olarak bulunmuştur. Elde edilen protein hidrolizatları esansiyel aminoasit içeriği, ortalama yetişkin bir insanın günlük olarak ihtiyaç duyacağı aminoasit miktarlarını karşılayabilecek düzeydedir.

Protein hidrolizatlarının hidroliz derecesi üzerine enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresinin önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Enzim konsantrasyonu arttıkça hidroliz derecesinin de arttığı tespit edilmiştir. Protein hidrolizatlarının su tutma kapasiteleri üzerine enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresinin önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Alkalaz enzimi ile edilen protein hidrolizatlarının su tutma kapasitesinin, protameks enzimi ile elde edilenlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Protein hidrolizatlarının protein çözünme indeksi sonuçları üzerine enzim türü, enzim konsantrasyonu, pH değeri ve hidroliz süresinin önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Alkalaz enzimi ile hazırlanan protein hidrolizatlarının protein çözünme indeksinin; pH değerleri 3, 7 ve 9 iken protameks ile hazırlananlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Enzim konsantrasyonu arttıkça, pH 9'daki protein çözünme indeksinin arttığı belirlenmiştir. Protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesi sonuçları üzerine; enzim türü, enzim konsantrasyonu, ve hidroliz süresinin önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesinin, protameks enzimi ile elde edilenlere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca enzim konsantrasyonu arttıkça, protein hidrolizatlarının emülsiyon kapasitesinin de arttığı tespit edilmiştir. Enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresinin protein hidrolizatlarının antioksidan aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hidrolizasyon işlemi kullanılan enzim konsantrasyonu arttıkça, örneklerin antioksidatif aktivitelerinin arttığı belirlenmiştir. Protein hidrolizatı gruplarının anti-*Bacillus subtilis*, anti-*Staphylococcus aerus* ve anti-*Pseudomonas aeruginosa* aktivitelerinin enzim türü, hidroliz sıcaklığı, enzim konsantrasyonu ve hidroliz süresine bağlı olarak önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur. Protein hidrolizatı gruplarının anti-*E. coli* aktivitesinin, enzim türü ve enzim konsantrasyonuna bağlı olarak önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

Protein hidrolizatları, *A. niger*'e karşı antimikrobiyal etki göstermemiştir. Alkalaz enzimi ile elde edilen protein hidrolizatları, *P. aeruginosa* bakterisine karşı protameks enzimi ile elde edilen protein hidrolizatlarından daha etkilidir. 60°C hidroliz sıcaklığında elde edilen protein hidrolizatları *B. subtilis* ve *S. aerus* bakterilerine karşı, 50°C hidroliz sıcaklığında elde edilen hidrolizatlardan daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Protein hidrolizatlarının hidroliz derecesinin arttıkça su tutma kapasitesi, protein çözünme indeksi, antioksidatif aktivitesi, anti-*Pseudomonas* ile anti-*E. coli* aktivitelerinin arttığı ve emülsiyon kapasitelerinin azaldığı belirlenmiştir.

Bütün olumlu kimyasal, fonksiyonel ve biyoaktivite özelliklerinden dolayı; alkalaz enzimi, protein hidrolizasyonu için en iyi enzim, 60°C hidroliz sıcaklığı en iyi sıcaklık, %5 enzim-substrat konsantrasyonu en iyi konsantrasyon ve 60dk hidroliz süresi en iyi süre olarak seçilmiştir. Bu yüzden seçilen şartlarda hazırlanan protein hidrolizatlarının alabalık köftelerine ilave edilmesinin daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Alabalık köftelerinin protein konsantrasyonu arttıkça, kuru madde ve protein içeriklerinin arttığı ve yağ içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Köftelerin protein hidrolizatı oranı arttıkça pH değerinin de arttığı bulunmuştur. Köfte gruplarındaki protein hidrolizatı oranı arttıkça, parlaklığının ("L") ve sarılığının ("b") arttığı tespit edilmiştir. Alabalık köftelerine ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça, köftelerin TVB-N ve TMA-N değerlerinin de önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Bu durum, protein oranı arttırıldıkça köftelerin azotlu bileşikler açısından daha hızlı bozulduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Depolama süresi boyunca TVB-N ve TMA-N değerlerinin artması, beklenen bir durumdur ancak köftelerin 60 günlük depolama süresi boyunca bile TVB-N ve TMA-N değerleri açısından kritik limitlere ulaşmadığı görülmüştür. Bu yüzden, panelistleri rahatsız edecek şekilde azotlu bileşiklerin yıkımından kaynaklanan herhangi bir amonyak ya da hidrojen sülfür kokusu ortaya çıkmamıştır. Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça, köftelerin TBA ve CD içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, protein hidrolizatlarının alabalık köftelerinin yağ oksidasyonunu antioksidatif etkisiyle engelleyebildiğini vurgulamaktadır.

