

**Farklı Su Sıcaklıklarında, Avrupa Deniz Levreği  
(*Dicentrarchus labrax*) Yemlerindeki Balık Yağının,  
Kanola ve Pamuk Tohumu Yağlarıyla Değiştirilmesi**

**Proje No: 106O195**

Doç.Dr. O. Tufan EROLDOĞAN

Doç.Dr. M. Ali GÖKÇE

Yrd.Doç.Dr. Oğuz TAŞBOZAN

Yrd.Doç.Dr. Kenan ENGİN

Dr. A. Gül KİRİŞ

Arş.Gör. Suhan TABAKOĞLU

Arş.Gör. Teslime TOKU

Arş.Gör. H. Asuman YILMAZ

Arş.Gör. Abdüllatif ÖLÇÜLÜ

AĞUSTOS 2010  
ADANA

## ÖNSÖZ

Bu proje, Ülkemizde yetiştiriciliği yoğun olarak yapılan ve üretim miktarı açısından Türkiye'nin Avrupa'da son yıllarda en üst sıraları zorladığı bir tür olan Avrupa deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L.) yemlerinde kullanılan balık yağına alternatif bitkisel yağların (pamuk tohumu yağı ve kanola yağı) kullanımı araştırılmıştır. Proje denemeleriyle alternatif bitkisel yağlardan kanola, pamuk tohumunun farklı oranlarda kullanımının, levrek bireylerinde büyüme, besin madde bileşenleri, yağ asidi kompozisyonu, yemlerin sindirilebilirliği ve nitrojenli atıklardan amonyak- ve üre-nitrojeni üzerine olan etkileri incelenmiştir. Proje kapsamındaki denemeler, I. Grup Denemeleri: pamuk tohumu yağının değişim oranları, II. Grup Denemeleri: %100 bitkisel yağların kullanımı ve III. Grup Denemeleri: Sıcaklık denemeleri olarak ayrılmıştır. Bu gruplar toplam altı denemeyi içermiştir ve TÜBİTAK'a taahhüt edilen tüm denemeler tamamlanmıştır.

Proje çalışmalarının tamamı Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yumurtalık Araştırma İstasyonu'nda yapılmıştır. Proje örneklerinin analizleri yine fakültemiz olanaklarında yapılırken; bazı analizler, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü'ü yetiştiricilik laboratuvarında yapılmıştır. Denemelerimizden elde edilen bazı yağ asit örnekleri de Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü'nde analiz edilmiştir.

Bu projeyi destekleyen TÜBİTAK'ın TOVAG birimine, tüm proje ekibim adına teşekkür ederim.

**Doç.Dr. O. Tufan EROLDOĞAN**

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLO LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
İŞARETLER VE KISALTMALAR	IX
Teşekkür	1
Yönetici Özeti	1
Öz	2
1.0 GİRİŞ	2
1.1 Taahhüt Edilen Hedefler	3
1.2 Proje Çıktıları	3

### **2.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı: Büyüme, Yem Tüketimi ve Yağ Asidi Değişimi**

**5**

2.1 GİRİŞ	7
2.2 MATERYAL ve YÖNTEM	9
2.2.1 Deneme Yemleri	10
2.2.2 Materyal	10
2.2.3 Test Yemlerini Alıştırması	13
2.2.4 Denemenin Yönetimi	13
2.2.5 Denemede Alınan Parametreler	14
2.2.6 Besin Madde Bileşenleri Analizleri	15
2.2.6.1 Kuru Madde ve Kül Analizi	15
2.2.6.2 Ham Protein Analizi	16
2.2.6.3 Lipit Analizi	16
2.2.7 Yağ Asidi Analizleri	17
2.2.8 Yemlerin Ekonomik Analizi	17
2.2.9 İstatistiksel Hesaplamalar	18
2.3 BULGULAR	20
2.3.1 Yemlerin Yağ Asidi Kompozisyonu	20
2.3.2 Büyüme Performansı	21
2.3.3 Tüm Vücut/Kas Besin Madde bileşenleri ve Yağ Asidi Kompozisyonu	21
2.3.4 Yemlerin Ekonomik Analizinin Değerlendirmesi	27
2.4 TARTIŞMA	29
2.5 ÖNERİLER	32

