

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİMYA ANABİLİM DALI

**BALIK YEMİ İÇERİĞİNİN KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*) GELİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİSİ VE BALIĞIN YENİLEBİLİR KISIMLARININ
BİYOKİMYASAL ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager İlyas KUTLU

**MART 2010
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİMYA ANABİLİM DALI

**BALIK YEMİ İÇERİĞİNİN KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*) GELİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİSİ VE BALIĞIN YENİLEBİLİR KISIMLARININ
BİYOKİMYASAL ANALİZİ**

Kimyager İlyas KUTLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Lisans (Kimya)”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.02.2010

Tezin Savunma Tarihi : 04.03.2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ahmet ÇOLAK

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Sevgi KOLAYLI

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Şule BAHÇECİ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilimdalı Biyokimya bilim Dalı, Yüksek Lisans Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, TKB Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne “Karadeniz’de Kalkan Balığı (*Psetta maxima*, Linnaeus 1758) Yetiştiricilik Tekniklerinin Geliştirilmesi ” projesi kapsamında yürütülen çalışmaların bir kısmını içermektedir ve çoğunlukla Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü imkânları ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, kültür balıkçılığında kullanılan ticari yeme, besin içeriği zenginleştirilmiş katkı maddesi ilave edilerek kalkan balığı açısından büyümeye etkisi incelenmiş ve balığın yenilebilir kısımlarının biyokimyasal analizleri yapılarak Karadeniz Kalkan balığının, kültür şartlarında etkili, kolay elde edilebilir ve doğal kaynakların kullanılmasına daha az ihtiyaç duyulabilecek ucuz besin ihtiyaçlarının üretilmesine yönelik olarak denemeler yapılmıştır. Bu denemelerin, konuyla ilgili olarak daha ileri çalışma yapacak olan araştırmacılara ışık tutmasını dilerim.

Yüksek lisans öğrenciliğim sırasında danışmanlığımı üstlenip yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr Ahmet ÇOLAK’a, tezime yön vermemde katkı sağlayan ama tezin son haline nail olamayan rahmetli hocam Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ’a, Yrd. Doç.Dr. Nadir BAŞÇINAR’a ve Dr. Yakup KOLCUOĞLU’na, çalışmanın başından sonuna kadar desteklerini ve yardımlarını gördüğüm çalışma arkadaşlarım Binnur CEYLAN, Dilek GÖKTOPAL FİDAN, Gülnur ÖZDEMİR, Nilgün AKSUNGUR, Hakan IŞIDAN, Hamza POLAT, Ümit ÇALIK’a, analizlerin yapılması sırasında yardımlarını esirgemeyen Gülsüm BALÇIK MISIR, Adnan ERTEKEN, Sebahattin KUTLU’ya, tez yazımı sırasındaki yardımları için Erdal ÜSTÜNDAĞ, Oğuzhan EROĞLU ve Yılmaz ÇİFTÇİ’ye teşekkürlerimi sunarım.

İlyas KUTLU
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Balık Yetiştiriciliği ve Balık Besleme	2
1.2. Balık Yetiştiriciliğinde Besin Maddeleri ve Gereksinimleri	3
1.2.1. Temel Besin Maddeleri ve Fonksiyonları	4
1.2.1.1. Protein ve Aminoasitler	4
1.2.1.2. Yağlar	5
1.2.1.3. Karbohidratlar.....	6
1.2.1.4. Vitaminler	6
1.2.1.5. Mineraller	6
1.2.1.6. Diğer İz Elementler	6
1.3. Besinlerin Sindirim ve Absorbsiyonu	6
1.3.2. Sindirim Enzim ve Sıvıları	7
1.3.3. Balıklarda Temel Besin Maddelerinin Sindirimi	9
1.3.3.1. Proteinlerin Sindirimi	9
1.3.3.2. Yağların Sindirimi	11
1.3.3.3. Karbohidratların Sindirimi	11
1.4. Balık Beslemede Kullanılan Yemler	12
1.5. Alternatif Yem Hammaddeleri	14
1.6. Balık Etinin Besleme Değeri	15
1.7. Balık Yetiştiriciliğinin Endüstriyel Önemi ve Endüstriyel Balıklar.....	20
1.8. Kalkan Balığı.....	23
1.8.1. Kalkan Balığı Larva Yetiştiriciliği	24

1.8.1.1. Yetiştirme Tank ve Donanımları	26
1.8.1.2. Tanklar	26
1.8.1.3. Havalandırma	27
1.8.1.4. Su Kalitesi	27
1.8.1.5. Aydınlatma	27
1.8.1.6. Yemleme.....	27
1.8.1.7. Su Değişimi	28
1.8.1.8. Tank Tabanının Temizliği	28
1.8.1.9. Boylama.....	28
1.8.2. Yavru Yetiştiriciliği.....	28
1.8.2.1. Tank ve Donanımı	29
1.8.2.2. Besleme	29
1.9. Literatür Özeti	29
1.10 Çalışmanın Amacı ve Pratik Önemi	34
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	35
2.1. Materyal.....	35
2.2. Kullanılan Cihazlar	35
2.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	36
2.4. Kullanılan Çözeltiler ve Tamponlar	36
2.5. Balık Yemlerinin Temini ve Hazırlanması.....	37
2.6. Balıkların Yetiştirilmesi ve Denemeler İçin Hazırlanması	39
2.7. Boy Ağırlık Oranının Ölçülmesi	39
2.8. Balık Etinde Protein Analizi.....	39
2.9. Balık Etinde Yağ ve Yağ Asitleri Analizi	40
2.10. Balık Etinde Yağ Tayini	40
2.11. Balık Etinde Yağ Asitleri Analizi.....	41
2.12. Balık Etinde Spektrofotometrik Toplam Karbohidrat Tayini.....	42
2.13. Enzim Analizleri.....	42
2.14. Yarı Kalitatif Enzim Analizleri	43
2.15. Spektrofotometrik Olarak Yapılmış Enzim Analizleri.....	44
2.16. Sularda Fiziksel ve Kimyasal Analizler	45
2.16.1. Fosfat Tayini.....	45

2.16.2. Nitrat Tayini	46
2.16.3. Nitrit Tayini	46
2.16.4. Amonyak Tayini	46
2.17. İstatistik Analiz	47
3. BULGULAR	48
3.1. Çevresel Faktörler	48
3.2.1. Deneme Süresince Kalkan Balıklarının Boy-Ağırlık Artışlarının Karşılaştırılması	52
3.2.2. Yem Değerlendirme Oranı ve Spesifik Büyüme Oranlarının Karşılaştırılması	54
3.2.3. Balık Etinin Biyokimyasal İçeriği	55
3.2.4. Enzim Aktiviteleri	62
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	80
4.1. Çevresel Faktörler	80
4.2. Boy-Ağırlık Değerleri	80
4.3. Biyokimyasal İçerik	81
4.4. Enzimatik Aktivite	83
5. ÖNERİLER	87
6. KAYNAKLAR	89
7. EKLER	96
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Balık yetiştiriciliğinde kullanılan temel protein kaynağı balık unudur. Ancak son yıllarda balık unu temini zorlaşmakta ve fiyatı hızla artmaktadır. Balık unu yerine ucuz ve temini kolay alternatif kaynakların araştırılması büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda besleme çalışmalarında çok yönlü enzim (biyokimyasal) çalışmaları yapılmaktadır.

Bu çalışmada ilk olarak Kalkan balığının 0-100. günler arası API-Zym kiti ile ve spektrofotometrik olarak Tripsin, Lipaz ve Alkalın fosfataz aktiviteleri takip edilmiştir. Kalkan balığının larval dönemde gelişimi tamamlandıkça enzim aktivitelerinde boy ve ağırlık artmasıyla paralel olarak genel bir artış gözlenmiştir.

Daha sonra yapılan 3 aylık büyütme çalışmasında Ticari olarak üretilen balık yemine alternatif protein katkı maddesi %5 ve %10 oranlarında katılarak kalkan balığının büyümesine etkisi belirlenmiştir. Aylık olarak yapılan ölçümlerle kalkan balıklarında boy-ağırlık artışı ile beraber yenilebilir kısımlarının biyokimyasal analizleri (protein, yağ ve yağ asitleri, karbonhidrat) incelenmiştir. Sonuçta katkısız grup ile katkı yapılan gruplar arasında istatistiki bir fark oluşmuştur ($p < 0,05$).

Anahtar Kelimeler: Kalkan (*psetta maxima*), yem katkısı, protein, sindirim enzimleri, alkalın fosfataz, tripsin, larval büyüme

SUMMARY

The Effect of Feed Content on Turbot Growth And Biochemical Analysis of Edible Part of Fish

The main protein resources used for growing fish is fish flour. However, providing fish flour has been difficult and its cost has been increasing fast in the last years. It becomes important to research providing alternative resources easily and cheaply instead of fish flour. In feeding studies, multiple ways of biochemically enzymes studies have been applied for last years,

In this study, firstly trypsin, lipase and alkaline phosphatase activities were determined with API-Zym kit and spectrophotometer period from 0 to 100 days in turbot larvae. In larval period of turbot fish enzymes activities were observed that general increases depend on larval growth.

Later, growth studies were performed for duration of 3 months that fish feed traditionally produced added alternatively protein additive % 5 and %10. Then, its effect was determined for the growth of turbot. Monthly changes in its length and weights were measured and part of fish's meat, which can be eaten, was analyzed biochemically (protein, fat, fatty acids, carbohydrate). As a result, we found statistical differences between addicted group and no addicted group ($p < 0,05$).

Key Words: Turbot (*Psetta maxima*), food additives, protein, digestive enzymes, alkaline phosphatase, trypsin, larval growth

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sindirilen temel besin maddelerinin genel metabolizması ve değerlendirilmeleri	4
Şekil 2. Pepsinin reaksiyon mekanizması	10
Şekil 3. Tripsinin reaksiyon mekanizması	10
Şekil 4. Lipazın reaksiyon mekanizması	11
Şekil 5. Amilazın reaksiyon mekanizması	12
Şekil 6. Karbohidratların monosakkaritlere parçalanma reaksiyonları	12
Şekil 7. Kalkan balığı (Karadeniz Kalkanı), <i>Psetta maxima</i>	23
Şekil 8. Toplam karbohidrat tayini için oluşturulan kalibrasyon grafiği	42
Şekil 9. Deney süresince kullanılan suyun karşılaştırmalı sıcaklık değişimi	48
Şekil 10. Deney süresince kullanılan suyun karşılaştırmalı çözünmüş oksijen değişimi	49
Şekil 11. Deney süresince kullanılan suyun karşılaştırmalı pH değişimi	49
Şekil 12. Deney balıkları için kullanılan suyun ölçülen karşılaştırmalı Amonyak değişimi	50
Şekil 13. Deney balıkları için kullanılan suyun ölçülen karşılaştırmalı Nitrat değişimi	50
Şekil 14. Deney balıkları için kullanılan suyun ölçülen karşılaştırmalı Nitrit konsantrasyonu değişimi	51
Şekil 15. Deney balıkları için kullanılan suyun ölçülen karşılaştırmalı Fosfat değişimi	51
Şekil 16. Grupların aylık büyüme oranlarının karşılaştırması (boy)	53
Şekil 17. Grupların aylık büyüme oranlarının karşılaştırması (ağırlık)	53
Şekil 18. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki Alkalen fosfataz aktivitesinin değişimi	62
Şekil 19. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki Lipaz aktivite değişimi	63
Şekil 20. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki Tripsin aktivite değişimi	63
Şekil 21. Deney gruplarının karşılaştırılmalı Alkalen fosfataz aktivite değişimi	64
Şekil 22. Deney gruplarının karşılaştırılmalı Lipaz aktivite değişimi	65
Şekil 23. Deney gruplarının karşılaştırılmalı Tripsin aktivite değişimi	65
Şekil 24. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Alkalen fosfataz aktivite değişimi	66

Şekil 25. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Esteraz (C4) aktivite değişimi	66
Şekil 26. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Esteraz lipaz (C8) aktivite değişimi	67
Şekil 27. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Lipaz (C14) aktivite değişimi	67
Şekil 28. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Lösin arilamidaz aktivite değişimi	68
Şekil 29. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Valin arilamidaz aktivite değişimi.....	68
Şekil 30. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Sistin Arilamidaz aktivite değişimi	69
Şekil 31. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Tripsin aktivite değişimi.....	69
Şekil 32. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -kimotripsin aktivite değişimi	70
Şekil 33. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Asit fosfataz aktivite değişimi.....	70
Şekil 34. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz aktivite değişimi.....	71
Şekil 35. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Galaktosidaz aktivite değişimi	71
Şekil 36. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym β -Galaktosidaz aktivite değişimi	72
Şekil 37. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym β - glukuronidaz aktivite değişimi.....	72
Şekil 38. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Glukosidaz aktivite grafiği.....	73
Şekil 39. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym β -Glukosidaz aktivite değişimi.....	73
Şekil 40. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym NAG (N-asetil- β –glukozaminidaz) aktivite değişimi	74
Şekil 41. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -mannosidaz aktivite değişimi.....	74
Şekil 42. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -fukosidaz aktivite değişimi	75

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Sindirim enzim sıvıları ve fonksiyonu.....	8
Tablo 2. Balık etinin kimyasal yapısı ve diğer etlerle kıyaslanması.....	16
Tablo 3. Değişik etnik grupların trombosit fosfolipidlerindeki yağ asidi konsantrasyonlarının kardiyovasküler ölüm üzerine etkileri.....	17
Tablo 4. Çeşitli balık yağların yağ asitleri içerikleri	18
Tablo 5. Bazı ülkelerde kişi başına ortalama toplam protein ile tüketilen enerji miktarları.....	19
Tablo 6. Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk on sırayı alan türlerin üretim miktarları.....	22
Tablo 7. Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk on sıradaki türlerin ticari değerleri.....	22
Tablo 8. Karadeniz Kalkan balığının yetiştiricilik şartlarında morfolojik gelişimi	25
Tablo 9. Çalışmada kullanılan yemlerin biyokimyasal içeriği.....	37
Tablo 10. Çalışmada kullanılan yemlerin yağ asitleri içeriği (%).....	38
Tablo 11. Firma tarafından oluşturulmuş değerlendirme renk skalası.....	43
Tablo 12. Deney gruplarının toplam boy verilerinin karşılaştırması.....	52
Tablo 13. Deney gruplarının vücut ağırlığı verilerinin karşılaştırması.....	52
Tablo 14. Deney gruplarının yem değerlendirme oranı karşılaştırması.....	54
Tablo 15. Deney gruplarının spesifik büyüme oranı karşılaştırması.....	54
Tablo 16. Deney gruplarının karşılaştırılmalı % protein oranları.....	55
Tablo 17. Deney gruplarının % yağ oranlarının karşılaştırması.....	55
Tablo 18. Deney gruplarının % karbohidrat değerlerinin karşılaştırması.....	56
Tablo 19. Deney gruplarının doymuş yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma.....	57
Tablo 20. Deney gruplarının tekli doymamış yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma.....	57
Tablo 21. Deney gruplarının omega-3 yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma.....	57
Tablo 22. Deney gruplarının omega-6 yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma.....	57
Tablo 23. % 10 PK grubu örneklerinin yağ asitleri değerleri (%).....	58
Tablo 24. % 5 PK grubu örneklerinin yağ asitleri değerleri (%).....	59
Tablo 25. Katkısız grubun örneklerinin yağ asitleri değerleri (%).....	60
Tablo 26. Kontrol grubu örneklerinin yağ asitleri değerleri (%).....	61

Tablo 27. % 10 PK grubunun API-Zym aktivite tablosu.....	76
Tablo 28. % 5 PK grubunun API-Zym aktivite tablosu.....	77
Tablo 29. Katkısız grubunun API-Zym aktivite tablosu.....	78
Tablo 30. Kontrol grubunun API-Zym aktivite tablosu.....	79

SEMBOLLER DİZİNİ

ALP	: Alkalen Fosfataz
API Zym	: Biomerieux Firmasını Ürettiği Enzim Kiti
CHO	: Karbohidrat
DHA	: cis-4,7,10,13,16,19-dokosahekzanoik asit
EPA	: cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoik asit
F	: F dağılımı
GC	: Gaz Kromatografisi
P	: Olasılık
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asidi
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı. Balığın bir günde yüzde olarak büyüme oranı
TB	: Toplam Boy
U	: Ünite. Bir mikromol substratı bir dakikada ve optimal koşullarda ürüne çeviren enzim miktarıdır
VA	: Vücut Ağırlığı
YDO	: Yem değerlendirme oranı. Birim ağırlıkta balık üretebilmek için gerekli yem miktarıdır
n-3	: Omega-3 grubu yağ asitleri
n-6	: Omega-6 grubu yağ asitleri
α	: Alfa
β	: Beta
<i>o</i>	: Orto
<i>p</i>	: Para

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Geleneksel tarım ve hayvan yetiştiriciliği gibi su ürünleri yetiştiriciliği de daha ziyade bilgi ve becerilerin kuşaktan kuşağa aktarıldığı ve gelişmelerin deneme-yanılma yoluyla sağlandığı bir “zanaat” olarak uygulanmıştır. Bu nedenle, su ürünleri yetiştiriciliği bir bilim dalı olarak oldukça yenidir. Yetiştirilen türün hangi kültür koşullarında gerçekleştirilirse gerçekleştirilsin, sözkonusu türün yaşama ve büyüme gereksinimlerinin karşılanabilmesi için yapay yemleme yapılması gerekir (Silva, 1995)

Entansif (Tamamen dıştan yemlemeye dayalı yoğun balık yetiştiriciliği) yetiştiricilikte yetiştirilen canlının tüm gıda gereksinimleri, besinsel maddeler bakımından dengeli, kolayca tüketilip değerlendirilebilen formlarda balık üreticisi tarafından karşılanır. Entansif yetiştiricilikte kullanılan yem, büyük oranda hayvansal kaynaklı protein (çoğunlukla balık unu) içermektedir. Yani, balık balıkla beslenmektedir. Ekstansif (Suyun doğal verimliliğine dayanan, stok kontrolü yapılan düşük üretimli balık yetiştiriciliği) yetiştiricilikte canlılar kültür ortamında yetişen doğal canlı yemlerle beslenirler. Ekstansif yetiştiricilikte doğal yemlerin kullanılması çevreyle ilgili olarak son derece yararlı bir yöntemdir. Ancak, birim hacimde elde edilebilecek ürün miktarı oldukça düşüktür. Bu nedenle, bu iki sistemin arasında yer alan ve her ikisinin de avantajlarını birleştiren üçüncü bir yaklaşım geliştirilmiştir. Yarı-entansif (Gübreleme ve tamamlayıcı yemlemeye dayalı balık yetiştiriciliği) olarak adlandırılan sistemde doğal yemlere ilave olarak tamamlayıcı yemler verilir (Silva, 1995).

Özellikle entansif yetiştiricilikteki artış, yapay karma yemlere bağımlılığı giderek artırmaktadır. Balık unu, balık ve diğer su türlerinin yemlerinin başlıca yem hammaddesidir. Balık unu, çoğu balık ve karides yemlerinde başlıca protein kaynağıdır ve yemin %60'a kadar varan bir kısmını oluşturabilir. Bazı istisnalar dışında, entansif yetiştiricilik büyük ölçüde yüksek kaliteli balık unlarına bağımlı hale gelmiştir (Silva, 1995). Balık yemlerinde yaygın olarak kullanılan yem hammaddeleri arasında balık unununun, balıklar tarafından gereksinim duyulan aminoasit ve bazı esansiyel yağ asitlerinin en iyi kaynağı olduğu bilinmektedir.

Günümüzde çoğu türün entansif kültüründe kullanılan yemler, esas hammadde ve protein kaynağı olarak balık unu içermektedir ve entansif ve yarı-entansif olarak yetiştiriciliği yapılan türlerin yemlerinde kullanımları hızlı bir şekilde artmaktadır (Okumuş, 2000)

Genel olarak, yarı-entansif yetiştiricilikte tamamlayıcı yemlerin kullanımı yaygınlaşmaya devam etmektedir. Yem üretiminde; kaliteli balık üretimi için kaliteli yem üretimi, larval yaşama ve büyüme oranlarının iyileştirilmesi, yem atıkları ve balık dışkılarının çevresel etkilerini minimuma indirecek şekilde formüle edilmeye çalışılmasını gerektirir. Bu da alternatif yem rasyonlarının araştırılmasını gerektiriyor.

1.1.1. Balık Yetiştiriciliği ve Balık Besleme

Balık yetiştiriciliği çok sayıda balık türünü kapsamaktadır. Bu türlerin her biri farklı besinsel gereksinimlere, belirli beslenme davranışına ve besin (yem) tercihinine sahiptirler. Yetiştiricilikten elde edilen toplam üretime bakıldığında, karnivor (sadece hayvansal organizmalarla beslenenler) türlerin baskın olduğu görülür. Bu türler toplam üretimin yaklaşık %85'ni oluşturur (Silva, 1995).

Karnivor türler hemen her zaman entansif olarak yetiştirilir ve balığın gereksinim duyduğu besinlerin hemen hemen tamamı yapay yemlerle karşılanır. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle üretilecek balığın gıda gereksinimlerin bilinmesi ve uygun formlarda balığa sunulması gerekir (Okumuş, 2000).

Karma yem geliştirmede izlenecek temel besleme prensipleri tüm hayvanlar için benzerlik göstermesine rağmen, balıklar ve karides türleri için önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Hayvanlar tarafından aminoasitler, yağ asitleri, vitamin ve mineraller dâhil kırk civarında esansiyel besin maddesine gereksinim duyulmaktadır (Pigott, 1990).

Entansif olarak yetiştiriciliği yapılan balık türlerinin çoğu karnivordur. Bunların yem içeriklerinde hayvansal protein ve enerji gereksinimleri yüksektir. Bu durum, entansif yetiştiriciliğin bazı uygulamalarında, besin maddelerince son derece zengin yemlerin geliştirilmesini, balık unu ve yağları gibi yüksek kaliteli, pahalı yem hammaddelerine bağımlılığı zorunlu kılmıştır.

Dengeli suni yemlerin formüle edilmesi ve bunlarla yeterli besleme yapılması başarılı bir yetiştiricilik için son derece önemli olan temel bir gereksinimdir.

Son yıllarda, yetiştiriciliği yapılan balıkların besin gereksinimlerinin daha iyi anlaşılması, yem hammaddelerinin kalitesinin yükseltilmesi ve üretim teknolojisinin gelişmesi sonucunda bazı türlerin yem formülasyonu önemli ölçüde değiştirilmiştir (Silva, 1995). Suyun kalitesi ne kadar iyi olursa olsun, uygun yemlerle beslenmeyen balıkların sağlıklı olması ve büyümesi mümkün değildir (Okumuş, 2000). Su ürünleri için besinsel yönden dengeli rasyonların üretimi, ciddi bir araştırma, kalite kontrolü ve biyolojik değerlendirme gerektirir. Besin elementlerince yetersiz yem içerikleri büyümeyi azaltır ve hastalıklar ortaya çıkıncaya kadar sağlığın sürekli bozulması ile sonuçlanır. Yem içerikleri aynı zamanda besin yetersizliği ya da toksik sorunlar oluşturarak ve balığa hastalık taşıyarak sağlıklı büyümeyi olumsuz şekilde etkileyebilir. Buna karşın uygun oranlarda yapılan tüm besin maddelerini içeren dengeli bir rasyon sadece üretimi artırmakla kalmaz, aynı zamanda balıkların hastalıklardan korunmasına veya tedavisine de yardımcı olur (Silva, 1995). Bu nedenle, besin maddeleri yönünden dengeli ve kalite-kontrolü yapılmış yem içerikleri özellikle entansif yetiştiricilikte çok kritik bir öneme sahiptir.

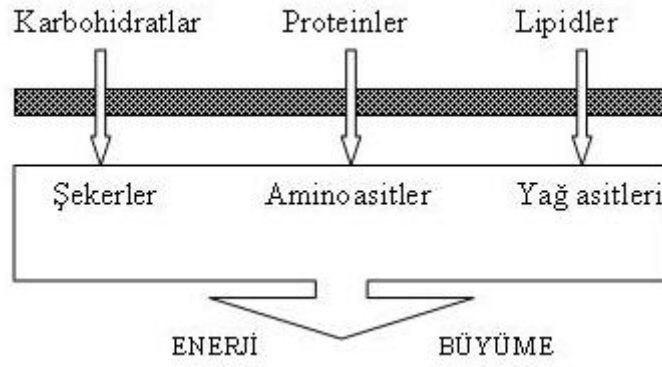
Balık yemlerinin maliyeti diğer yemlerden daha yüksektir. Bunun iki temel nedeni; yüksek oranda pahalı besin maddesi içermeleri ve özel üretim tekniklerinin kullanılmasıdır. İlave olarak besleme esnasında su ortamında önemli kayıplar meydana gelmektedir. Bu durumu gidermek için besin maddelerinin oranları daha fazla katılıyor bu da maliyeti yükseltmektedir. Büyüme; yem değerlendirme oranı, yem kalitesi, yem tüketimi ve su sıcaklığı gibi çeşitli faktörler tarafından da etkilenmektedir. Bu faktörler sonuçta besinsel gereksinimleri ve besin elementlerinin yemdeki oranlarını etkiler. Balık tarafından kabul edilebilir bir yemin tüketimini etkileyen esas faktörler su sıcaklığı ve yemin enerji içeriğidir. Su sıcaklığı, metabolik oranı ve enerji harcamasını etkiler (Silva, 1995). Bu nedenle, maksimum yem alımı ve normal metabolik aktivitenin sürdürebilmesi için su sıcaklığının mümkün olduğunca en uygun derecede muhafaza edilmesi gerekir.

1.2. Balık Yetiştiriciliğinde Besin Maddeleri ve Gereksinimleri

Yaşam payı, enerji gereksinimi olarak adlandırılan bu gereksinim karşılandıktan sonra, alınan besinin geriye kalan kısmı büyümede kullanılabilir. Karbohidratlar, proteinler ve yağlar balıklar tarafından enerji kaynakları (metabolik yakıt) olarak kullanılabilir. Fakat büyüme için bu besin maddelerinin hepsinin aynı ölçüde olması uygun değildir. Büyümenin gerçekleşebilmesi için yem ile belirli miktarda proteinin alınması gerekir.

Ayrıca, vücudun biyokimyasal süreçlerinin etkin bir şekilde yürüyebilmesi için yem içeriğinde yağlar yanında diğer bazı besin maddelerini (vitamin ve mineraller) de içermesi zorunludur (Lovell,1989).

Daha öncede belirtildiği gibi alınan besindeki enerji kaynakları karbohidrat, lipid ve proteinlerden oluşan organik materyallerdir. Bu organik moleküller esas olarak karbon (C), hidrojen (H) ve oksijenden (O) oluşur. Ancak, cüzi miktarlarda azot (N), sülfür (S) ve fosfor (P) gibi elementleri de içerirler.



Şekil 1. Sindirilen temel besin maddelerinin genel metabolizma ve değerlendirilmeleri (Silva, 1995)

1.2.1. Temel Besin Maddeleri ve Fonksiyonları

Karbohidratlar, yağlar ve proteinler doğal ve yapay yemlerin kuru ağırlığının büyük bir kısmını oluşturur ve temel veya makro besin maddeleri olarak adlandırılır. Bu temel besin maddelerine ilaveten, alınan besinler bir dizi mikro besin elementi içerir. Bunlar vitamin ve minerallerden oluşur (Okumuş, 2000).

1.2.1.1. Protein ve Aminoasitler

Proteinler; karbon, hidrojen, oksijen, azot ve çoğu kez sülfür içeren büyük organik moleküllerdir. Proteinlerin temel yapısal birimleri aminoasitlerdir. Balıklar esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitlerin dengeli bir karışımına gereksinim duyarlar.

Bu nedenle proteinin kalitesi veya aminoasit kompozisyonu salt protein oranından daha önemlidir (Silva, 1995).

Bir balığın tükettiği protein miktarı onun metabolik durumunu etkiler. Yemdeki yüksek protein seviyeleri; serbest vücut aminoasitlerinin derişimleri, amonyak boşaltımı, protein sentezi, enzim aktivitelerinde artış-azalma ile sonuçlanır. Balıkların fizyolojik fonksiyonlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmesi ve iyi büyüebilmesi için yeterli miktarda protein almaları gerekir (Silva, 1995).

1.2.1.2. Yağlar

Suda çözünmeyen, ancak eter, kloroform, gibi çözücülerde çözünebilir oldukça heterojen organik bileşiklerdir. Başlıca sınıfları: trigliseroller, fosfolipidler, eikosanidler, steroidler ve karotenoidlerdir. Bunlardan, trigliseroller, fosfolipidler ve karoteinoidler besleme açısından büyük önem taşır. Yağlar diğer hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da birçok fonksiyona sahiptirler (Lovell, 1989);

1. Yüksek enerji rezerv molekülleridir
2. Yağda çözülebilen bileşiklerin (A, D, E ve K vitaminleri) taşınmasında etkin rol oynarlar
3. Hücre zarlarının yapısal bileşenlerinden olup, zarın elastikiyetini sağlarlar
4. Biyolojik olarak aktif birçok önemli bileşimin hammaddeidirler. Ayrıca yemi balıklar için çekici kırlarlar.

1.2.1.3. Karbohidratlar

Protein ve yağlardan sonra yemin ve kasın bileşimindeki en önemli ve en fazla bulunan üçüncü grup besin elementleridir. Karbohidratlar, şeker, nişasta, sellüloz, sakız, zamlar ve bunlarla ilgili bileşikler içerirler.

Salmonidler, çipura, levrek, sarıkuyruk ve kalkan balığı gibi karnivor balıklarda karbohidratların enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi sınırlı olduğu halde, balık yem içerikleri için en ucuz enerji kaynağıdır (Okumuş, 2000).

1.2.1.4. Vitaminler

Vitaminler; Balıkların normal fizyolojik faaliyetlerini (büyüme, üreme ve sağlık) sürdürebilmeleri için esansiyel olan organik kimyasal bileşiklerdir. Oransal olarak çok düşük oranlarda gereksinim duyulur (Lowel, 1989).

1.2.1.5. Mineraller

Mineraller veya inorganik elementler, balıklar tarafından birçok metabolik sürecin devam ettirilmesi ve temel yapısal elementlere (örneğin, iskelet) materyal sağlamak için gereklidir. Yapısal olarak, kemiklerin, protein, lipid ve enzimlerin içerisinde yer alırlar. Metabolik fonksiyonları; kan ve diğer sıvılarda çözünebilen tuz olarak ozmotik regülasyonda, asit-baz dengesinde, kas ve sinir fonksiyonunda rol oynarlar (Lowel, 1989).

1.2.1.6. Diğer İz Elementler

Balıkların dengeli beslenebilmesi için yukarıda ele alınanların dışında bazı iz elementlere de gereksinimleri vardır. Örneğin, Kobalt, B₁₂ vitamininin bileşeni olarak rol oynar. Sülfür, Sistin aminoasidinin sentezi için gerekli iken, Krom normal lipid ve karbohidrat metabolizmasında önemlidir (Silva, 1995).

1.3. Besinlerin Sindirim ve Absorbsiyonu

Yemlerden, vücut tarafından kullanılacak besin maddelerini veya elementleri elde etmenin ilk adımları, yem veya besinin sindirim sistemi yoluyla tüketimi, sindirim (işleme) ve absorpsiyonunu içerir. Sulu ortamda büyük moleküllü besin maddelerinin enzimlerle küçük moleküllü besin maddelerine hücre zarından geçebilecek büyüklüğe kadar parçalanmasına sindirim denir.

1.3.1. Sindirim Enzimleri ve Sıvıları

Sindirim sıvı ve enzimleri gastrik, pankreatik ve intestinal (barsak) salgılarla safradan oluşur. Asit gastrik sıvı üretimi çoğu balıkta mevcuttur. Sindirim enzimleri, hidrolitik reaksiyonları katalize edebilen bileşiklerden oluşan "Hidrolazlar"dır. Bunlar suda çözünebilen proteinlerdir. Enzimler, Tablo 1'te belirtilen organlardan başka yerlerde de salgılanabilir (örneğin; amilaz ciğerde üretilir). Ayrıca, balığın avlandığı canlının kendisinde mevcut olan veya yeminde bulunan enzimlerde sindirim enzim aktivitesini artırabilir. Bu durum özellikle ilk beslenme evresinde büyük önem taşır.

Besin sindirimi büyük oranda sindirim kanalının lümeninde gerçekleşir. Hücre yüzey membranına bağlı olan enzimlerinde belirli oranlarda sindirimden sorumlu oldukları sanılmaktadır. Bu süreç büyük ölçüde sindirim sürecinin orta ve nihai evrelerinde etkindir ve çoğu kez absorpsiyon mekanizmasında bağlantı olarak kabul edilir.

Alınan yemin sadece belirli bir oranı sindirilir ve içerdiği besin maddeleri absorbe edilir. Geri kalan kısmı ise atık olarak atılır. Atık cüzi miktarlarda enzimler, mukoz membran ve hatta azotlu boşaltım ürünleri içerebilir.

Midede besinin bulunup bulunmaması, varsa kompozisyonu; Besin bitişikteki komşu salgı bezlerini sonra diğer enzimleri ve hormonları uyarır. Sindirim başlamıştır ve durdurulamaz. Besin mideye ulaştıktan 4-6 saat sonra enzimler salgılanır.

Sindirim oranı da biyolojik ve çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir. Mevcut bilgilere göre sindirim oranı üzerine etki eden faktörler (Silva, 1995);

- 1- Besleme sıklığı ve verilen yem miktarı,
 - a-Yemin biyokimyasal kompozisyonu (protein, lipid, lif vs.),
 - b- Yemin fiziksel durumu,
 - c- Protein-enerji oranı,
- 2- Balık büyüklüğü ve yaşı (örneğin balık büyüdükçe beslenme alışkanlığı ve sindirim sistemi morfolojisinin değişmesi)
- 3- Stoklama yoğunluğu,
- 4- Çevresel faktörler (sıcaklık, tuzluluk),
- 5- Diğer (örneğin nedeni bilinmeyen günlük varyasyonlar).

Tablo 1. Sindirim Enzimleri ve Sıvıların Fonksiyonu (Silva, 1995)

Salgılanma Yeri	Sıvı/Enzim adı	Fonksiyonu
Mide	HCl	Midede pH'yı düşürür ve pepsinojenlerin etkinliğini sağlar
Gastrik salgılar	Zimojen, Pepsinojen,	Proteolitik enzimler; Aromatik ve asidik aminoasitlerin NH ₂ gruplarında peptid bağlarını parçalar. Çoğu proteini parçalar.
Gastik bezler	HCl, pepsin	
	Amilaz	Karbohidratlar
	Lipaz	Lipidler
	Esteraz	Esterler
	Kitinaz	Kitin
Pankreas	Enzimler	Enzimler zimojenler olarak depolanır. Barsakta üretilen proteazlar tripsinojen'i tripsin'e dönüştürür, tripsin ise diğer enzimleri aktive eder.
	Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	Mideden bağırsağa geçen asidi nötralize eder
	Proteazlar:	Optimum aktiviteleri pH=7.0'de gerçekleşir
	Tripsin	Karboksil grubunun peptid bağını parçalar
	Kimotripsin	Aromatik yan zincirin peptid bağını parçalar.
	Karboksipeptidazlar	Merkezi peptid bağını hidrolize eder
	Elastaz	Elastin peptid bağlarını parçalar
	Amilaz	Asidik olmayan pH'da karbohidrat sindirimi
	Kitinaz	Kitinlerin dimer ve trimerlere parçalanması
	Lipazlar,Safra tuzları, organik anyonlar,	Trigliserid, fosfolipid esterlerini hidrolize eder Barsak ortamını alkali hale getirir. Lipidleri emülsiyon hale getirir. Çoğu safra tuzu barsaktan tekrar absorbe edilerek ciğere döner.
Ciğer (Safra)	kolesterol, fosfolipidler, inorganik iyonlar	
	Amino peptidazlar	Nükleositleri parçalar
	Polinükleotidaz	Nükeik asitleri parçalar
	Lektinaz	Fosfolipidleri, gliserol ve yağ asitlerine parçalar
Barsak enzimleri	Çeşitli karbohidrat Sindirim enzimleri	

1.3.2. Balıklarda Temel Besin Maddelerinin Sindirimi

1.3.2.1. Protein Sindirimi

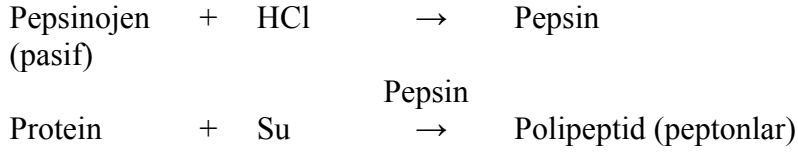
Proteolitik enzimler zimojenler olarak bilinen inaktif formlardan ortaya çıkarlar. Bunlar mide ve barsak lumeninde gıdanın ve uygun pH'nın uyarılmasıyla ya asit hidroliz ya da proteolitik reaksiyonla aktif hale getirilir. Bu enzimlerin normalde inaktif formda bulunması salgı dokusunun kendi kendini sindirme riskini ortadan kaldırır (Altınışik, 2010).

Mide ve barsaktaki proteazlar, proteinlerin peptid bağlarını parçalarlar. Farklı enzimler proteinin her iki yanındaki peptid bağlarından veya proteinin içerisinde bir noktadan parçalarlar (Silva, 1995). Proteinlerin karboksil veya amino grubunu ayıran enzimlere ekzopeptidazlar (Karboksi, amino ve dipeptidazlar), ortadan parçalayanlara ise endopeptidazlar (pepsin, tripsin, kimotripsin) adı verilir (Silva, 1995). Endopeptidazlar çok spesifikler ve etkilerini protein molekülü içerisinde sadece belirli bir noktada gösterirler. Belirli bir endopeptidazın etkisine karşı hassasiyet esas olarak söz konusu bağın her iki yanındaki kimyasal grupların yapısı tarafından belirlenir (Silva, 1995).