Köftelere ilave edilen protein hidrolizatı konsantrasyonu arttıkça; toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri ve toplam anaerob bakteri yükünün azaldığı belirlenmiştir. Buna göre protein hidrolizatlarının antibakteriyel etkisi alabalık köftelerinde olumlu bir etki oluşturmaktadır.

Duyusal testlere göre; %10 protein hidrolizatı ilavesinin alabalık köftelerinin beğenilirliğini arttırdığı belirlenmiştir. Köftelerin genel kabul edilebilirliklerini; genel görünüş, ransid koku, lezzet ve elastikiyet özelliklerinin önemli derecede etkilediği bulunmuştur.

Bütün analiz sonuçları incelendiğinde; protein hidrolizatı ilavesinin, buzdolabı sıcaklığında saklanan alabalık köftelerinin kalitesini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Kullanılan hidrolizat konsantrasyonları arasından, %10 protein hidrolizatı konsantrasyonunun, alabalık köftelerinin soğukta depolanması sırasında, kalitelerinin

korunmasında daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Kontrol örnekleri muhafazanın 21. günü, toplam psikrofilik bakteri ve toplam anaerob bakteri yükleri açısından sınır değeri aştıkları için bozulmuşlardır. %1 ve %1 protein hidrolizatı ilaveli köfte grupları toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü açısından, muhafazanın 42. günü sınır değeri aşarak bozulmuştur. %10 protein hidrolizatı ilaveli köfte grubu muhafazanın 49. günü, toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü açısından sınır değeri aşarak bozulmuştur. Bu durumda köfte içeriğine %10 protein hidrolizatı ilavesinin, köftelerin raf ömrünü 28 gün kadar uzatabildiği sonucuna varılmıştır.

Protein hidrolizatları antioksidatif ve antimikrobiyal etkilere sahiptir. Protein hidrolizatlarının bu tip biyoaktivite özelliklerini ham madde, kullanılan enzim, enzim-substrat konsantrasyonu, hidroliz süresi ve hidroliz sıcaklığı gibi faktörler önemli derecede etkilemektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda, farklı balık türlerinin işleme atıklarından elde edilecek protein hidrolizatlarının, balık ürünlerinde kullanılarak kalite ve muhafaza süreleri üzerine olan etkileri incelenmelidir.

Bu çalışmanın sonuçlarının hem atıkların değerlendirilmesine hem de protein oranı, et verimi ve kalitesi arttırılan ürünlerin pazarlanmasıyla ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği, ayrıca besin kalitesi arttırılmış ürünlerin beslenme açısından önemli bir kaynak oluşturabileceği düşünülmektedir. Elde edilen sonuçların da ileride yapılabilecek olan biyoaktif bileşiklerle ilgili çalışmalardan protein yıkımında enzim reaksiyonlarının kontrol edilebilmesi, kansere karşı koruyucu, kan basıncını düzenleyici ve antialerjik etki gösterebilen peptit sekanslarının belirlenmesi gibi çalışmalara ve balık köftesi ya da benzer ürünlerin kalite çalışmalarının daha ileriye götürebilmesine ışık tutacağı kanısındayız.