### **3.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı: Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Boşaltımı**

**33**

3.1 GİRİŞ	35
3.2 MATERYAL ve YÖNTEM	38
3.2.1 Balık Materyali ve Deneme Ünitesi	38
3.2.2 Deneme Yemleri	38
3.2.3 Deneme Prosedürü ve Ölçümler	38
3.2.4 İstatistik Analiz	39
3.3 BULGULAR	41

3.3.1 Günlük Toplam Amonyak- (TAN) ve Üre Nitrojeni (N) Boşaltım Oranı	41
3.3.2 Tüketilen Nitrojen (C <sub>N</sub> ) ve Günlük Nitrojen Boşaltımı	43
3.4 TARTIŞMA	46
3.5 ÖNERİLER	47

## **4.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi/Büyüme, Yem Tüketimi ve Yağ Asidi Değişimi**

**48**

4.1 Ön Bilgi	50
4.1.1 II. Grup Denemelerinde Kapsam Değişikliği	50
4.2 GİRİŞ	52
4.3 MATERYAL ve YÖNTEM	55
4.3.1 Deneme Grupları ve Yemlerinin Hazırlanması	55
4.3.2 Materyal ve Denemenin Yönetilmesi	55
4.3.3 Denemede Alınan Parametreler	56
4.3.4 Besin Madde Bileşenleri Analizleri	56
4.3.5 Yağ Asidi Analizleri	58
4.3.6 Sindirilebilirlik Denemesi	58
4.3.7 Yemlerin Ekonomik Analizi ve İstatistiksel Hesaplamalar	59
4.4 BULGULAR	62
4.4.1 Yem Yağ Asidi Kompozisyonu	62
4.4.2 Büyüme Performansı	62
4.4.3 Tüm Vücut/Kas Besin Madde bileşenleri ve Yağ Asidi Kompozisyonu	64
4.4.4 Protein, Lipit ve Yağ Asitlerinin Sindirilebilirliği	68
4.4.5 Yemlerin Ekonomik Analizi	70
4.5 TARTIŞMA	73
4.6 ÖNERİLER	77

## **5.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi- Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

**78**

5.1 GİRİŞ	80
5.2 MATERYAL VE YÖNTEM	83
5.3 BULGULAR	85
5.3.1 Günlük Toplam Amonyak- (TAN) ve Üre-Nitrojeni (N) Boşaltım Oranı	85
5.3.2 Tüketilen Nitrojen (C <sub>N</sub> ) ve Günlük Nitrojen Boşaltımı	87
5.4 TARTIŞMA	90
5.5 ÖNERİLER	92

## **6.0 Sıcaklık Denemeleri-I: Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik**

**93**

6.1 Ön Bilgi	95
6.1.1 Sıcaklık Denemesinde Test Yemlerinin Formülasyonunda Yapılan Kapsam Değişikliği	95
6.1.2 Sıcaklık Denemesinde Sıcaklık İle İlgili Yapılan Kapsam Değişikliği	97
6.2 GİRİŞ	98
6.3 MATERYAL ve YÖNTEM	102
6.3.1 Denemenin Dizaynı	102
6.3.2 Denemenin Yönetimi ve Su Sıcaklıklarının Kontrolü	102