Bir endopeptidaz tarafından kolay hidrolize olabilen bir bağ diğer bir endopeptidaza karşı tamamıyla direnç gösterebilir. Bu yüzden bir proteinin parçalanma şekli ve ortaya çıkan yeni ürünün kimyasal yapısı mevcut endopeptidazın tipi tarafından belirlenir.

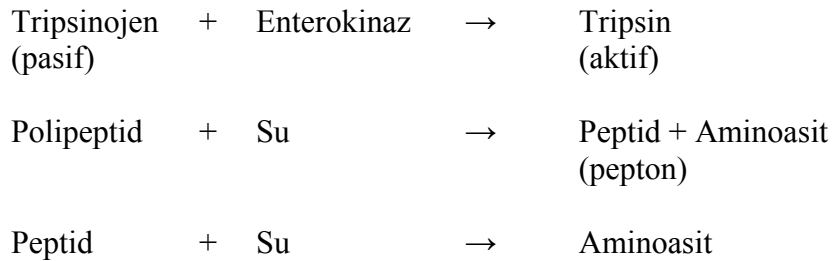
Proteinlerin ve proteinli bileşiklerin kana geçebilmeleri için, sindirim sisteminde yapı taşları olan aminoasitlere parçalanmaları gerekmektedir. Proteinlerin kimyasal sindirimi midede başlar; ince bağırsaklarda tamamlanır.

Proteinlerin sindirimi büyük oranda pepsin aktivitesi sonucu midede gerçekleşir. Mideye besin geldiğinde salgılanan gastrin hormonu HCl salgısını uyarır. Pepsinojen, midenin asit ortamında H⁺ iyonları etkisiyle ve ortamda az miktarda bulunan pepsin etkisiyle otokatalitik olarak aktiflenir ve böylece midede en önemli proteolitik enzim olan asit hidroliz ile pepsinojen pepsin'e parçalanır. Bu enzimler proteinlerin daha küçük birimlere (peptonlara) parçalanmasını sağlar (Şekil 2). Tüm balıklarda midenin gelişmesi zaman alır. Bu nedenle mide gelişinceye kadar proteinlerin yetersiz sindirimi sözkonusudur (Silva, 1995). Pepsin, seçimli olarak polipeptit zincirindeki tirozin, fenilalanin ve triptofan gibi aminoasit kalıntılarının amino grubu tarafına saldırarak etkili olur ve polipeptit zincirini parçalama sonucu peptonları oluşturur (URL-4, 2009).



Şekil 2. Pepsinin proteinler ile reaksiyonu (Altınışik, 2010).

Ancak pepsin, keratin, histonlar ve protaminlere etki etmez. Midede oluşan polipeptit ince bağırsağa geçer. Mideden asit ve besin geldiğinde ince bağırsaktan salgılanan Sekretin hormonu pankreas öz suyu salgılatır. Pankreas öz suyundaki pasif tripsinojen ve kimotripsinojen, ince bağırsaktaki enterokinaz enzimi ile aktive edilir. Parçalanmış proteinler oniki parmak bağırsağına geldiğinde, pankreas enzimleriyle (tripsin ve kimotripsin) ince bağırsaklarda aminoasitlere ve dipeptitlere parçalanır. Tripsin, bir serin proteazdır, aktif bölgesinde serin ve histidin bulunur. Tripsin, pankreastan 24500 dalton molekül ağırlıklı inaktif tripsinojen şeklinde salgılanır; tripsinojen, ince bağırsakta enteropeptidaz veya tripsin etkisiyle aktif tripsin haline dönüştürülür. Tripsin ise, peptonlardaki arjinin ve lizin gibi bazı aminoasitlerin oluşturduğu peptit bağlarını parçalar (URL-4, 2009). Serin proteazlardan olan Kimotripsin, pankreastan Kimotripsinojen şeklinde salgılanır ve tripsin etkisiyle α -Kimotripsin şekline dönüştürülür. α -Kimotripsin, bir endopeptidazdır; aktif merkezinde serin, histidin ve aspartat bulunur. α -Kimotripsin, peptonlardaki fenilalanin, tirozin ve triptofanın oluşturduğu peptit bağlarını parçalar ve bu gruplarının katıldığı, aromatik yan zincirlerin oluşturduğu peptit bağlarını hidroliz eder. Dipeptitler ise bağırsak çeperinden salgılanan Erepsin enzimiyle aminoasitlere ayrıştır (Altınışik, 2010).



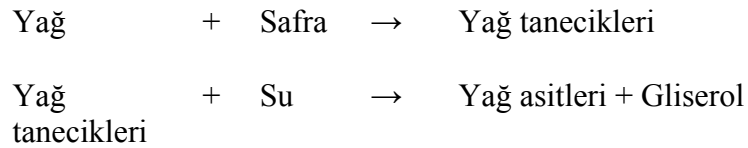
Şekil 3. Tripsinin proteinler ile reaksiyon mekanizması

1.3.2.2. Yağların Sindirimi

Yağların sindiriminde ciğer tarafından salgılanan ve safra kesesinde korunan safra tuzları önemli rol oynar. Safranin içinde gallik asit bulunur. Büyük yağ parçacıklarını küçük zerrelere haline getirir. Daha çok pankreas, pilorik kese ve ince bağırsağın başlangıç kısmında daha yoğundur. Ayrıca yağların sindiriminde görev alan en önemli enzim lipazdır ve bütün yağlar üzerinde etkilidir (Silva, 1995).

Lipazların etkisi sonucu yağ molekülü, üç molekül yağ asidi ve bir molekül gliserol haline gelerek absorbe edilir. Ortamın pH'sı 7-8 olduğu ortamda lipazlar yağları parçalayabilirler. Yağların sindirimi ince bağırsakta başlar. İnce bağırsakta yağlar karaciğerde salgılanan safra ile çözünür ve yüzeyi genişler. Pankreas öz suyunda bulunan lipaz yardımıyla bileşenlerine parçalanır (URL-3, 2010).

Yağların ince bağırsaktan emilebilmesi için yağ asitleri ve gliserole kadar parçalanmaları gerekir. Yağlar, safra tuzlarının ve pankreastan salgılanan lipaz enziminin etkisiyle ince bağırsakta yağ asidi ve gliserole ayrılır. Safra tuzları, yağ damlalarının yüzeyini artırarak lipaz enziminin etkisini kolaylaştırır Oluşan sindirim ürünleri, tekrar hidroliz edilemeyecek kadar basit moleküller olduklarından hücre zarından geçebilirler. Bu maddeler, hücrelerde yapı maddesi olarak veya vücudun enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılabilirler (Silva, 1995).

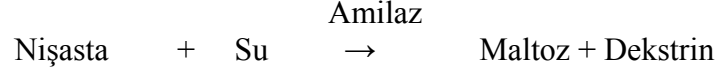


Şekil 4. Lipazın yağlar ile reaksiyonu (Altınışik, 2010)

1.3.2.3. Karbohidratların Sindirimi

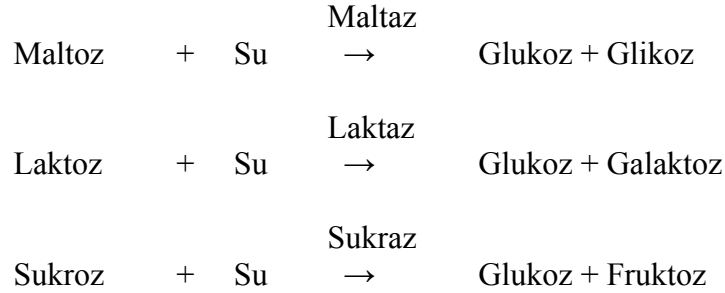
Karbohidratların kana geçebilmesi için sindirim organlarında en küçük yapı birimi olan glikoz, fruktoz, galaktoz, riboz ve deoksiriboz monomerlerine kadar parçalanmaları gerekir. Karbohidratların sindiriminde görev alan amilaz enzimi, nişasta ve glikojenin α -(1→4) glikozidik bağlarını hidroliz eder. Her seferinde en merkezsiz α (1→4) glikozid bağlarını yıkar ve bundan dolayı α -amilaz olarak da adlandırılır (Altınışik, 2010).

Nişasta amilaz enzimi ile maltoz ve dekstrine parçalanır (şekil 5).Pankreas öz sıvısında bulunan amilaz enzimi bağırsağa ulaşan nişasta ve glikojen moleküllerini maltoz ve dekstrine dönüştürür. Kısaca nişasta ile glikojen molekülleri disakkaritlere ayrırır. Daha sonra ince bağırsak bezlerinden salgılanan maltaz, lâktaz ve sakkaraz enzimleri disakkaritleri monosakkaritlere ayrırırır (şekil 6; URL-3, 2010).



şekil 5. Amilazın karbohidratlar ile reaksiyon mekanizması

Karbohidratlar midede değişikliğe uğramadan ince bağırsağa geğerler. Burada pankreas öz suyundaki amilaz ile tamamen maltoza parçalanırlar (şekil 6). İnce bağırsak hücrelerindeki maltaz, lâktaz, sükras ile monosakkaritlere yıkılırlar (URL-3, 2010).



şekil 6. Karbohidratların monosakkaritlere parçalanma reaksiyonları

1.4. Balık Beslemede Kullanılan Yemler

Su ürünleri yetiştiriciliğinde amaç, ekonomik ve kaliteli ürün elde etmektir. Bunun gerçekteştirilebilmesi için yetiştirilen canlının nitel, nicel besin (enerji, protein ve aminoasit, yağ asitleri, vitamin ve mineraller) ve çevresel (su kalitesi) gereksinimlerinin mümkün olduğunca optimuma yakın oranda karşılanması gerekir (şahin, 2003).

Su ürünlerinin besin gereksinimleri; türlere (herbivor, omnivor, karnivor), hayat evrelerine (larva, yavru, anaç) ve yetiştiricilik sistemlerine (yarı-entansif, entansif, süperentansif) göre değişmekte olup, günümüzde çok az türün uygun besin gereksinimi tam anlamıyla bilinmektedir.

Ekonomik balık üretimi için yeterli miktarda enerji sağlanması zorunludur. Fakat aşırı enerji de yağlanma ve et kalitesinin bozulmasına yol açar. Balık vücudunun biyokimyasal kompozisyonu sabit olmayıp, söz konusu ağırlık artışında protein, yağ, karbohidrat ve suyun oranları besleme koşulları ve sağlanan besin miktarına göre değişir. Yem tüketiminin artması ile yağ oranında artış olur (Regost, 2001).

Karbohidrat ve yağların balıklar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılabilirliği de türler arasında farklılık göstermektedir. Bir rasyona protein dışındaki enerji kaynaklarının katılması rasyonun protein içeriğini de azaltır.

Yağlar diğer besin maddelerinden daha fazla enerji içerir ve balıklar tarafından etkin bir şekilde enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Ayrıca, belirli bir seviyeye kadar yemde yağ olması yemin balık için albenisini artırır. Proteinler yemlerin en pahalı bileşenleri olduklarından ekonomik yönden ideal olan proteinin enerji amacıyla kullanılmamasıdır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde protein kaynağı olarak genelde balık unu kullanılmaktadır (Jobling, 1995)

Uygun yem olmaksızın, içinde bulunduğu ortam ne olursa olsun balıkların sağlıklı olması ve büyümesi olanaksızdır. Balıklar için besinsel olarak dengeli bir rasyon üretimi araştırma, kalite kontrolü ve biyolojik değerlendirme gerektirir. Besin maddelerince yetersiz rasyonlar sürekli bir büyüme sağlayamazlar ve balıkların sağlığında sürekli bir bozulmaya yol açar.

Bugün yetiştiricilikte yaygın olarak kullanılan birçok yem tipi mevcuttur. Esas olarak balık yemleri yaş ve kuru olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir. Bununla beraber, yetiştiricilikte çoğunlukla kuru ve yaş rasyonlar kullanılmaktadır.

Yaş rasyonlardaki besin maddeleri çığ balık ve mezbaha yan ürünleri ve atıkları ile birlikte formüle edilmiş püre, ezme veya lapa haline getirilmiş bir rasyon tarafından sağlanmaktadır (Jobling, 1995).

Kuru rasyonlar ise, normalde kuru haldeki yem maddeleri kullanılarak hazırlanır. Bununla birlikte yaş yem, yaş ve kuru yem maddelerinin karıştırılması ile hazırlanarak daha sonra kurutulabilir. Kuru yemler de tamamen kuru olmayıp %7-13 oranında su veya nem içerir.

Hiçbir işlemde geçirilmemiş ve %45-70 oranlarında su içeren taze balık ve mezbaha yan ürün ve atıkları gibi hammaddelerden oluşan yemler sulu-yaş yem olarak tanımlanabilir

Kuru yemler kuru yem hammaddelerinin basit bir karışımı olabilirler ve bu durumda lapa, ezme, püre veya un olarak adlandırılır. Eğer karma yemler sıkıştırılarak sert veya nisbeten yumuşak şekilli hale getirilmiş ise bunlar pelet olarak adlandırılır.

Günümüzde su ürünlerinin beslenmesinde kullanılan birçok yem tipi mevcuttur. Yemler su içeriklerine göre;

- 1) Kuru yemler: su içeriği \leq %12
- 2) Yaş yemler: su içeriği %13-35
- 3) Sulu yemler: su içeriği $>$ %35-60 olarak sınıflandırılabilirler.

Yemler Kullanım amacına göre:

- 1) Balık yemi, krustase yemi vs,
- 2) Başlangıç, yavru, büyütme, damızlık

Yemler fiziksel formuna göre:

- 1) Toz, granül ve pelet (normal ve ekstrüde: yüzer tip yem)
- 2) Yaş yemler: Şekilsiz, pasta, kek, spagetti ve ekstrüde

Entansif yetiştiricilikte yaygın olarak kuru ve yaş yemler kullanılmaktadır. Yaş yemlerdeki besin elementleri çiğ balık, mezbaha atıkları ve diğer atık ürünler ile birlikte formüle edilmiş bir lapa halindeki bir rasyon tarafından sağlandığı halde, yaş ve kuru yemler benzer formülasyonlara sahiptirler. Kuru pelet yemlerin en büyük dezavantajı ise pahalı olmalarıdır.

1.5. Alternatif Yem Hammaddeleri

Balık unu, balık ve diğer su türlerinin yemlerinin başlıca yem hammaddesidir. Balık unu, çoğu balık ve karides yemlerinde başlıca protein kaynağıdır ve yemin %60'a kadar varan bir kısmını oluşturabilir. Balık ununun yemlerde kullanımı esas olarak avlanan balıkların kültür hayvanlarına dönüştürülmesini içerir. Bununla beraber, bu dönüşüm randımanlı olmaktan çok uzaktır. Ortalama yem değerlendirme oranı 1.5 olarak kabul edilecek olursa, 1 kg balık üretmek için 1.5 kg yem gerekir.

Karma yemdeki balık unu oranı %50 civarında kabul edilirse 1 kg balık üretimi için 0.75 kg balık unu kullanılır. 1 kg balık unu üretmek için 5 kg civarında unluk balığa gereksinim duyulduğundan, 1 kg balık üretimi için 3.75 kg balık harcanır.

Balık ununa alternatif yem maddeleri araştırılmakta ve yakın gelecekte kısmi bir çözüm bulunabilir. Balık ununa alternatif olarak, bakteri veya mayadan oluşan ve endüstriyel ölçekli sistemlerde üretilen tek hücreli proteinlerin kullanımı da artabilir. Bununla beraber, günümüzde çoğu türün entansif kültüründe kullanılan yemler esas hammadde ve protein kaynağı olarak balık unu içermektedir ve entansif ve yarı-entansif olarak yetiştiriciliği yapılan türlerin yemlerinde kullanımları hızlı bir şekilde artmaktadır. Günümüzde 4-5 milyon ton civarında olan balık yemi üretiminin, sektörün gelişimi ile birlikte artması beklenmektedir. Ancak, su ürünleri avcılığında sağlanan yıllık üretim 100 milyon ton'a ulaşmış olup, bu değer gelecekte önemli bir artış göstermeyeceği, hatta azalabileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle, su ürünleri talebindeki artış yetiştiricilik yoluyla karşılanması gerekmektedir. Ancak, yetiştiriciliğin gelecek yıllardaki büyümesi, küresel ekonomik durum, esansiyel kaynakların temini ve sektörün çevre ile ilgili endişelere çözüm getirmesindeki başarı gibi birçok faktöre bağlıdır. Genel olarak, yarı-entansif yetiştiricilikte tamamlayıcı yemlerin kullanımı yaygınlaşmaya devam etmektedir (Silva, 1995).

1.6. Balık Etinin Besleme Değeri

Balık eti besin değeri ve özellikle protein kalitesi bakımından mükemmel bir gıdadır. Büyüme çağında bulunan insanların, hamilelerin, kalp-damar hastalarının ve hayvansal yağlara perhiz yapanların tüketebileceği vitaminler, mineral maddeler ve diğer faktörlerin bol olduğu bir et çeşididir (Tablo 2). Diğer etlere kıyasla mineral madde içeriği daha fazla enerjisi ise azdır (Turan, 2006). Balıklarda kış aylarında artan yağ içeriği yaz aylarında düşmektedir. Bu balık etinin sıcak günlerde de tüketilmesi sağlık açısından da sakıncalı değildir. Kış aylarında ise yağca zengin gıdalarla beslenerek enerji metabolizmasını gereken düzeyde korumak için yine balık tüketilebilir.

Tablo 2. Balık Etinin kimyasal yapısı ve diğer etlerle kıyaslanması (Turan, 2006)

Cinsi	% Su	% Protein	% Yağ	% Mineral	Enerji(kcal/100 gr)
Balık eti	77,2	19	2,5	1,3	98
Tavuk eti	74,7	20,6	3,1	1,1	111
Sığır eti	61	19,1	18,5	1	243
Koyun eti	62,8	18,5	17,5	1	231

Beslenmede yağların önemi, içerdiği yağ asitlerinin çeşidi ile ilgilidir. Doymamış yağ asitlerince zengin yağların doymuş yağ asitlerince zengin olan yağlara nazaran sağlık üzerine olumlu etkisi olduğu bilinmektedir. Endüstrileşmiş ülkelerde günlük toplam enerjinin %25-45 i yağlardan karşılanmaktadır. Beslenmenin biyokimyasal içeriği ele alınırsa yağ asitleri ön plana çıkmaktadır. Uzun zincirli doymamış yağ asitleri (C-14 ve üzeri) enerji sağlamanın yanında birçok metabolik yolun başlangıcı olarak görev alırlar. Omega-6'lar çoğunlukla kırmızı et, tavuk, yer fıstığı, ayçiçeği, mısır ve işlenmiş gıdalardan alınır. Omega-3'ler deniz ürünleri, ceviz ve lifli bitkilerden alınır. Deniz balıkları zooplanktonla (çoklu doymamış yağ asidi içeriği zengin canlı) ya da zooplanktonla beslenen balıklarla beslendiği için omega-3 bakımından zengindirler. Diyetle alınan yağ asitlerinin çoğu et, yağ, süt ürünlerinden gelmekte bu da büyük oranda doymuş yağ asitlerinden ve doymamış yağ asitlerinde omega-6'dan oluşmaktadır. Balık yağları omega-3 açısından zengin olarak bilinmektedir. Dengeli beslenmede besin içeriğindeki omega-3 ve omega-6 oranının eşit oranlarda olması istenir. Diğer yağlardan farklı olarak omega yağ asitleri vücudumuzda sentezlenmezler (Aydın, 2004).

Bilim adamları ilk defa, Grönland'da Eskimoların sağlığı üzerine çalışma yaptıklarında Omega-3'ün önemini fark etmişlerdir. Eskimoların, geleneksel gıdaları yüksek oranlarda yağ içermesine rağmen, kalp hastalığı, romatizmal kireçlenme, astım ve endüstriyel ülkelerde yaygın olan pek çok hastalığa karşı dirençli oldukları belirlenmiştir. Bunu sağlayan nedenin ise doymuş yağ asitleri içeren bitkisel yağlar ile karasal memelilerin yağlarını kullanmak yerine, doymamış yağları içeren balık etleri ve deniz memelilerinin yağlarının Eskimolar tarafından yaygın olarak tüketilmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Gökpınar, 2001).

Son 50-100 yıldır serum kolesterol düzeylerini düşürmek amacı ile mısır, soya, pamuk, ayçiçeği gibi yağların aşırı kullanılması, buna karşılık özgür beslenen hayvanlardan kaynaklanan proteinler (et, balık, süt, yumurta) ve lahana, marul ve semizotu gibi yeşil sebzelerin daha az tüketilmesi ile bu oran (20-50):1'e kadar çıkmıştır (Tablo 3, (URL-6, 2010))

Tablo 3. Değişik etnik grupların trombosit fosfolipidlerindeki yağ asidi konsantrasyonlarının kardiyovasküler ölüm üzerine etkileri

	Avrupa/ABD	Japon	Eskimo
Araşidonik asit (20:4n-6)	% 26	%21	%8.3
Eikosapentaenoik asit (EPA)	% 0.5	%1.6	%8.0
n-6/n-3 oranı	50:1	12:1	1:1
Kalp-damar hastalıklarından ölüm	% 45	%12	%7

Tüm yağlar vücut için zararlı değildir. Bazı yağların vücut sağlığı ve sağlıklı yaşam için gerekli olduğu da bir gerçektir. Besinlerdeki yağlar sadece yüksek oranda enerji içeren makro besinler olmakla kalmayıp, hormonlar, hormon benzeri yapılar ve hücre zarlarının yapımına önemli ölçüde katılan maddelerdir. Bu nedenle yağların diyetimizden çıkartılması ya da kısıtlanması, vücut sistemlerinin işlevlerini olumsuz etkileyebilecektir. Bu yağlardan balıklarda bol miktarda bulunan omega-3 yağ asitlerinin faydaları ayrı bir önem taşımaktadır. Vücutta doğal olarak üretilmeyen ve vücut için gerekli yağ asitleri beslenme düzeni açısından alınması gerekli gıdalardır ve faydaları çok büyüktür. Omega-3 yağ asidi, vücut tarafından üretilmediğinden besinler veya gıda takviyeleri yoluyla alınması gerekir. Gerek omega-3 gerekse omega-6 yağ asitlerinin dengeli alımı, sağlığımız için temel olan ideal kan dolaşımını da sağlamaktadır (URL-6, 2010).

Tablo 4. Çeşitli balık yağların % yağ asiti içerikleri (Pigott, 1990)

Tür	Yağ	Doymuş	Tek doymamış	Çok doymamış	EPA	DHA
Hamsi	4,8	1,3	1,2	1,6	0,5	0,9
Ringa	9,0	2,0	3,7	2,1	0,7	0,9
Uskumru	13,0	2,5	5,9	3,2	1,0	1,2
Orkinos	6,6	1,7	2,2	2,0	0,4	1,2
Sazan	5,6	1,1	2,3	1,3	0,2	0,1
Kanal yayın balağı	4,3	1,0	1,6	1,0	0,1	0,2
Morina	0,7	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Berlam	1,6	0,3	0,3	0,6	0,2	0,2
Pollock	1,0	0,1	0,1	0,5	0,1	0,4
Hallibut	2,3	0,3	0,8	0,7	0,1	0,3
Dil balığı	1,2	0,3	0,4	0,2	Tr	0,1
King salmon	10,4	2,5	4,5	2,1	0,8	0,6
Pink salmon	3,4	0,6	0,6	1,4	0,4	0,6
Gökkuşluğu alabalığı	3,4	0,6	1,0	1,2	0,1	0,4
Yengeç	1,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2
Karides	1,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1
İstiridye	2,5	0,6	0,2	0,7	0,2	0,2
Morina karaciğer yağı	100,0	17,6	1,2	25,8	9,0	9,5
Ringa yağı	100,0	19,2	60,3	16,1	7,1	4,3
Salmon yağı	100,0	23,8	39,7	29,9	8,8	11,1

Çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik ve alfa-linolenik asit esansiyel yağ asitleridirler. Vücut linoleik asidi kullanarak, gamma-linoleik, dihomogamma-linoleik asit ve araşhidonik asit gibi birçok omega-6 yağ asitleri yapma fonksiyonuna sahiptir. Balık yağları en zengin omega-3 yağ asidi kaynağıdır (Tablo 4). Bu yüzden besin gereksinimini sağlayacak; ringa, uskumru, sardalya ve salmon gibi yağ asidi içeriği zengin balıkların tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Günlük ortalama 5 g balık yağı beslenme gereksinimini karşılamaktadır (Karabulut, 2006).

Yağ asitleri, doğada nadir olarak serbest halde bulunur. (n-6) serisi yağ asitleri daha çok karasal ve tatlı su ekosistemlerindeki organizmalara özgüdür. Buna karşın, deniz ekosistemlerinde (n-3) serisi yağ asitler yaygındır. Tatlı sulardaki besin zincirleri 18:2 (n-6), 18:3 (n-3) ve 20:5 (n-3) yağ asitlerince zengindir.

Tablo 5. Bazı ülkelerde kişi başına ortalama toplam protein ile tüketilen enerji miktarları (FAO, 1985)

Ülkeler	Kişi başına balık tüketimi (kg/yıl)	Toplam Enerji (kcal/gün)	Sadece balıktan gelen Enerji (kcal/gün)	(%)	Toplam protein (g/gün)	Sadece balıktan alınan protein (g/gün)	(%)
Japonya	88	2470	92	3,7	76,9	16,0	20,8
Portekiz	63	2920	85	2,9	81,8	14,6	17,8
İsveç	56	2850	69	4,1	80,0	7,5	9,5
Filipinler	54	2040	67	3,0	53,2	9,9	18,6
Norveç	49	2940	61	2,1	81,9	8,9	10,9
Tayvan	41	2620	60	2,3	68,2	10,0	14,7
İspanya	37	2770	44	1,6	79,9	6,3	7,9
Barbaros	37	2380	78	3,3	72,8	13,5	18,5
Jamaika	34	2280	76	3,3	59,1	11,0	18,6
Vietnam	32	2200	43	2,0	48,6	7,2	14,8
Gama	29	2070	27	1,3	43,0	4,3	10,0
S.S.C.B.	28	3130	21	0,7	92,2	3,0	3,3
Panama	28	2370	39	1,7	59,2	5,5	9,3
U.k.	24	3170	26	0,8	86,8	4,0	4,6
Tayland	24	2210	37	1,7	50,5	6,2	12,3
Peru	23	2190	28	1,3	54,6	4,5	8,2
Fransa	22	3270	38	1,2	102,6	5,2	5,1
U.S.A.	18	3300	27	0,8	98,6	3,4	3,4
İsrail	18	2990	16	0,5	91,5	2,7	3,0
Yeni zelenda	18	3380	19	0,6	108,4	3,0	2,8
Şili	18	2560	28	1,1	65,9	3,7	5,6
Seylan	17	2340	36	1,5	49,1	5,3	10,8
Avusturalya	16	3160	19	0,6	91,5	3,5	3,8
Hollanda	16	3200	25	0,8	85,0	3,3	3,9
Kanada	15	3200	22	0,7	95,8	3,1	3,2
Zambia	13	2250	26	1,2	69,4	4,1	6,8
Güney Afrika	12	2730	28	1,0	77,0	3,8	4,9
Uganda	11	2160	20	0,9	55,9	3,8	6,8
Tanzanya	10	1700	21	1,2	42,5	3,9	9,2
Zaire	9	2040	21	1,0	69,4	4,7	6,8
Türkiye	5	2760	6	0,2	77,9	1,3	1,7

Denizdeki fitoplankton ve zooplanktonun yağ asidi içeriklerinde 18:3 (n-3), 20:5 (n-3) ve 22:6 (n-3) yağ asitleri baskın durumdadır ve bu özellik besin zincirinin yüksek seviyelerine de yansır. Bu yüzden, tatlı su ve deniz balıklarından elde edilen yağların yağ asidi içerikleri arasında büyük farklıklar bulunur.

Bu farklılıklar büyük oranda bu farklı iki ekosistemde bulunan yemlik organizmaların yağ asidi kompozisyonundaki farklılıkları yansıtabilir, fakat su sıcaklığı ve tuzluluk gibi abiyotik faktörlerin de yağların yağ asidi kompozisyonunu etkilediği bilinmektedir (Aydın, 2004). En ucuza ve en kolaya mal edilebilecek hayvansal gıda balıktır. Sularda kendiliğinden üreyen balığın ekonomik masrafı da yoktur.

Özellikle denize sahili olan ülkeler balıkçılığın ekonomik yararından büyük ölçüde faydalanmaktadır (Tablo 5). Çoklu doymamış yağ asitleri insanlar ve hayvanlar tarafından sentezlenemediği için mutlaka dışarıdan alınması gereklidir (Alonso, 2000). Çeşitli sağlık kuruluşları bebek gelişimi üzerinde olumlu etkileri nedeniyle bebek maması formüllerini çoklu doymamış yağ asiti ile güçlendirilmesini tavsiye etmektedirler (Gill, 1997).

1.7. Balık Yetiştiriciliğinin Endüstriyel Önemi ve Endüstriyel Balıklar

Dünyada yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretimi 1950'lerde 1 milyon tonun altında iken, 1980'lerde 7 milyon tona, 2005 yılında 60 milyon tona ulaşmıştır. Ülkemizde özellikle çipura ve levrek balığı gibi türlerde Ege ve Akdeniz' de bulunan işletmelerin ürettiği balıkların tamamı ihraç edilmektedir. Ege Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen balık türleri arasında orkinos, kefal karagöz fangri, orfoz sivriburun karagöz, sarıkuyruk, lüfer, çinekop olarak sayılabilir (Aksungur, 2008).

Karadeniz Bölgesinde ise kalkan başta olmak üzere Karadeniz alabalığı, mersin balığı gibi türler yetiştiricilikte alternatif balıklardır. Orkinos, istavrit, lüfer gibi pelajik türler Türkiye denizlerinin ekonomik öneme sahip balıklarındandır. Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya besin gereksiniminin önemli kısmını karşılayan temel bir endüstridir. Dünyada yetiştiricilikle üretilen su ürünleri miktarı 1980'de 7,4 milyon tondan 1990'da 16,8 milyon tona ve 2002 yılında 40 milyon tona ulaşmıştır.

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya balıkçılık üretiminin yaklaşık %30'unu karşılamakta (Davenport, 2003) ve yılda % 10'dan daha fazla artarak büyümektedir. Türkiye üretim miktarı dikkate alındığında, AB ülkeleri arasında 7. sıraya girmektedir. Fakat kişi başına su ürünleri tüketimi açısından 8-10 kg ile son sıralarda yer almaktadır.

FAO istatistiklerine göre dünya su ürünleri tüketimi yaklaşık 15 kg' dır. AB ülkelerinde kişi başına balık tüketiminin 22 kg olduğu göz önüne alındığında dünya ve AB ortalamasına ulaşabilmek için tüketimin 1,5-3 kat artırılması gerekmektedir (URL-5, 2009)

Türkiye’de içsu ve denizlerde su ürünleri yetiştiriciliği hızla gelişen bir sektördür. İlk alabalık çiftliği 1970’lerde, deniz levreği ve çipura işletmesi ise 1985 yılında kurulmuştur. 2004 yılı değerlerine göre içsularda 1301, denizlerde ise 358 adet olmak üzere toplam 1659 işletme bulunmaktadır. 2003 yılı verilerine göre yetiştiricilikle su ürünleri üretimi içsularda 40217 ton, denizlerde ise 39726 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu değerlerin milli ekonomiye katkısı yaklaşık 350 milyon dolardır (Tablo 6, 7).

Deniz ürünleri atıkları ve çok farklı türleri olan deniz canlıları farklı yapısal ve katalitik özelliklerde yüzlerce enzimin kaynağıdır. Saflaştırılmış enzim preparatları biyokimyasal araştırma ajanları, fonksiyonel gıda katkıları ve ilaç olarak yaygın kullanım bulmuşlardır.

Deniz canlılarından en fazla sistein hidrolaz familyası hidrolaz enzimleri, amidazlar, kitinaz, galaktosidaz, mannosidaz, aldolaz, hiyaluronoglukosidaz, karnosinaz, trimetilamin oksit demetilaz, tiaminaz, laktat dehidrojenaz, pepsin, tripsin, alkalik fosfataz, arginin kinaz gibi enzimler üretilmektedir (Emre, 2006).

Genel olarak, deniz ürünleri enzimleri, deniz ürünleri işleme atıkları ve atık suları ve/veya deniz canlıları veya mikroorganizmalarından su veya solvent ekstraksiyonu, fraksiyasyon, kromatografik saflaştırmalar, kurutma, enkapsülasyon gibi işlemlerle üretilmektedir (Emre, 2006).

Deniz ürünleri işleme sanayinden çok miktarda proteince zengin atık ortaya çıkar. Bunların değerlendirilmesi ve fonksiyonel ürünler olarak hazırlanması hem ekonomi hem de çevre sağlığı açısından son derece önemlidir. Balık proteinleri aminoasit bileşimi ve hidrolize edilebilme açısından yüksek kalitededirler. Kimyasal veya enzimatik yolla çeşitli boyutlarda peptit zincirlerine kadar parçalanmış ürünlere protein hidrolizatları denir. Bu ürünlerin en belirgin özellikleri antioksidan etki göstermeleridir. Ayrıca gıda alerjilerinin kontrolünde, Crohn’s hastalığında, ülserli kolit ve yoğun travma tedavilerinde yardımcı oldukları bildirilmiştir (Emre, 2006).

Tablo 6. Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk on sırayı alan türlerin üretim miktarları

Tür	Üretim miktarı (milyon ton)
Kelp (<i>Laminaria japonica</i>)	4,17
Pasifik İstridyesi (<i>Crassostrea gigas</i>)	2,92
Gümüş Sazanı (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	2,88
Ot sazanı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	2,44
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	1,99
Büyükbaş Sazan (<i>Aristichthys nobilis</i>)	1,41
Tarak (<i>Pecten yessoensis</i>)	1,27
Japon Midyesi (<i>Ruditapes philipinarum</i>)	1,12
Havuz Balığı (<i>Carassius carassius</i>)	0,69
Nil Tilapya (<i>Oreochromis niloticus</i>)	0,60

Tablo 7. Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk on sırayı alan türlerin ticari değerleri (Davenport, 2003)

Tür	Ticari değeri (milyon dolar)
Kaplan Karidesi (<i>Penaeus monodon</i>)	3,93
Pasifik İstridyesi (<i>Crassostrea gigas</i>)	3,23
Gümüş Sazanı (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	2,79
Kelp (<i>Laminaria japonica</i>)	2,70
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	2,42
Ot Sazanı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	2,23
Atlantik Salmonu (<i>Salmo salar</i>)	1,87
Tarak (<i>Pecten Yessoensis</i>)	1,62
Japon Midyesi (<i>Ruditapes philipinarum</i>)	1,52
Büyükbaş Sazan (<i>Aristichthys nobilis</i>)	1,31

1.8. Kalkan Balığı (*Psetta maxima maeotica*)

Scophthalmidae familyasına ait, gözleri vücudunun sol tarafında bulunan ve sağ tarafı ile denizin tabanında yatan, Atlas Okyanusunun doğusunda kıyı yakınlarında, Akdeniz de, Ege denizinde, Marmara denizinde ve Karadeniz de, 20 ila 70 metre derinlikte yaşayan bir balık türü. Denizin dibinde yaşayan küçük balıklar, yengeçler ve diğer küçük deniz hayvanları ile beslenir (Şekil 7).

Kalkan balığı, ticari öneminden ve büyüme ve yem dönüşüm oranının yüksek olması, yapay ortama kolay adaptasyon sağlaması ve hastalıklara dayanıklı olmasından dolayı yetiştiriciliğine duyulan ilgiyi arttırmıştır (Aksungur, 2006). Avrupa'da kalkan balığı çiftlikleri halen öncelikli endüstriler arasındadır ve üretim sürekli olarak artmaktadır. İspanya, İngiltere, İrlanda ve Norveç diğer üretim yapan ülkelerdir (URL-5, 2009). Bilindiği üzere, balık üretiminde işletme giderlerinin önemli bir bölümünü yem masrafları oluşturmaktadır. Bu durum, özellikle yem maliyetinin azaltılarak toplam üretim maliyetinin düşürülmesine yönelik çalışmaların arkasında yatan en önemli nedenlerden bir tanesidir. Balık yetiştiriciliğinde kullanılan ve tercih edilen başlıca protein kaynağı balık unudur. Ancak, son yıllarda dünyada olduğu gibi ülkemizde de balık unu temini zorlaşmakta ve fiyatı hızla artmaktadır. Dolayısıyla, balık unu yerine ucuz ve temini kolay alternatif kaynakların araştırılması büyük önem taşımaktadır (Ergün, 2006).



Şekil 7. Kalkan balığı (Karadeniz Kalkanı), *Psetta maxima*

1.8.1. Kalkan Balığı Larva Yetiştiriciliği

Birçok deniz balığı larvası için besin kesesinin tüketilmesinden sonraki ilk beslenme dönemi oldukça kritik bir dönemdir. Bu dönemde larvanın sindirim sistemi tam olarak gelişmemiş olduğundan larval gelişimin ilk safhalarındaki beslemede bir takım sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bunlar başlıca larva ağız açıklığının küçük olması ve besin kesesinin kısa sürede tüketilmesidir. Bu nedenle hayatta kalmayı sağlamak için uygun büyüklükte ve larvanın besin isteklerini karşılayabilecek canlı yem/yemlere ve uygun beslenme yöntemlerinin tespit edilerek uygulanması gerekmektedir. Karadeniz kalkanı, larval safhadan yavru safhasına geçiş aşaması olan metamorfoz süresince morfolojik olarak önemli değişiklikler gösterir. 16–19°C su sıcaklığında 70 günlük yetiştirme periyodu süresince kalkan larvalarının morfolojik gelişimi ve larvaların davranışları üç bölüme ayrılır (Tablo 8).