7. KAYNAKLAR

- AHN, C.-B., LEE, K.-H. and JE, J.-Y. 2010. Enzymatic production of bioactive protein hydrolysates from tuna liver: effects of enzymes and molecular weight on bioactivity. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 562-568.
- AKÇELİK, M., AYHAN, K., ÇAKIR, İ., DOĞAN, H.B., GÜRGÜN, V., HALKMAN, A.K., KALELİ, D., KULEAŞAN, H., ÖZKAYA, D.F., TUNAİL, N. ve TÜKEL, Ç. 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. II. Baskı. Sim Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- AKKUŞ, Ö., VARLIK, C., ERKAN, N. ve MOL, S. 2004. Çiğ ve haşlanmış balık etinden yapılmış köftelerin bazı kalite parametrelerinin incelenmesi. *Turk J Vet Anim Sci*, 28: 79-85.
- AKSNES, A., HOPE, B. and ALBREKTSSEN, S. 2006. Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. II: Flesh quality, absorption, retention and fillet levels of taurine and anserine. *Aquaculture*, 261: 318-326.
- ALASALVAR, C., TAYLOR, K.D.A., ZUBCOV, E., SHAHIDI, F. and ALEXIS, M. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79: 145-150.
- ALPBAZ, A.G. 1990. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları, No:20, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- ALPBAZ, A.G. 2005. Su Ürünleri Yetiştiriciliği. Alp Yayınları, 197-224, ISBN: 975-97056-1-3.
- AL-BULUSHI, I.M., KASAPIS, S., AL-OUFI, H. and AL-MAMARI, S. 2005. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fisheries Science*, 71: 648-654.
- ANNAMALAI, N., ANBURAJ, R., JAYALAKSHMI, S. and THAVASI, R. 2007. Antibacterial activities of green mussel (*Perna viridis*) and edible oyster (*Crassostrea madrasensis*). *Research Journal of Microbiology*, 2 (12): 978-982.
- ANTONACOPOULOS, N. and VYNCKE W. 1989. Determination of volatile basic nitrogen in fish: a third collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA). *Z Lebensm Unters Forsch*, 189:309-316. Springer-Verlag. Original Papers.
- AOAC, 2005a. Method 950.46. Moisture in meat. In Official Methods of Analysis, 18th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC, 2005b. Method 928.08. Nitrogen in meat. In Official Methods of Analysis, 18th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC, 2005c. Method 960.39. Fat (crude) or ether extract in meat. In Official Methods of Analysis, 18th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC, 2005d. Method 920.153. Ash of meat. In Official Methods of Analysis, 18th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, Maryland.

ARABACI, M. 2007. Gökkuşuğu Alabalığı Yetiştiriciliği. Doğu Anadolu Kalkınma Programı Tarım ve Kırsal Kalkınma Bileşeni Yayınları.

ASPMO, S.I., HORN, S.J. and EIJSINK, V.G.H. 2005. Enzymatic hydrolysis of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) viscera. *Process Biochem.*, 40: 1957-1966.

BATISTA, I., RAMOS, C., COUTINHO, J., BANDARRA, N.M. and NUNES, M.L. 2010. Characterization of protein hydrolysates and lipids obtained from black scabbardfish (*Aphanopus carbo*) by-products and antioxidative activity of the hydrolysates produced. *Process Biochemistry*, 45: 18-24.

BEAULIEU, L., THIBODEAU, J., BRYL, P. and CARBONNEAU, M.E. 2009. Characterization of enzymatic hydrolyzed snow crab (*Chionoecetes opilio*) by-product fractions: A source of high-valued biomolecules. *Bioresource Technology*, 100: 3332-3342.

BECHTEL, P.J., CHANTARACHOTI, J., OLIVEIRA, A.C.M. and SATHIVEL, S. 2007. Characterization of protein fractions from immature Alaska walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) roe. *Journal of Food Science*, 72 (5): 338-343.

BHASKAR, N., SUDEEPA, E.S., RASHMI H.N. and TAMIL SELVI A. 2007. Partial purification and characterization of protease of *Bacillus proteolyticus* CFR3001 isolated from fish processing waste and its antibacterial activities. *Bioresource Technology*, 98: 2758-2764.

BLIGH, E.G. and DYER, W.J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can.J.Biochem.Physiol.* 37: 911-917.

BORAN, M. and KÖSE, S. 2007. Storage properties of three types of fried whiting balls at refrigerated temperatures. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 65-70.