6.3.3 Deneme Ünitesi ve Denemenin Yönetimi	103
6.3.4 Besin Madde Bileşenleri ve Yağ Asidi Analizleri	104
6.3.5 Sindirilebilirlik Denemesi	104
6.3.6. Sindirim Sistemi Boşaltım Süresinin Belirlenmesi	105
6.3.7 Deneme Yemlerinin Fiziksel Özellikleri	107
6.3.8 İstatistik Analizler	107
6.4 BULGULAR	109
6.4.1 Yemlerin Yağ Asidi Kompozisyonu	109
6.4.2 Gruplardaki Su sıcaklığı ve Oksijen Verileri	109
6.4.3 Büyüme Performansı	111
6.4.4 Yem tüketimi ve Diğer Parametreler	112
6.4.5 Yemlerle Alınan Balık yağı ve Bitkisel yağların Miktarı	114
6.4.6 Tüm Vücut Besin Madde Bileşenleri	115
6.4.7 Tüm Vücut Nötral ve Polar Lipit Kompozisyonu	116
6.4.8 Protein, Lipit ve Yağ Asitlerinin Sindirilebilirliği	120
6.4.9. Mide Boşaltım Süresi ve Oranı	120
6.4.10 Ön Bağırsak Boşaltım Süresi	121
6.4.11 Deneme Yemlerinin Fiziksel Özellikleri	124
6.5 TARTIŞMA	126
6.7 ÖNERİLER	129
<b>7.0 II. Grup Denemeleri-II: Sıcaklık Denemeleri: Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı</b>	<b>130</b>
7.1 GİRİŞ	133
7.2 MATERYAL ve YÖNTEM	135
7.3 BULGULAR ve TARTIŞMA	137
7.4 ÖNERİLER	142
<b>8.0 Sıcaklık Denemeleri-III: Optimum Su Sıcaklığında Bitkisel Yağların Döngülü Beslemenin Büyüme ve Yem Tüketimine Etkileri</b>	<b>144</b>
8.1 Ön Bilgi	145
8.2 GİRİŞ	147
8.3 MATERYAL ve YÖNTEM	149
8.3.1 Sindirilebilirlik Denemesi	150
8.3.2 İstatistik Analizleri	151
8.4 BULGULAR	153
8.5 Denemenin Şu Anki Durumu	154
<b>9.0 KAYNAKLAR</b>	<b>156</b>
Ek: Proje Özet Bilgi Formu	166

## TABLO LİSTESİ

Tablo No	Tablo Başlıkları	Sayfa No
Tablo 2.1.	Pamuk tohumu yağı denemesinin test yemlerinin içerikleri ve kimyasal kompozisyonları	11
Tablo 2.2.	Denemede kullanılan yağlar ve yemlerin yağ asidi profilleri (mg / g lipit)	12
Tablo 2.3.	Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde büyüme performansı değerleri	22
Tablo 2.4.	Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut ve kaslardaki besin madde bileşenleri	23
Tablo 2.5.	Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut yağ asidi miktarı	24
Tablo 2.6.	Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda kaslardaki yağ asidi miktarı	25
Tablo 2.7.	BY ve PTY yemleriyle beslenen balıkların yemlerindeki yağ asitleri ile kaslardaki yağ asitleri arasındaki farkları ( $\Delta$ ) ve eğimlerden elde edilen eğrilerin bazı spesifik yağ asitleri için korelasyon katsayısı (r) ve eğimleri	26
Tablo 3.1.	Deneme yemleriyle beslenen Avrupa deniz levreği'nde günlük ortalama nitrojen salınımı ve tüketilen % nitrojen ( $C_N$ )	43
Tablo 4.1.	Denemelerde kullanılan kanola yağı ile Avrupa'da yetiştiriciliği yapılan diğer kanola yağlarının yağ asidi profilleri	51
Tablo 4.2.	Pamuk tohumu yağı denemesinin test yemlerinin içerikleri ve kimyasal kompozisyonları	56
Tablo 4.3.	Deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağlar ve deneme yemlerinin yağ asidi profilleri	57
Tablo 4.4.	130 gün boyunca 4 farklı deneme yemleriyle beslenmiş <i>D. labrax</i> genç bireylerinde büyüme ve yem tüketim parametreleri	62
Tablo 4.5.	130 gün boyunca 4 farklı bitkisel yağ kaynaklı yemlerle beslenmiş Avrupa deniz levreği ( <i>D. labrax</i> ) bireylerinin tüm vücut ve fileto besin madde bileşenleri	65
Tablo 4.6.	Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 130 gün sonunda tüm vücut yağ asidi miktarı	66
Tablo 4.7.	Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 130 gün sonunda kaslardaki yağ asidi miktarı	67
Tablo 4.8.	BY ve PTY yemleriyle beslenen balıkların yemlerindeki yağ asitleri ile kaslardaki yağ asitleri arasındaki farkları ( $\Delta$ ) vermektedir	69
Tablo 4.9.	Lipit kaynağı olarak yemlerde kullanılan pamuk tohumu, kanola yağı ve her iki bitkisel yağ karışımının yüzde ortalama ( $\pm$ standart sapma) görünür kur madde, protein ve lipit sindirilebilirliği	69
Tablo 4.10.	Deneme yemlerinin ekonomik analizi	72
Tablo 5.1.	Deneme yemleriyle beslenen Avrupa deniz levreği'nde nitrojen salınımı verileri. Yemlerin kısaltmaları yukarıdaki tablolarda verildiği gibidir.	85