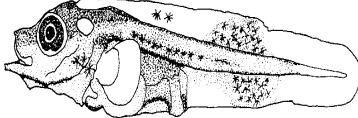
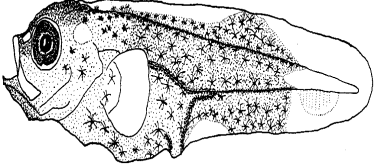
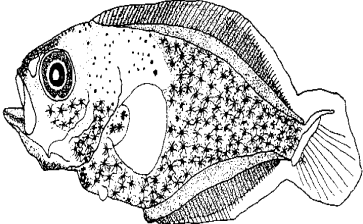
Önlarva safhası (0–2 gün arası); Yumurta kesesi ve yağ damlacığına sahip olan larva şekil olarak simetriktir. Larvanın ortalama total boyu 2,5 mm'dir. Gözleri henüz renklenmemiş, ağız açılmamış ve anüs oluşmamıştır. Yumurta kesesinin tüketimine bağlı olarak larva, hızlı bir şekilde büyür ve bu esnada beslenme davranışları görülmez.

Post larval safha (3–29. günler arası); Üçüncü günde larvaların gözleri renklenmiş, ağız (0,15 mm genişlikte) ve anüsü açılmıştır. Ağız genişliği larva büyüdükçe artar. Ağızın açılmasıyla birlikte dördüncü günde ilk yem alımı başlar. Beşinci günde pektoral yüzgeçler gözükür. Yedinci günde düz olan sindirim kanalı genişlemeye ve kıvrılmaya başlar. Onuncu günde pektoral yüzgeçler iyice gelişir, salınım ve kuyruk hareketleri kuvvetlenir, larvalar bazen akıntıya karşı yüzer, durur ve akıntı ile geri sürüklenerek bir önceki pozisyonlarını alırlar. Onikinci günde, larvalar S-şeklini alırlar, sonra aniden düzleşir ve yemlik organizmaları (rotifer) yakalamak amacıyla ileriye doğru ok gibi fırlarlar. Aktif yem alımı bu safhada başlar. Onüçüncü günde yüzgeç ışınlarının gelişimi başlar. Yirminci günde yüzgeç ışınları (kuyruk) tamamlanır. Dorsal ve anal yüzgeç ışınları ise yirmibeşinci günde tamamlanmaktadır. Bu türde sık olmamakla birlikte yirmibeşinci günden sonra büyük larvaların küçüklere saldırdığı görülebilir.

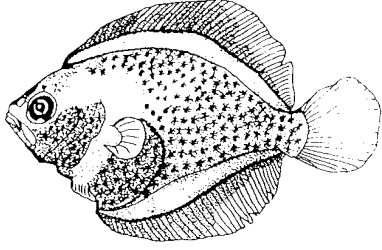
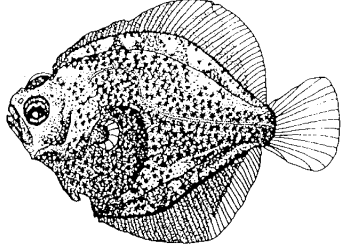
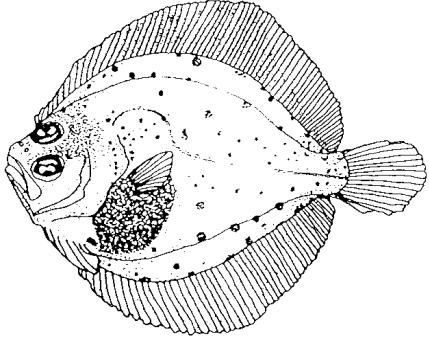
Metamorfoz safhası (30–70. günler arası larval evreden yavru evresine geçiş); Balık asimetric şekil alır ve göz göçü başlar. Buna bağlı olarak balık tankın dibine yerleşmeye yönelir.

Elli birinci günde pektoral yüzgeçteki ışın sayısının ergin bireylerinki gibi tamamlandığı gözlenir. Bu safhada balıkların çoğu horizontal (yatay) ve 45°'lik açı ile dikey pozisyonda su yüzeyine yakın olarak yüzerler (Tablo 8).

Tablo 8. Karadeniz Kalkan balığının yetiştiricilik şartlarında morfolojik gelişimi (Çiftçi, 2002)

Yaş (gün)	Toplam boy (mm)	Karakteristikleri	Görünümleri
0	2.5	Yumurtadan yeni çıkmış larvada; gözler renklenmemiş, ağız henüz oluşmamış ve anüs kapalıdır. Melanoforlar merkezi notokort üzerinde dağılmıştır.	
5	4.0	Pektoral yüzgeç membranı belirir.	
10	4.8	Pektoral yüzgeçler iyi gelişmiştir. Melanoforlar notokortun her iki yanında alt ve üst kısımlarında dağılırlar.	
15	6.3	Anal yüzgeç kıvrımı başlangıcından farklılaşır ve arka kısım hariç notokort üzerindeki melanoforlar iyice gelişir.	
20	9.6	Dorsal, anal ve kuyruk yüzgeçlerinin hepsi farklılaşır; notokortun son ucunun eğilmesi hızlı bir şekilde ilerler ve ventral yüzgeç membranı belirir. Notokortun arka kısmında birçok melanofor dağılım gösterir.	

Tablo 8'in devamı

25	14.1	Tüm yüzgeç ışınları fonksiyonel olarak farklılaşır. Başın ön kısmı hariç notokort üzerinde çok sayıda melanofor dağılım gösterir.	
30	17.6	Simetrik pozisyona bulunan sağ taraftaki gözün sola göçü başlar.	
70	43.3	Nispeten vücudun diğer kısımlarının büyümesiyle kıyaslandığında yavaş ilerleyen göz göçü yumurtadan çıktıktan 70 gün sonra tamamlanır.	

1.8.1.1. Yetiştirme Tank ve Donanımları

1.8.1.2. Tanklar

Tüm tanklar kapalı alana yerleştirilir. Tank içindeki su akışı önemli olduğundan istenilen amaca göre tankların şekilleri yuvarlak, kare ve elipsoidal olabilir. Kullanılan larva yetiştirme tanklarının hacimleri 2 ile 5 m³ arasında değişir, derinlikleri ise 0.75 m'dir (Çiftci, 2002).

1.8.1.3. Havalandırma

Tanklar, havalandırma sistemi ile donatılmalıdır. Larva yetiştiriciliğinde, suyun havalandırılması ve dolaşımına dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardandır (Çiftci, 2002).

1.8.1.4. Su Kalitesi

Uygun larva yetiştiricilik şartlarının sağlanabilmesi için, su 5 µm'luk filtreden geçirilir ve sonra Ultra Viyole lambası ile sterilize edilir. Larva tanklarına yerleştirilen ısıtma sistemleri ile su sıcaklığı 18–21°C arasında muhafaza edilir (Çiftci, 2002).

1.8.1.5. Aydınlatma

Aydınlatma, larvaların beslenmeleri esnasında en önemli faktörlerden biridir. Işık miktarının az veya çok olmasından kaçınılmalıdır. Tesis 8:00 ve 19:00 saatleri arasında 200–500 lüks yoğunluğunda floresan lambalar ile aydınlatılır, fakat direkt gün ışığından kaçınılmalıdır (Çiftci, 2002).

1.8.1.6. Yemleme

Larvanın ağızı üçüncü günde açıldığında, yetiştirme tanklarına zenginleştirilmiş rotifer (*B. plicatilis*) vermeye başlanır. Sekizinci gün rotifere ilave olarak *Artemia naupli* veriliyor. Onikinci gün yemlemeye *Meta naupli* ilave ediliyor. Ondörtüncü gün yemlemede rotifer kesiliyor. Yirmi ikinci gün *Artemia naupli* kesiliyor. Beslemeye *Meta naupli* ve toz yem (% 45 protein -%20 yağ içeren yem) ile devam ediliyor. Kırkıncı gün *Meta naupli* azaltılmaya başlıyor. Kırk beşinci gün *Meta naupli* kesiliyor. Bundan sonra sadece pelet yemleme yapılıyor (Ceylan B., Özdemir G.P., Yayınlanmamış veri)

1.8.1.7. Su Değişimi

Yetiştirme tanklarında ilk üç gün su değişimi yapılmaz. dördüncü günde yeterli rotifer yoğunluğunu muhafaza etmek ve su kalitesinin bozulmasına neden olan larvalar tarafından yenmeyen aç kalmış ve çok düşük besin değerine sahip rotiferleri uzaklaştırmak için % 30 oranında su değişimi başlatılır (Çiftci, 2002).

1.8.1.8. Tank Tabanının Temizliği

Tank zemini, beşinci günden başlanarak günlük olarak temizlenir. Uygun donanımlarla, tank dibinde biriken ölü larvalar, yem artıkları, dışkılar ve diğer organik atıklar sifonlanarak uzaklaştırılır. Tank dibinde biriken atık organik maddelerin hastalık etmenleri için uygun ortam oluşturabilir. Tankların tabanı rutin olarak sifonla temizlenmelidir. Böylece hastalık etmenleri için uygun ortam uzaklaştırılır (Çiftci, 2002).

1.8.1.9. Boylama

Etkili yemleme yapılması ve büyük larvaların küçüklere saldırmasını minimuma indirilmesi için balıklar boylarına göre ayrılır.

1.8.2. Yavru Yetiştiriciliği

Yapay yeme adaptasyon ve yavru yetiştiriciliği safhası larvalar 40-42 günlükken başlamasına rağmen, yavrular elleme ve transfer streslerine karşı hala hassastır. Yavrular ticari yetiştiricilik ünitelerine satılabilecek boy olan 100 mm büyüklüğe ulaşana kadar kuluçkahanede yetiştirilir. Yapay yeme alıştırma yaklaşık olarak kırkıncı günden yüz onuncu güne kadar devam eder. Yaşama oranının artırılması, kuluçkahanede hedeflenen üretim miktarının gerçekteştirebilmesi için gerekli tank hacminin ve iç gücünün azaltılması yönünde avantaj sağlar (Çiftci, 2002).

1.8.2.1. Tank ve Donanımı

Kalkan yavruları 20 mm boya ulaştığında tankın tabanına yerleşmeye başladığında tankın taban alanı hacminden daha önemli hale gelir. Bu nedenle, bu safhadan itibaren stoklama yoğunluğu hesaplanırken tankın taban alanı dikkate alınır. Tanklar, sudaki atıkları ve dibe çökelen dışkıları su sirkülasyon sistemiyle atabilecek şekilde iyi dizayn edilmelidir (Çiftci, 2002).

1.8.2.2. Besleme

Yavrular başlangıçta 0,7-1 mm çapındaki granül yemlerle beslenirler. Balık büyüdükçe granül yemin büyüklüğü de aşamalı olarak artırılır ve pelet yemlere geçilir. Yavrular, görsel doygunluğa ulaşıncaya kadar yemlenir. Bu da yem alım aktivitesinin durması ile anlaşılabilir (Çiftci, 2002).

1.9. Literatür Özeti

Caceres ve arkadaşları (1984) 10 gr'lık kalkan juvenillerinde yapmış oldukları farklı protein ve yağ içerikli yemlerle 42 günlük büyüme denemesi sonucunda yüksek protein ve düşük yağ içeren yemden (% 69.8 protein-%10 yağ) en iyi sonuç aldıklarını ayrıca yüksek yağ içeren yemin büyüme üzerine negatif etki ettiğini gözlemlemişlerdir.

Sæther ve arkadaşları (2001) 200 gr'lık kalkan balıklarının üzerinde günlük yağ miktarının büyüme üzerine etkisini incelemek için farklı yağ oranı içeren yemlerle (% 25.4 ve %16.6) yapılan üç aylık büyütme çalışmasında büyüme ve ağırlık artışında farklılık olmadığını gözlemlemişlerdir.

Regost ve arkadaşları (2000) kalkan balıklarında farklı yağ içerikli yemlerle 12 haftalık besleme çalışmasının sonucunda yüksek yağ seviyesinin yağlanmaya yol açtığını (kas dokuda yağ seviyesinin% 1'in altında olmasına rağmen) buna rağmen lipogenik enzim aktivitesinin önemli oranda değişmediği bildirilmiştir.

Teles ve arkadaşları (1999) 58 g civarındaki kalkan juvenilleri ile yapılan çalışmada standart ve özel hazırlanmış balık eti protein hidrolizatları karışımlarını (%74 Protein- %13 Lipid, %76 Protein- %12 Lipid , %72 Protein-%23 Lipid) yeme (%56 protein ve %14 yağ) ilave ederek yapmış oldukları farklı oranlardaki yeni yemi üç aylık besleme çalışmasında kullanarak deney sonunda gruplar arasındaki farklı büyüme oranları ve boy-ağırlık karşılaştırmasını yapmışlar. Deneme sonucunda %76 Protein-%12. Lipid ilave edilen yem ile beslenen balıkların diğer gruplara göre daha iyi büyüdüğü gözlenmiştir.

Reitan ve arkadaşları (2003) kalkan larvalarında yapmış oldukları çalışmada nötral ve fosfo lipaz aktivitesini ölçmüşlerdir. 6-24. günler arası rotifer ile beslenen larvalarda artan enzim aktivitesi mikro yem ile 3 günlük yemlemede (10-13. günler arası) lipolitik aktivitenin negatif yönde değiştiği bildirilmiştir. Enzimin belirli bir gün aralığında artması larvanın lipid sindirim enzimlerine ilk besleme zamanında sahip olduğunu gösterir. Rotifer ile beslenen larvaların enzimatik aktiviteleri arasında pozitif ilişki olmasına rağmen mikroyemle beslenen larvalarda bulunmamıştır. Bu enzimler için farklı düzenleme ve uyarı mekanizmalarının olabileceği ifade edilmiştir.

Segner ve arkadaşları (1994) yapmış oldukları denemede 0-30. gün arası kalkan larvalarının sabah besledikten bir saat sonra alınan örneklerden bütün vücut homojenatında alkalın (tripsin) ve asit proteaz (pepsin) aktivitesi, piruvat kinaz ve sitrat sentetaz aktivitelerini ölçmüşler. Metamorfoz başlangıcında yüksek sitrat sentetaz, düşük piruvat kinaz aktivitesi ölçmüşler. piruvat kinaz /sitrat sentetaz oranı larval tip metabolizmadan yetişkin metabolizmaya geçişi işaret ettiğini bildirmişlerdir. Tripsin aktivitesini 1-4 günler arası ölçmüşler. Toplam proteaz aktivitesinin gelişme dönemlerinde erken larval dönemden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Loupez ve arkadaşları (1997) Kabuklu Midyede (*Ruditapes decussatus*) API-Zym kiti kullanarak 18 ay boyunca aylık olarak enzimatik aktiviteyi takip ederek yapmış oldukları ölçümlerde enzimatik aktivitenin değişken değerlerde olduğunu, yaşa bağlı olmadığını saptamışlardır.

Chen ve arkadaşları (2006) Sarıkuyruk Kral Balığında (*Seriola lalandi*) ontogenik gelişiminde sindirim enzimlerini takip etmişlerdir. Enzimlerdeki aktivite değişikliğinin sindirim sisteminin anatomik olarak gelişimiyle ilgili olduğunu ve enzim aktivitelerinin sindirim sisteminin gelişiminin tamamlanmasıyla sabit kalmaya meyilli olacağını ortaya koymuşlardır.

Saborowski ve arkadaşları. (2006) Güney Kral Yengeç (*Lithodes santolla*) türünde önemli sindirim enzimlerini ontogenik saftada (larva-juvenil-yetişkin aşamalarında) API-Zym kiti kullanarak takip etmişler ve bu aşamalardaki enzim aktivitelerinin karşılaştırmışlar. Yumurta ve beslemeye başlama aşamasında esteraz, fosfataz ve ekzopeptidaz aktivitelerinin yüksek olduğunu, tripsin ve kimotripsin aktivitelerinin düşük olduğunu ve ayrıca juvenil aşamasında tripsinin ve kimotripsinin aktivitesinin arttığını bulmuşlar.

Martinez ve arkadaşları (1999) Senegal Sole (*Solea senegalensis*) de larval gelişime süresince sindirim enzim aktivitesini incelediğinde enzim aktivitesinin değişkenliğini metabolizmanın başlangıç ve bitimi ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Maksimum lipaz aktivitesinin ekzokrin pankreas gelişimi ve metamorfoz ile ilgili olduğunu, alkalin fosfataz aktivitesinin azalmasının muhtemelen entetositlerin gelişimi ile bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Comabella ve arkadaşları (2006) Cuban Gar'ın (*Atractosteus tristoechus*) larval gelişimindeki enzimatik değişikliğin larval safhadan juvenil safhaya geçişle ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek asit proteaz aktivitesinin erken larval safhasında fonksiyonel mide varlığının göstergesi, yüksek lipaz aktivitesinin balığın yağdan yararlanabildiğini, düşük amilaz aktivitesinin karbohidrattan yararlanma kapasitesinin düşük olduğunu gösterdiğini, yüksek alkalin fosfataz ve aminopeptidaz aktivitesinin sindirim kanalında absorpsiyonun olduğunu ifade ettiğini bildirmişlerdir.

Cousin ve arkadaşları (2006) kalkan larvalarının gelişimi üzerinde besleme ve aç bırakmakla yapmış oldukları kırk günlük enzimatik çalışmada ALP (alkalin fosfataz) ve aminopeptidaz aktivitesinin ağız açıldıktan sonra bütün sindirim sisteminde gözlemlenmişler. Lipaz aktivitesini onbeşinci günde (juvenil safhasında) tespit etmişlerdir.

Alvarez ve arkadaşları (2007) Kum Levreğinde (*Paralabrax maculatofasciatus*) ağız açılmasından otuzuncu güne kadar sindirim enzimlerini takip ettiklerinde rotifer ve artemia ile beslemede balıklarda farklı enzimlerde maksimum aktivite gözlemlenmişler. Tripsin ve alkalin proteaz 12-18. günler arası maksimum aktivite gösterirken, asit proteazın 12. günde gözlemlendiğini, bu aktivite beslemedeki rotiferden artemiaya geçişte juvenil aşamasının başladığını ve sindirim sisteminin tamamlandığını gösterdiğini bildirmişlerdir.

Zambonino ve arkadaşları (2001) Deniz Balıkları larvalarında sindirim sisteminin tamamlanma aşamasındaki ölçtükleri enzim aktivitesi ile yem içeriğinin sindirim enzimi üretimini artırabildiğini, durdurabildiğini veya erteleyebildiğini ortaya koymuşlardır.

Debnath ve arkadaşları (2006) *Labeo rohita fingerlings* üzerinde farklı protein oranlarında hazırladıkları yemi kullanarak yapmış oldukları besleme denemesinde sindirim enzimleri aktivitesini incelemişler. Amilaz, lipaz ve alkalen fosfatazın protein içeriği ile ilgili olarak aktivitesinin etkilenmediğini, asit fosfataz aktivitesinin ise değiştiğini gözlemlemişler. Proteolitik aktivite ile protein oranı arasında poliminal bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Kastaki protein oranının ise değişmediğini, protein sindirimi için proteolitik aktivitenin ve asit fosfatazın önemli rol oynadığını bildirmişleridir.

Lee ve arkadaşları (2002) Kaya Balığı ile (*Sebastes schlegeli*) yapmış oldukları çalışmada farklı protein ve yağ içeren yemlerle (%37, % 42,%47 oranlarda protein ve %7 ve %14 yağ içeren yemler) 20 haftalık besleme çalışmasında büyüme oranlarını karşılaştırdılar. En uygun yemin %42 protein-%14 yağ içeren yem olduğunu gözlemlemişlerdir.

California Halibut (*Paralichthys californicus*) larvalarında sindirim enzim aktivitesini incelendiğinde enzimatik aktivitenin beşinci günde beslenen larvalarda ölçülebilir boyutta olduğu tespit edilmiş. 5-18 gün arası alkalın proteaz, tripsin, kimotripsin alkalın fosfataz azalmış, onsekizinci günde pepsin aktivitesi gözlemlenmiş. Bu enzim aktivitelerin değişikliği sindirim sisteminin olgunlaşmaya başladığına işaret olduğunu düşünmüşlerdir (Alvarez ve arkadaşları 2006).

Lundstedt ve arkadaşları (2003) Teleostei (*Pseudoplatystoma corruscans*) üzerinde yaptıkları denemede farklı oranlarda ham protein içeren besinlerle beslenerek pepsin, tripsin, kimotripsin, amilaz ve lipaz aktivitesini takip ettiler. Yaptıkları çalışmalar sonucunda ham proteinin sindirim enzimlerini indüklediği sonucuna varmışlardır.

Lazo ve arkadaşları (2007) Red Drum'un (*Sciaenops ocellatus*) larval gelişimindeki enzim aktivitesini incelemişlerdir. İlk beslemede alkalın proteazın sindirim için büyük öneme sahip olduğunu, asit proteazın ise larval dönemin sonunda sindirim için önemli rol oynadığını ortaya koymuşlardır.

Cahu ve arkadaşları (1994a), Levrek (*Dicentrarchus labrax*) larvalarını yirmibeşinci günden itibaren aminoasit karışımı ve protein ile zenginleştirilmiş karma yeme adapte etmeye çalışmışlar. Karma yem grubundaki gelişme, canlı yem grubundaki gelişmeye oranla daha düşük bulmuşlar. Çalışma sonucunda pepsinin levrek larvalarının sindiriminde önemli bir etken olmadığı sonucuna varmışlardır.

Süzer ve arkadaşları (2006) Common Pandoranın (*Pagellus erythrinus*) 30 günlük larval aşamasında sindirim enzimlerinin aktiviteleri takip edilmiş. Tripsin ve kimotripsin aktivitesini, larvaların ağızları açıldıktan sonra tespit edebilmişler.

Pepsin aktivitesini fonksiyonel mide oluşumu ile paralel (yirmibeşinci günden sonra), ilk olarak Lipaz aktivitesinde dördüncü günde ortaya çıktığını gözlemlemişlerdir.

Süzer ve arkadaşları (2007) Red Porgy (*Pagrus pagrus*) larval gelişimindeki sindirim enzim aktivitelerini ölçmüşlerdir. Sindirim enzimlerinin sentezlenmesi larvaların kullanılan yemi kabul etmesinin ve verilen yemin sindirme kapasitesinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Zambonino ve arkadaşları (1995b), tarafından yapılan bir çalışmada, levrek larvalarının üretimi esnasında farklı protein kaynaklarının sindirim fonksiyonlarının olgunlaşması üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, farklı protein kaynaklarına sahip mikro diyetlerle (%100 balık unu, %100 kasein karışımı, %50 balık unu + %50 kasein karışımı ve kontrol olarak sadece canlı yem) levrek larvalarını beslemişlerdir.

Çalışma sonunda amilaz'ın spesifik aktivitesinin yemlerden bağımsız olarak yaş ile azaldığını bildirilmişlerdir. Buna karşılık tripsin'in spesifik aktivitesinde ise bir artış gözlemlenmiştir. Kazein karışımı içeren mikro diyet ile beslenen larvalarda amilaz ve tripsin aktivitesinde bir azalma olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar, sindirim enzimlerinin gelişiminin öncelikle genetik olarak programlandığını daha sonra diyet kompozisyonu ile modifiye edilebildiğini bildirmişlerdir.

Haşimoğlu ve arkadaşları (2006) değişik unlar (soya unu, hamsi unu) ile yaptıkları yemi kullanarak kalkan balığı büyütme denemesi yapmışlardır. Deneme sonunda soya unundaki anti besinsel maddelerin (Tripsin inhibitörleri, tanin, saponin ve fitik asit gibi) büyümeyi etkilemiş olabileceğini bildirmişlerdir.

Teles ve arkadaşları (1999) yapmış oldukları kalkan balıkları ile besleme denemesinde yemdeki protein seviyesinin kas doku içeriğini etkilemediği sonucuna varmışlardır.

Catacutan ve arkadaşları (1995) juvenil levreklerde (*Sea bass*) yapmış oldukları farklı protein ve yağ içeren yemlerle (protein içerikleri %35,% 42.5 ve %50) yağ içerikleri (%5, %10 ve %5) ve karbohidrat seviyesi aynı olan) 54 günlük besleme çalışmasında %50 protein ve %15 yağ içeren yemin en iyi sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir.

1.10. Çalışmanın Amacı ve Pratik Önemi

Yüksek ekonomik değere sahip olan kalkan balığı, Karadeniz' in en önemli demersal (dipte yaşayan) balığıdır. Kalkan balığının özellikle Türkiye pazarında tanınması, tercih edilmesi ve yüksek fiyatlara alıcı bulması, kilogram balık başına düşen yavru maliyetinin düşük olması ekonomik olarak çekicidir. Yurt içi ve yurt dışı pazarlarında çeşitliliğin ve rekabetin sağlanması, kültür ortamına adaptasyonunun kolay olması, yeterli büyüme performansı göstermesi, yetiştiriciliği yapılabilen deniz balıkları grubu içerisinde yer alması, yoğun yetiştiriciliği yapılan diğer türlere göre kar payı yüksek olan satış ağırlığına (2000–3000 gr) daha hızlı ulaşması, yetiştiricilikte maliyetin en yüksek kalemi olan kg canlı ağırlık eldesindeki yem kullanımının daha düşük olması tercih sebebi olarak gösterilebilir. Ülkemizde bulunan bazı su kaynakları parametrelerinin bu türe olan uygunluğu ve bu uygunluğun getirdiği maliyet avantajları, ülkemizde henüz ticari düzeylerde üretimi gerçekleştirilemeyen ekonomik değeri yüksek Karadeniz kalkan balığının “kültür kalkanı” olarak iç ve dış pazara sunulması için özel sektörü teşvik edecek çalışmalar yapmak amacıyla kalkan balığının kültür ortamında yetiştiriciliğine Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitümüz öncülük etmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın amaçları;

1. Proteinler balık yemlerinde en önemli besin kaynağı olduklarından ve balık besinleri için alternatif araştırmalar son yıllarda çok önemli hale gelmiştir. Birçok sebze kökenli protein kaynaklarının, düşük besin yüzdesi, yüksek karbohidrat içeriği, dengesiz aminoasit ve yağ asidi içeriği, mevsimlere göre değişebilirlik, potansiyel mantar toksinleri gibi dezavantajları vardır. Bu yüzden alternatif ve düşük maliyetli protein kaynaklarını araştırmak ekonomi açısından önemlidir.
2. Kalkan üretiminde ortaya çıkan sorunları çözerek ticari yetiştiricilere alt yapı oluşturmak
3. Kalkan üretiminde besin ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik araştırmalar yapmak
4. Farklı protein ve yağ oranlarına sahip zenginleştiricilerin ve yemdeki protein ve yağ seviyelerinin büyümeye etkisini incelemek
5. Kalkan için etkili yem katkı maddelerinin belirlenmesi gibi sebepler göz önüne alındığında elde edilebilecek bulgular nedeniyle ekonomiye katkı sağlamaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsüne ait kalkan tesisinde yetiştirilen kalkan balıkları kullanıldı. Denemelerde kullanılan balıklar dört ayrı yem için üç tekrar olacak şekilde 1,15x1,15x0.5 m ebatlarında fiberglastan imal edilmiş 500 litre deniz suyu doldurulmuş on iki tankta beslendi. Her tanka eşit sayıda, toplam ağırlıkları aynı olacak şekilde ve ortalama olarak aynı boya yakın 200'er adet kalkan balığı konuldu. Her tankın su değişim oranı dakikada 5 litre olacak şekilde ayarlandı. Sudaki çözünmüş oksijeni artırmaya yardımcı olacak şekilde de havalandırma yapıldı. Her tank 150 watt ampul ile normal gün uzunluğunda aydınlatıldı. Bütün tanklarda günde iki defa, balıklar doyuncaya kadar yemleme yapıldı (Silva, 1995). Tüketilen yem miktarları tartılarak kaydedildi.

2.2. Kullanılan Cihazlar

<u>Cihazlar</u>	<u>Firma</u>
UV-visible spektrofotometre	Shimadzu mini 1240
UV-visible spektrofotometre	HACH DR 2000
Dijital pH, Oksijenmetre	YSI 556 MPS
Kjeldahl sistemi	2100 Kjeltex
Gaz kromatografisi	Shimadzu GC-17A
Eveporatör	Eyela
İnkübatör	Sanyo

2.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

<u>Kimyasallar</u>	<u>Firma</u>
H ₂ SO ₄	Merck
CuSO ₄	Merck
Etil eter	Merck
Hekzan	Merck
Metanol	Merck
Kloroform	Merck
Etanol	Merck
Hekzan	Merck
<i>p</i> -nitrofenil miristat	Sigma
N-alfa benzoil-DL-arginin- <i>p</i> -nitroanilid	Sigma
<i>p</i> -nitrofenil fosfat	Sigma

2.4. Kullanılan Çözeltiler ve Tamponlar

<u>Çözeltiler</u>	<u>Firma</u>
1-100 ppm Glukoz çözeltileri	Merck
2 M KOH çözeltisi	Merck
%37'lik Formaldehit	Merck
%40 lık NaOH	Merck
0,1 M HCl	Merck
%80'lik Fenol	Merck
25 mM Amonyum bikarbonat	AppliChem
10 mM Amonyum bikarbonat	AppliChem
Tris HCl	Amresso
Zym A (hazır)	Biomerioux
Zym B (hazır)	Biomerioux
%4'lük Borik asit	Merck

2.5. Balık Yemlerinin Temini ve Hazırlanması

Ticari olarak satılan yeme %5 ve %10 oranında alternatif protein katkı maddesi ilave edildi. Aynı yeme katkı maddesi katılmadan aynı işlemler uygulandı. Piyasada üretilmeyen fakat kalkan balığı için ideal büyütme yemi olarak farklı oranda hazırlanmış kontrol grubu için kullanılacak yeme de aynı işlemler uygulanarak dördüncü grup oluşturuldu. Toplam dört ayrı gruptan oluşan balıklar (üçer paralel olarak) üç ay günde iki defa doyana kadar yemlendi. Yem atıkları sifonlama yöntemi ile temizlendi.

Protein ve yağ oranları farklı olan iki çeşit balık yemi ayrı ayrı öğütüldü. 5 kg öğütülmüş yeme 50 g bağlayıcı (%0,75) katılarak (Lovell, 1989) ve katkılar (%5 ve %10 oranında) katılarak karıştırıcıda beş dakika karıştırıldı. Yeteri kadar su ilave edildikten sonra 10 dakika daha karıştırıldı. Homojen karışım elde edilince peletleme makinasına alınan yem büyük topaklar haline getirilerek karışım pelet haline dönüştürüldü. 80°C de 2 saat kurutuldu. Havası alınan poşetlere doldurularak -40 °C de kullanılıncaya kadar saklandı. Hazırlanan yemlerin biyokimyasal analizleri yapılmış olup sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 9,10).

Tablo 9. Deneyde kullanılan yemlerin biyokimyasal içeriği (%)

Yemler	Protein	Enerji		Enerji		Enerji	Toplam
		(kal/g)	Yağ	(kal/g)	Karbohidrat		
% 10 Protein	46,46	2,60	16,25	1,51	2,76	0,11	4,23
Katkılı yem	±0,359		±0,181		±0,664		
% 5 Protein	48,37	2,71	17,52	1,63	2,76	0,11	4,45
Katkılı yem	±0,146		±0,158		±0,408		
	47,06	2,64	17,36	1,61	3,80	0,16	4,41
Katkısız yem	±0,764		±0,010		±0,081		
	50,13	2,81	10,72	1,00	2,70	0,11	3,91
Kontrol yemi	±0,508		±0,494		±0,514		

Tablo 10. Deneyde kullanılan yemlerin yağ asitleri değerleri (%)

Yağ asitleri	% 10 P.Katkılı yem	% 5 P.Katkılı yem	Katkısız yem	Kontrol yemi
C-14:0	4,81±0,453	5,14±0,045	5,21±0,007	2,47±1,144
C-16:0	18,48±0,371	18,52±0,187	18,29±0,155	14,23±2,797
C-18:0	3,76±0,189	3,51±0,210	3,72±0,097	4,07±0,110
C-20:0	0,17±0,012	0,35±0,216	0,15±0,034	0,15±0,006
Toplam	27,22±1,025	27,53±0,194	27,36±0,032	20,93±3,837
C-16:1	6,45±0,327	6,27±0,311	6,29±0,375	2,45±0,237
C-18:1n 9-c	18,70±0,091	18,25±0,132	18,36±0,128	22,87±0,130
C-20:1	0,32±0,056	0,24±0,040	0,30±0,035	2,18±0,170
C-24:1	0,22±0,010	0,27±0,064	0,21±0,016	0,22±0,013
Toplam	25,69±0,189	25,04±0,418	25,16±0,484	27,72±0,076
C-18:3n 3	1,14±0,020	1,12±0,040	1,10±0,030	2,14±0,264
C-20:5n 3	9,13±0,309	9,18±0,238	9,21±0,191	7,08±0,246
C-22:5n 3	0,89±0,023	0,88±0,008	0,88±0,001	1,65±0,019
C-22:6n 3	19,01±0,267	17,95±0,317	17,57±0,026	8,38±0,678
Toplam	30,17±0,578	29,13±0,602	28,76±0,196	19,25±0,641
C-18:2n 6-c	6,53±0,293	6,18±0,221	6,76±0,167	16,67±0,301
C-18:2n 6-t	2,65±0,724	2,56±0,499	2,58±0,542	2,88±0,339
C-18:3n 6-q	0,26±0,008	0,46±0,068	0,25±0,025	0,36±0,130
C-18:3n 6	0,20±0,014	0,11±0,016	0,18±0,036	0,21±0,012
C-20:4n 6	0,67±0,005	0,79±0,016	0,68±0,005	0,79±0,016
Toplam	10,31±0,991	10,10±0,755	10,45±0,654	20,91±0,063

2.6. Balıkların Yetiştirilmesi ve Denemeler İçin Hazırlanması

Kalkan larvalarının yumurtadan çıkışından sonra 0-100 günler arası enzimatik değişimlerin takibi için örnekleme yapıldı. Daha sonra protein katkı maddesi ilave edilen yemlerle büyütme denemesi 171. günden başlayarak yapıldı. Örnekleme, deneme başladığı tarihte (171. gün) ve bunu takiben birer ay arayla yapıldı. Otuz günlük beslemeden sonra boy-ağırlık, toplam kütle ölçümü yapıldı. Ölçümden bir gün önce balıklara yem verilmesi kesildi. Ölçümler yapıldıktan sonra her tanktan ikişer balık örnekleme yapıldı. Her onbeş günde bir ve ölçüm yapıldıktan sonra paraziter hastalık riskine karşı 200 ppm formaldehit ile banyo tarzında ilaçlama yapıldı (Çiftci, 2002). Örnekler -80 °C'de saklandı. Çevresel faktörlerin etkisini kontrol etmek amacıyla haftalık olarak pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ölçümü, aylık olarak fosfat, nitrat, nitrit ölçümleri yapıldı.

2.7. Boy Ağırlık Oranının Ölçülmesi

Her bir tanktaki balıklardan otuz gün arayla 40'ar tane balığın boy- ağırlıkları ölçüldü ve istatistikî veriler çıkartılarak ve her grubun büyüme oranları karşılaştırıldı. Ayrıca, her tanktaki balıkların tümünün toplam ağırlığı alınarak yem değerlendirme oranları hesaplandı.

2.8. Balık Etinde Protein Analizi

Kjeldahl yöntemi (AOAC, 1995) ile her bir tanktan alınan balık numunelerinde, ayda bir kez protein analizi yapıldı. Alınan balık numunelerinin yenilebilir kısımları bistöriyle küçük parçalara ayrılıp homojenize edildi. Bu homojenattan 1-2 g arasında örnek tartıldı ve Kjeldahl balonuna konuldu. Üzerine Kjeldahl tableti (CuSO_4) ve 15 mL % 97'lik H_2SO_4 ilave edildi. Yakma ünitesine takıldı. 420 °C'de çeker ocak altında vakum açılarak 1-1,5 saat süreyle yakma işlemi tamamlandı.

Örnek, bu işlem sonucunda yanmış ve berraklaşmıştır. Daha sonra numune oda sıcaklığına soğutuldu. Üzerine 50 mL distile su ilave edildi. Distilasyon ünitesine yerleştirildi. 50 mL % 40'luk NaOH çözeltisinden kjeldahl tüpüne çekildi. 50 mL % 4'lük Borik asit çözeltisinden erlene koyuldu ve yaklaşık 5 dakika distilasyon yapıldı.

0,1 N HCl çözeltisi ile titrasyon yapıldı ve sarfiyat not edildi. Aşağıdaki eşitliğe göre toplam azot miktarı hesaplandı.

$$\text{Azot (\%)} = 1,4007 \times M \times f \times \frac{A-B}{W} \quad (1)$$

1,4007: 0,1 mL 0,1 N HCl'e karşılık gelen azotun atomik ağırlığı

M: Asitlik molaritesi (mol/L)

F: Standart Kjeldahl faktörü

A: Titrant harcaması (mL)

B: Kontrol harcaması (mL)

W: Örnek ağırlığı (g)

Azot (%) düzeyinin, protein (%) düzeyine çevrilmesinde faktörler kullanılmaktadır.

$$\text{Protein (\%)} = \text{Azot (\%)} \times \text{Protein Faktörü (gıdaya göre değişen)} \quad (2)$$

2.9. Balık Etinde Yağ ve Yağ asitleri Analizi

2.9.1. Yağ Tayini

Örnek iyice homojenize edilip 20 g kadar numune petri kutusuna alındı. Etüvde 105 °C de 4 saat nem muhtevası uçuruldu (TS 1743 ISO 1442). Kurutulan numuneden 5 g kadar tartılarak soxhlet kartuşuna yerleştirildi. Dört saat boyunca Soxhlet sisteminde petrol eteri ile ekstraksiyon uygulandı (AOAC, 1995). Ekstraksiyon sonunda evaporatör yardımıyla çözücünün uzaklaştırılmasından sonra kalıntı tartılarak yağ miktarı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplandı.