BOUGATEF, A., HAJJI, M., BALTI, R., LASSOUED, I., TRIKI-ELLOUZ, Y. and NASRI, M. 2009a. Antioxidant and free radical-scavenging activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food Chemistry*, 114: 1198-1205.

BOUGATEF, A., NEDJAR-ARROUME, N., MANNI, L., RAVALLEC, R., BARKIA, A., GUILLOCHON, D. and NASRI, M. 2009b. Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins. *Food Chemistry*, 118(3): 559-565.

CARBONELL, I., IZQUIERDO, L. and COSTELL, E. 2002. Sensory profiling of cooked gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Sensory evaluation procedures and panel training. *Food Science and Technology International*, 8(3): 169-177.

CHALAMAIAH, M., NARSING RAO, G., RAO, D.G. and JYOTHIRMAYI, T. 2010. Protein hydrolysates from meriga (*Cirrhinus mrigala*) egg and evaluation of their functional properties. *Food Chemistry*, 120: 652-657.

CHANDRAN, B., RAMESHKUMAR, G. and RAVICHANDRAN, S. 2009. Antimicrobial activity from the gill extraction of *Penna viridis* (Linnaeus, 1758). *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 4(2): 88-92.

CLUCAS, I.J. 1982. In: Fish Handling, Preservation and Processing, Part 2, pp 4-8.

CORTESI, M.L., PANEBIANCO, A., GIUFFRIDA, A. and ANASTASIO, A. 2009. Innovations in seafood preservation and storage. *Vet Res Commun*, DOI 10.1007/s11259-009-9241-4, Springer.

ÇAKLI, S., TASKAYA, L., KISLA, D., CELİK, U., ATAMAN, C.A., CADUN, A., KILINC B. and MALEKI, R.H. 2005. Production and quality of fish fingers from different fish species. *Eur Food Res Technol*, 220: 526-530.

ÇAPKIN, K. 2008. Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758) Köftesinin Buzdolabı Kosullarında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

DADALIOĞLU, I. and EVRENDİLEK, G.A. 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 8255-8260.

DINIZ, F.M. and MARTIN, A.M. 1997. Effects of the extent of enzymatic hydrolysis on the functional properties of shark protein hydrolysate. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 30: 266-272.

DiLER, A. ve ATAŞ, Ş. 2003. Antalya bölgesinden avlanan *Penaeus semisulcatus* De Haan 1884'un mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi ile et verimi. *Turk J Vet Anim Sci*, 27: 497-503. TÜBİTAK.

DOĞAN, K. 2003. Ülkemizin akvakültür potansiyeli pazar durumu. *Deniz ve Balıkçılık Aylık Sektörel İhtisas Dergisi*, Sayı 3 (Eylül 2003): 10-12, Kısım 2.

DUMAY, J., BARTHOMEUF, C., and BERGE, J.P. 2004. How enzymes may be helpful for upgrading fish by-products: enhancement of fat extraction. *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, 13: 69-84.

DURŞUN, S. ve ERKAN, N. 2009. Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(4): 352-373.

EMRE, Y. ve KÜRÜM, V., 2007. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği. ISBN: 975-96544-0-7, 272s.

ERKAN, N. and ÖZDEN, Ö. 2007. Proximate composition and mineral contents in aqua 135 cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chemistry*, 10: 721-725.

FAO/WHO/UNU, 2007. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation, WHO technical report series, No. 935. The World Health Organization: Geneva, Switzerland.

FOH, M.B.K., AMADOU, I., FOH, B.M., KAMARA, M.T. and XI, W. 2010. Functionality and antioxidant properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) as influenced by the degree of hydrolysis. *Int. J. Mol. Sci.*, 11: 1851-1869.

GARCIA-SOTO, B., AUBOURG, S.P., CALO-MATA, P. and BARROS-VELÁZQUEZ, J. 2013. Extension of the shelf life of chilled hake (*Merluccius merluccius*) by a novel icing medium containing natural organic acids. *Food Control*, 34: 356-363.

GBOGOURI, G.A., LINDER, M., FANNI, J. and PARMENTIER, M. 2004. Influence of hydrolysis degree on the functional properties of salmon byproducts hydrolysates. *Journal of Food Science*, 69 (8): 615-622.