<b>Tablo 6.1.</b>	Pamuk tohumu ve kanola yağının balık yağı ile değiştirildiği kontrol (balık yağı) ve bitkisel miks yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonları	104
<b>Tablo 6.2.</b>	Deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağlar ve deneme yemlerinin yağ asidi profilleri	110
<b>Tablo 6.3.</b>	Deneme sonunda alınan; ortalama final ağırlığı, spesifik büyüme oranı (SBO), ağırlık kazancı (%), günlük büyüme etkinliği (g/gün), ısı büyüme oranı, yem çevirim oranı, günlük yem alımı (g/gün), protein etkinlik oranı (PEO), protein değerlendirme oranı, karaciğer somatik indeksi, iç organ yağları indeksi ve yaşama oranı (%)	113
<b>Tablo 6.4.</b>	İki yönlü varyans analizi tablosu, su sıcaklığının, yemlerin ve her ikisinin etkileşimi (interaksiyon)	114
<b>Tablo 6.5.</b>	120 gün boyunca 2 farklı sıcaklıkta ve 3 farklı bitkisel yağ kaynaklı yemlerle beslenmiş Avrupa deniz levreği ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) genç bireylerinin tüm vücut besin madde bileşenleri	116
<b>Tablo 6.6.</b>	İki yönlü varyans analizi tablosu, su sıcaklığının, yemlerin ve her ikisinin etkileşimi (interaksiyon)	116
<b>Tablo 6.7.</b>	Deneme yemleriyle ve iki farklı sıcaklıkta beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut nötral yağ asidi miktarları	118
<b>Tablo 6.8.</b>	Deneme yemleriyle ve iki farklı sıcaklıkta beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut polar yağ asidi miktarları	119
<b>Tablo 6.9.</b>	Lipit kaynağı olarak yemlerde kullanılan yemlerin her iki sıcaklıkta yüzde ortalama ( $\pm$ standart sapma) görünür kuru madde, protein ve lipit sindirilebilirliği	120
<b>Tablo 7.1.</b>	24 ve 30 C° de tutulan ve balık yağı yerine %30 (Miks 1) ve 60 (Miks 2) oranında PTY ve KY yağlarının eşit oranda karışımları ile beslenen Avrupa deniz levreği'nde günlük nitrojenli atık salınımı verileri	139
<b>Tablo 8.1.</b>	Deneme yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonları	150
<b>Tablo 8.2.</b>	Deneme sonunda alınan; ortalama final ağırlığı, spesifik büyüme oranı (SBO), ağırlık kazancı (%), günlük yem alımı (g/gün) ve yem çevirim oranı	153