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{\text{Balonun son tartısı (g)} - \text{Balon dara (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100 \quad (3)$$

2.9.2. Balık Etinde Yağ Asitleri Analizi

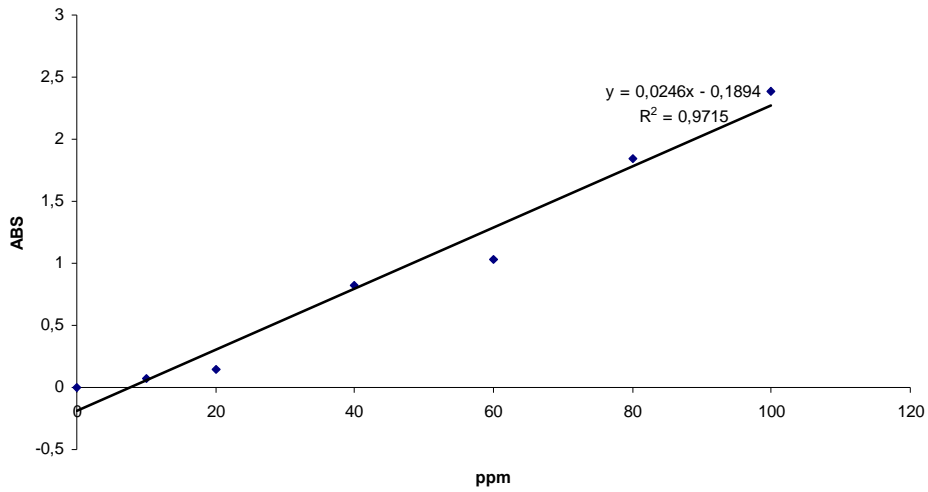
Her bir tanktan otuz gün arayla alınan balık numuneleri aşağıda belirtilen işlemlerle (Blig, 1959) yağ asitleri metil esterleri haline dönüştürülerek Gaz kromatografisinde yağ asidi bileşimi belirlendi.

1. 2 g kadar örnek alındı.
2. Homojenizatörde 5 mL metanol ile 3 dakika 10000 rpm de homojenize edilerek proteinler denatüre edilir.
3. Numune üzerine 2,5 mL kloroform eklenir ve 3 dakika 10,000 rpm de homojenizatörde karıştırıldı.
4. Daha sonra 2,5 mL daha kloroform eklendi ve 3 dakika daha 10000 rpm de karıştırıldı.
5. Yarıçapı 40 mm filtre kağıdı kullanılarak filtre edildi ve katı kısmından ayrıldı.
6. Sıvı faz ayırma hunisine alınarak su-organik faz ayırımı oluncaya kadar su ile doyuruldu.
7. Organik faz balona alınarak evaporatörde çözücü uçuruldu.
8. Mutlak etanol ile yıkandı ve suyu uzaklaştırıldı. Daha sonra etanol de ortamdan evaporatör yardımıyla uzaklaştırıldı.
9. Kalıntı metanol: kloroform karışımı ile çözüldü ve tartımı alınmış şişeye aktarıldı.
10. Azot gazı ile organik faz uzaklaştırılarak tartım alındı.
11. Numuneye 2 mL hekzan ilave edilerek çözüldü.
12. Hekzanda çözünen numune cam santrifüj tüpüne alınarak üzerine 4 mL 2 M metanollü KOH ilave edilerek iyice karıştırıldı (Ichihara, 1996)
13. Numune 4 °C de 4000 rpm de 10 dakika santrifüj edildi.
14. Oluşan üst faz ayrı bir tüpe alınarak Parafilm ile kaplandı.
15. Daha sonra örnekten 1 mL alınarak GC ye enjekte edildi.
16. Standart yağ asiti örneğinin kromatogramı ile karşılaştırılarak örneklerin yağ asiti yüzdelерinin hesaplaması yapıldı.

2.10. Spektrofotometrik Toplam Karbohidrat tayini

Otuz gün arayla alınan balık numunelerinde Fenol-Sülfürik asit metodu ile toplam karbohidrat analizleri yapıldı (Dubois, 1956). Deney aşağıda belirtilen şekilde yapıldı.

1. 100 mg kadar örnek tartıldı ve 0,8 mL su ilave edildi.
2. Örnek üzerine 0,025 mL % 80 lik fenol ilave edildi ve iyice karıştırıldı.
3. Karışım üzerine 2 mL derişik sülfürik asit döküldü ve karıştırıldı.
4. Karışım su banyosunda 30 dakika ısıtıldı.
5. Soğutulan numunenin 480 veya 490 nm de absorbans ölçüldü.
6. 1-100 ppm arasında bir seri standart glukoz çözeltileri hazırlandı. Standart çözeltilere de numunelere uygulanan işlemler uygulandı.
- 6- Standart çözeltilerin absorbansları okunarak mikrosoft excell yardımıyla standart grafiğı çizildi (Şekil 8). Elde edilen grafik yardımıyla bilinmeyen numunelerin toplam karbohidrat miktarları % olarak hesaplandı.



Şekil 8. Toplam karbohidrat tayini için oluşturulan standart grafik

2.11. Enzim Analizleri

Onbeş gün arayla alınan balık numunelerinin sindirim sistemlerinde enzimatik aktivite analizleri iki kademeli olarak gerçekleştirildi. API- Zym kiti yardımıyla ve lipaz, alkalin fosfataz ve tripsin enzimleri de kantitatif olarak ölçüldü.

2.11.2. Spektrofotometrik Enzim Analizleri

Erken larval safhada gelişim süresince önemli ve baskın olan tripsin, lipaz ve alkalen fosfataz enzimlerinin *invivo* mevcudiyetleri substratları ile verdikleri reaksiyonların absorpsanları UV-VIS bölgede spektrofotometrik olarak ölçülmek suretiyle belirlenmiştir.

Alkalen Fosfataz aktivitesi hazır alkalın fosfataz substrat sistemi (sigma) kullanılarak tayin edildi. Bunun için 400 µL *p*-nitrofenil fosfat substrat üzerine 100 µL örnek ilave edildi. Üzerine 500 µl 10 mM amonyum bikarbonat tamponu (pH:7,8) ilave edildi. Karanlık ortamda 25 °C de 30 dakika bekletildi. Karışım 8,000xg de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatant alınarak 405 nm de absorpsansı ölçüldü. Sonuçlar aşağıdaki formül ile U/larva olarak hesaplandı (URL-1, 2010).

$$\text{Units/ ml} = \frac{\Delta A * V_1}{18,2 * V_2} \quad (4)$$

V_1 : reaksiyonun toplam hacmi

V_2 : örnek hacmi

18,2: *p*-nitrofenol için 405 nm deki molar absorblama katsayısı (L/mol.M)

Lipaz aktivitesi için (Albro, 1985) tüp içerisinde 300 µL 1,4 mM *p*-nitrofenil miristat substratına 200 µL örnek ilave edildi. Üzerine 500 µL 25 mM amonyum bikarbonat ilave edildi (pH:7,8). Karanlık ortamda 25 °C de 30 dakika bekletildi. 8,000xg de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatant kısmından alınan örneğin 405 nm de absorpsansı ölçüldü. Sonuçlar aşağıdaki formül ile U/larva olarak hesaplandı.

$$\text{Units/ ml} = \frac{\Delta A * V_1}{18,2 * V_2} \quad (5)$$

V_1 : reaksiyonun toplam hacmi

V_2 : örnek hacmi

18,2: *p*-nitrofenol için 405 nm deki molar absorblama katsayısı (L/mol.M))

Tripsin aktivitesini belirlemek için (Erlanger, 1961) 1 mM N-alfa benzoil-DL-arginin-p-nitroanilid substratı hazırlandı. 300 µL substrata 200 µL örnek ilave edildi. Karışım üzerine 500 µL 0,1 mM Tris HCl tamponu ilave edildi. Karanlık ortamda 25 °C'de 30 dakika bekletildi. 8,000xg de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatant alınarak 405 nm' de absorbanı ölçüldü. Sonuçlar aşağıdaki formül ile U/larva olarak hesaplandı.

$$\text{Units/ml} = \frac{\Delta A * V_1}{9,9 * V_2} \quad (6)$$

V₁: Reaksiyonun toplam hacmi

V₂: Örnek hacmi

9,9: p-nitroanilin için 405 nm deki molar absorblama katsayısı (L/mol.M)

2.12. Sularda Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Su ortamının fiziksel ve kimyasal değerlerini kontrol etmek amacıyla deniz suyunda haftalık olarak bazı fiziksel parametreler (sıcaklık, pH, Çözünmüş oksijen), aylık olarak da bazı kimyasal parametreler (Nitrat miktarı, Nitrit miktarı, Amonyak miktarı, Fosfat miktarı) aşağıda belirtildiği şekilde ölçülmüştür.

2.12.1. Fostat Tayini

o-fosfat tayini sularda bulunan *o*-fosfat derişiminin askorbik asit metodu ile spektrofotometrik olarak belirlendi. 25 mL su örneğine HACH firmasının ürettiği fosfat kiti (askorbik asit, potasyum piroşulfat, sodyum molibtat içeren) katılarak çalkalandı. Reaksiyon süresi için 2 dakika bekletildi. Bu renkli bileşimin 890 nm' de absorbanı okunarak mg/L PO₄⁻³ belirlendi. Saf suya da aynı işlemler uygulanıp kör olarak okutuldu (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

2.12.2. Nitrat Tayini

Sularda bulunan nitrat iyonunun kadmiyum indirgeme metodu ile spektrofotometrik tayin edilmiştir. 25 mL su örneğine HACH firmasının ürettiği nitrat kiti katılarak (kadmiyum, 1,2-siklohekzamediamintetraasetik asit tri sodyum tuzu içeren) çalkalandı. 5 dakika reaksiyonun tamamlanması için beklendi. Oluşan bu bileşiğin 500 nm’de optik yoğunluğunun ölçülmesiyle nitrat miktarı mg/L olacak şekilde hesaplandı. Saf suya da aynı işlemler uygulanıp kör olarak okutuldu (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

2.12.3. Nitrit Tayini

Sularda bulunan nitrit iyonu diazolandırarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. 25 mL suya HACH firmasının ürettiği nitrit kiti (potasyumpirosülfat içeren) katılarak çalkalandı. Reaksiyonun tamamlanması için 20 dakika beklendi. Bu bileşiğin 507 nm’de optik yoğunluğunun ölçülmesiyle numunedeki nitrit miktarı mg/L olacak şekilde hesaplandı. Saf suya da aynı işlemler uygulanıp kör olarak okutuldu (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

2.12.4. Amonyak Tayini

Bu denemede sularda bulunan amonyak bileşikleri salisilat metodu ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. 25 mL suya HACH firmasının ürettiği salisilat kiti (sodyum tartarat, sodyum sitrat, sodyum salisilat, sodyumnitroferriyonat içeren) katılarak 3 dakika reaksiyon için beklenti. Daha sonra siyanurat kiti (lityumhidroksit, sodyum sitrat, sodyumdiklorosiyenurat, sodyum tartarat içeren) katılarak 15 dakika reaksiyonun tamamlanması için beklendi. Oluşan bu bileşiğin 655 nm’de optik yoğunluğunun ölçülmesiyle numunedeki amonyak miktarı mg/L olacak şekilde hesaplandı. Amonyaksız suya da aynı işlemler uygulanıp kör olarak okutuldu (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

2.13. İstatistikî Analiz

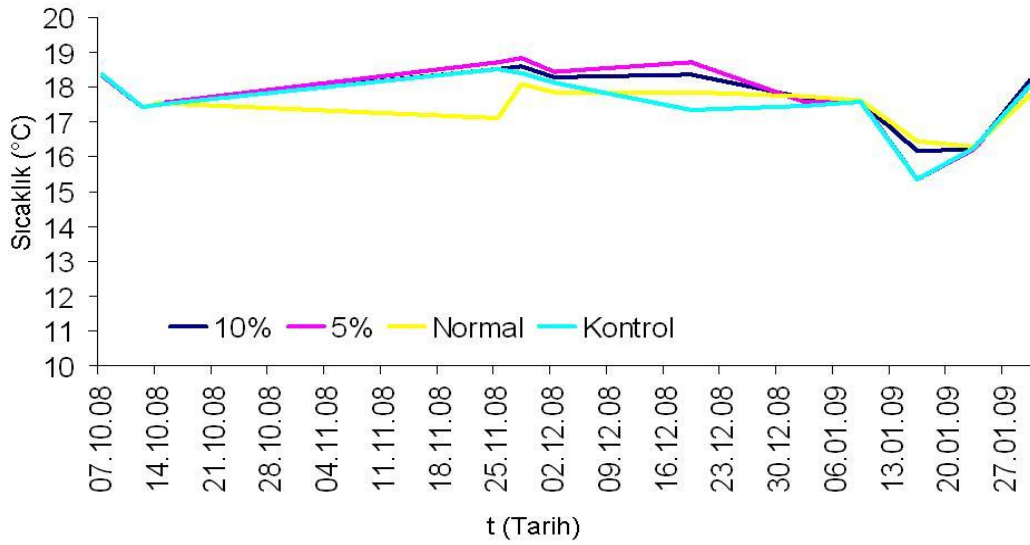
Denemeler üç tekrar olacak şekilde yapılmıştır. Elde edilen bulgular ortalamanın standart sapması olarak gösterilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile tespit edilmiştir. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Jmp.5.0.1 programı kullanılmıştır. Bu değerlerden $P < 0,05$ (Tukey'e göre) olan değerler istatistikî olarak anlamlı bulunmuştur.

3.BULGULAR

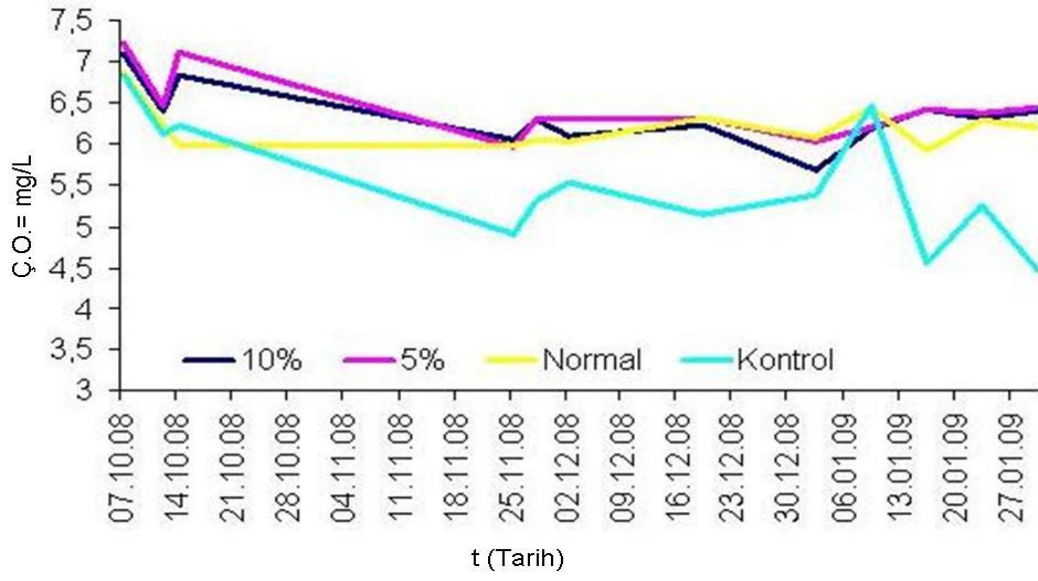
3.1. Çevresel Faktörler

Deney gruplarının yetiştirildiği tanklarda su numunelerinde fiziksel parametrelerinin değerleri balıkların büyümesine uygun değer aralığında ayarlanmış ve deney gruplarının yetiştirildiği tanklarda 171. günden sonra haftada bir alınan su numunelerinde yapılan fiziksel su parametrelerinin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında birbirine yakın olduğu görülmüştür

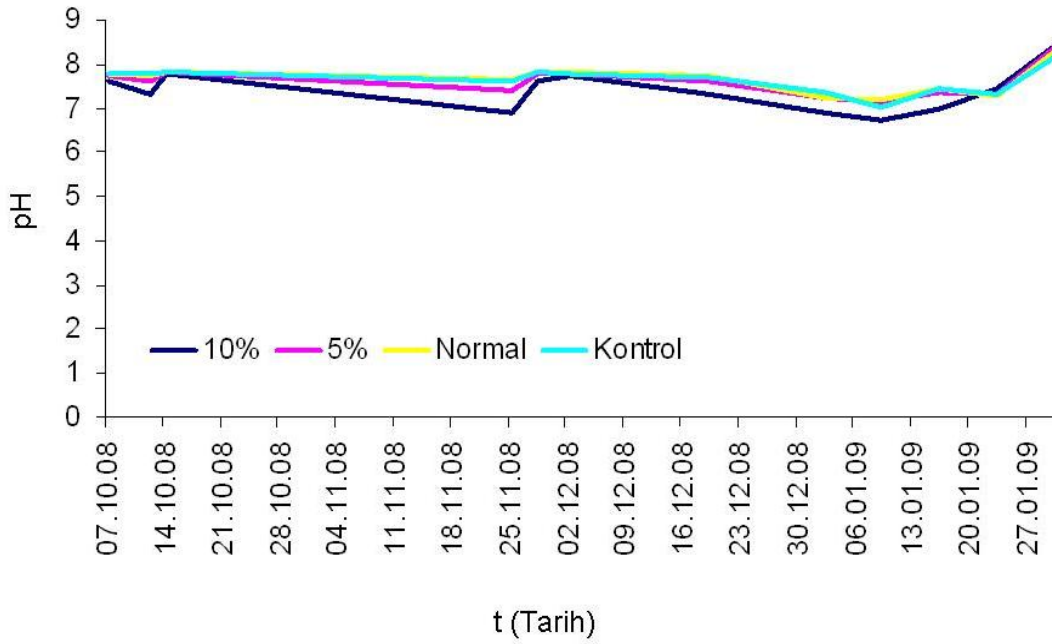
Kullanılan suyun kimyasal analiz sonuçları da karşılaştırıldığında balıkların büyümesine etki edecek değerlerde bulunmamış ve birbirine yakın olduğu görülmüştür (Şekil 9-15).



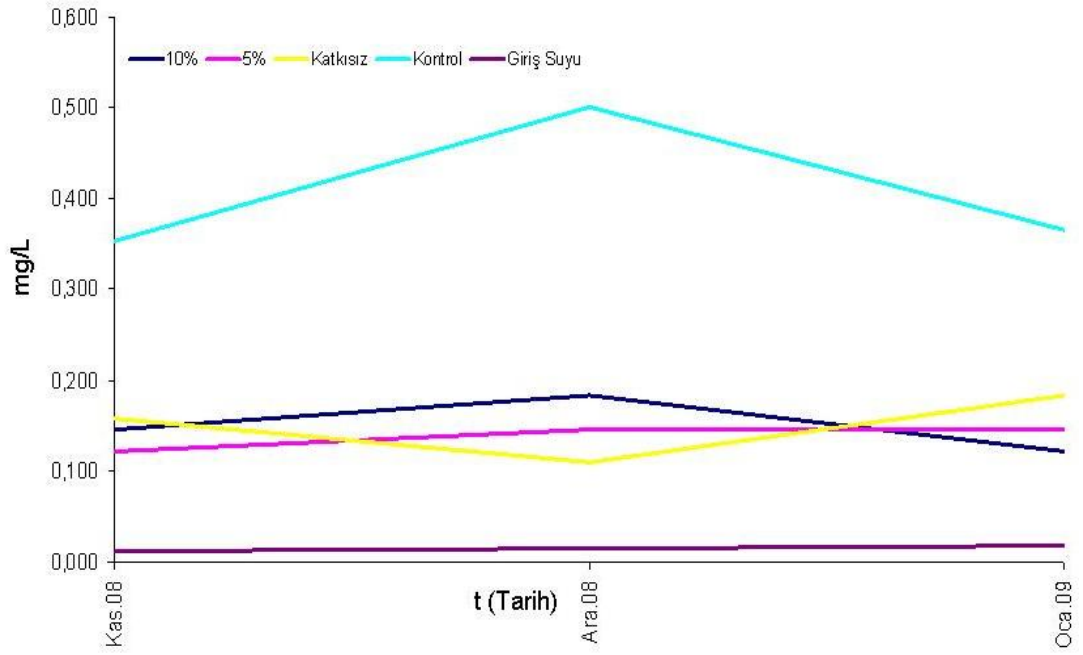
Şekil 9. Deney süresince kullanılan suyun karşılaştırmalı sıcaklıkları



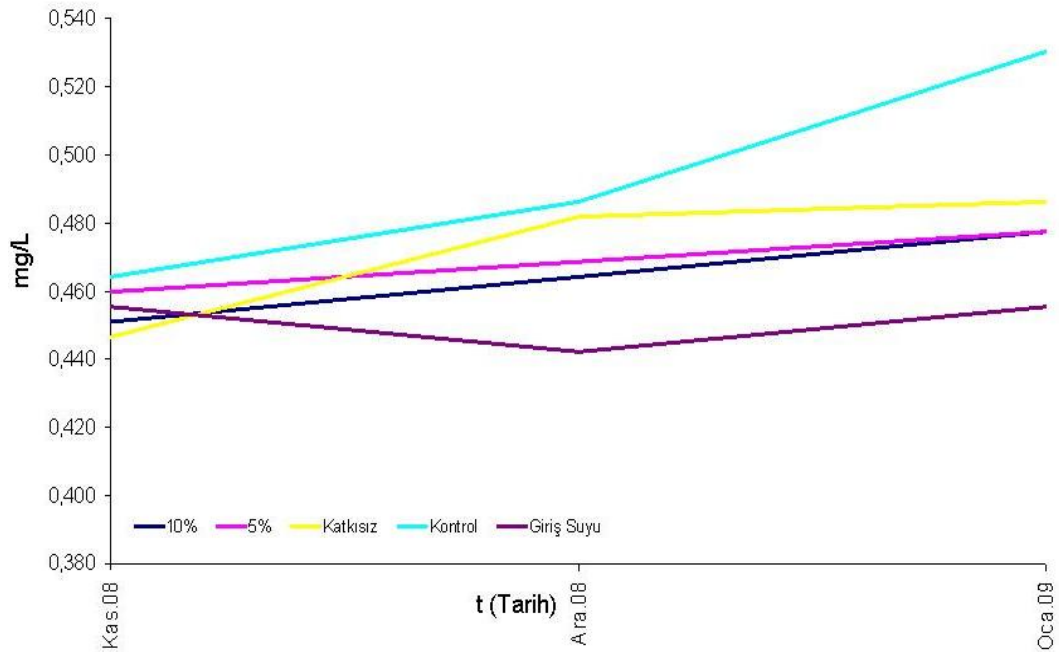
Şekil 10. Deney süresince kullanılan suyun karşılaştırmalı çözülmüş oksijen miktarları



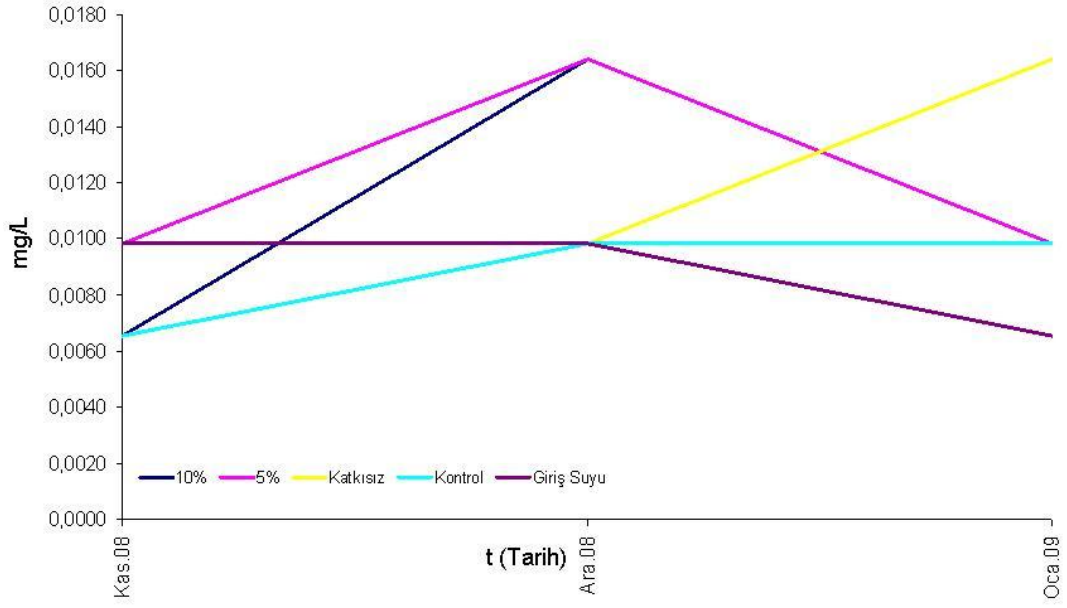
Şekil 11. Deney süresince kullanılan suyun karşılaştırmalı pH değerleri



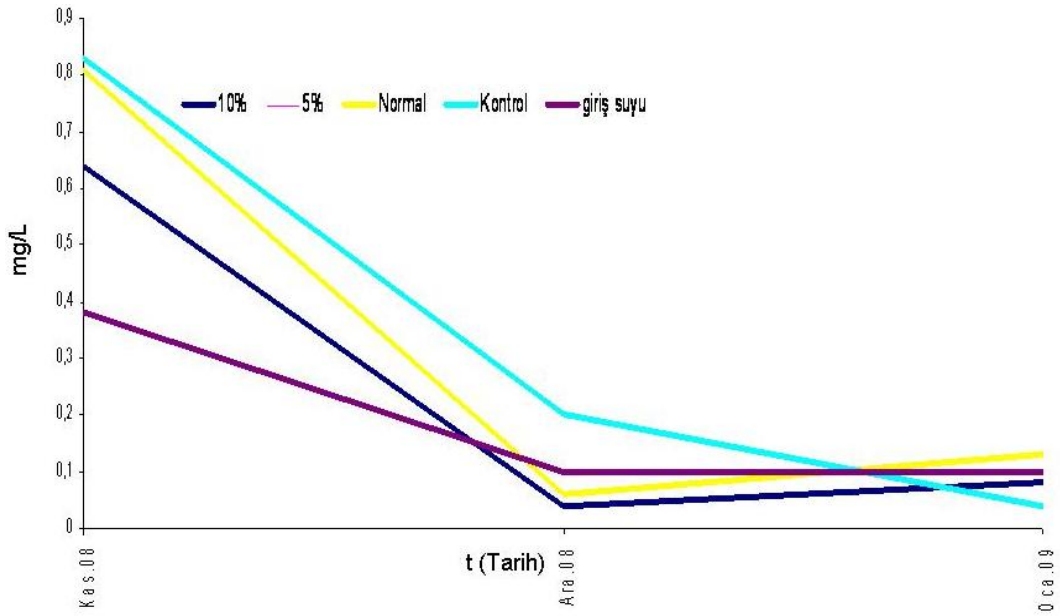
Şekil 12. Deney süresince kullanılan sularda karşılaştırmalı amonyak değerleri



Şekil 13. Deney süresince kullanılan sularda karşılaştırmalı nitrat değerleri



Şekil 14. Deney süresince kullanılan sularda karşılaştırmalı nitrit değerleri



Şekil 15. Deney süresince kullanılan sularda karşılaştırmalı fosfat değerleri

3.2.1. Deney Süresince Balıklarının Boy-Ağırlık Artışlarının Karşılaştırılması

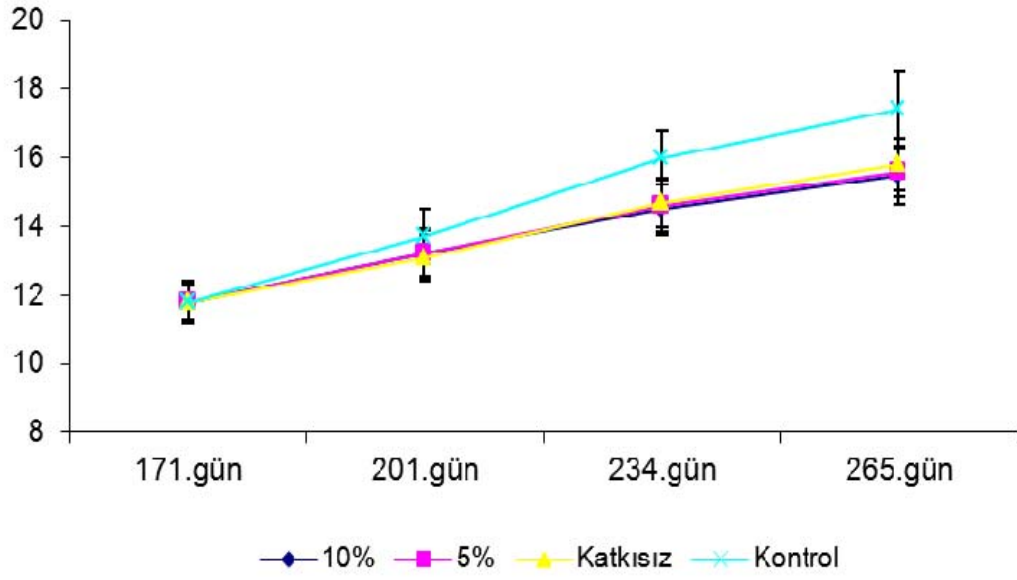
Kontrol grubundaki balıkların boy-ağırlık artışlarının diğer gruplara nazaran belirgin bir şekilde fark gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan ölçümlere dayanılarak % 10 PK, % 5 PK, katkısız gruplarda büyümenin daha yavaş olduğu görülmüştür. Katkısız grupta beslenen balıkların katkı maddesi katılan gruplardaki balıklara nazaran daha iyi büyüdüğü gözlenmiştir. Kontrol grubu balıkları, $11,8 \pm 0,51$ cm boy ve $25,1 \pm 3,37$ g ağırlıkla başlayan büyütme denemesinde üç ayın sonunda ortalama olarak $17,4 \pm 1,14$ cm boya ve $79,9 \pm 17,33$ g ağırlığa ulaştığı, deneydeki balıkların toplam ağırlığı $5031,7 \pm 102,66$ g'dan $15230,9 \pm 327,00$ grama çıktığı gözlenmiştir. % 10 PK grubunda ise balıklar ortalama olarak $11,8 \pm 0,63$ cm boy ve $25,5 \pm 4,13$ g ağırlıktan deneme sonunda $15,5 \pm 0,85$ cm boy ve $52,4 \pm 9,52$ g ağırlığa ulaşmıştır. % 5 PK grubundaki balıklar ise ortalama $11,8 \pm 0,60$ cm boy ve $25,2$ g ağırlıktan $15,6 \pm 0,74$ cm boya ve $52,6 \pm 7,74$ g ağırlığa ulaşmıştır. Katkısız grup da ise $11,8 \pm 0,50$ cm boy ve $24,8 \pm 3,41$ g ağırlıktan $15,8 \pm 0,76$ boy ve $59,2 \pm 8,95$ g ağırlığa ulaşmıştır (Tablo 12-13 ve Şekil 16-17).

Tablo 12. Deney gruplarının toplam boy (TB) verilerinin karşılaştırılması

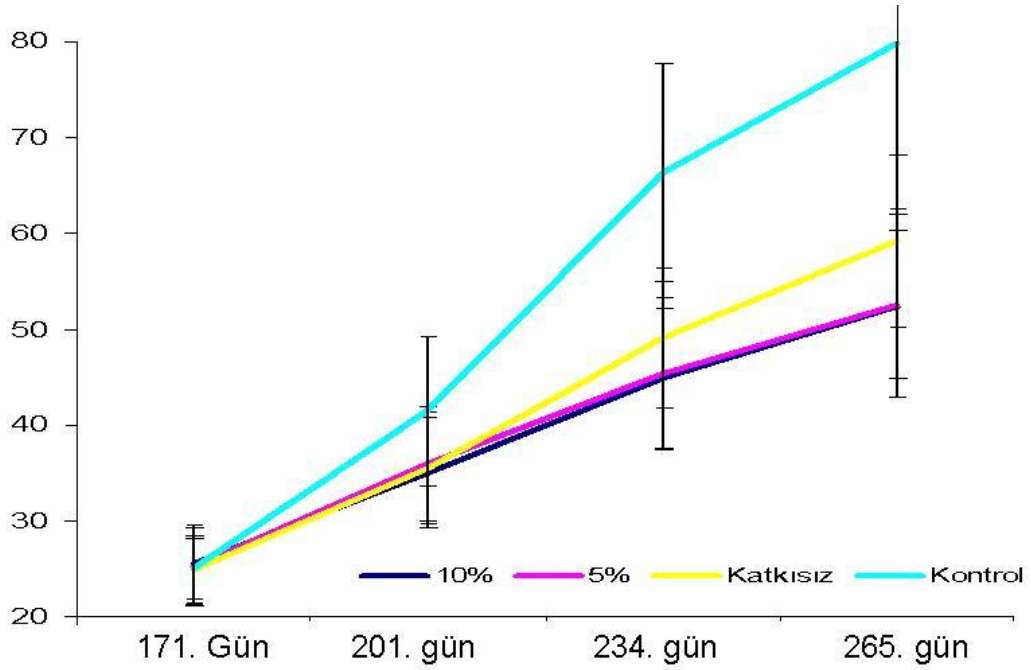
T.B.(cm)	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK	$11,8 \pm 0,63^a$	$13,2 \pm 0,67^b$	$14,5 \pm 0,73^b$	$15,5 \pm 0,85^b$
% 5 PK	$11,8 \pm 0,60^a$	$13,2 \pm 0,72^b$	$14,6 \pm 0,77^b$	$15,6 \pm 0,74^b$
Katkısız	$11,8 \pm 0,50^a$	$13,1 \pm 0,67^b$	$14,7 \pm 0,70^b$	$15,8 \pm 0,76^b$
Kontrol	$11,8 \pm 0,51^a$	$13,7 \pm 0,80^a$	$16,0 \pm 0,79^a$	$17,4 \pm 1,14^a$
F	0,2372	19,0151	99,8735	114,3908

Tablo 13. Deney gruplarını vücut ağırlığı (VA) verilerinin karşılaştırması

V.A.(g)	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK	$25,5 \pm 4,13^a$	$35,0 \pm 5,75^b$	$44,8 \pm 7,34^c$	$52,4 \pm 9,52^c$
% 5 PK	$25,2 \pm 4,11^a$	$35,9 \pm 5,99^b$	$45,4 \pm 7,90^c$	$52,6 \pm 7,74^c$
Katkısız	$24,8 \pm 3,41^a$	$35,5 \pm 5,82^b$	$49,1 \pm 7,27^b$	$59,2 \pm 8,95^b$
Kontrol	$25,1 \pm 3,37^a$	$41,5 \pm 7,84^a$	$66,4 \pm 11,36^a$	$79,9 \pm 17,33^a$
F	0,6707	27,3433	165,5789	151, 7831



Şekil 16. Deneysel Gruplarının aylık büyüme performanslarının karşılaştırılması (boy:cm)



Şekil 17. Deneysel gruplarının aylık büyüme performanslarının karşılaştırılması (ağırlık:g)

3.2.2. Yem Değerlendirme Oranı ve Spesifik Büyüme Oranlarının Karşılaştırılması

Kontrol, Katkısız, % 10 PK ve % 5 PK yemleriyle beslenen balık gruplarında ortalama yem değerlendirme oranı (YDO) ve ortalama spesifik büyüme oranları (SBO) sırasıyla, $0,801 \pm 0,0147$ ve $1,23 \pm 0,036$; $1,094 \pm 0,0220$ ve $0,87 \pm 0,008$; $1,163 \pm 0,0157$ ve $0,76 \pm 0,016$; $1,156 \pm 0,0225$ ve $0,75 \pm 0,012$ hesaplanmıştır (Tablo 14,15).

Tablo 14. Deney gruplarının yem değerlendirme oranlarının (YDO) karşılaştırılması

YDO	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK	$1,10 \pm 0,033^a$	$1,02 \pm 0,019^a$	$1,50 \pm 0,052^a$
% 5 PK	$1,08 \pm 0,038^a$	$1,04 \pm 0,035^a$	$1,56 \pm 0,203^a$
Katkısız	$1,08 \pm 0,049^a$	$0,99 \pm 0,037^a$	$1,27 \pm 0,091^a$
Kontrol	$0,76 \pm 0,047^b$	$0,73 \pm 0,039^b$	$0,94 \pm 0,030^b$
F	53,2101	56,3445	17,7567

Tablo 15. Deney gruplarının spesifik büyüme oranlarının (SBO) karşılaştırılması

SBO	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK	$1,02 \pm 0,020^b$	$0,86 \pm 0,006^b$	$0,40 \pm 0,023^{bc}$
% 5 PK	$1,04 \pm 0,042^b$	$0,88 \pm 0,070^b$	$0,33 \pm 0,080^c$
Katkısız	$1,09 \pm 0,079^b$	$0,97 \pm 0,123^b$	$0,54 \pm 0,055^b$
Kontrol	$1,65 \pm 0,141^a$	$1,33 \pm 0,192^a$	$0,71 \pm 0,058^a$
F	36,4682	9,7263	26,7679

3.2.3. Balık Etinin Biyokimyasal İçeriği

Balıkların yenilebilir kısımlarının, Kjeldahl yöntemi kullanılarak aylık olarak alınan balık numunelerinin yenilebilir kısımları ayrılarak bu örneklerde protein tayini yapılmıştır. Protein tayini sonuçları karşılaştırılınca; kontrol grubundaki balık etindeki protein oranının diğer gruplara nazaran hemen hemen değişmeden kaldığı, % 10 PK, % 5 PK ve katkısız gruplarındakilerin ise deney başlangıcına oranla gittikçe azaldığı görülmüştür (Tablo 16).