GEIRSDOTTIR, M., HLYNSDOTTIR, H., THORKELSSON, G. and SIGURGISLADOTTIR, S. 2007. Solubility and viscosity of herring (*Clupea harengus*) proteins as affected by freezing and frozen storage. *Journal of Food Science*, 72 (7): 376-380.

GILDBERG, A. 2001. Utilisation of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production - evaluation of fermentation conditions. *Bioresource Technology*, 76: 119-123.

GÖKOĞLU, N. 1994. Balık köftesinin soğukta depolanması. *Gıda*, 19(3): 217-220.

GOKOGLU, N., TOPUZ, O.K., BUYUKBENLI, H.A. and YERLIKAYA, P. 2012. Inhibition of lipid oxidation in anchovy oil (*Engraulis encrasicolus*) enriched emulsions during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 1398-1403.

GUERARD, F., GUIMAS, L. and BINET, A. 2002. Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation. *J. Mol. Catal. B-Enzym.*, 19-20: 489-498.

GÜLYAVUZ, H. ve ÜNLÜSAYIN, M. 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Şahin Matbaası, Isparta, 366 ss.

HAMILTON, R.J., KALU, C., MCNEILL, G.P., PADLEY, F.B. and PIERCE, J.H. 1998. Effects of tocopherols, ascorbyl palmitate and lecithin on autoxidation of fish oil. *JAOCs*, 75 (7): 813-822.

HSU, K-C. 2010. Purification of antioxidative peptides prepared from enzymatic hydrolysates of tuna dark muscle by-product. *Food Chemistry*, 122: 42-48.

HUDA, N., SHEN, Y.H., HUEY, Y.L. and DEWI, R.S. 2010. Ingredients, proximate composition, colour and textural properties of commercial malaysian fish balls. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (12): 1183-1186.

HUSS, H.H., DALGAARD, P. and GRAM, L. 1997. Microbiology of fish and fish products. In J. B. Luten, T. Borresen and J. Oehlenschläger (Eds.). Proceedings of seafood from producer to consumer, integrated approach to quality: 25th WEFTA international seafood conference (Vol. 38, pp. 413-430). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science B.V.

ICMSF (The International Commission on Microbiological Specifications for Foods) 1986. Microorganisms in foods. In Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications, 2nd Ed. pp. 181-196, International Committee on Microbiological Specifications for Food, University of Toronto Press, Toronto.

IMADA, C. 2005. Enzyme inhibitors and other bioactive compounds from marine actinomycetes. *Antonie van Leeuwenhoek*, 87: 59-63.

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) 1990. Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. International Union of Pure and Applied Chemistry, 17th Ed., Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.

İLHAN, R. ve GÜLYAVUZ, H. 2003. Antalya Körfezi'nden avlanan mürekkep balığının (*Sepia officinalis* L. 1758) et kalitesi ve raf ömrünün belirlenmesi XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ.

JUN, S.Y., PARK, P.J., JUNG, W.K. and KIM, S.K. 2004. Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysate of yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame protein. *European Food Research and Technology*, 219: 20-26.

JUNG, W.K., RAJAPAKSE, N. and KIM, S.K. 2005. Antioxidative activity of a low molecular weight peptide derived from the sauce of fermented blue mussel, *Mytilus edulis*. *Eur Food Res Technol*, 220: 535-539.

KAMRUZZAMAN, M., AKTER, F., BHUIYAN, M.M.H., KHAN, M.G.Q. and RAHMAN, M.R. 2006. Consumers' acceptance and market test of fish sausage and fish ball prepared from sea catfish, *Tachurus thalasinus*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(6): 1014-1020.

KENNEDY, M. and FITZMAURICE, P. 1972. The biology of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in Irish waters. *Journal of Marine Biological Association of the UK*, 52: 557-597.

KILINCCEKER, O. and HEPSAG, F. 2011. Performance of different coating batters and frying temperatures for fried fish balls. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(17): 2256-2262.

KIM, S.K. and MENDIS, E. 2006. Bioactive compounds from marine processing byproducts - A review. *Food Research International*, 39: 383-393.

KOK, T.N. and PARK, J.W. 2007. Extending the shelf life of set fish ball. *Journal of Food Quality*, 30: 1-27.