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Şekil Başlığı	Sayfa No
Şekil 2.1.	Deneme gruplarının toplam yağ alımı (g yem alımı x diyetdeki BY ve/veya PTY miktarının yüzdesel miktarı)	22
Şekil 2.2.	Deneme yemleriyle beslenen levreklerin kaslarındaki ve yemlerdeki 14:0, LA (18:2n-6), EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) yağ asitlerinin konsantrasyonu arasındaki ilişki	27
Şekil 2.3.	Deneme yemlerinin ekonomik analiz sonuçları	28
Şekil 3.1.	Gün içerisinde deneme tanklarındaki amonyak nitrojeni ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) boşaltımı. Yemlemeler; 08:30. 13:30 ve 18:30'da yapılmıştır	42
Şekil 3.2.	Gün içerisinde deneme tanklarındaki üre nitrojeni (üre-N) boşaltımı. Yemlemeler; 08:30. 13:30 ve 18:30'da yapılmıştır	42
Şekil 3.3.	TAN ile tüketilen nitrojen ( $\text{C}_\text{N}$ , mg N/kg/gün) arasında ilişki	44
Şekil 3.4.	Üre-nitrojeni ile tüketilen nitrojen ( $\text{C}_\text{N}$ , mg N/kg/gün) arasında ilişki	44
Şekil 3.5.	Tutulan nitrojen + atık nitrojen ile üre-nitrojeni arasındaki ilişki	45
Şekil 4.1.	Yemlerde dışkıdaki toplam yağ asidi miktarı (mg / g lipit)	70
Şekil 4.2.	Dışkıda sindirilemeyen spesifik yağ asitleri yağ asidi miktarı (mg / g lipit)	71
Şekil 5.1.	Deneme yemleriyle beslenen Avrupa deniz levreği'nde nitrojen salınımı verileri.	86
Şekil 5.2.	Gün içerisinde deneme tanklarındaki üre nitrojeni (üre-N) boşaltımı	86
Şekil 5.3.	Günlük ortalama nitrojen boşaltım oranı ile $\text{C}_\text{N}$ (mg N/kg/gün) arasındaki ilişki	88
Şekil 5.4.	Üre-nitrojeni (% $\text{C}_\text{N}$ ) ve günlük üre-nitrojeni (üre-N) arasındaki ilişki	88
Şekil 5.5.	Tutulan nitrojen + atık nitrojen ile üre-nitrojeni arasındaki ilişki	89
Şekil 6.1.	Pamuk tohumu yağının farklı oranlarda balık yağı ile değiştirilmesiyle elde edilen yemlerle beslenen levreklerde fileto yağ asidi profili	96
Şekil 6.2.	%100 bitkisel (PTY100 ve KY100) ve her iki bitkisel yağın %50 karışımları (KY50/PTY50) ile hazırlanmış yemlerle beslenen levreklerde fileto (A) ve tüm vücut (B) yağ asidi profilleri	97
Şekil 6.3.	24°C ve 30°C yetiştirilen Avrupa deniz levreği ( <i>D. labrax</i> )'nin tükettikleri yemlerle doğru orantılı olarak aldıkları bitkisel ve balık yağı miktarları (g / g balık).	115



<b>Şekil 6.4.</b>	48 süre boyunca yapılan örneklemelerde 24°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde midede kalan yemleri zaman karşı üstel eğrisi	122
<b>Şekil 6.5.</b>	48 süre boyunca yapılan örneklemelerde 30°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde midede kalan yemlerin zamana karşı üstel eğrisi	122
<b>Şekil 6.6.</b>	48 süre boyunca yapılan örneklemelerde 24°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde ön bağırsakta kalan yemlerin zamana karşı üstel eğrisi	123
<b>Şekil 6.7.</b>	48 süre boyunca yapılan örneklemelerde 30°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde ön bağırsakta kalan yemlerin zamana karşı doğrusal eğrisi	124
<b>Şekil 6.8.</b>	Test yemlerinin batış hızı ve tank başına tüketilen ortalama yem miktarının 60. gün yem verilerine göre ilişkisi	125
<b>Şekil 7.1.</b>	24°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek ( <i>D. labrax</i> ) bireylerinde günlük total amonyak nitrojeni (TAN) dalgalanmaları	137
<b>Şekil 7.2.</b>	24°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek ( <i>D. labrax</i> ) bireylerinde günlük Üre-Nitrojeni salgılanışına ait dalgalanmalar	138
<b>Şekil 7.3.</b>	30°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek ( <i>D. labrax</i> ) bireylerinde günlük total amonyak nitrojeni (TAN) dalgalanmaları	141
<b>Şekil 7.4.</b>	30°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek ( <i>D. labrax</i> ) bireylerinde günlük Üre-Nitrojeni salgılanışına ait dalgalanmalar	141
<b>Şekil 8.1.</b>	Deneme süresince 15'er günlük dönemlerde alınan ortalama yem tüketimi (g/tank). 2HFT BY60 ve 2HFT BY80 grubu bireyleri, 15-30. ve 30-45. günlerde balık yağı içeren yemlerle beslenmişlerdir	154