Tablo 16. Deney gruplarının protein oranlarının karşılaştırılması (%)

	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK	16,22±0,915 ^a	15,65±0,274 ^b	15,49±0,096 ^a	16,00±0,153 ^a
% 5 PK	16,68±0,371 ^a	15,68±0,215 ^b	15,58±0,489 ^a	15,37±0,519 ^b
Katkısız	16,71±0,297 ^a	16,18±0,212 ^b	15,67±0,422 ^a	15,44±0,230 ^b
Kontrol	16,64±0,641 ^a	17,24±0,375 ^a	16,82±0,944 ^a	16,49±0,274 ^a
F	0,6886	10,5554	2,7570	5,3252

Soxhlet yöntemi kullanılarak ayda bir olarak yapılan, balıkların yenilebilir kısımlarının yağ analizi sonuçları karşılaştırıldığında ise; kontrol grubundaki balıkların yağ oranı başlangıçta %7,46±1,033 iken üç ay sonunda %7,64±0,350 olarak ölçülmüştür. % 10 PK grubunun %9,01±0,739 den %10,71±0,156'ya çıktığı, % 5 PK nın %8,63±0,361den %7,71±0,276'e düştüğü, Katkısız grubun %9,14±0,949 den %7,97±0,240'e düştüğü tespit edilmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. Deney gruplarının yağ oranlarının karşılaştırılması (%)

	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK	9,01±0,739 ^a	11,97±0,204 ^a	11,07±0,337 ^a	10,71±0,156 ^a
% 5 PK	8,63±0,361 ^a	8,55±0,092 ^b	8,77±0,186 ^b	7,71±0,276 ^b
Katkısız	9,14±0,949 ^a	8,84±0,557 ^b	8,03±0,207 ^b	7,97±0,240 ^b
Kontrol	7,46±1,033 ^a	8,94±0,279 ^b	7,90±0,042 ^b	7,64±0,350 ^b
F	3,9832	61,1942	29,2525	54,0063

Fenol-sülfürik asit yöntemi kullanılarak yapılan balıkların yenilebilir kısımlarının karbohidrat tayinlerinde ise grupların % karbohidrat değerleri arasında önemli bir değişim ve fark olmadığı görülmüştür (Tablo 18).

Tablo 18. Deney gruplarının karbohidrat değerlerinin karşılaştırılması (%)

	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK Grubu	1,59±0,015 ^a	1,21±0,003 ^{ab}	1,57±0,308 ^{ab}	1,74±0,304 ^a
% 5 PK Grubu	1,45±0,289 ^a	1,26±0,228 ^{ab}	1,74±0,133 ^a	1,23±0,068 ^a
Katkısız Grup	1,53±0,216 ^a	1,58±0,065 ^a	1,41±0,111 ^b	1,71±0,186 ^a
Kontrol Grubu	1,44±0,046 ^a	1,18±0,249 ^b	1,21±0,061 ^b	1,43±0,489 ^a
F	4,5464	6,9499	8,1456	2,7547

Balık örneklerinin yenilebilir kısımlarından ekstrakte edilen yağ örnekleri, yağ asitleri metil esterlerine dönüştürülerek Gaz Kromatografisi ile örneklerde yağ asitleri yüzdeleri hesaplandı. Değerlendirilen yağ asitleri;

Doymuş yağ asitleri olarak;

Miristik Asit Metil Ester (C-14:0), Palmitik Asit Metil Ester (C-16:0), Stearik Asit Metil Ester (C-18:0), Araşidik Asit Metil Ester (C-20:0),

Tekli Doymamış yağ asitleri olarak;

Palmitoleik Asit Metil Ester (C-16:1), Cis-Oleik Asit Metil Ester (C-18:1n 9-c), Cis-11-Eikosenoik Asit Metil Ester (C-20:1), Nervonik Asit Metil Ester (C-24:1),

Çoklu doymamış yağ asitleri olarak (omega-3 olarak sınıflandırılan);

Linolenik Asit Metil Ester (C-18: 3n-3), Cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit Metil Ester-EPA (C-20:5n 3),Dokosapentaenoik Asit Metil Ester- DPA (C-22:5n 3), Cis-4,7,10,13,16,19-Dokosaheksanoik Asit Metil Ester-DHA(C-22:6n 3),

Çoklu doymamış yağ asitleri (omega-6 olarak sınıflandırılan);

Cis-Linoleik Asit Metil Ester (C-18:2n 6-c), Trans-Linoleik Asit Metil Ester (C-18:2n 6-t), Gama-Linolenik Asit Metil Ester (C-18:3n 6-q), Linolenik Asit Metil Ester (C-18:3n 6), Araşidonik Asit Metil Ester (C-20:4n 6).

Tablo 19. Deney gruplarının toplam doymuş yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma

	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK Grubu	17,33±1,435 ^a	17,71±1,165 ^a	18,77±0,118 ^a	19,94±0,338 ^a
% 5 PK Grubu	17,79±0,502 ^a	18,83±0,024 ^a	18,47±1,776 ^a	19,26±0,101 ^a
Katkısız Grup	18,43±0,739 ^a	18,80±0,022 ^a	19,62±0,686 ^a	20,70±1,103 ^a
Kontrol Grubu	19,20±0,435 ^a	19,72±0,246 ^a	20,20±0,129 ^a	21,33±0,563 ^a
F	1,7369	3,8137	1,3674	3,9007

Tablo 20. Deney gruplarının toplam tekli doymamış yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma

	171. gün	201. gün	234. gün	265 gün
% 10 PK Grubu	27,49±0,484 ^a	29,02±0,270 ^a	26,93±0,823 ^a	26,53±0,865 ^b
% 5 PK Grubu	28,06±0,862 ^a	28,03±0,186 ^{ab}	28,52±1,104 ^a	27,03±0,800 ^{ab}
Katkısız Grup	27,03±0,217 ^a	27,17±0,396 ^b	27,74±0,649 ^a	27,31±0,042 ^{ab}
Kontrol Grubu	28,22±0,505 ^a	28,28±0,544 ^{ab}	27,63±0,573 ^a	29,08±0,324 ^a
F	1,7695	8,3312	1,2928	6,5697

Tablo 21. Deney gruplarının toplam omega-3 yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma

	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK Grubu	27,54±0,702 ^a	29,04±1,285 ^a	28,36±4,557 ^{ab}	31,15±0,916 ^a
% 5 PK Grubu	26,70±1,004 ^a	29,11±0,002 ^a	30,30±0,399 ^a	30,68±0,514 ^a
Katkısız Grup	26,67±1,005 ^a	29,13±0,512 ^a	28,87±0,216 ^a	30,45±0,983 ^a
Kontrol Grubu	23,91±0,239 ^b	23,48±0,129 ^b	22,11±0,685 ^b	22,93±1,767 ^b
F	10,3032	32,7068	4,5811	23,7080

Tablo 22. Deney gruplarının toplam omega-6 yağ asidi yüzdeleri karşılaştırma

	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
% 10 PK Grubu	19,74±0,502 ^b	16,42±0,907 ^b	17,72±3,353 ^d	15,02±0,432 ^b
% 5 PK Grubu	20,27±1,034 ^{ab}	16,80±0,063 ^b	16,62±0,434 ^c	15,68±0,017 ^b
Katkısız Grup	18,98±0,841 ^b	17,49±0,418 ^b	15,06±0,467 ^b	15,81±0,915 ^b
Kontrol Grubu	22,16±0,696 ^a	21,12±0,199 ^a	22,20±0,057 ^a	21,19±0,380 ^a
F	5,8450	269,3426	193,1541	56,0876

Balık etinin yağ asiti içeriği gaz kromatografisi ile belirlenmesi sonucunda ise, % 10 PK grubunda doymuş yağ asitleri toplamı deneme sonuna kadar %17,33±1,435 den %19,94±0,338 yükseldiği, tekli doymamış yağ asitleri toplamı %27,49±0,484 iken deneme sonunda %26,53±0,865'e düştüğü, omega-3 yağ asitleri toplamı %27,54±0,702 den deneme sonunda %31,15±0,916'e yükseldiği ve omega-6 yağ asitleri toplamı %19,74±0,502 den %15,02±0,432'e düştüğü görülmüştür (Tablo 23).

Tablo 23. % 10 PK grubu örneklerinin yağ asitleri değerleri (%)

% 10 PK Grubu	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
C-14:0	3,27±0,605	3,55±0,369	3,25±0,712	4,29±0,130
C-16:0	12,07±0,822	12,30±0,852	13,28±0,229	13,47±0,121
C-18:0	1,81±0,006	1,65±0,007	2,08±0,308	1,84±0,189
C-20:0	0,17±0,003	0,22±0,049	0,16±0,056	0,34±0,140
Toplam	17,33±1,435	17,71±1,165	18,77±0,118	19,94±0,338
C-16:1	5,03±0,334	6,82±0,212	5,55±0,000	6,37±0,068
C-18:1n 9-c	20,37±0,594	20,71±0,185	19,73±0,282	18,92±0,855
C-20:1	1,86±0,223	1,26±0,251	1,37±0,520	0,98±0,095
C-24:1	0,23±0,002	0,23±0,008	0,27±0,021	0,26±0,019
Toplam	27,49±0,484	29,02±0,270	26,93±0,823	26,53±0,865
C-18:3n 3	2,81±0,215	3,22±0,397	3,09±0,015	2,47±0,031
C-20:5n 3	6,82±0,163	6,92±0,464	6,92±0,666	7,41±0,669
C-22:5n 3	2,05±0,004	2,15±0,047	2,23±0,048	2,32±0,014
C-22:6n 3	15,85±0,320	16,75±0,470	16,13±3,858	18,95±0,203
Toplam	27,54±0,702	29,04±1,285	28,36±4,557	31,15±0,916
C-18:2n 6-c	15,67±0,562	12,97±0,810	14,32±3,213	11,33±0,459
C-18:2n 6-t	2,30±0,043	1,77±0,175	1,83±0,410	1,58±0,100
C-18:3n 6-q	0,13±0,008	0,14±0,022	0,15±0,038	0,18±0,052
C-18:3n 6	0,27±0,039	0,30±0,014	0,29±0,070	0,30±0,087
C-20:4n 6	1,36±0,072	1,24±0,069	1,12±0,162	1,63±0,107
Toplam	19,74±0,502	16,42±0,907	17,72±3,353	15,02±0,432

% 5 PK grubunda doymuş yağ asitleri toplamı % 17,79±0,502 den üç ay sonunda %19,26±0,101'ya yükseldiği, tekli doymamış yağ asitleri toplamı 171. günde %28,06±0,862 iken üç ay sonunda %27,03±0,800'e düştüğü, omega-3 yağ asitleri toplamı ise %26,70±1,004 den %30,68±0,514'e yükseldiği, omega-6 yağ asitleri toplamı ise %20,27±1,034'den %15,68±0,017 e düştüğü görülmüştür (Tablo 24).

Tablo 24. % 5 PK grubu örneklerinin yağ asitleri değerleri (%)

% 5 PK Grubu	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
C-14:0	13±0,156	3,75±0,008	3,11±1,464	4,20±0,026
C-16:0	12,50±0,233	13,06±0,215	14,56±0,281	13,06±0,177
C-18:0	1,84±0,127	1,76±0,232	0,53±0,118	1,76±0,108
C-20:0	0,32±0,014	0,26±0,001	0,27±0,087	0,25±0,005
Toplam	17,79±0,502	18,83±0,024	18,47±1,776	19,26±0,101
C-16:1	5,32±0,076	6,33±0,023	6,22±0,575	6,54±0,601
C-18:1n 9-c	20,82±0,770	20,13±0,034	20,71±0,556	19,24±0,224
C-20:1	1,67±0,168	1,33±0,119	1,22±0,133	1,00±0,008
C-24:1	0,25±0,038	0,23±0,010	0,37±0,161	0,24±0,018
Toplam	28,06±0,862	28,03±0,186	28,52±1,104	27,03±0,800
C-18:3n 3	3,12±0,385	2,85±0,274	2,86±0,146	2,88±0,420
C-20:5n 3	6,52±0,092	6,84±0,299	7,33±0,304	7,16±0,152
C-22:5n 3	2,08±0,063	2,21±0,017	2,20±0,087	2,29±0,054
C-22:6n 3	14,98±0,464	17,22±0,005	17,91±0,138	18,35±0,192
Toplam	26,70±1,004	29,11±0,002	30,30±0,399	30,68±0,514
C-18:2n 6-c	15,57±1,161	12,83±0,074	12,78±0,403	12,27±0,249
C-18:2n 6-t	2,25±0,175	1,78±0,009	1,73±0,001	1,62±0,005
C-18:3n 6-q	0,20±0,022	0,16±0,046	0,15±0,063	0,11±0,007
C-18:3n 6	0,33±0,021	0,26±0,048	0,27±0,039	0,26±0,081
C-20:4n 6	1,93±0,260	1,77±0,004	1,68±0,072	1,42±0,335
Toplam	20,27±1,034	16,80±0,063	16,62±0,434	15,68±0,017

Katkısız grubun doymuş yağ asitleri toplamı %18,43±0,739'den deneme sonuna kadar %20,70±1,103'e yükseldiği, tekli doymamış yağ asitleri toplamı %27,03±0,217'den %27,31±0,042'e yükseldiği, omega-3 yağ asitleri toplamı %26,67±1,005'den %30,45±0,9832'e çıktığı, omega-6 yağ asitleri toplamı ise %18,98±0,841 den %15,81±0,915'e düştüğü görülmüştür (Tablo 25).

Tablo 25. Katkısız grubun örneklerinin yağ asitleri değerleri (%)

Katkısız Grup	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
C-14:0	3,24±0,085	3,54±0,107	4,02±0,005	4,04±0,021
C-16:0	12,96±0,404	13,18±0,016	13,32±0,181	13,27±0,110
C-18:0	1,96±0,236	1,84±0,120	2,03±0,511	3,08±0,891
C-20:0	0,27±0,015	0,24±0,020	0,25±0,001	0,31±0,081
Toplam	18,43±0,739	18,80±0,022	19,62±0,686	20,70±1,103
C-16:1	4,82±0,005	5,31±0,197	6,29±0,411	6,27±0,382
C-18:1n 9-c	20,00±0,009	20,22±0,141	20,07±0,143	19,88±0,126
C-20:1	1,96±0,220	1,41±0,051	1,15±0,111	0,92±0,211
C-24:1	0,26±0,007	0,23±0,007	0,24±0,015	0,24±0,003
Toplam	27,03±0,217	27,17±0,396	27,74±0,649	27,31±0,042
C-18:3n 3	3,04±0,037	3,40±0,061	2,01±0,095	2,14±0,090
C-20:5n 3	6,03±0,194	6,35±0,205	7,11±0,190	7,70±0,633
C-22:5n 3	2,12±0,185	2,20±0,052	2,28±0,109	2,23±0,177
C-22:6n 3	15,49±0,588	17,18±0,195	17,46±0,859	18,38±0,432
Toplam	26,67±1,005	29,13±0,512	28,87±0,216	30,45±0,983
C-18:2n 6-c	15,27±0,541	13,17±0,510	12,51±0,468	11,39±0,634
C-18:2n 6-t	2,18±0,214	1,89±0,038	1,60±0,000	1,59±0,027
C-18:3n 6-q	0,12±0,004	0,29±0,017	0,14±0,031	1,24±0,064
C-18:3n 6	0,21±0,008	0,15±0,062	0,12±0,004	0,11±0,029
C-20:4n 6	1,19±0,090	2,00±0,085	0,68±0,025	1,49±0,290
Toplam	18,98±0,841	17,49±0,418	15,06±0,467	15,81±0,915

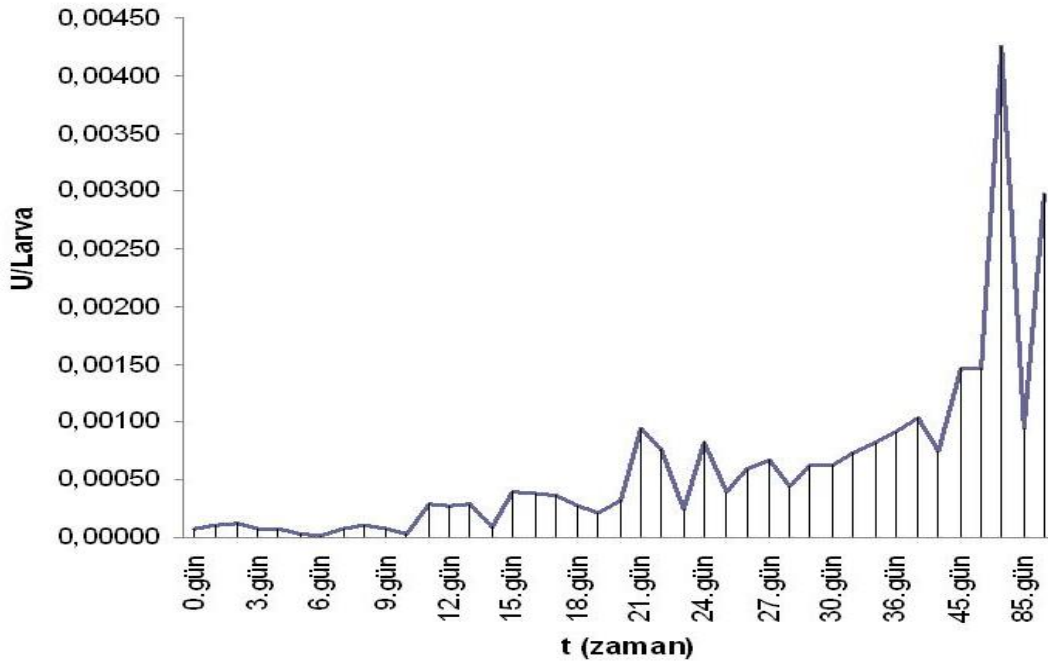
Kontrol grubunun doymuş yağ asitleri toplamı %19,20±0,435'dan %21,33±0,563'e yükselmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri toplamı ise %28,22±0,505'den %29,08±0,324'e yükselmiştir. Omega-3 yağ asitleri toplamı ise %23,91±0,239'den %22,93±1,767'e düştüğü görülmüştür. Omega-6 yağ asitleri toplamı ise % 22,16±0,696 den üç ay sonunda %21,19±0,380'a düştüğü gözlenmiştir (Tablo 26).

Tablo 26. Kontrol grubu örneklerinin yağ asitleri değerleri (%)

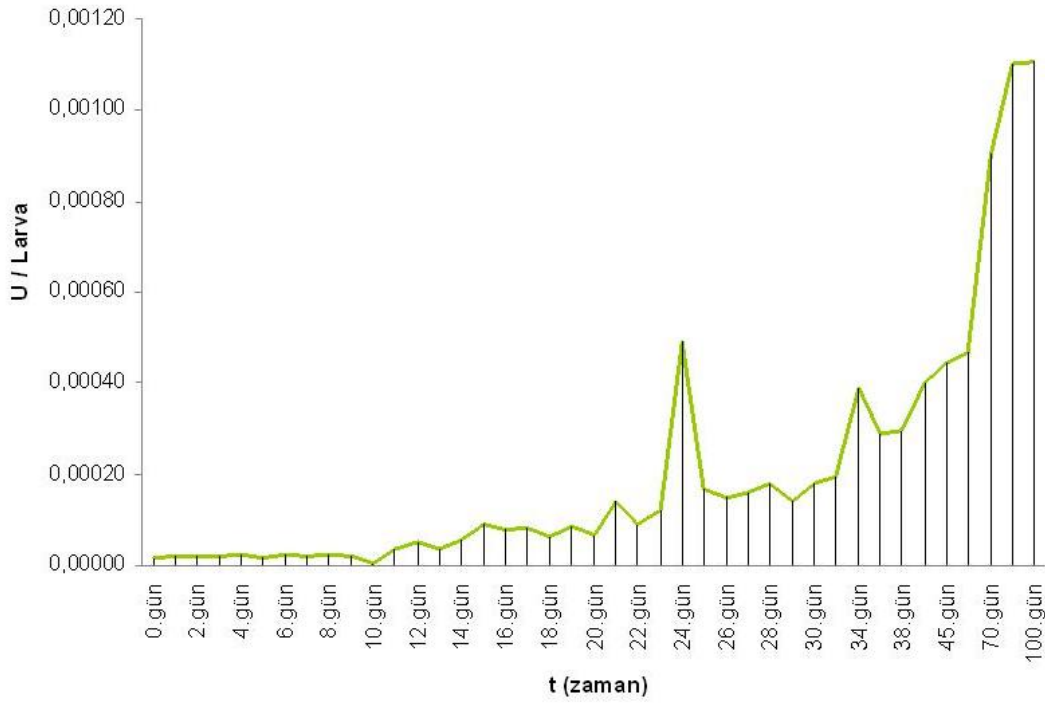
Kontrol Grubu	171. gün	201. gün	234. gün	265. gün
C-14:0	3,33±0,252	3,26±0,128	3,48±0,331	3,58±0,113
C-16:0	13,63±0,152	14,01±0,293	14,23±0,262	15,18±0,285
C-18:0	1,96±0,001	2,29±0,201	2,35±0,211	2,45±0,184
C-20:0	0,28±0,031	0,16±0,122	0,14±0,013	0,12±0,019
Toplam	19,20±0,435	19,72±0,246	20,20±0,129	21,33±0,563
C-16:1	5,21±0,190	4,97±0,345	5,07±0,112	5,43±0,096
C-18:1n 9-c	20,83±0,582	21,38±0,203	20,60±0,484	22,02±0,070
C-20:1	1,99±0,086	1,72±0,004	1,73±0,214	1,38±0,164
C-24:1	0,19±0,030	0,22±0,000	0,24±0,013	0,25±0,007
Toplam	28,22±0,505	28,28±0,544	27,63±0,573	29,08±0,324
C-18:3n 3	3,01±0,209	3,36±0,098	2,52±0,329	3,58±0,198
C-20:5n 3	5,62±0,082	5,70±0,239	5,24±0,369	5,59±0,506
C-22:5n 3	2,01±0,035	2,21±0,081	2,38±0,005	2,55±0,298
C-22:6n 3	13,27±0,332	12,22±0,070	11,96±0,640	11,22±0,764
Toplam	23,91±0,239	23,48±0,129	22,11±0,685	22,93±1,767
C-18:2n 6-c	16,98±0,311	16,44±0,508	17,30±0,542	16,76±0,034
C-18:2n 6-t	2,31±0,067	2,05±0,049	2,59±0,429	1,70±0,015
C-18:3n 6-q	0,27±0,012	0,21±0,034	0,15±0,014	0,17±0,041
C-18:3n 6	0,18±0,108	0,24±0,020	0,16±0,059	0,20±0,075
C-20:4n 6	2,42±0,224	2,17±0,344	2,01±0,129	2,36±0,215
Toplam	22,16±0,696	21,12±0,199	22,20±0,057	21,19±0,380

3.2.3. Enzim Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

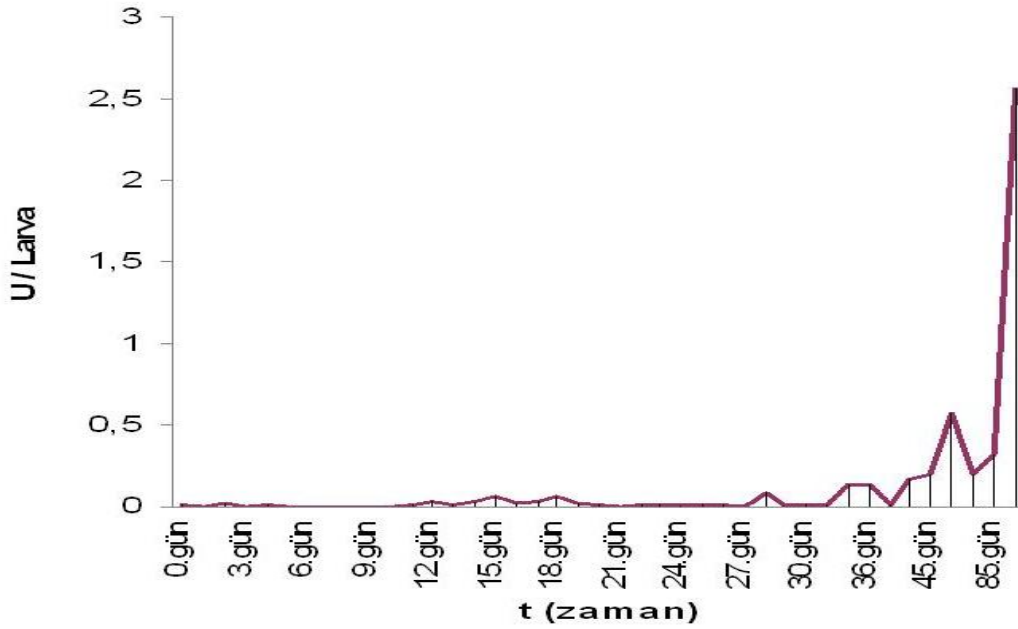
Spektrofotometrik olarak takip edilen Tripsin, Lipaz ve Alkalın fosfatazın aktivitelerinde sindirim sisteminin gelişimiyle ve tamamlanmasıyla orantılı olarak giderek artış gözlenmiştir. Birinci günden itibaren kalkan larvalarının sindirim sisteminin gelişmesine bağlı olarak yapılan yem değişiklikleriyle sindirim enzimleri API-Zym kiti kullanılarak takip edilmiştir. Ayrıca larval gelişimin göstergesi olarak kullanılabilen Tripsin aktivitesinin (Hselmeland, 1984), larvaların yetersiz besinlerle beslenmiş olabileceğinin göstergesi olarak Alkalın Fosfataz (ALP) aktivitesi (Pathak, 1982), değişen yağ oranının lipaz aktivitesi üzerine etkisi spektrofotometrik olarak izlenmiştir. İlk günden itibaren Alkalın fosfataz aktivitesinin diğer enzimlere nazaran daha fazla olduğu, tripsin ve lipaz aktivitesinin de larval büyüme devam ettikçe arttığı gözlenmiştir (Şekil 18, 19, 20).



Şekil 18. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki Alkalın fosfataz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



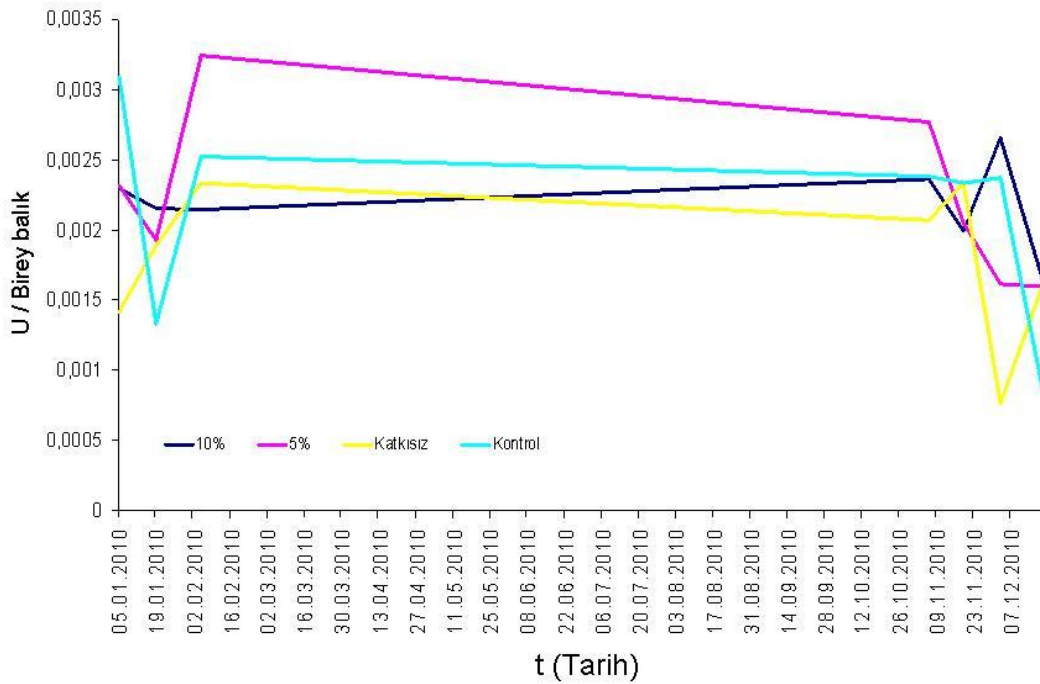
Şekil 19. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki Lipaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



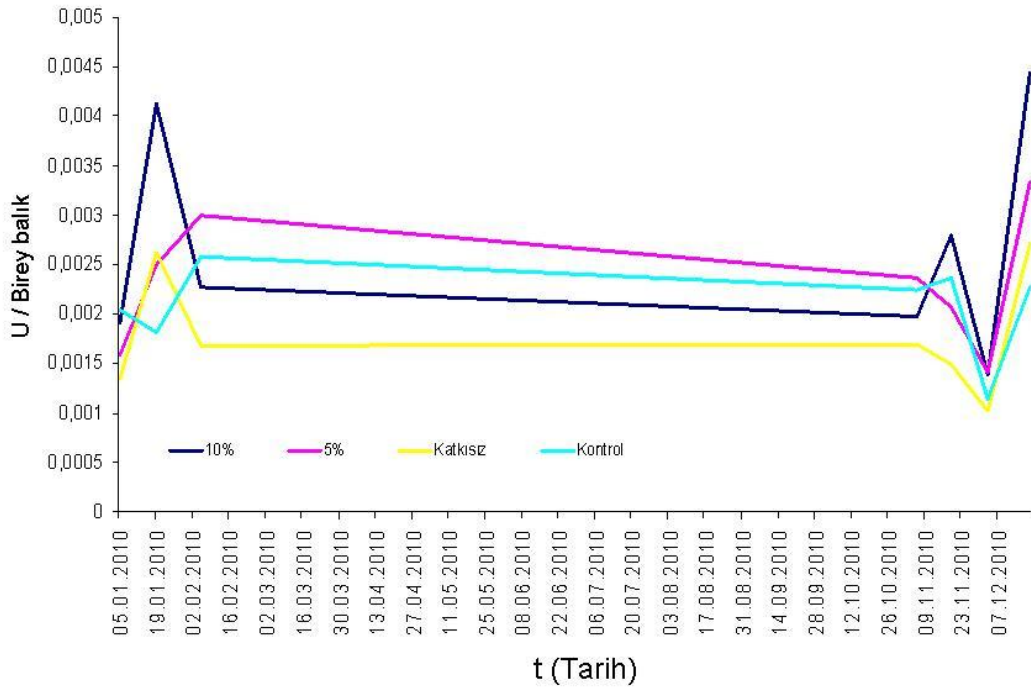
Şekil 20. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki Tripsin aktivitesinin zaman bağlı olarak değişimi

Yem katkı denemesinde ise dört grubun bu üç enzimi karşılaştırıldığında Tripsin ve Lipaz enzim aktivitelerinin birbirine benzer değerlerde olduğu, benzer grafik eğrisi gösterdiği; ALP enzim aktivitesinin yüksek olmasına rağmen gruplar arasında ve değişik zamanlarda inişli-çıkışlı değerler gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 21, 22, 23).

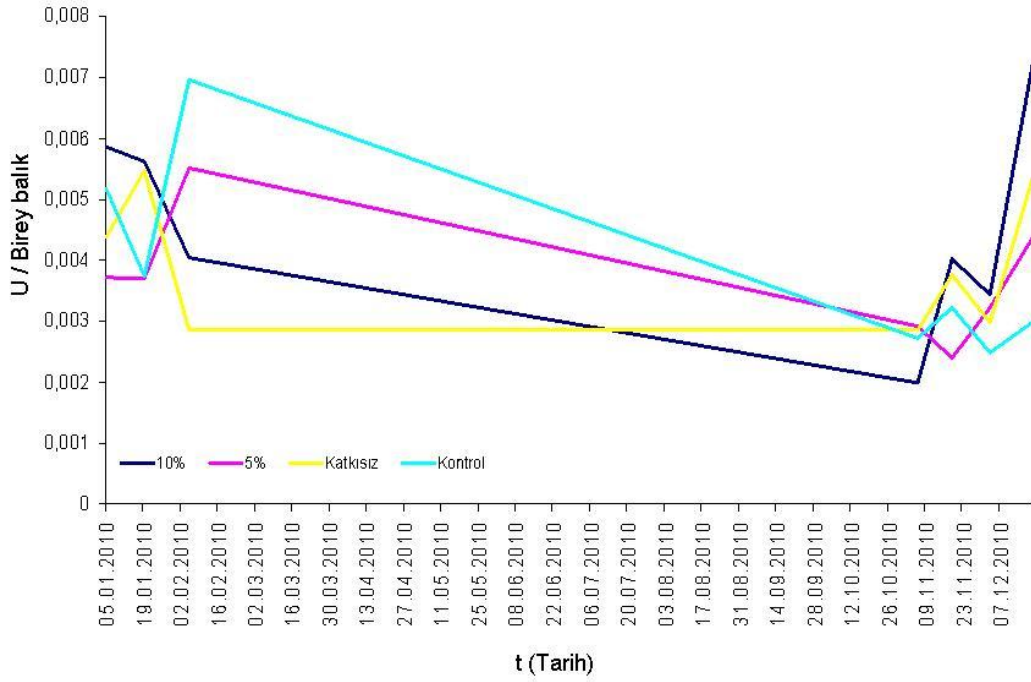
API ZYM profiline bakıldığında alkalın fosfatazın larval büyümenin ilk gününden itibaren en yüksek aktivite gösterdiği, Esteraz, Esteraz Lipaz, Asit Fosfotaz, Naftol -AS-BI-Fosfohidrolaz, N-Asetil- β -Glukosaminidaz, Lösin Arilamidaz, ve α -Fukosidazın pozitif sonuç verdiği görülmüştür. β -Galaktosidaz, α -Mannosidaz ve β -Glukuronidazın yedinci günden itibaren aktivite gösterdiği α - ve β -Glukosidazın otuzuncu günden sonra pozitif aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. β -Glukosidaz ve α -Galaktosidaz enzimlerinin her grupta da en az aktivite gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 24-42). Yem katkı gruplarının API ZYM ölçülen enzim aktivite değerleri de Tablo (27-30) verilmiştir. API-ZYM Enzim etkinliği sonuçları, ürüne dönüştürülen substrat miktarı (nmol) olarak verilmiştir.