KRISTINSSON, H.G. and RASCO, B.A. 2000. Fish protein hydrolysates: Production, biochemical and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40 (1): 43-81.

LAEMMLI, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the heat of bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680-685.

LIASET, B. and ESPE, M. 2008. Nutritional composition of soluble and insoluble fractions obtained by enzymatic hydrolysis of fish-raw materials. *Process Biochemistry*, 43: 42-48.

LIASET, B., JULSHAMN, K. and ESPE, M. 2003. Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protamex™. *Process Biochem.*, 38: 1747-1759.

LIN, L-S., WANG, B-J. and WENG, Y-M. 2009. Preservation of commercial fish ball quality with edible antioxidant-incorporated zein coatings. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33: 605-617.

LINDER, M., FANNI, J. and PARMENTIER, M. 1996. Functional properties of veal bone hydrolysates. *Journal of Food Science*, 61(4): 712-716.

LOWRY, O.H., ROSENBROUGH, N.J., FARR, A.L. and RANDALL, R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal Biological Chemistry*, 193: 265.

MAKRI, M. 2013. Effect of oregano and rosemary essential oils on lipid oxidation of stored frozen minced gilthead sea bream muscle. *J. Verbr. Lebensm.*, 8: 67-70.

MARTINEZ, I., BATHEN, T., STANDAL, I.B., HALVORSEN, J., AURSAND, M., GRIBBESTAD, I.S. and AXELSON, D.E. 2005. Bioactive compounds in cod (*Gadus morhua*) products and suitability of 1H NMR metabolite profiling for classification of the products using multivariate data analyses. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 6889-6895.

MENDIS, E., RAJAPAKSE, N., BYUN, H.G. and KIM, S.K. 2005. Investigation of jumbo squid (*Disidicus gigas*) skin gelatin peptides for their antioxidant effects. *Life Sciences*, 77: 2166-2178.

MICHALEZYK, M. and SUROWKA, K. 2007. Changes in protein fractions of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gravads during production and storage. *Food Chemistry*, 104: 1006-1013.

NAGANUMA, T., OGAWA, T., HIRABAYASHI, J., KASAI, K., KAMIYA, H. and MURAMOTO, K., 2006. Isolation, characterization and molecular evolution of a novel pearl shell lectin from a marine bivalve. *Pteria penguin*. *Molecular Diversity*, 10: 607-618.

NAKAJIMA, K., YOSHIE-STARK, Y. and OGUSHI, M. 2009. Comparison of ACE inhibitory and DPPH radical scavenging activities of fish muscle hydrolysates. *Food Chemistry*, 114: 844-851.

NOGA, E.J., FAN, Z. and SILPHADUANG, U. 2001. Histone-like proteins from fish are lethal to the parasitic dinoflagellate *Amyloodinium ocellatum*. *Parasitology*, 123: 57-65.

ÖKSÜZTEPE, G., EMİR ÇOBAN, Ö. ve GÜRAN, H.Ş. 2010. Sodyum laktat ilavesinin taze gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) yapılan köftelere etkisi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16 (Suppl-A): S65-S72.

PETERSON, G.L. 1983. Determination of total protein. *Methods Enzymol.*, 91:95-121.

PICOT, L., BORDENAVE, S., DIDELOT, S., FRUITIER-ARNAUDIN, I., SANNIER, F., THORKESSON, G., BERGE', J.P., GUE'RRARD, F., CHABEAUD, A. and PIOT, J.M. 2006. Antiproliferative activity of fish protein hydrolysates on human breast cancer cell lines. *Process Biochemistry*, 41: 1217-1222.

RAMACHANDRAN, D., MOHAN, M. and SANKAR, T.V. 2007. Physicochemical characteristics of muscle proteins from barracuda (*Sphyraena jello*) of different weight groups. *LWT*, 40: 1418-1426.

RANATHUNGA, S., RAJAPAKSE, N. and KIM, S.K. 2006. Purification and characterization of antioxidative peptide derived from muscle of conger eel (*Conger myriaster*). *European Food Research and Technology*, 222: 310-315.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M. and RICE-EVANS, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231-1237.

REED, Z.H. and PARK, J.W. 2008. Qualification and quantification of fish protein in prepared surimi crabstick. *J Food Sci.*, 73(5): C329-334.