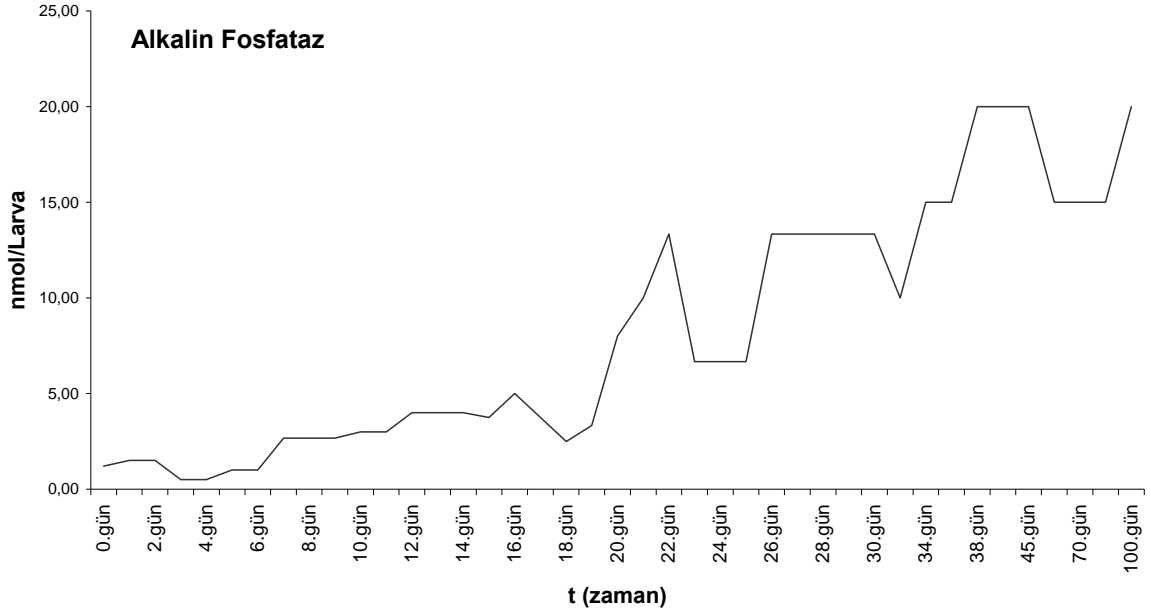
Şekil 21. Deney gruplarının karşılaştırmalı olarak birey balık başına Alkalen fosfataz aktivite değişimi



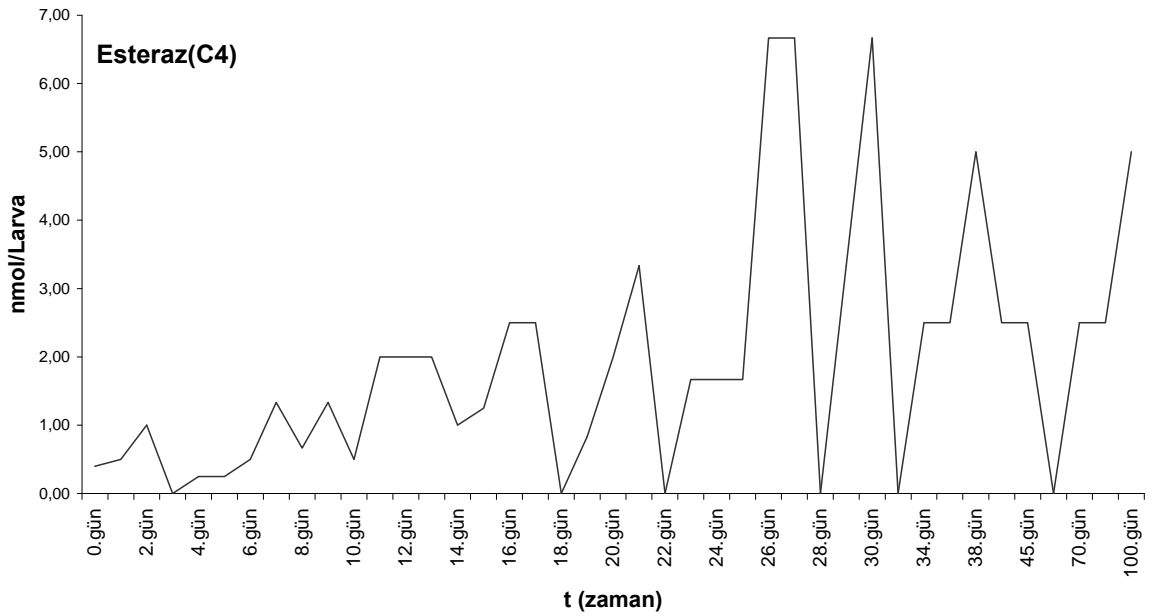
Şekil 22. Deney gruplarının karşılaştırmalı olarak birey balık başına Lipaz aktivite değişimi



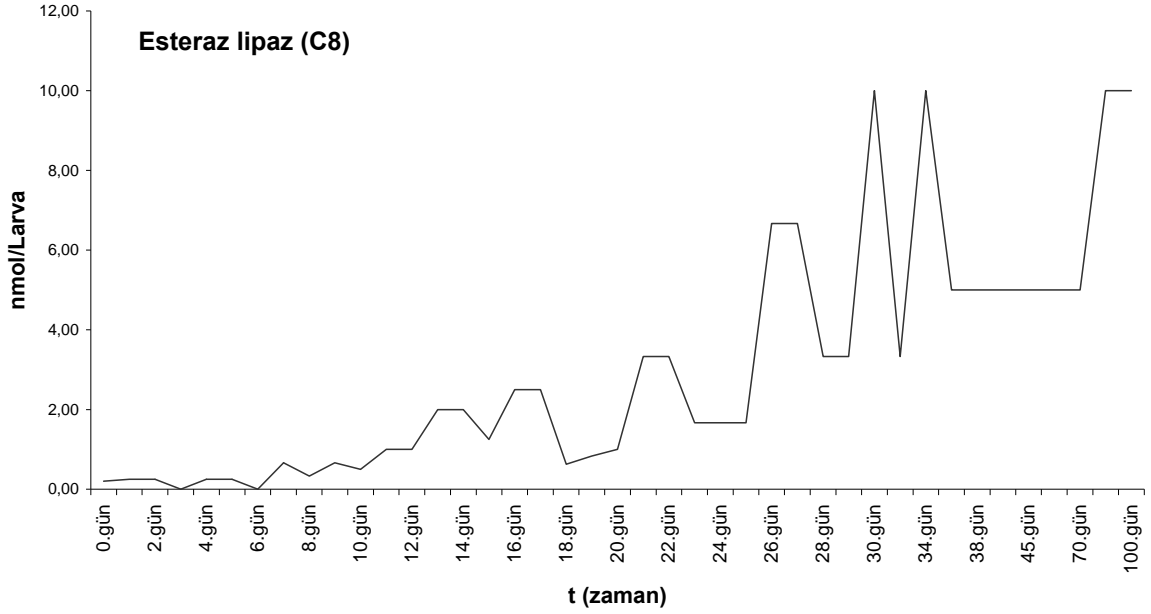
Şekil 23. Deney gruplarının karşılaştırmalı birey balık başına Tripsin aktivite değişimi



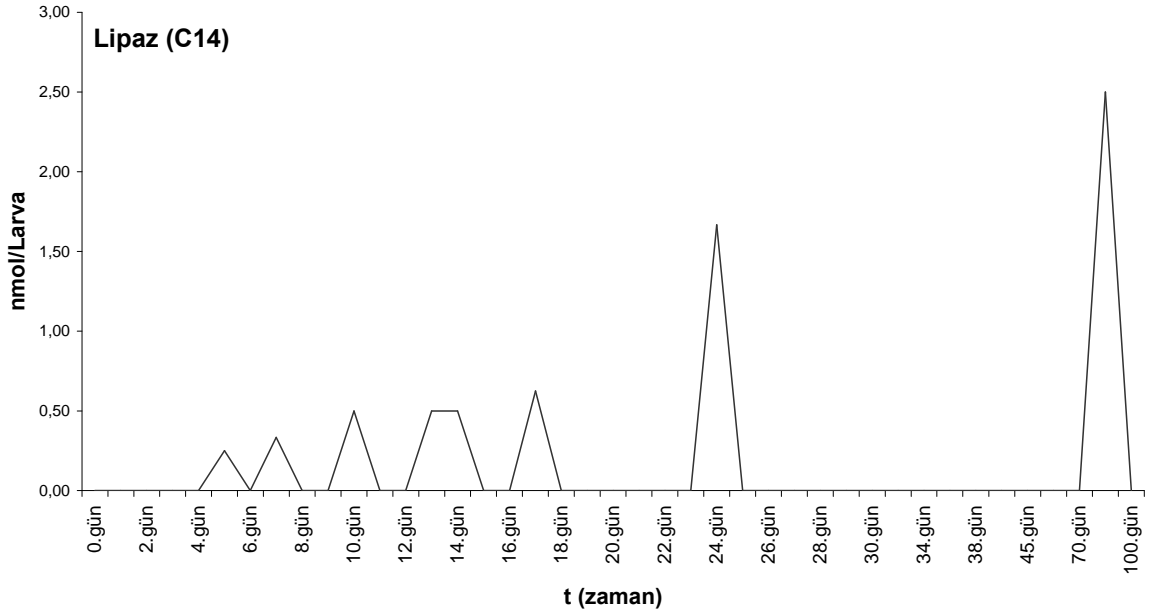
Şekil 24. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Alkalın Fosfataz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



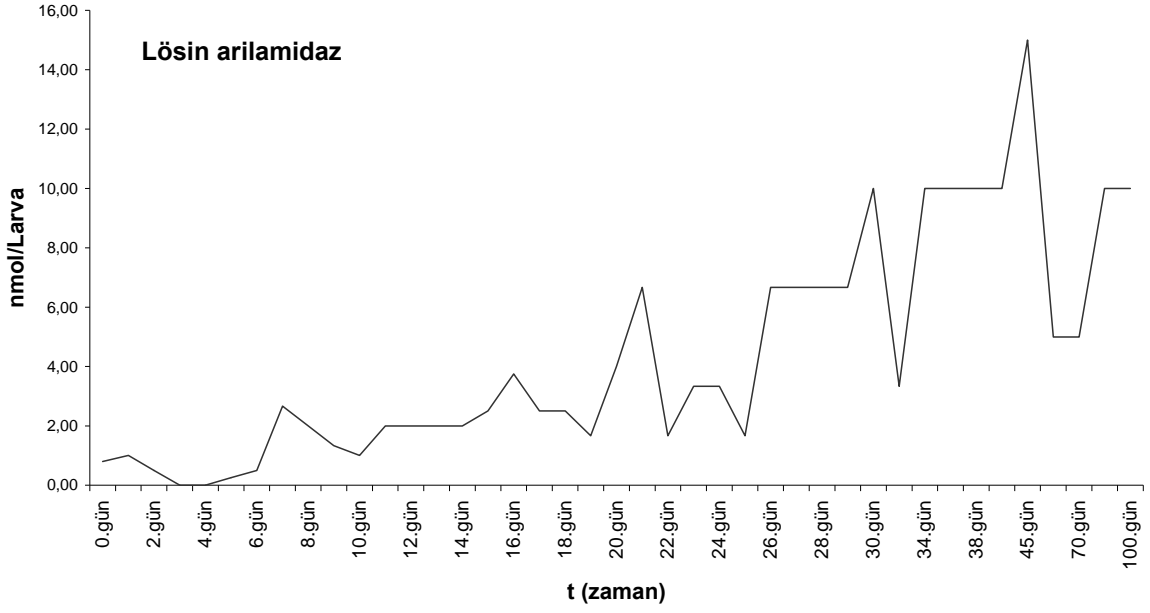
Şekil 25. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Esteraz (C4) aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



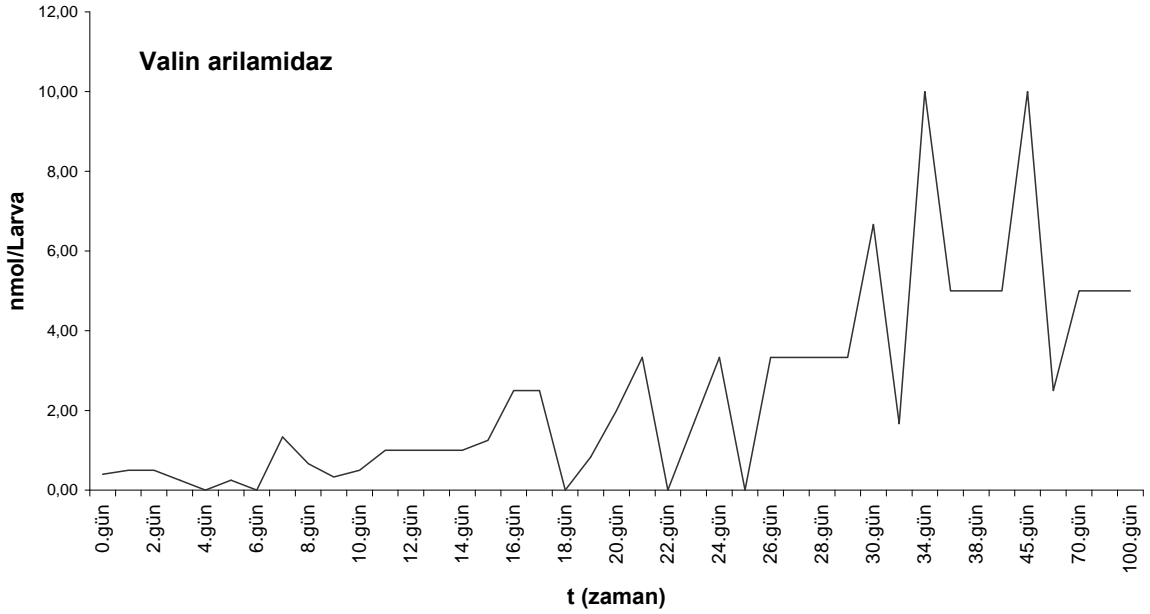
Şekil 26. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Esteraz Lipaz (C8) aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



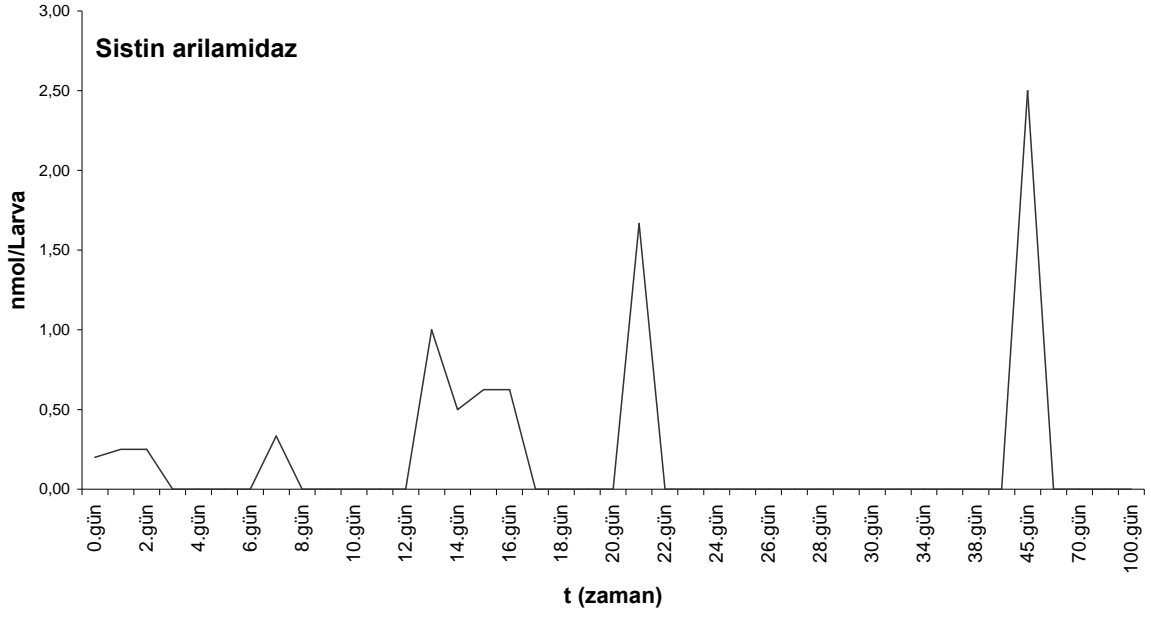
Şekil 27. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Lipaz (C14) aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



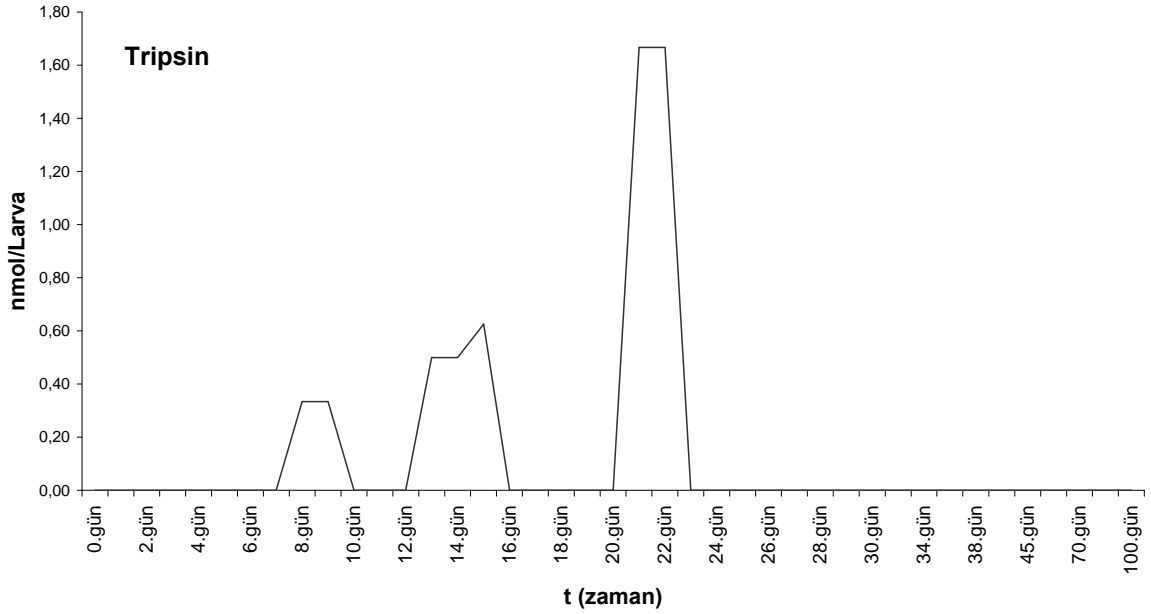
Şekil 28. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Lösin Arilamidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



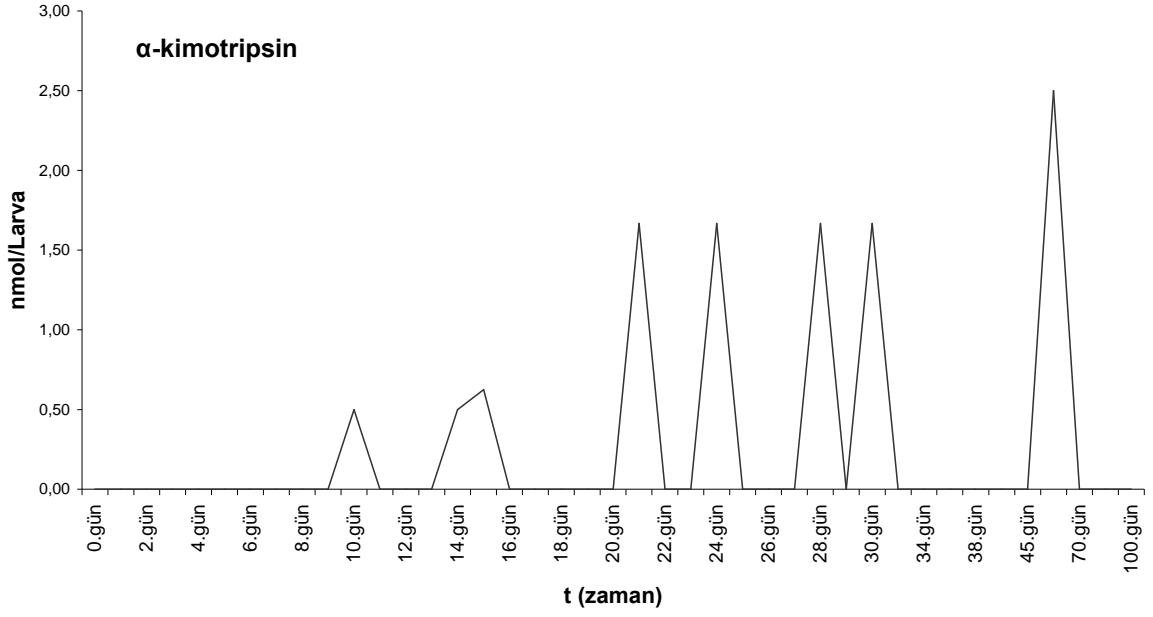
Şekil 29. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Valin Arilamidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



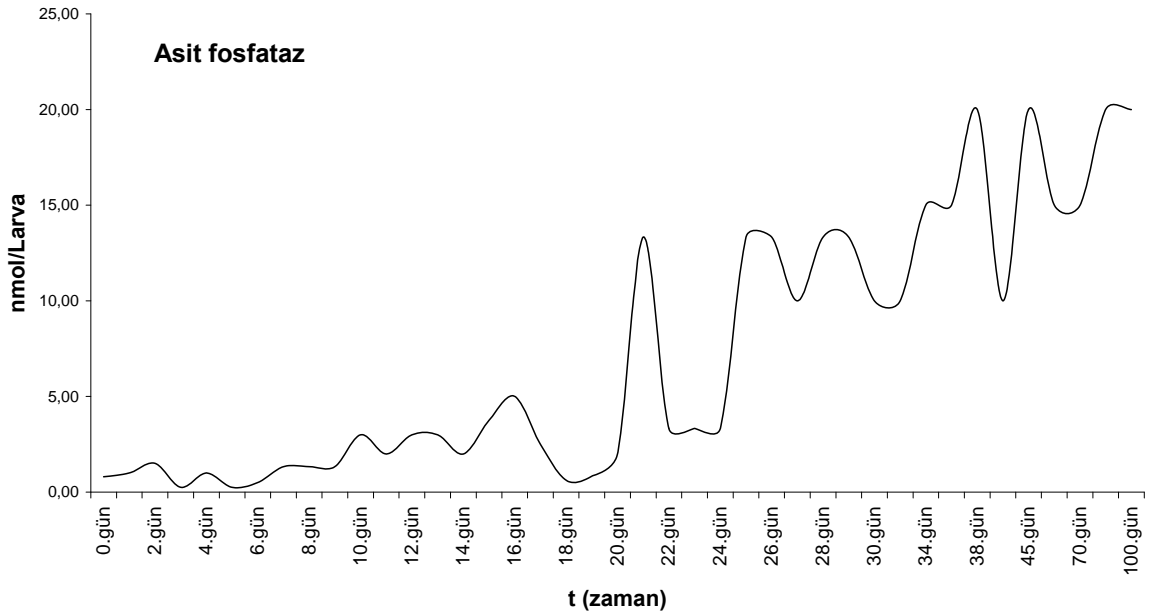
Şekil 30. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Sistin Arilamidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



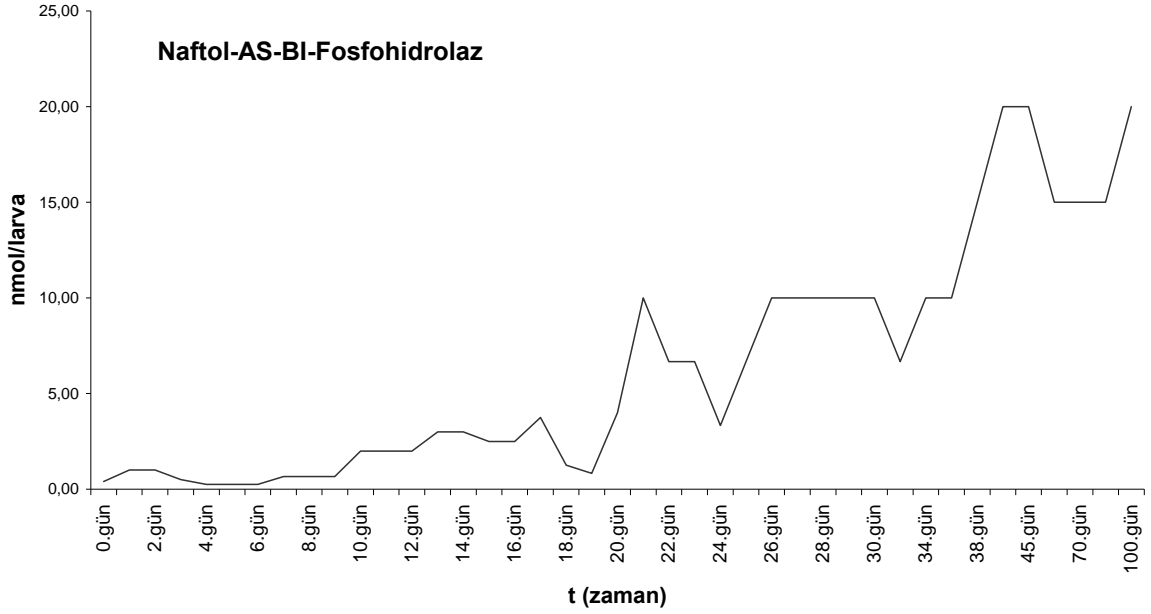
Şekil 31. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Tripsin Aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



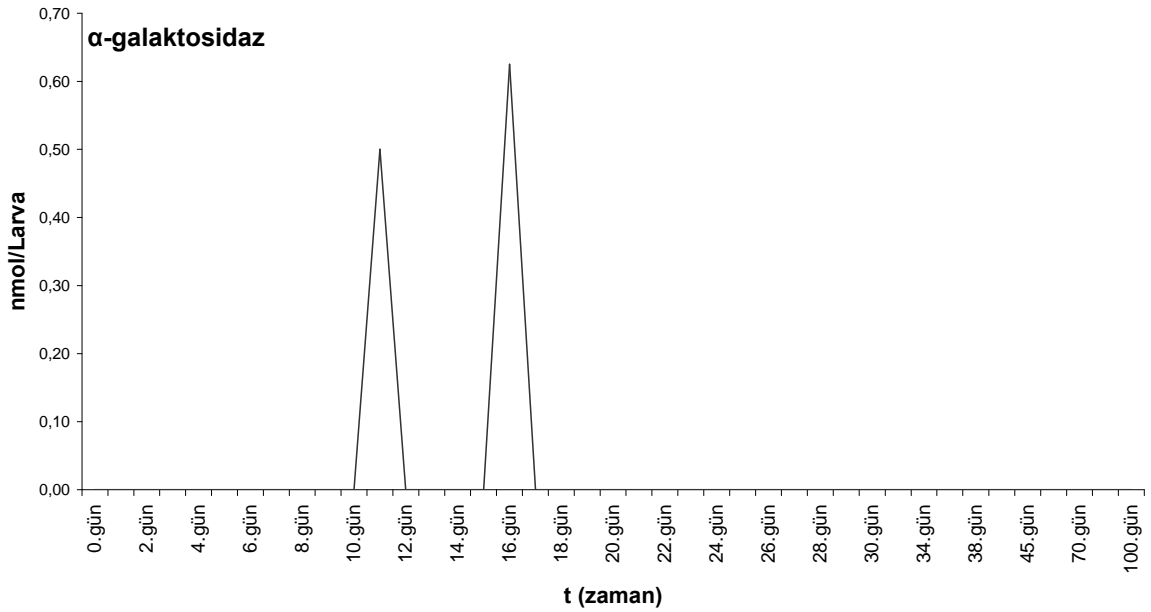
Şekil 32. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Kimotripsin aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



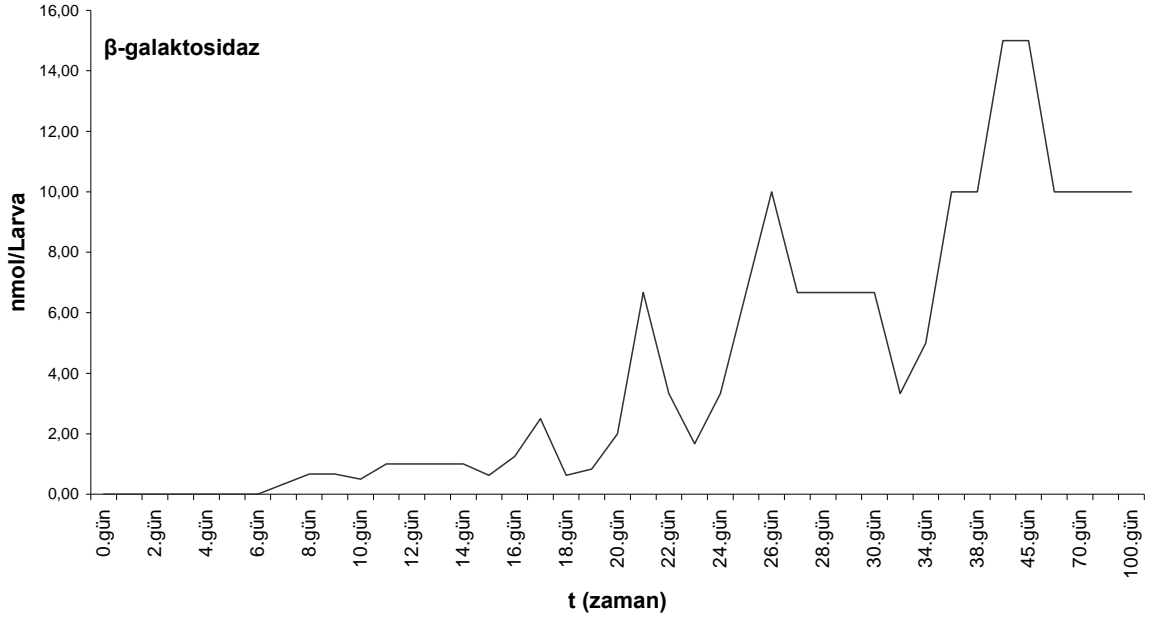
Şekil 33. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Asit Fosfataz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



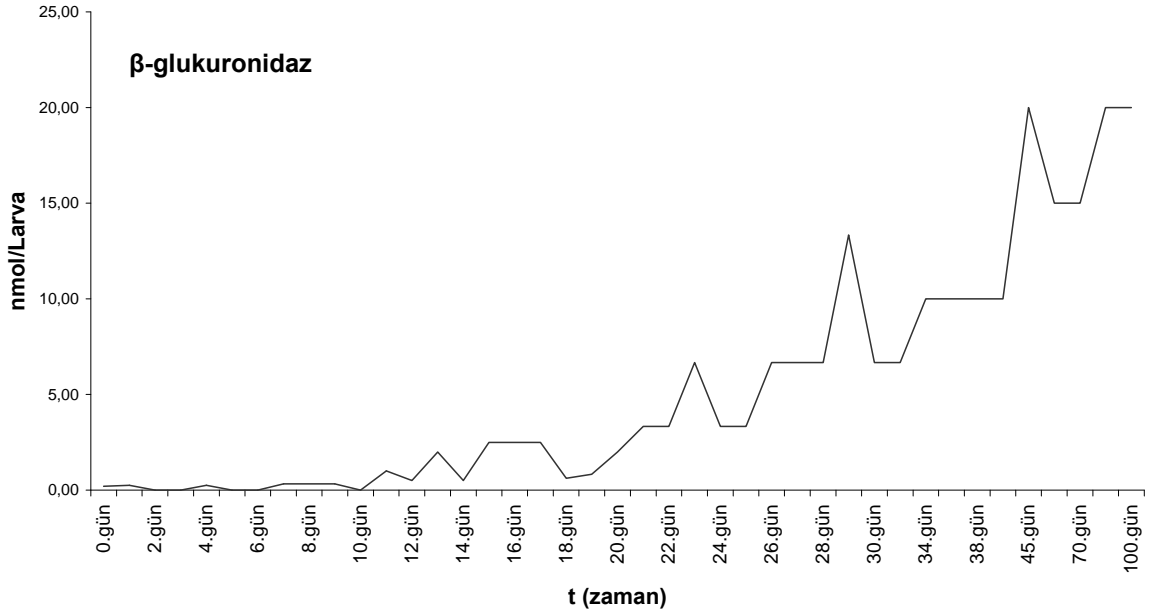
Şekil 34. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



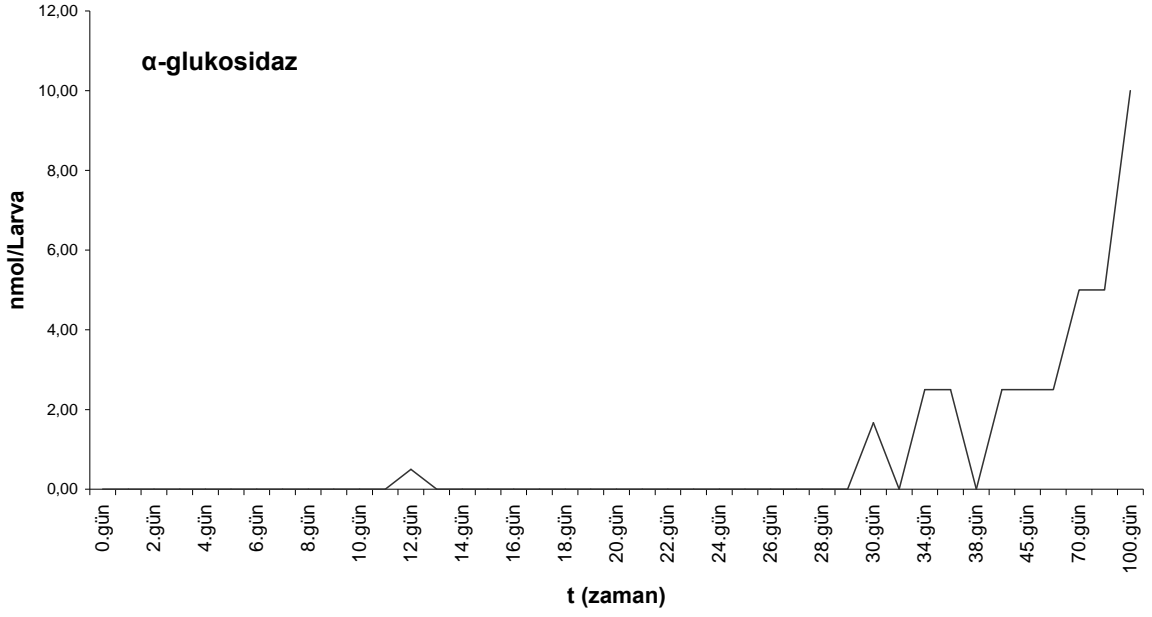
Şekil 35. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Galaktosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



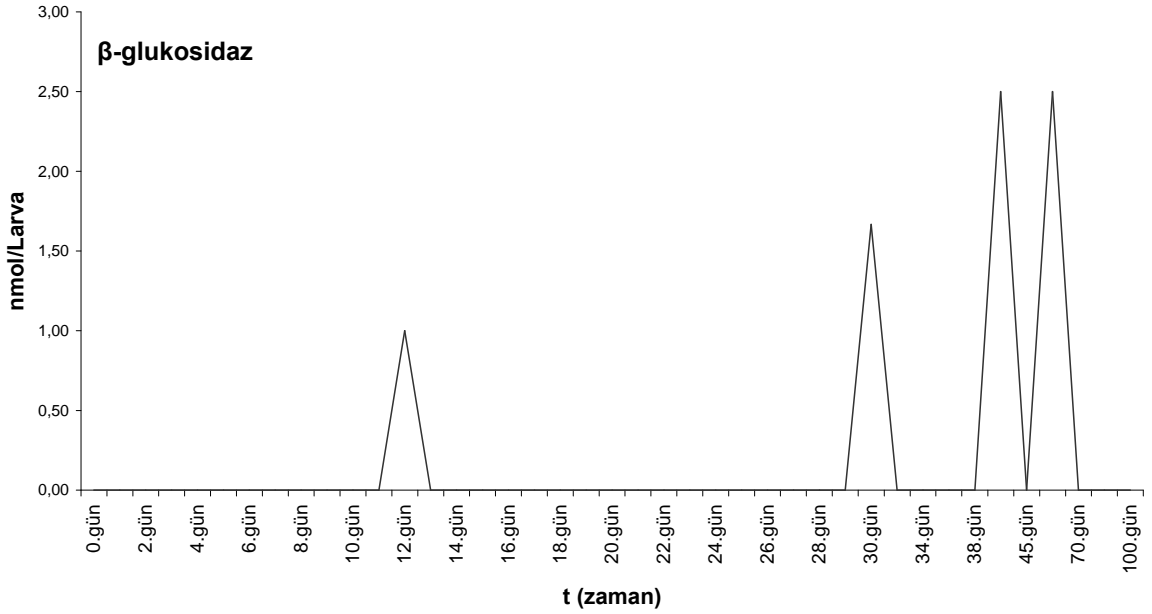
Şekil 36. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym β -Galaktosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



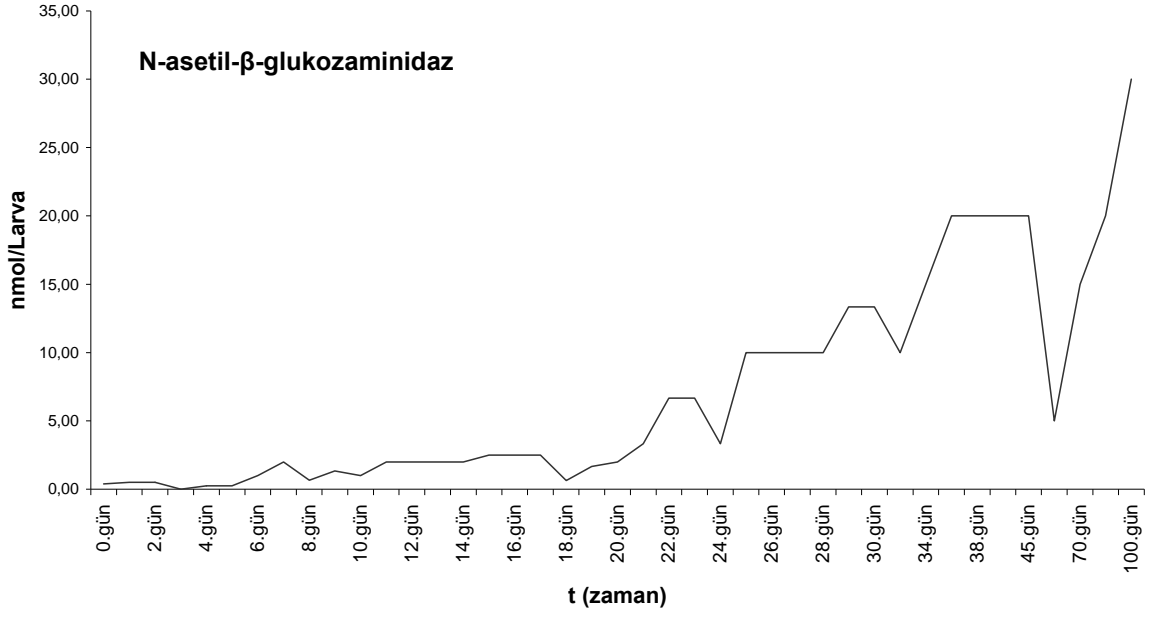
Şekil 37. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym β -Glukuronidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



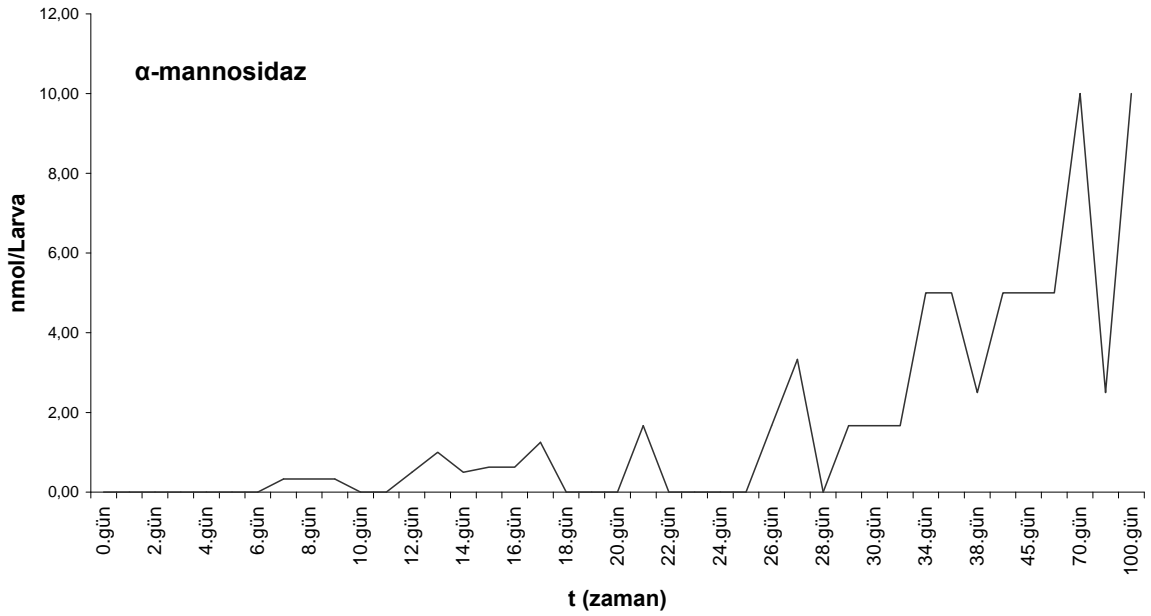
Şekil 38. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Glukosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



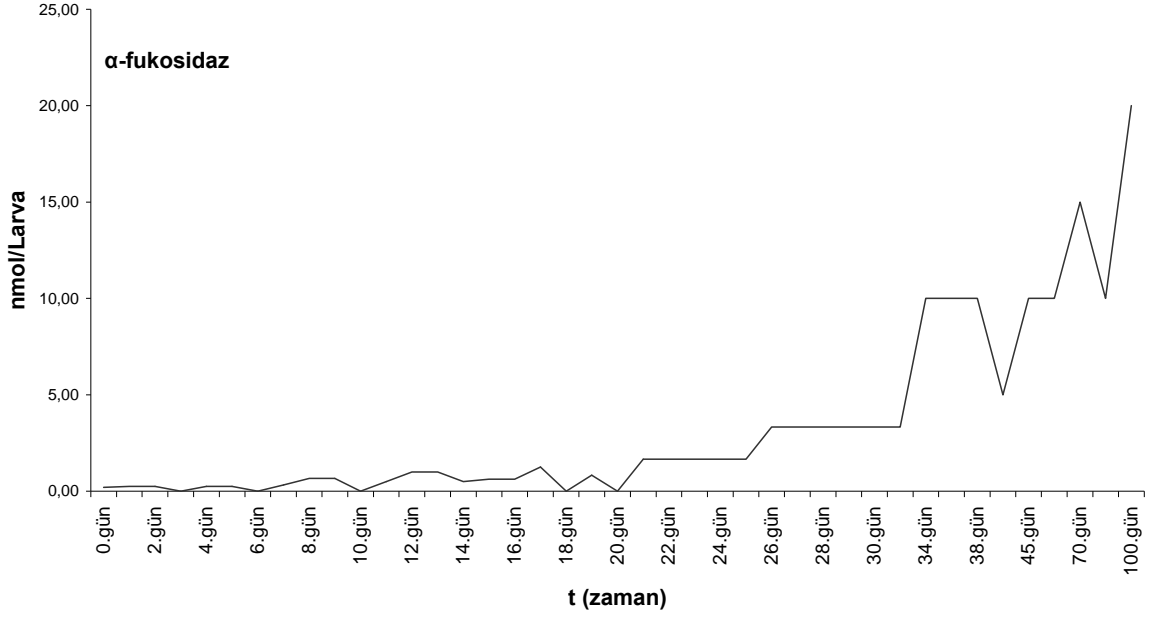
Şekil 39. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym β -Glukosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



Şekil 40. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym N-asetil- β –glukozaminidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



Şekil 41. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Mannosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi



Şekil 42. Kalkan balığının larval gelişme dönemindeki (0-100 gün) API-Zym α -Fukosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Tablo 27. % 10 PK grubunun birey balık başına API-Zym enzim aktivite tablosu. Enzim etkinliği sonuçları ürüne dönüştürülen substrat miktarı (nmol) olarak verilmiştir.

Gün	Alkalen fosfataz	Esteraz (C4)	Esteraz lipaz (C8)	Lipaz (C14)	Leusin arilamidaz	Valine arilamidaz	Sistin arilamidaz	Tripsin	α -kimotripsin	Asid fosfataz	Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz	α -galaktosidaz	β -galaktosidaz	β -glukuronidaz	α -glukosidaz	β -glukosidaz	N-asetil- β -glukozaminidaz	α -mannosidaz	α -fukosidaz
	4,28	15,00	20,00	1,67	20,00	16,67	3,33	6,67	8,33	20,00	13,33	0,00	11,67	11,67	13,33	1,67	20,00	8,33	11,67
171	$\pm 5,774$	$\pm 8,660$	$\pm 10,000$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 10,408$	$\pm 10,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 7,638$	$\pm 7,638$	$\pm 7,638$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 7,638$
	20,00	1,67	11,67	1,67	1,67	1,67	0,00	5,00	3,33	13,33	6,67	0,00	8,33	6,67	8,33	0,00	13,33	1,67	5,00
186	$\pm 10,000$	$\pm 2,887$	$\pm 7,638$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$
	20,00	6,67	5,00	0,00	13,33	13,33	6,67	13,33	13,33	8,33	13,33	0,00	13,33	8,33	5,00	0,00	18,33	6,67	11,67
201	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 12,583$	$\pm 2,887$	$\pm 7,638$
	8,33	6,67	5,00	1,67	6,67	6,67	3,33	1,67	5,00	6,67	6,67	3,33	5,00	5,00	3,33	1,67	6,67	1,67	8,33
216	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 5,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$
	20,00	11,67	8,33	5,00	16,67	16,67	6,67	1,67	16,67	20,00	10,00	1,67	20,00	10,00	16,67	5,00	20,00	8,33	20,00
234	$\pm 0,000$	$\pm 7,638$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 8,660$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$
	6,67	5,00	5,00	1,67	8,33	8,33	3,33	1,67	8,33	6,67	5,00	0,00	6,67	5,00	6,67	3,33	6,67	3,33	6,67
249	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$
	20,00	6,67	10,00	3,33	20,00	20,00	8,33	0,00	13,33	16,67	8,33	0,00	13,33	6,67	8,33	3,33	23,33	6,67	13,33
265	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$

Tablo 28. % 5 PK grubunun birey balık başına API-Zym enzim aktivite tablosu. Enzim etkinliği sonuçları ürüne dönüştürülen substrat miktarı (nmol) olarak verilmiştir.

Gün	Alkalen fosfataz	Esteraz (C4)	Esteraz lipaz (C8)	Lipaz (C14)	Leusin arilamidaz	Valine arilamidaz	Sistin arilamidaz	Tripsin	α -kimo tripsin	Asid fosfataz	Naftol-AS-BI-fosfolidolaz	α -galaktosidaz	β -galaktosidaz	β -glukuronidaz	α -glukosidaz	β -glukosidaz	N-asetil- β -glukozaminidaz	α -mannosidaz	α -fukosidaz
171	30,00	8,33	16,67	6,67	20,00	15,00	3,33	13,33	6,67	20,00	16,67	1,67	20,00	16,67	16,67	3,33±	30,00	8,33	13,33
	±0,000	±2,887	±5,774	±2,887	±0,000	±8,660	±2,887	±5,774	±2,887	±0,000	±5,774	±2,887	±0,000	±5,774	±5,774	5,774	±10,000	±2,887	±5,774
186	23,33	6,67	13,33	1,67	10,00	10,00	1,67	1,67	6,67	10,00	5,00	1,67	20,00	13,33	13,33	0,00±	10,00	6,67	8,33
	±15,275	±11,547	±5,774	±2,887	±8,660	±8,660	±2,887	±2,887	±11,547	±0,000	±0,000	±2,887	±10,000	±5,774	±5,774	0,000	±0,000	±2,887	±2,887
201	26,67	5,00	8,33	3,33	16,67	16,67	6,67	16,67	16,67	16,67	13,33	0,00	10,00	11,67	6,67	0,00±	23,33	6,67	13,33
	±5,774	±0,000	±2,887	±2,887	±5,774	±5,774	±5,774	±5,774	±5,774	±5,774	±5,774	±0,000	±0,000	±7,638	±2,887	0,000	±5,774	±5,774	±5,774
216	10,00	1,67	3,33	3,33	5,00	3,33	1,67	5,00	3,33	5,00	5,00	0,00	3,33	6,67	3,33	0,00±	5,00	1,67	3,33
	±0,000	±2,887	±2,887	±2,887	±0,000	±2,887	±2,887	±0,000	±2,887	±0,000	±0,000	±0,000	±2,887	±2,887	±2,887	0,000	±0,000	±2,887	±2,887
234	23,33	6,67	11,67	3,33	20,00	20,00	6,67	10,00	20,00	20,00	16,67	0,00	20,00	8,33	16,67	5,00±	20,00	8,33	20,00
	±5,774	±2,887	±7,638	±2,887	±0,000	±0,000	±2,887	±8,660	±0,000	±10,000	±5,774	±0,000	±0,000	±2,887	±5,774	0,000	±0,000	±2,887	±0,000
249	18,33	6,67	6,67	1,67	10,00	10,00	5,00	5,00	10,00	8,33	5,00	1,67	8,33	5,00	8,33	3,33±	6,67	5,00	8,33
	±12,583	±2,887	±2,887	±2,887	±0,000	±0,000	±0,000	±5,000	±0,000	±2,887	±0,000	±2,887	±2,887	±0,000	±2,887	2,887	±2,887	±0,000	±2,887
265	20,00	1,67	10,00	0,00	20,00	20,00	8,33	0,00	20,00	16,67	11,67	0,00	16,67	11,67	8,33	5,00±	16,67	5,00	13,33
	±0,000	±2,887	±0,000	±0,000	±0,000	±0,000	±2,887	±0,000	±0,000	±5,774	±7,638	±0,000	±5,774	±7,638	±2,887	5,000	±5,774	±0,000	±5,774

Tablo 29. Katkısız grubun birey balık başına API-Zym enzim aktivite tablosu. Enzim etkinliği sonuçları ürüne dönüştürülen substrat miktarı (nmol) olarak verilmiştir.

Gün	Alkalen fosfataz	Esteraz (C4)	Esteraz lipaz (C8)	Lipaz (C14)	Leusin arilamidaz	Valine arilamidaz	Sistin arilamidaz	Tripsin	α -kimotripsin	Asid fosfataz	Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz	α -galaktosidaz	β -galaktosidaz	β -glukuronidaz	α -glukosidaz	β -glukosidaz	N-asetil- β -glukozaminidaz	α -mannosidaz	α -fukosidaz
171	33,33	13,33	30,00	16,67	20,00	20,00	1,67	16,67	8,33	20,00	23,33	0,00	20,00	16,67	16,67	1,67	23,33	5,00	8,33
	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 10,000$	$\pm 5,774$	$\pm 10,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,77$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$
186	36,67	16,67	26,67	16,67	20,00	16,67	0,00	13,33	8,33	26,67	16,67	0,00	13,33	15,00	16,67	1,67	13,33	1,67	11,67
	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 11,57$	$\pm 11,55$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 13,229$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 7,638$
201	16,67	6,67	6,67	5,00	10,00	10,00	6,67	8,33	10,00	10,00	13,33	0,00	10,00	10,00	8,33	5,00	20,00	6,67	13,33
	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,77$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$
216	13,33	3,33	5,00	3,33	6,67	3,33	3,33	3,33	5,00	8,33	5,00	0,00	5,00	5,00	3,33	1,67	5,00	3,33	8,33
	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 5,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,00$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$
234	13,33	5,00	6,67	0,00	16,67	16,67	5,00	5,00	16,67	13,33	11,67	1,67	13,33	8,33	13,33	5,00	20,00	6,67	16,67
	$\pm 5,774$	$\pm 5,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 7,64$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$
249	16,67	8,33	8,33	5,00	8,33	10,00	6,67	3,33	10,00	5,00	5,00	0,00	5,00	5,00	6,67	1,67	5,00	5,00	5,00
	$\pm 11,547$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 5,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,00$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$
265	20,00	5,00	8,33	1,67	16,67	16,67	8,33	0,00	20,00	13,33	8,33	0,00	16,67	6,67	6,67	0,00	16,67	5,00	10,00
	$\pm 10,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,89$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$

Tablo 30. Kontrol grubunun birey balık başına API-Zym enzim aktivite tablosu. Enzim etkinliği sonuçları ürüne dönüştürülen substrat miktarı (nmol) olarak verilmiştir.

Gün	Alkalen fosfataz	Esteraz (C4)	Esteraz lipaz (C8)	Lipaz (C14)	Leusin arilamidaz	Valine arilamidaz	Sistin arilamidaz	Tripsin	α -kimotripsin	Asid fosfataz	Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz	α -galaktosidaz	β -galaktosidaz	β -glukuronidaz	α -glukosidaz	β -glukosidaz	N-asetil- β -glukozaminidaz	α -mannosidaz	α -fukosidaz
	30,00	6,67	20,00	10,00	16,67	15,00	3,33	13,33	5,00	20,00	20,00	0,00	20,00	23,33	23,33	1,67	23,33	6,67	13,33
171	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 8,660$	$\pm 5,774$	$\pm 8,660$	$\pm 2,887$	$\pm 11,547$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 10,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$
	40,00	16,67	30,00	8,33	8,33	8,33	0,00	8,33	5,00	30,00	20,00	0,00	30,00	10,00	20,00	0,00	13,33	0,00	13,33
186	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 10,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 5,000$	$\pm 10,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 10,000$	$\pm 0,000$	$\pm 10,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$
	16,67	3,33	13,33	6,67	16,67	16,67	3,33	16,67	10,00	8,33	5,00	0,00	8,33	5,00	10,00	0,00	16,67	5,00	10,00
201	$\pm 11,547$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$
	8,33	3,33	5,00	1,67	3,33	3,33	1,67	3,33	5,00	5,00	5,00	0,00	5,00	5,00	5,00	0,00	5,00	3,33	5,00
216	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$
	23,33	5,00	11,67	6,67	20,00	16,67	3,33	16,67	16,67	13,33	10,00	0,00	13,33	5,00	16,67	3,33	16,67	6,67	13,33
234	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 7,638$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 8,660$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 5,774$
	10,00	3,33	6,67	3,33	6,67	6,67	3,33	5,00	6,67	6,67	5,00	5,00	8,33	6,67	6,67	5,00	8,33	3,33	8,33
249	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 5,774$	$\pm 0,000$	$\pm 5,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$
	20,00	6,67	6,67	5,00	13,33	13,33	8,33	10,00	20,00	20,00	6,67	3,33	20,00	6,67	16,67	3,33	20,00	5,00	15,00
265	$\pm 10,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 5,000$	$\pm 5,774$	$\pm 5,774$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 2,887$	$\pm 11,547$	$\pm 2,887$	$\pm 0,000$	$\pm 5,000$	$\pm 13,229$

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Çevresel Faktörler

Deney grupları için 171. günden itibaren haftalık olarak yapılan su parametrelerinin ölçüm değerleri yetiştiricilik için uygun olup bu değerler birbirleri ile kıyaslandığında yaklaşık olarak aynı olduğu görülmüştür. Deneme süresince balıkların büyümesine etki edecek çevresel faktörlerden kaynaklanan herhangi bir olumsuzluk görülmemiştir (Deniz Ürünleri Yetiştiriciliği İçin Su Kalite Kriterleri). Ölçülen çevresel faktörler (Şekil 9-15) tolere edilebilir sınırlar içinde olup deney gruplarındaki balıkların büyümelerinde birbirlerine karşı herhangi bir fark etkeni olmayacağını göstermiştir (Balıklar için tolere değerler çözülmüş oksijen $3 > \text{mg/L}$, sıcaklık $10\text{--}25\text{ }^\circ\text{C}$, pH $6,5\text{--}8,5$, nitrat için tolere değer $0\text{--}40\text{ mg/L}$, nitrit için tolere değer $0\text{--}0,5\text{ mg/L}$, fosfat için tolere değer $0\text{--}1\text{ mg/L}$, amonyak için tolere değer $0,1\text{--}0,6\text{ mg/L}$ olarak belirlenmiştir).

4.2. Boy-Ağırlık Değerleri

Yapılan aylık boy-ağırlık ölçümlerine bakıldığında yüksek protein-düşük yağ içeren yemle beslenen kontrol grubunun birinci aydan itibaren diğer gruplarla arasında boy ve ağırlık oranlarında fark oluşturduğu gözlenmiştir (Tablo 12, 13). En iyi büyüme (boy-ağırlık artışına göre) kontrol grubunda görülmüştür. Kalkan balıklarının yüksek protein-düşük yağ içeren yemlerle daha iyi beslendiği için (Nezaki, 2007) kontrol grubunun daha iyi büyümesi bekleniyordu. Katkı yapılan grupların ise katkısız gruba oranla iyi büyüme performansı göstermesi bekleniyordu. Ancak Katkısız grup katkı yapılan gruplara oranla daha iyi büyüdüğü görülmüştür (Tablo 12, 13; Şekil 16). Katkısız grubun da katkı yapılan gruplara oranla beklentimizin aksine boy performanslarında 3. ay sonunda, ağırlık artışlarında ise 2. ay sonunda fark gösterdiği görülmüştür (Şekil 17).

Gruplar arasında oluşan boy-ağırlık farkları, yemlerin protein-yag (Tablo 9) içeriklerinin farklı olmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Çünkü daha önce yapılan çalışmalarda yüksek protein-düşük yağ içeriğinin kalkan larvalarının büyümesinde daha etkili olduğu, yüksek yağ oranını büyümede negatif etki yaptığını gösterilmiştir (Caceres, 1984).

Deneme süresince 30 günde bir yapılan boy ve ağırlık artışındaki ölçümler, diğer tanklardaki tüketilen yem miktarları ile karşılaştırıldığında kalkan balıklarının katkı yapılan yemin tadını beğenmediğini ortaya çıkarmıştır. Çünkü katkı yapılmayan yemin tüketilen miktarı katkı yapılan gruplara göre daha fazla çıkmıştır. Bu da katkı maddesi katılan yemlerin tadının beğenilmediğini göstermektedir. Bir cezp edici madde hayvanın yem kaynağına yönelmesine neden olur, yem alma olayını teşvik eder ve daha sonra yemlerin mideye indirilmesi ve yem alımının devam etmesini sağladığı bildirilmiştir (Erçen, 2005). Enzim aktivite grafiklerine göre protein katkı maddesi katılan yemle beslenen balık gruplarının enzim aktivitelerinde diğer gruplara göre istatistiki değerlendirmede bir farklılığın olmaması (Tablo 50, 51, 52) yemin kalkan balıkları tarafından kabul edilebilirliğin bir göstegesini olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir (Baglolle, 1998).

4.3. Biyokimyasal İçerik

171. gün bütün grupların protein oranları arasında herhangi bir fark yokken ($P=0,58397$) 265. gün alınan örneklerde yapılan ölçümler kontrol grubu ile % 10 PK grubu arasında istatistikî olarak önemli bir farkın olduğu görülmüştür ($P=0,0046456$). Kontrol grubu ile diğer gruplar protein oranları arasında istatistikî olarak önemli bir farkın bulunmadığı görülmüştür ($P>0,05$, Tablo 16). Kalkan balıklarının yüksek protein- düşük yağ içeren yemlerle daha iyi beslendiği için (Nezaki, 2007) kontrol grubunun daha iyi büyümesi bekleniyordu. Elde edilen bulgularda Kontrol grubundaki balıkların aynı sürede daha iyi büyüdüğü ve vücut ağırlığının daha fazla arttığı yapılan boy-ağırlık ölçümleri incelendiğinde görülmüştür ve bu da beklentimizi doğrulamaktadır (Tablo 12; Şekil 16-17). Kalkan balığının özellikle beslenmesinde yağdan gelen enerjisi arttıkça büyümesi azaldığı biliniyor (Nezaki, 2007). % 10 PK grubunun kontrol grubuna oranla yağdan gelen enerjisi daha fazla olduğu için (Tablo 9) büyümesi daha az ve karkas yapıdaki protein bileşimi daha düşük çıkmıştır. Kalkan balığı için büyümede ideal protein/enerji oranı 390 Mkal/kg (Nezaki, 2007).

171. gün bütün gruplarda yağ oranları açısından birbiri arasında istatistikî olarak önemli bir fark yokken ($p>0,05$), deneme sonunda alınan örneklerden yapılan ölçümler istatistikî olarak değerlendirildiğinde, % 10 PK grubu ile diğer gruplar arasında önemli bir fark olduğunu (% 10 PK grubu ile % 5 PK grubu arasındaki $P=0,000103$, % 10 PK grubu ile Katkısız grup arasındaki $P=0,000227$, % 10 PK grubu ile Kontrol grubu arasındaki $P=0,000079$) görülmüştür. Aradaki farkın % 10 PK grubu yeminin enerji içeriğinin diğer gruplara göre daha az olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 9). % 5 PK grubu, Katkısız grup ve Kontrol gruplarının birbiri arasında ise istatistikî olarak çok önemli bir farkın olmadığı görülmüştür ($P>0,05$, Tablo 17). Yağ içeriği yüksek olan yemle beslenen kalkan balıkların karkas yapısında yağlanmaya sebep olduğu ve büyümesinin olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Nezaki, 2007). Balığın büyüme performansı ve yem alım miktarı alınan yemin özelliğine (fiziksel ve kimyasal) bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Harmantepe, 2007). Diğer bir değişle hayvanlarda büyüme ve üreme alınan yemin enerji içeriğine bağlı olarak değişim göstermektedir (Jobling, 2001). Buradan katkı yapılan yemleri balıkların beğenmediği için az tükettiği sonucuna varılmaktadır.

Deney grupları için 171. günde alınan balık numunelerinin yenilebilir kısımlarında yapılan karbohidrat ölçümleri değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistikî olarak fark yokken ($P>0,05$) deneme süresince küçük değişimler göstermiş, fakat deneme sonunda (265. gün) ise yapılan istatistikî değerlendirmede ise ölçülen karbohidrat değerleri açısından gruplar arasında istatistikî olarak önemli bir fark oluşmadığı görülmüştür ($P>0,05$, Tablo 18). Ucuz enerji kaynağı olmasına rağmen balıkların metabolik sistemleri karbohidratça fakir çevrede geliştiğinden karbohidratları, protein ve yağlar gibi etkin bir şekilde kullanamadıkları bildirilmiştir (Lovell, 1989).

Doymuş yağ asitleri değerleri istatistikî olarak karşılaştırıldığında (171. gün ve 265. gün) gruplar arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Deney gruplarının beslendikleri yemlerin de doymuş yağ asidi içerikleri de istatistikî olarak birbiri arasında farklılık göstermemektedir (Tablo 19, $P>0,05$).

Tekli doymamış yağ asitleri değerleri istatistikî olarak karşılaştırıldığında 171. gün yapılan ölçümlere göre gruplar arasında önemli bir fark yokken, 265. günde ise kontrol grubu ile diğer gruplar arasında önemli ölçüde fark gözlenmiştir (Kontrol ile % 10 PK grubu arasında $P=0,015800$, Kontrol ile % 5 PK grubu arasında $P=0,030589$, Kontrol ile katkısız grup arasında $P=0,044783$).

Bu farklılık, yemlerin içerdiği tekli doymamış yağ asidi yüzdelerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir (Tablo 20). Sheehan ve arkadaşları (1994) doğal yetişen ve suni yemle yetiştirilen kalkan balıklarının biyokimyasal analizlerini yapmışlar. Balıkların protein-yağ-karbohidrat içerikleri açısından birbirleri arasında fark bulunmamasına rağmen yağ asidi içerikleri arasındaki farklılıkların yağ asidi içerikleri farklı besinlerle beslenmelerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Grupların omega-3 yağ asidi yüzdeleri karşılaştırıldığında; 171. günde alınan numunelerde yapılan analizlere göre Kontrol grubu ile diğer gruplar arasında önemli derecede fark varken (Kontrol ile % 10 PK grubu arasındaki $P=0,007404$, Kontrol ile % 5 PK grubu arasındaki $P=0,017550$, Kontrol ile Katkısız grup arasındaki $P=0,016749$) deneme sonunda yapılan ölçümlerde de yine Kontrol grubu ile diğer gruplar arasında önemli bir fark olduğu görülmüştür (Kontrol ile % 10 PK grubu arasında $P=0,002313$, Kontrol ile % 5 PK grubu arasında $P=0,002774$, Kontrol ile Katkısız grup arasında $P=0,002933$). Oluşan bu farklılığında yine grupların beslendiği yemlerin içeriğindeki yağ asidi içeriklerinin farklı olmasından (Tablo 21) kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Sheehan, 1994).

Grupların 171. günde alınan örneklerdeki omega-6 yağ asidi yüzdeleri karşılaştırıldığında, Kontrol grubunun, % 10 PK ve Katkısız grubu ile arasında fark görülmüştür (Kontrol ile Katkısız grup arasındaki $P=0,017863$, Kontrol ile % 10 PK grubu arasındaki $P=0,040572$). Deneme sonunda yapılan analizler karşılaştırıldığında kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatitiki olarak farklılık olduğu görülmüştür. % 10 PK grubu, % 5 PK grubu ve katkısız grupların birbiri arasında ise istatistikî olarak fark görülmemiştir. Bu farklılık yemlerin içeriğindeki omega-6 yağ asidi yüzdelerinin farklılığından kaynaklanabilir (Sheehan, 1994). (Tablo 22, Kontrol ile % 10 PK grubu arasında $P=0,000454$, Kontrol ile % 5 PK grubu arasında $P=0,000669$, Kontrol ile Katkısız grup arasında $P=0,000802$).

4.4. Enzimatik Aktivite

Kalkan larvaların birinci gününden itibaren API-ZYM kiti ile yapılan enzim aktivitelerinin ölçümlerinde yaş ve boy-ağırlık artışına bağlı olarak artış görülmüştür. Ellinci gün maksimum α -Kimotripsin aktivitesi (ilk olarak dokuzuncu gün) tespit edilmiştir.

Onaltıncı gün maksimum α -Galaktosidaz aktivitesi ölçülmüştür (İlk tespiti on birinci gün, Şekil 24-42). Maksimum Alkalen Fosfataz aktivitesi 38-40-45. günlerde, maksimum asit fosfataz aktivitesi 38-45. günlerde ölçülmüştür. Maksimum Lösin arilamidaz aktivitesi kırkbeşinci günde, maksimum Valin arilamidaz aktivitesi 34-45. günlerde tespit edilmiştir. Maksimum Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz aktivitesi 40-45. günlerde, maksimum β -Galaktosidaz aktivitesi 40-45. günlerde, maksimum β -Glukuronidaz aktivitesi ise kırkbeşinci günde (İlk tespiti altıncı gün) ölçülmüştür. Maksimum Esteraz Lipaz aktivitesi 30-34. günlerde ölçülmüştür. Diğer bir taraftan 26-27-30. günler maksimum Esteraz (C4) aktivitesi, seksen beşinci gün maksimum Lipaz (C14) aktivitesi, kırk beşinci gün maksimum Sistin Arilamidaz aktivitesi, 21-22. günler maksimum Tripsin aktivitesi ölçülmüştür (ilk tespiti yedinci gün). N-Asetil- β -Glukozaminidaz, α -Mannosidaz (İlk tespiti altıncı gün), α -Fukosidaz aktiviterinde ise yaş ve boya bağlı olarak artış gözlenmiştir. α ve β -Glukosidaz, α -Galaktosidaz, α -Kimotripsin, Tripsin, Sistin Arilamidaz, Lipaz (C14) aktiviterinde ise zamana bağlı olarak inişli-çıkışlı bir aktivite gözlenmiştir (Şekil 24-42).

İlk beslemeden itibaren Lipaz aktivitesinin tespit edilebilmesi (Dörtüncü gün) kalkan larvalarının ilk başlarda lipid sindirim enzimlerine sahip olduğunu gösterir. Yapılan çalışmalarla balık yemlemede kullanılan canlı yemlerin (Rotifer, Artemia) sahip olduğu sindirim enzimlerinin ise ihmal edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir (Baragi, 1986; Cahu, 1997). Larval aşamada canlı yemle beslenen kalkan larvalarının üçüncü günden sonra Lipaz enzimi ürettiği anlaşılmaktadır. Bu da kalkan larvalarının yağları sindirebileceği anlamına gelmektedir (Reitan, 2003). Üçüncü gün Rotifer ile başlayan beslemeden sonra Alkalen Fosfataz, Esteraz C4, Esteraz Lipaz, Lösin Arilamidaz, Valin Arilamidaz, Sistin Arilamidaz, Asit Fosfataz, Naftol-AS-BI-Fosfohidrolaz, β -Glukuronidaz, N-Asetil- β -Glukozaminidaz ve α -Fukosidaz enzimlerinin aktiviterinde düşüş görülmüştür. Proteolitik enzim aktiviterindeki azalma larval gelişme boyunca metabolik değişiklikleri (yaş-boy-doku proteinlerinin artması) yansıttığı bildirilmektedir (Lazo, 2007). Gerek API-zym kiti ile gerekse spektrofotometrik takip edilen enzimlerin birçoğunun aktiviterindeki maksimum pik genelde yirmibeşinci ve ellinci günler arasında tespit edilmiştir. Ortam şartlarına bağlı olarak ortalama yirmibeşinci günde başlayan metamorfoz aşamasının enzim aktiviterinde değişikliklere sebep olabileceği düşünülmektedir (Lazo, 2007).

Ayrıca larval aşamada yapılan yem değişikliği (üçüncü günde Rotifer verilmesi, sekizinci günde *Artemia naupli* ilave olarak verilmesi, onikinci gün *Meta naupli* ilave edilmesi, ondörtüncü gün Rotiferin kesilmesi. Yirmi ikinci gün *A.nauplinin* kesilmesi, kırkıncı gün azaltılmaya başlanıp kırk beşinci günün *Meta nauplinin* kesilmesi ve bundan sonra sadece toz yemle devam edilmesi) enzim aktivitelerinde değişimlere yol açmış olabileceği düşünülmektedir (**1.8.1.6.Yemleme** bkz.). Beslemede yapılan canlı yem değişikliğine bağlı olarak enzim seviyelerinde adaptasyon süresince azalma ve artma görülebileceği bildirilmiştir (Zambonino, 1994).

Martinez ve arkadaşları (1999) Senegal Sole (*Solea senegalensis*) de larval gelişime süresince sindirim enzim aktivitesini incelemişler. Enzim aktivitesinin değişkenliğini metabolizmanın başlangıç ve bitimi ile ilgili olduğunu ortaya koymuşlardır. Maksimum Lipaz aktivitesinin ekzokrin pankreas gelişimi ve metamorfoz ile ilgili olduğunu, Alkalen Fosfataz aktivitesinin azalmasının muhtemelen entetositlerin gelişimi ile bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Loupez ve arkadaşları (1997), Kabuklu Midyede (*Ruditapes decussatus*) API-Zym kiti kullanarak onsekiz ay boyunca aylık olarak enzimatik aktiviteyi takip etmişler ve her ölçümde enzimatik aktivitenin değişken değerlerde olduğunu, yaşa bağlı olmadığını saptamışlardır. Toplam enzim aktivitelerinde boy ve yaşa bağlı olarak artış ve azalış görülmesi anatomik ve fizyolojik değişikliklerin gelişmesini yansıtmaktadır. Yani vücuttaki protein, yağ oranlarının artmasına veya azalmasına bağlı olarak sindirim enzimlerinin aktivitesinde değişiklik görülebileceği de belirtilmiştir (Zambonino, 2001).

Daha önce farklı balıklar üzerinde yapılan literatürdeki çeşitli çalışmalarda da; California Halibut *Paralichthys californicus* (Gonzalez, 2006), Senegal Sole *Solea senegalensis* (Riberio,1999), Sand Bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Gonzalez, 2007), Red Drum *Sciaenops ocellatus* (Lazo, 2007), Yellowtail Kingfish *Seriola lalandi* (Ben, 2006), Cuban Gar *Atractosteus tristoechus* (Comabella, 2006), Pacific Threadfin *Polydactylus sexfilis* (Bong, 2001), Sharpnose Seabream *Diplodus puntazzo*; (Süzer, 2007), Red Porgy *Pagrus pagrus* (Süzer, 2007), Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus* (Bolasina, 2005), Sea Bass *Dicentrarchus labrax* (Zambonino, 1994) sindirim enzimlerinin benzer aktiviteler gösterdiği görülmektedir.

Katkılı deneme gruplarının da enzim aktivitelerinde de inişli-çıkışlı bir eğilim görülmektedir (Şekil 24-42).

Kalkan balıklarındaki yem alma konusundaki sosyal yapı hiyerarşisi, isteksizlik, nazlanma, yemi beğenmeme, ortamın şartları ve toplu olarak hareket etme isteği gibi sebepler beslenmeye (Başaran, 2006) ve dolayısıyla da enzimatik aktivitedeki inişli-çıkışlı değişikliklere sebep olabileceği düşünülmektedir.

Kalkan balığının larval dönemde gelişimi tamamlandıkça enzim aktivitelerinde genel olarak bir artış gözlenmiştir. Kalkan balıklarında kantitatif olarak ölçülen Tripsin, Lipaz ve Alkalen Fosfataz aktivitelerine bakıldığında, ilk günden itibaren boy-ağırlık ve yaş artışına bağlı olarak inişli-çıkışlı bir grafik göstermesine rağmen yine de belli oranda artışın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 18, 19, 20). Alkalın Fosfatazın, Tripsin ve Lipaza oranla fazla olması balık unu ve canlı yemlerin yapısında bulunan fosforlu substratlardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Watanabe, 1983).

Enzimlerdeki aktivite değişikliğinin sindirim sisteminin anatomik olarak gelişimiyle ilgili olduğunu ve enzim aktivitelerinin sindirim sisteminin gelişiminin tamamlanmasıyla sabit kalmaya meyilli olacağı da belirtilmiştir (Ben, 2006; Segner, 1994). Ayrıca spesifik enzim aktivitelerindeki azalma enzim sentezinin azalmasından olmadığı doku proteinlerinin artmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu da anatomik ve fizyolojik değişimlerle ilgili olduğu belirtilmiştir (Zambonino, 2001; Moyano, 1996).

Literatürde ayrıca, sindirim enzimlerinin gelişiminin öncelikle genetik olarak programlandığını daha sonra diyet kompozisyonu ile modifiye edilebildiği bildirilmiştir (Zambonino, 2001).

Sonuç olarak, kalkan balıklarını için, yem yapımındaki zorluklar, ekonomik girdi, zaman ve işçilikteki kayıp nedeniyle ticari balık yemine maya ekstraktı alternatif protein katkı maddesi ilavesinin yaklaşık üç yılda pazar boyutuna ulaşan kalkan balığı için herhangi bir ekonomik önemi olmadığı sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Son zamanlarda balıklarda yaşama oranını artırmak için larva fizyolojisi ve sindirim enzimleri üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Ayrıca, yeni besleme rejimleri geliştirmek, optimal yetiştirme şartlarını sağlayabilmek, yeni türlerin kültür alımı çalışmalarının önemi bir kat daha artmıştır (Cahu, 2001; Tengjaroenkul, 2002; Cara, 2003; Alarcon, 1999; Ribeiro, 1999). Ayrıca balıklarda sindirim enzimlerinin sentezlenmesi yem kabul edilebilirliğinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğinin (Cahu, 2001) belirtilmesi bu tür çalışmaların önemini artırmıştır.

Doğal kaynakların kısa zamanda aşırı ve kontrolsüz avlanması mevcut stoklarının azalmasına yol açmaktadır. Aşırı avlanan balık uzun süre muhafaza edilemediğinden ucuz fiyata balık yemi üreten fabrikalara satılmaktadır. Vatandaş da mevsiminde yeteri kadar balık tüketmeden kısa zamanda doğal kaynaklar ortadan kaybolmaktadır. Doğal ortamda büyüyen balık tüketilmemekte ve doğal balıktan yapılan balık yemi ile büyütülmüş suni balık tüketilmek zorunda kalmaktadır. Bu kısır döngü doğal kaynaklar kullanılarak suni beslenmeye ve ekonomik kayıplara da yol açmaktadır. Yetiştiricinin en kısa zamanda en az riskle karşılaşmak için pazarlama boyutuna kadar suni yemlerle aşırı ve kontrolsüz olarak balığı beslediğinden fazla kullanılan yemin tüketilmeden veya tam olarak sindirilmeyip atık olarak atılması yem sarfiyatını artırmanın yanında balıkların aşırı yağlı olmasına da yol açmaktadır (Regost, 2001). Balıklardaki aşırı yağlar iç organları etrafında depolanması hem görünüşü çirkinleştiriyor hemde yenilmediği için atık olarak çöpe atılıyor. Bu da kullanılan yemin büyük bir kısmının dolaylı olarak çöpe atılması anlamına gelmektedir. Bu yüzden doğal kaynaklar kullanılmadan balık büyütmede etkili ve ekonomik olarak üretilebilecek balık yemi büyük önem kazanmaktadır. Yemlerin temel maddesi olan protein aynı zamanda da maliyetinin artmasının temel nedenidir. Ucuz protein kaynaklarını araştırmak, denemek ve ekonomiye kazandırmak gereklidir. Ucuzlayan balık üretimi dolaylı olarak ta tüketiciye yansıtacaktır.