RUTTANAPORNVAREESAKUL, Y., IKEDA, M., HARA, K., OSATOMI, K., OSAKO, K., KONGPUN, O. and NOZAKI, Y. 2006. Concentration-dependent suppressive effect of shrimp head protein hydrolysate

on dehydration-induced denaturation of lizardfish myofibrils. *Bioresour. Technol.*, 97: 762-769.

SALDAMLI, İ. 2007. Gıda Kimyası. 3. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi, Ankara.

SAMARANAYAKA, A.G.P. and LI-CHAN, E.C.Y. 2008. Autolysis-assisted production of fish protein hydrolysates with antioxidant properties from Pacific hake (*Merluccius productus*). *Food Chemistry*, 107:768-776.

SANCO No.12116/2012 (2012) Working Document on Microbial Contaminant Limits for Microbial Pest Control Products. The European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General, France.

SATHIVEL, S. and BECHTEL, P.J. 2006. Properties of soluble protein powders from Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*). *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 520-529.

SATHIVEL, S., HUANG, S. and BECHTEL, P.J. 2008. Properties of pollock (*Theragra chalcogramma*) skin hydrolysates and effects on lipid oxidation of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during 4 months of frozen storage. *Journal of Food Biochemistry*, 32: 247-263.

SEIFRIED, H.E., ANDERSON, D.E., FISHER, E.I. and MILNER J.A. 2007. A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 18: 567-579.

SEKİN, Y. ve KARAGÖZLÜ, N. 2004. Gıda Mikrobiyolojisi. GıdaEndüstrisi İçin Temel Esaslar ve Uygulamalar. Klaus Pichhardt, 4. Basımdan Çeviri. Literatür Yayıncılık: 115 İstanbul, 358s.

SHAHIDI, F., HAN, X.Q. and SYNOWIECKI, J. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry*, 53: 285-293.

SHAVIKLO, G.R., ARASON, S., THORKESSON, G., SVEINSDOTTIR, K. and MARTINSDOTTIR, E. 2010. Sensory attributes of haddock balls affected by added fish protein isolate and frozen storage. *Journal of Sensory Studies*, 25: 316–331.

SCHORMÜLLER, J. 1968. Handbuch der Lebensmittelchemie. Band III/2. pp 1482-1537. Teil Springer-Verlag Berlin, Heidelberg New York.

SIU, G.M. and DRAPER, H.H. 1978. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *Journal of Food Science*, 43: 1147-1149.

SLIZYTE, R., DAUKSAS, E., FALCH, E., STORRO, I. and RUSTAD, T., 2005. Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochem.*, 40: 2021-2033.

SLIZYTE, R., MOZURAITYTE, R., MARTINEZ-ALVAREZ, O., FALCH, E., FOUCHEREAU-PERON, M. and RUSTAD, T. 2009. Functional, bioactive and antioxidative properties of hydrolysates obtained from cod (*Gadus morhua*) backbones. *Process Biochem.*, 44: 668-677.

SMITH, V.J., FERNANDES, J.M.O., JONES, S.J., KEMP, G.D. and TATNER, M.F. 2000. Antibacterial proteins in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fish and Shellfish Immunology*, 10(3): 243-260.

THIANSILAKUL, Y., BENJAKUL, S. and SHAHIDI, F. 2007. Antioxidative activity of protein hydrolysate from round scad muscle using alcalase and flavourzyme. *Journal of Food Biochemistry*, 31: 266-287.