Deneyde kullanılan protein katkı maddesi ilave çeşitli cezbediciler kullanılarak tatlandırılabilirse balıklar için daha tüketilebilir hale gelebilir. Ayrıca bu deneme ülkemizde yetiştirilen diğer balık türleri üzerinde de uygulanmalıdır. Protein katkı maddesinin aminoasit dengesinin ile balıkların yem tercihlerindeki aminoasit dengesi arasındaki farklılıklar ortaya konulursa protein katkı maddeleri çeşitli katkılarla modifiye edilip daha besleyici ve çekici hale getirilebilir ve sonuçta ekonomiye kazandırılabilir.

Karadeniz Kalkanının larval dönemde sindirim enzimleri, stres faktörleri ve iştah hormonları, iştah bastırıcıların seviyeleri beraber incelenmeli. Ayrıca larval gelişim döneminde histopatolojik kesitler alınarak fonksiyonel organların gelişiminin tamamlanması incelenmelidir. Böylece sindirim enzimleri aktiviteleri, stres faktörleri ve iştah hormonlarının aktiviteleri daha kolay izah edilebilir.

Yapılacak olan farklı yemlerle büyütme denemelerinde yemlere katılabilecek katkı maddelerinin balıklar üzerinde herhangi bir stress oluşturup oluşturmadığı veya stresi tolere edip etmediği denenmelidir. Stresi azaltacak yem katkı maddeleri et lezzetini artırmanın yanında daha etkili büyüme de sağlayabilir. Çeşitli faktörlerden kaynaklanan ölümler ya da büyüme performansındaki kayıplar en aza indirilebilir. Kullanılan yemlerin veya yem katkı maddelerinin balıkların iştah hormonları üzerinde ne gibi etki sağladığı araştırılıp yemin tercih edilmesinde destekleyici faktör olarak belirtilebilir. Böylece daha ekonomik büyütme şartları sağlanabilir.

6. KAYNAKLAR

- Aksungur, N., Aksungur, M., Akbulut, B., Üstündağ, C. ve Çiftçi, Y. 2006. Kalkan Balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)'nın Doğu Karadeniz Koşullarında Büyüme Özellikleri, (E.Ü. Su Ürünleri Dergisi) E.U. Journal Of Fisheries & Aquatic Sciences, 23,3-4, 321-326.
- Aksungur, N. ve Çakmak, E. 2008. Pelajik Balık Yetiştiriciliği, SUMAE Yunus Araştırma Bülteni, 8, 3.
- Alarcon, F., J., Moyano, F., J., Diaz, M., Fernandez, D., C. and Yufera, M. 1999. Optimization of The Protein Fraction of Microcapsules Used in Feeding of Marine Fish Larvae Using in Vitro Digestibility Techniques, Aquaculture Nutrition, 5, 107-113.
- Albro, P., W., Hall, R., D., Corbett, J. and T., Schroeder, J. 1985. Activation Non Specific Lipase (E.C. 3.1.1.-) By Bile Salts, Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism, 835, 3, 477-490.
- Alonso, D., L and Maroto, F., G. 2000. Plants As 'Chemical Factories' For The Production of Polyunsaturated Fatty Acids, Biotechnology Advances, 18, 481-497.
- AOAC, 925-10, Air Oven Method, AOAC Official Methods of Analysis, Washington, 1995.
- AOAC, 960-52, Official Method, Microchemical Determination of Nitrogen Micro Kjeldahl Method, AOAC Official Methods of Analysis, Washington, 1995.
- AOAC, 15-936, Tecator Manual(Kjeltec Auto 1030 Analyzer), AOAC Official Methods of Analysis, Washington, 1995.
- Aydın, A., Sağlığımız ve Omega-3 Yağ Asitleri, Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum dizisi, 41; 2004 İstanbul, 181-9.
- Baglolle, C., J., Goff, G., P. and Wright, G., M. 1998. Distribution and Ontogeny of Digestive Enzymes in Larval Yellowtail and Winter Flounder, Journal of Fish Biology, 53, 767-784.
- Baragi, V. and Lovell, R. 1986. Digestive Enzymes Activities in Striped Bass from First Feeding Through Larva Development, Transactions of the American Fisheries Society, 115, 478-484.
- Başaran, F. 2006. Çipura (*Sparus aurata*) Balıklarının Farklı Yemlere Olan Atak Modelleri ve Yetiştiricilikte Kullanımı, E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 23, 1/2, 187-193.

- Ben, N., C., Jian, G., Q., Martin, S., K., Wayne, G., H. and Steven, M., C. 2006. Ontogenetic Development of Digestive Enzymes in Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) Larvae, Aquaculture, 260, 264-271.
- Biomeriux, API-Zym Kitapçığı, Fransa.
- Blig, E. and Dyer, W. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 37, 911-917.
- Bolasina, S., N., Pérez, A., N. and Yamashita, Y. 2005. Digestive Enzymes Activity During Ontogenetic Development and Effect of Starvation in Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*), Aquaculture, 252, 503-515.
- Bong, G., K., Divakaran, S., Christopher, L., B. and Anthony, C., O. 2001. Comparative Digestive Enzyme Ontogeny in Two Marine Larval Fishes: Pacific Threadfin (*Polydactylus sexfilis*) and Bluefin Trevally (*Caranx melampygus*), Fish Physiology and Biochemistry, 24, 3, 225-241.
- Cahu, C. and L., Zambonino, I., J., L. 1994. Early Weaning of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Larvae with a Compound Diet effect on Digestive Enzymes, Comparative Biochemistry and Physiology, 109, A, 213-222.
- Cahu C. and L., Zambonino I., J., L. 1997. Is The Digestive Capacity of Marine Fish Larvae Sufficient for Compound Diet Feeding, Aquaculture Int. 5, 151-161.
- Cahu, C. and L., Zambonino, I., J., L. 2001. Substitution of Live Food By Formulated Diets in Marine Fish Larvae, Aquaculture, 200, 161-180.
- Cara, J., B., Moyano, F., J., Cardenas, S., Fernandez, D., C. and Yufera, M. 2003. Assessment of Digestive Enzyme Activities During Larval Development of White Bream, Journal of Fish Biology, 63, 48-58.
- Catacutan M., R. and Coloso R., M. 1995. Effect of Dietary Protein to Energy Ratios on Growth, Survival, and Body Composition of Juvenile Asian Seabass, (*Lates calcarifer*), Aquaculture, 131, 1-2, 125-133.
- Çiftci, Y., Üstündağ, C., Erteken, A., Özongun, M., Ceylan, B., Haşimoğlu, A., Güneş, E., Yosedo, K., Sakamoto, F., Nezaki, G. ve Hara, S. 2002. Karadeniz'de Kalkan Balığı (*Psetta maxima*) Yavru Üretim Tekniği, Özel Yayın No.2, 1-80, Trabzon.
- Comabella, Y., Mendoza, R., Aguilera, C., Carrillo, O., Hurtado, A. and Garcia, G., T. 2006. Digestive Enzyme Activity During Early Larval Development of The Cuban Gar (*Atractosteus tristoechus*), Fish Physiology and Biochemistry, 32, 2, 147-157.
- Cousin J., C., B., Baudin L., F. and Gabaudan J. 2006. Ontogeny of Enzymatic Activities In Feed and Fasting Turbot (*Scophthalmus maximus* L.), Journal of Fish Biology, 30, 1, 15-33.

- Davenport, J., Black, K., Burnell, G., Cross, T., Culloty, S., Ekaratne, S., Furness, B., Mulcahy, M. and Thetmeyer, H. 2003. Aquaculture, The Ecological Issues, Blackwell Publishing, USA, 89 p.
- Debnath D., Pal A., K., Sahu N., P., Yengkokpam S., Baruah K., Choudhury D. and Venkateswarlu G. 2006. Digestive Enzymes And Metabolik Profile of Labeo Rohita Fingerlings Feed Diets With Different Crude Protein Levels, Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 146, 1, 107-114.
- Doğan, G. ve Erdem, M. 2008. Balıklarda Protein Metabolizması, Journal of Fisheries Sciences, 2, 1, 30-40.
- Dubois, M., Gilles, K., A., Hamilton, J., K., Rebers, P., A. and Smith, F. 1956. Colorimetric Method For Determination of Sugars and Related Substances, Analytical Chemistry, 28, 3, 350-356.
- Erçen, Z. ve Tekelioğlu, N., DL-Alanin, DL-Metiyonin ve Bunların Kombine Kullanılmasının Sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) Fingerliklerinin Büyümesi Üzerine Etkileri, Ulusal Su Günleri, 28-30 Eylül 2005, Trabzon (www.akuademi.net).
- Ergün, S., Yiğit, M., Türker, A. ve Önal, U. 2006. Yavru Kalkan Balığının (*Psetta maeotica*) Beslenmesinde Taze Hamsinin Değerlendirilmesi, E.U. Journal Of Fisheries & Aquatic Sciences, 23, 1/2, 219-222.
- Erlanger, B., F., Kolowsky, N. and Cohen, W. 1961. The Preparation and Properties of Two New Chomogenic Substrates of Trypsin, Archives of Biochemistry and Biophysics, 95, 271-278.
- Emre, Y., Kürüm, V., 1998. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği, Ankara.
- Gill, I. and Valivety, R. 1997. Polyunsaturated Fatty Acids, Part 2: Biotransformations and Biotechnological Applications. Trends in Biotechnology, 15, 11, 470-478.
- Gonzalez, C., A., A., Trujano, M., C., Ramirez D., T., Conklin D., E., Nolasco, H., Gisbert, E. and Piedrahita, R. 2006. Development of Digestive Enzymes in California Halibut (*Paralichthys californicus*) Larvae, Fish Physiology and Biochemistry, 31, 1, 83-93.
- Gonzalez, C., A., A., Lopez, M., F., J., Cerecedo, C., R., Chavez, C., V., Galindo O., J., L. and Dumas S. 2007. Development of Digestive Enzyme Activity in Larvae of Spotted Sand Bass (*Paralabrax aculatofasciatus*). 1. Biochemical Analysis, Fish Physiology Biochemistry, 34, 4, 373-384.
- Gökpınar, Ş., Göksan, T. ve Durmaz, Y., Microalgae as Source of PUFA (in Turkish), XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 04-06 Eylül 2001, Hatay.
- HACH, Dr/2010 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998, USA.

- Harmantepe, F., B. ve Büyükhatipoğlu, Ş. 2007. İki Farklı Yemin Gökkuşığı Alabalıklarının Büyüme Performansı ve Yem Maliyeti Üzerine Etkisi, Journal of Fisheries Sciences, 1, 4, 168-175.
- Haşimoğlu, A., Erteken, A., Sohei, K. ve Heisuke, N. 2006. Evaluation of Anchovy Meal and Soybean Meal as dietary Protein Sources for the Black Sea Turbot (*Psetta maxima*). The İsraili Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 59, 2, 73-80.
- Hjelmeland, K. and Jørgensen, T. 1985. Evaluation of Radioimmunoassay as a Method to Quantify Trypsin and Trypsinogen in Fish, Transactions of The American Fisheries Society, 114, 619-621.
- Hunt, A., Ö., Özkan, F. ve Altun, T., Balık Yemlerinde Beslenmeyi Sınırlandırıcı Maddeler ve Etkileri, Ulusal Su Günleri, 2007, Antalya (www.akuademi.net).
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. and Nakayama, T. 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of The Fatty Acids of Glycerolipids, Lipids, 31, 535-539.
- Jopling, M., Fish Bioenergetics, Chapman&Hall, Fish And Fisheries Series 13, London, 1994.
- Jobling, M., Feed Composition and Analyssis, Food Intake in Fish (edited by Dominic Houlihsn, Thierry Boujard and Malcolm Jobling), Blackwell Science Ltd. Oxford, 414 p., USA, 2001.
- Karabulut, H., A. ve Yandı, İ. 2006. Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23, 339-342.
- Lazo J.P., Mendoza R., Holt G.J., Aguilera C. and Arnold C.R. 2007. Characterization of Digestive Enzymes During Larval Development of Red Drum (*Sciaenops ocellatus*), Aquaculture, 265, 1, 194-205.
- Lee S., M., Jeon I.,G. and Lee Y.,J. 2002. Effects of Digestible Protein and Lipid Levels in Practical Diets on Growth, Protein Utilization and Body Composition of Juvenile Rockfish (*Sebastes schlegeli*), Aquaculture, 211, 1-4, 227-239.
- Lowell, T., Nutrition And Feding of Fish, Chapman&Hall, International Thomson Publishing Company, London, 1989.
- Lundstedt L.M., Melo J., F., B. and Moraes G. 2003. Digestive Enzymes and Metabolic Profile of Pseudoplatystoma Corruscans (*Teleostei siluriformes*) in Response to Diet Composition, Comparative Biochemistry and Physiology. Part B. Biochemistry & Molecular Biology, 137, 3, 331-339.
- Loupez C., Marı U., J., Carballal, Azevedo C. and Villalba A. 1997. Enzyme Characterisation of The Circulating Haemocytes of The Carpet Shell Clam, Ruditapes Decussatus (*Mollusca bivalvia*), Fish & Shellfish Immunology, 7, 8, 595-608.

- Martinez, C., C., Roa, M., C. and Métailler, R. 1984. Nutritional Requirements of Turbot (*Scophthalmus maximus*), I. A Preliminary Study of Protein and Lipid Utilization. World Aquaculture Society, 15, 191-202.
- Martinez, I., Moyano, F., J., Fernandez, C., D. And Yufera, M. 1999. Digestive Enzyme Activity During Larval Development of The Senegal Sole (*Solea senegalensis*), Fish Physiology and Biochemistry, 21, 4, 317-323.
- Moyano, F., J., Díaz, M., Alarcón, F., J. and Sarasquete, M., C. 1996. Characterization of Digestive Enzyme Activities During Larval Development of Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*), Fish Physiology and Biochemistry, 15, 121-130.
- Nezaki, G., Erteken, A. ve Haşimoğlu, A., Kalkan Juvenillerinin Optimum Besin İhtiyacı, Kalkan Çalıştayı, 15-16 Kasım 2007, Trabzon.
- Okumuş İ., 2000. KTÜ-Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Ders Notları.
- Pathak, R., M., Dudeja, P., K., Ansari, S. and Mahmood, A. 1982. Alterations in İnstestinal Functions in Response to Thyroxine Cortisone Administration in Undernourished Rats, Annals of Nutrition and Metabolism, 26, 331-336.
- Pigott, G., M. and Tucker, B., W., Seafood Effects of Technology on Nutrition, Marcel Dekker. Inc. New York. 1990.
- Regost C., Arzel J., Cardinal M., Robin J., Laroche M. and Kaushik J. 2000. Dietary Lipid Level, Hepatic Lipogenesis and Flesh Quality in Turbot (*Psetta maxima*), Aquaculture, 193, 3-4, 291-309.
- Regost, C., J., Arzel, M., Cardinal, M., Robin, J., Laroche, M. and Kaushik, S., J. 2001. Dietary Lipid Level, Hepatic Lipogenesis and Flesh Quality in Turbot (*Psetta maxima*), Aquaculture, 193, 291-309.
- Reitan K., H., Kjørsvik E. and Reitan K., I. 2003. Lipolytic Activities in Developing Turbot Larvae as İnfluenced by Diet, Aquaculture International, 11, 5, 477-489.
- Ribeiro, L., Sarasquete, C. and Dinis, M., T. 1999. Histological and Histochemical Development of The Digestive System of *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) larvae, Aquaculture 171, 291-306.
- Ribeiro L., Zambonino Infante J.L., Cahu C. and Dinis M.T. 1999. Development of Digestive Enzymes in Larvae of *Solea senegalensis* (Kaup 1858), Aquaculture, 179, 4, 465-473.
- Saborowski R Thatje., S., Calcagno J., A., Lovrich G. A. and Anger K. 2006. Digestive Enzymes in The Ontogenetic Stages of The Southern King Crab (*Lithodes santolla*), Marine Biology, 149, 865-873.
- Sæther, B., S. and Jobling, M. 2001. Fat Content in Turbot Feed İnfluence on Feed İntake, Growth and Body Composition, Aquaculture Research, 32, 6, 451-458.

- Segner, H., Storch, V., Reinecke, M., Kloas, W. and Hanke, W. 1994, The Development of Functional Digestive and Metabolic Organs in Turbot, (*Scophthalmus maximus*), Marine Biology, 119, 471-486.
- Sheehan, E., M., Sheehy, P., J., A., Morrissey, P., A. and Fitzgerald, R. 1994. Compositional Anaysis on Wild and Farmed Turbot and Fish Feeds in Ireland, Turbot Culture: Problems and Prospects , Laves P.and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium, 1994.
- Silva, S., D., Anderson, T., A., Fish Nutrition İn Aquaculture, Chapman&Hall, Aquaculture Series 1, London, 1995.
- Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1), 25967, Ek,1 A, 15.10.2005.
- Süzer, C., Saka, Ş. ve Fırat, K. 2006. Effects of İllumination on Early Life Development and Digestive Enzyme Activities in Common Pandora (*Pagellus erythrinus*) larvae, Aquaculture, 260, 1, 86-93.
- Süzer, C., Aktülün, S., Çoban, D., Kamacı, H., O., Saka, Ş., Fırat, K. ve Alpbaz, A. 2007. Digestive Enzyme Activities in Larvae of Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo*), Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 148, 470-477.
- Süzer, C., Kamacı, H., O., Çoban, D., Saka, Ş., Fırat, K., Özkara, B. ve Özkara, A. 2007. Digestive Enzyme Activity of The Red Porgy (*Pagrus pagrus L.*) During Larval Development Under Culture Conditions, Aquaculture Research, 38, 1778-1785.
- Şahin, T. ve Üstündağ, C. 2003. Effect of Different Rearing Systems on Survival Rate of Hatchery Reared Black Sea Turbot (*Scophthalmus maximus*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3, 25-27.
- Teles, A., O., Cerqueira, A., L. and Goncalves, P. 1999. The Utilization of Diets Containing High Levels of Fish Protein Hydrolysate by Turbot, Aquaculture, 179, 1, 195-201.
- Tengjaroenkul, B., Smith, B., J., Smith, S., A. and Chatreewongsin, U. 2002. Ontogenic Development of The İntestinal Enzymes of Cultured Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) L., Aquaculture, 211, 241-251.
- TS 1743 ISO 1442 Et ve Et Ürünleri- Rutubet Muhtevası Tayini (Referans Method), ISO 1442: 1997, 2001.
- Turan, H., Kaya, Y., Sönmez, G. 2006. Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23, 505-508.
- URL-1, <http://www.worthington-biochem.com>(11 Ocak 2010).
- URL-2, http://www.mustafaaltınışık.com/bilgi_kaynakları (15 Ocak 2010).

URL-3, ww.cellotin.com (1 Şubat 2010).

URL-4, <http://biyokimyaci.net> (12 Aralık 2009).

URL-5, <http://www.fao.org> (16 Aralık 2009).

URL-6, <http://www.abveteriner.org> (26 Ocak 2010).

Watanabe, T., Kıtajıma, C. and Fujita, S. 1983. Nutritional Values of Live Organism used in Japan for Mass Propagation of Fish, Aquaculture, 34, 115-143.

Yılmaz, E., Tekinay, A., A. ve Çevik, N. 2006. Deniz Ürünleri Kaynaklı Fonksiyonel Gıda Maddeleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23, 1/1, 523-527.

Zambonino, I., J. and Cahu, C., L. 1994a. Influence of Diet on Pepsin and some Pancreatic Enzymes in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Larvae, Comparative Biochemistry and Physiology, 109a, 2, 209-212.

Zambonino, I., J., L. and Cahu, C.L. 1994. Development and Response to a Diet Change of Some Digestive Enzymes in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae, Fish Physiology and Biochemistry, 12, 399-408.

Zambonino, I., J., L. and Cahu, C., L. 1995b. Influence of Diet on Pepsin and Some Pancreatic Enzymes in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), Comparative Biochemistry and Physiology, 109, 209-212.

Zambonino, I., J., L. and Cahu, C., L. 2001. Ontogeny of the Gastrointestinal Tract of Marine fish Larvae, Comparative Biochemistry and Physiology, 130, 477-487.

7.EKLER

Tablo 31. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Alkalın Fosfataz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	4,28 ±5,774 ^a	30,00 ±0,000 ^a	33,33 ±5,774 ^a	30,00 ±0,000 ^a	1,3333
186	20,00 ±10,000 ^b	23,33 ±15,275 ^{ab}	36,67 ±5,774 ^{ab}	40,00 ±0,000 ^a	3,1515
201	20,00 ±0,000 ^a	26,67 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	16,67 ±11,547 ^a	1,3333
216	8,33 ±2,887 ^a	10,00 ±0,000 ^a	13,33 ±5,774 ^a	8,33 ±2,887 ^a	1,3333
234	20,00 ±0,000 ^a	23,33 ±5,774 ^a	13,33 ±5,774 ^a	23,33 ±5,774 ^a	2,6667
249	6,67 ±2,887 ^a	18,33 ±12,583 ^a	16,67 ±11,547 ^a	10,00 ±0,000 ^a	1,2139
265	20,00 ±0,000 ^a	20,00 ±0,000 ^a	20,00 ±10,000 ^a	20,00 ±10,000 ^a	0,0000

Tablo 32. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Esteraz (C4) aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	15,00 ±8,660 ^a	8,33 ±2,887 ^a	13,33 ±5,774 ^a	6,67 ±5,774 ^a	1,2593
186	1,67 ±2,887 ^b	6,67 ±11,547 ^{ab}	16,67 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	3,2400
201	6,67 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	1,2222
216	6,67 ±5,774 ^a	1,67 ±2,887 ^a	3,33 ±5,774 ^a	3,33 ±2,887 ^a	0,6333
234	11,67 ±7,638 ^a	6,67 ±2,887 ^a	5,00 ±5,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	1,3030
249	5,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	8,33 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	2,2222
265	6,67 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	2,6667

Tablo 33. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Esteraz Lipaz (C8) aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	20,00 ±10,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	30,00 ±10,000 ^a	20,00 ±0,000 ^a	1,7143
186	11,67 ±7,638 ^c	13,33 ±5,774 ^{bc}	26,67 ±5,774 ^{ab}	30,00 ±10,000 ^a	4,5802
201	5,00 ±0,000 ^b	8,33 ±2,887 ^{ab}	6,67 ±2,887 ^{ab}	13,33 ±5,774 ^a	3,5714
216	5,00 ±5,000 ^a	3,33 ±2,887 ^a	5,00 ±5,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	0,1429
234	8,33 ±2,887 ^a	11,67 ±7,638 ^a	6,67 ±2,887 ^a	11,67 ±7,638 ^a	0,5625
249	5,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	8,33 ±2,887 ^a	6,67 ±2,887 ^a	0,8889
265	10,00 ±0,000 ^a	10,00 ±0,000 ^a	8,33 ±2,887 ^a	6,67 ±2,887 ^a	1,8333

Tablo 34. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Lipaz (C14) aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	1,67 ±2,887 ^b	6,67 ±2,887 ^{ab}	16,67 ±5,774 ^a	10,00 ±8,660 ^{ab}	3,8000
186	1,67 ±2,887 ^b	1,67 ±2,887 ^b	16,67 ±5,774 ^a	8,33 ±2,887 ^b	10,4286
201	0,00 ±0,000 ^b	3,33 ±2,887 ^{ab}	5,00 ±0,000 ^{ab}	6,67 ±2,887 ^a	5,8333
216	1,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,3333
234	5,00 ±0,000 ^{ab}	3,33 ±2,887 ^{ab}	0,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	5,8333
249	1,67 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	5,00 ±5,000 ^a	3,33 ±2,887 ^a	0,6111
265	3,33 ±2,887 ^a	0,00 ±0,000 ^a	1,67 ±2,887 ^a	5,00 ±5,000 ^a	1,3333

Tablo 35. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Lösin Arilamidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	20,00 ±5,774 ^a	20,00 ±0,000 ^a	20,00 ±10,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	0,2500
186	1,67 ±2,887 ^b	10,00 ±8,660 ^b	20,00 ±0,000 ^a	8,33 ±2,887 ^b	7,5152
201	13,33 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	10,00 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	1,2222
216	6,67 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	1,2222
234	16,67 ±5,774 ^a	20,00 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	20,00 ±0,000 ^a	0,6667
249	8,33 ±2,887 ^a	10,00 ±0,000 ^a	8,33 ±2,887 ^a	6,67 ±2,887 ^a	0,8889
265	20,00 ±0,000 ^a	20,00 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	13,33 ±5,774 ^a	1,8333

Tablo 36. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Valin Arilamidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	16,67 ±2,887 ^a	15,00 ±8,660 ^a	20,00 ±0,000 ^a	15,00 ±8,660 ^a	0,3636
186	1,67 ±0,000 ^b	10,00 ±8,660 ^{ab}	16,67 ±5,774 ^a	8,33 ±2,887 ^{ab}	3,6444
201	13,33 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	10,00 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	1,2222
216	6,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	1,000
234	16,67 ±2,887 ^a	20,00 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	0,3333
249	8,33 ±2,887 ^a	10,00 ±0,000 ^a	10,00 ±0,000 ^a	6,67 ±2,887 ^a	1,8333
265	20,00 ±2,887 ^a	20,00 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	13,33 ±5,774 ^a	1,8333

Tablo 37. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Sistin Arilamidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	3,33 ±5,774 ^a	3,33 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	0,2500
186	0,00 ±0,000 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^a	1,0000
201	6,67 ±5,774 ^a	6,67 ±5,774 ^a	6,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	0,4000
216	3,33 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,3333
234	6,67 ±2,887 ^a	6,67 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	3,33 ±5,774 ^a	0,6111
249	3,33 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	6,67 ±5,774 ^a	3,33 ±2,887 ^a	0,6111
265	8,33 ±0,000 ^a	8,33 ±2,887 ^a	8,33 ±2,887 ^a	8,33 ±2,887 ^a	0,0000

Tablo 38. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Tripsin aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	6,67 ±10,408 ^a	13,33 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	13,33 ±11,547 ^a	0,9048
186	5,00 ±2,887 ^{bc}	1,67 ±2,887 ^c	13,33 ±5,774 ^a	8,33 ±2,887 ^{ab}	5,9444
201	13,33 ±5,774 ^a	16,67 ±5,774 ^a	8,33 ±2,887 ^a	16,67 ±5,774 ^a	1,7179
216	1,67 ±0,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	3,33 ±2,887 ^a	3,33 ±2,887 ^a	0,8889
234	1,67 ±5,774 ^a	10,00 ±8,660 ^a	5,00 ±5,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	3,6078
249	1,67 ±2,887 ^a	5,00 ±5,000 ^a	3,33 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	0,7333
265	0,00 ±5,774 ^b	0,00 ±0,000 ^b	0,00 ±0,000 ^b	10,00 ±0,000 ^a	0,0000

Tablo 39. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki α -Kimotripsin aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	8,33 $\pm 10,000^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,2444
186	3,33 $\pm 5,774^a$	6,67 $\pm 11,547^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 5,000^a$	0,3175
201	13,33 $\pm 2,887^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	1,8333
216	5,00 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 5,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,2500
234	16,67 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	0,3333
249	8,33 $\pm 2,887^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	6,67 $\pm 0,000^a$	1,8333
265	13,33 $\pm 5,774^b$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	4,0000

Tablo 40. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Asit Fosfataz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	20,00 $\pm 5,774^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	0,0000
186	13,33 $\pm 2,887^{bc}$	10,00 $\pm 0,000^c$	26,67 $\pm 11,547^{ab}$	30,00 $\pm 10,000^a$	4,3333
201	8,33 $\pm 5,774^b$	16,67 $\pm 5,774^a$	10,00 $\pm 0,000^b$	8,33 $\pm 2,887^b$	3,7778
216	6,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	1,8333
234	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 10,000^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	1,0667
249	6,67 $\pm 0,000^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	6,67 $\pm 5,774^a$	0,4444
265	16,67 $\pm 2,887^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	0,8889

Tablo 41. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki Naftol-AS-BI-Fosfohidrolaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	13,33 ±0,000 ^a	16,67 ±5,774 ^a	23,33 ±5,774 ^a	20,00 ±0,000 ^a	2,2222
186	6,67 ±0,000 ^{bc}	5,00 ±0,000 ^c	16,67 ±11,547 ^{ab}	20,00 ±0,000 ^{ab}	4,6078
201	13,33 ±0,000 ^a	13,33 ±5,774 ^a	13,33 ±5,774 ^a	5,00 ±0,000 ^a	2,0833
216	6,67 ±2,887 ^a	5,00 ±0,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	1,0000
234	10,00 ±2,887 ^a	16,67 ±5,774 ^a	11,67 ±7,638 ^a	10,00 ±8,660 ^a	0,7167
249	5,00 ±0,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	5,00 ±0,000 ^a	0,0000
265	8,33 ±0,000 ^a	11,67 ±7,638 ^a	8,33 ±2,887 ^a	6,67 ±2,887 ^a	0,6333

Tablo 42. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki α -Galaktosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	0,00 ±7,638 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^a	1,0000
186	0,00 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^a	1,0000
201	0,00 ±5,774 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,0000
216	3,33 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^b	0,00 ±0,000 ^b	0,00 ±0,000 ^b	4,0000
234	1,67 ±0,000 ^a	0,00 ±0,000 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,00 ±0,000 ^a	0,6670
249	0,00 ±2,887 ^a	1,67 ±2,887 ^a	0,00 ±0,000 ^a	5,00 ±5,000 ^a	2,0000
265	0,00 ±5,774 ^b	0,00 ±0,000 ^b	0,00 ±0,000 ^b	3,33 ±2,887 ^a	4,0000

Tablo 43. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki β -Galaktosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	11,67 $\pm 7,638^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 10,000^a$	1,3158
186	8,33 $\pm 2,887^b$	20,00 $\pm 10,000^{ab}$	13,33 $\pm 5,774^b$	30,00 $\pm 10,000^a$	4,3563
201	13,33 $\pm 5,774^b$	10,00 $\pm 0,000^{ab}$	10,00 $\pm 0,000^{ab}$	8,33 $\pm 2,887^a$	1,2667
216	5,00 $\pm 0,00^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	1,0000
234	20,00 $\pm 0,00^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	2,6667
249	6,67 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	1,2222
265	13,33 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	0,8889

Tablo 44. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki β -Glukuronidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	11,67 $\pm 7,638^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	23,33 $\pm 5,774^a$	1,7368
186	6,67 $\pm 2,887^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	15,00 $\pm 13,229^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	0,7591
201	8,33 $\pm 2,887^a$	11,67 $\pm 7,638^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	1,4583
216	5,00 $\pm 0,000^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	1,0000
234	10,00 $\pm 8,660^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,5758
249	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	1,0000
265	6,67 $\pm 2,887^a$	11,67 $\pm 7,638^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	0,9000

Tablo 45. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki α -Glukosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	13,33 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	23,33 $\pm 5,774^a$	1,5833
186	8,33 $\pm 2,887^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	20,00 $\pm 10,000^a$	1,6984
201	5,00 $\pm 0,000^b$	6,67 $\pm 2,887^{ab}$	8,33 $\pm 2,887^{ab}$	10,00 $\pm 0,000^a$	3,3333
216	3,33 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,3333
234	16,67 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	0,2500
249	6,67 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	0,2500
265	8,33 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	16,67 $\pm 11,547^a$	1,5439

Tablo 46. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki β -Glukosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	1,67 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 5,774^a$	1,67 $\pm 2,887^a$	1,67 $\pm 2,887^a$	0,1429
186	0,00 $\pm 0,000^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	1,67 $\pm 2,887^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	1,0000
201	0,00 $\pm 0,000^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	0,0000
216	1,67 $\pm 2,887^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	1,67 $\pm 2,887^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	0,6667
234	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	1,0000
249	3,33 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	1,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,8889
265	3,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	0,00 $\pm 0,000^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	1,2667

Tablo 47. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki N-Asetil- β -Glukozaminidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	20,00 $\pm 0,000^a$	30,00 $\pm 10,000^a$	23,33 $\pm 5,774^a$	23,33 $\pm 5,774^a$	1,2667
186	13,33 $\pm 5,774^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	0,3333
201	18,33 $\pm 12,583^a$	23,33 $\pm 5,774^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	0,4321
216	6,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	1,0000
234	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	1,0000
249	6,67 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	0,8889
265	23,33 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	1,2222

Tablo 48. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki α -Mannosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	8,33 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	1,2222
186	1,67 $\pm 2,887^b$	6,67 $\pm 2,887^a$	1,67 $\pm 2,887^b$	0,00 $\pm 0,000^b$	4,0000
201	6,67 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 5,774^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^b$	0,1667
216	1,67 $\pm 2,887^a$	1,67 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	0,3333
234	8,33 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	6,67 $\pm 2,887^a$	0,3333
249	3,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	3,33 $\pm 2,887^a$	0,6667
265	6,67 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	5,00 $\pm 5,000^a$	0,2500

Tablo 49. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistiki α -Fukosidaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi

Gün	%10 PK	%5PK	Katkısız	Kontrol	F
171	11,67 $\pm 7,638^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	0,5000
186	5,00 $\pm 0,000^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	11,67 $\pm 7,638^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	1,6389
201	11,67 $\pm 7,638^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	0,2444
216	8,33 $\pm 2,887^a$	3,33 $\pm 2,887^b$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^{ab}$	3,0000
234	20,00 $\pm 0,000^a$	20,00 $\pm 0,000^a$	16,67 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	1,8333
249	6,67 $\pm 2,887^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	5,00 $\pm 0,000^a$	8,33 $\pm 2,887^a$	1,2222
265	13,33 $\pm 5,774^a$	13,33 $\pm 5,774^a$	10,00 $\pm 0,000^a$	15,00 $\pm 13,229^a$	0,2184

Tablo 50. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistikî Alkalın Fosfataz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi (Spektrofotometrik)

	171.gün	186.gün	201.gün	216.gün	234.gün	249.gün	265.gün
%10 PK	2,15±1,308 ^a	1,81±1,104 ^a	2,42±0,568 ^a	1,49±0,991 ^a	2,09±1,318 ^a	1,96±0,592 ^a	1,96±0,736 ^a
%5 PK	2,52±0,649 ^a	1,87±1,107 ^a	1,47±1,202 ^a	1,46±0,563 ^a	2,11±1,339 ^a	1,76±0,812 ^a	2,95±0,040 ^a
Katkısız	1,88±1,167 ^a	2,13±1,203 ^a	0,70±0,213 ^a	1,47±1,238 ^a	1,29±1,252 ^a	1,72±0,275 ^a	2,12±1,311 ^a
Kontrol	2,17±1,254 ^a	2,12±1,158 ^a	2,16±0,867 ^a	0,77±1,211 ^a	2,81±0,090 ^a	1,21±0,662 ^a	2,30±1,064 ^a
F	0,1613	0,6642	2,7658	0,3428	0,9108	0,7965	0,6698

Tablo 51. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistikî Tripsin aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi (Spektrofotometrik)

	171.gün	186.gün	201.gün	216.gün	234.gün	249.gün	265.gün
%10 PK	0,49±0,141 ^a	1,00±0,287 ^a	0,85±0,377 ^a	1,78±0,967 ^a	1,45±0,547 ^a	1,39±0,454 ^a	1,00±0,449 ^a
%5 PK	0,72±0,445 ^a	0,60±0,507 ^a	0,80±0,262 ^a	1,08±0,645 ^a	0,92±0,464 ^a	0,91±0,490 ^a	1,37±0,473 ^a
Katkısız	0,71±0,620 ^a	0,93±0,380 ^a	0,74±0,286 ^a	1,32±0,536 ^a	1,09±0,535 ^a	1,36±0,593 ^a	0,71±0,110 ^a
Kontrol	0,67±0,289 ^a	0,80±0,168 ^a	0,62±0,048 ^a	0,74±0,476 ^a	1,28±0,685 ^a	0,93±0,317 ^a	1,72±0,420 ^a
F	0,2007	0,7300	0,4237	1,2325	0,5085	0,9215	3,8077

Tablo 52. Deney gruplarının karşılaştırmalı istatistikî Lipaz aktivitesinin zamana bağlı olarak değişimi (Spektrofotometrik)

	171.gün	186.gün	201.gün	216.gün	234.gün	249.gün	265.gün
%10 PK	0,90±0,295 ^a	1,27±0,130 ^a	0,63±0,288 ^a	2,02±0,137 ^a	0,87±0,482 ^a	1,87±0,384 ^a	1,03±0,522 ^a
%5 PK	1,08±0,249 ^a	0,94±0,575 ^a	0,64±0,257 ^a	1,51±0,598 ^a	0,72±0,464 ^a	1,14±0,367 ^a	1,36±0,468 ^a
Katkısız	0,77±0,558 ^a	0,68±0,482 ^a	0,47±0,270 ^a	1,24±0,452 ^a	0,61±0,598 ^a	1,19±0,641 ^a	0,76±0,334 ^a
Kontrol	1,02±0,121 ^a	1,08±0,416 ^a	0,52±0,210 ^a	1,04±0,276 ^a	0,93±0,525 ^a	0,83±0,643 ^a	1,17±0,992 ^a
F	0,4665	0,9756	0,3312	3,3358	0,2294	2,1095	0,4796

8. ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Vakfikebir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Vakfikebir’de tamamladı. 1992 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünde lisans eğitimine başladı ve 1997 yılında bu bölümden Kimyager ünvanı ile mezun oldu. 1997-1999 yılları arasında vatani görevini tamamladıktan sonra 1999 yılından itibaren göreve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı bünyesindeki Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğüne bağlı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsünde başladı. Enstitüde Su Ürünleri Sağlığı Bölümünde Kimyager olarak görev yapmaktadır. 2007-2008 eğitim-öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Orta derecede İngilizce bilmektedir.