- TOKUR, B., POLAT, A., BEKLEVİK, G. and ÖZKÜTÜK, S. 2004. Changes in the quality of fishburger produced from tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18 °C). *Eur Food Res Technol*, 218: 420-423.
- TURGEON, S.L., GAUTHIER, S.F. and PAQUIN, P. 1992. Emulsifying property of whey peptide fractions as a function of pH and ionic strength. *Journal of Food Science*, 57: 601-604.
- TUİK (TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU), 2008. Su Ürünleri İstatistikleri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Ankara.
- TUİK (TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU), 2012. Su Ürünleri İstatistikleri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Ankara.
- UÇAK, İ., ÖZOGUL, Y. and DURMUŞ, M. 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 1157-1163.
- UÇAL, O. ve BENLİ, H.A. 1993. Levrek balığı ve Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri, Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum, Seri A, Yayın No.9, 72s.
- ÜNLÜSAYIN, M., BİLGİN, S., İZCİ, L. ve GÜLYAVUZ, H. 2002. Sudak (*Sander lucioperca* L. Kottelat, 1997) ve kadife (*Tinca tinca* L. 1758) balığı fileto artıklarından köfte yapımı ve raf ömrünün belirlenmesi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6-3: 25-34.
- ÜNLÜTÜRK, A. ve TURANTAŞ, F. 2002. Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi. II. Baskı. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. Bornova. İzmir.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N. ve GÜN, H. 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Demeği, Yayın NO:17, 174 ss, İstanbul.
- VAN MUOI, N. and NGUYEN, D.T.T. 2005. Apply gel properties of protein in processing fish balls from abundant raw material in Mekong Delta: Pangas Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Food Technology Report, Can Tho University. 5pp.
- VEECK, A.P.L., KLEIN, B., FERREIRA, L.F., BECKER, A.G., HELDWEIN, C.G., HEINZMANN, B.M., BALDISSEROTTOF, B. and EMANUELLI, T. 2013. Lipid stability during the frozen storage of fillets from silver catfish exposed in vivo to the essential oil of *Lippia alba* (Mill.) NE Brown. *J Sci Food Agric*, 93: 955-960.
- WASSWA, J., TANG, J., GUB, X-H. and YUAN, X-Q. 2007. Influence of the extent of enzymatic hydrolysis on the functional properties of protein hydrolysate from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin. *Food Chemistry*, 104: 1698-1704.
- WASSWA, J., TANG, J. and GU, X.H. 2008. Optimization of the production of hydrolysates from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin using alcalase. *Journal of Food Biochemistry*, 32: 460-473.
- WROLSTAD, R.E., ACREE, T.E., DECKER, E.A., PENNER M.H., REID, D.S., SCHWARTZ, S.J., SHOEMAKER, C.F., SMITH, D.M. and SPORNS, P. 2005. *Handbook of Food Analytical Chemistry*. 768 p. Wiley - Interscience, Hoboken, N. J.

WU, H.C., CHEN, H.M. and SHIAU, C.Y. 2003. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). *Food Research International*, 36: 949-957.

YADA, R.Y. 2004. *Proteins in Food Processing*. 686 p. Woodhead Publishing, Cambridge.

YANAR, Y. ve FENERCİOĞLU, H. 1999. Sazan (*Cyprinus carpio*) etinin balık köftesi olarak değerlendirilmesi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23: 361-365.

YANIK, T. 2009. Gökkuşığı alabalığı ve alabalıkların morfolojik özellikleri arazi çalışmaları. Doğal Alabalık Çalıştay, 22-23 Ekim, Trabzon.

YERLIKAYA, P. and GOKOGLU, N. 2010. Inhibition effects of green tea and grape seed extracts on lipid oxidation in bonito fillets during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 252-257.

YI, S., LI, J., ZHU, J., LIN, Y., FU, L., CHEN, W. and LI, X. 2011. Effect of tea polyphenols on microbiological and biochemical quality of *Collichthys* fish ball. *J Sci Food Agric*, 91: 1591–1597.

YIN, H., PU, J., WAN, Y., XIANG, B., BECHTEL, P.J. and SATHIVEL, S. 2010. Rheological and functional properties of catfish skin protein hydrolysates. *Journal of Food Science*, 75 (1): 11-17.

ZHOU, P. and REGENSTEIN, J.M. 2006. Determination of total protein content in gelatin solutions with the lowry or biuret assay. *Journal of Food Science*, 71(8): C474-C479.

ÖZGEÇMİŞ

Ruhan ERDİLAL, 1979 yılında Aydın'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Aydın'da tamamladıktan sonra 1996 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne girdi. 2001 yılında Su Ürünleri Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2002 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2005 yılında Su Ürünleri Yüksek Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2006 yılında aynı anabilim dalında doktora öğrenimine başladı. 2002 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Halen aynı kurumda görevine devam etmektedir. Kendisi evli ve bir çocuk annesidir.