## İŞARETLER VE KISALTMALAR\*

---

LA	: Linoleik Asit
LNA (ALA)	: $\alpha$ -linolenik Asit
ARA	: Araşidonik Asit
EPA	: Eikosapentaenoik Asit
DHA	: Dokosaheksaenoik Asit
BY	: Balık Yağı
PTY	: Pamuk Tohumu Yağı
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı
YÇO	: Yem Çevirim Oranı
PEO	: Protein Etkinlik Oranı
EÇO	: Ekonomik Çevrim Oranı
EFI	: Ekonomik Fayda İndeksi
NÖM	: Nitrojenli Öz Madde
PDO	: Protein Değerlendirme Oranı
HSI	: Hepato Somatik İndeks
İOYİ	: İç Organ Yağ İndeksi
DYA	: Doymuş Yağ Asitleri
YDYA	: Yüksek Doymamış Yağ Asitleri
ÇDYA	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
KY	: Kanola Yağı
TDYA	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
OA	: Oleik Asit

---

\* Kısaltmalar metin içerisindeki sırasına göre listelenmiştir.

## Farklı Su Sıcaklıklarında, Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*) Yemlerindeki Balık Yağının, Kanola ve Pamuk Tohumu Yağlarıyla Değiştirilmesi

### Sonuç Raporu - TÜBİTAK

Doç.Dr. Tufan EROLDOĞAN; Doç.Dr. Mahmut GÖKÇE; Yrd.Doç.Dr. Oğuz TAŞBOZAN; Yrd.Doç.Dr. Kenan ENGİN; Dr. Gül KİRİŞ; Arş.Gör. Suhan TABAKOĞLU; Arş.Gör. Teslime TOKU; Arş.Gör. Asuman YILMAZ ve Arş.Gör. Abdüllatif ÖLÇÜLÜ

### Teşekkür

Projeyi destekleyen kuruluş olan TÜBİTAK-TOVAG başkanlığına teşekkür ederiz. Buna ek olarak, projemize aynı yardım yapan ana firmalardan SİBAL black sea feed, AKUVATUR Su Ürünleri ve diğer aynı yardım yapan Kılıç Yem, AgroMey Su Ürünleri firma yetkililerine katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca, projenin yağ asidi analizlerinin bir kısmının yapıldığı Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümünün tüm öğretim elemanlarına, özellikle Doç.Dr. Murat ARSLAN ve Arş.Gör. Nejdet SİRKECİOĞLU'na her türlü desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç biliriz.

### Yönetici Özeti

Söz konusu projede Türkiye'de üretimleri yapılan ve ekonomik öneme sahip bitkisel yağlardan pamuk tohumu ve kanola yağlarının Avrupa deniz levreği bireyleri yemlerinde kullanımının büyüme, yağ asidi, sindirilebilirlik ve nitrojenli atıklar üzerine etkileri araştırılmıştır. Proje çalışmalarının aktarıldığı bu sonuç raporunda projenin her bir denemesi için giriş, literatür özeti, bulgular ve tartışma verilmiştir. Raporun ilk denemesinde (I. Grup Denemeleri), pamuk tohumu yağının farklı oranlarda değiştirilmesinin levrek bireyleri üzerine etkileri, büyüme, yem alımı, yağ asidi kompozisyonu ve nitrojenli atık verileri dikkate alınarak verilmiştir. İkinci bölümde (II. Grup Denemeleri) tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerin levrek tarafından nasıl değerlendirildiği büyüme, besinsel maddelerin ve yağ asitlerinin sindirilebilirliği ele alınarak verilmiştir. Ayrıca, nitrojenli atıkların bu yemlerle beslenen bireylerde nasıl değiştiği de araştırılmıştır. II. Grup Denemelerinde ise optimum ve yüksek su sıcaklıklarında nötral ve polar lipitler ile sindirim kanalı boşaltım süreleri büyüme ve yem alım verileri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Her iki su sıcaklığında beslenen levrek bireylerinin amonyak- ve üre-nitrojeni miktarları da bu proje raporunda ele alınmıştır. Proje kapsamında ayrıca, 18°C gibi düşük sıcaklıklarda da bir deneme kurulmasına karşın balıklarda meydana gelen iştah kaybı ve ölümler neticesinde sonuç raporunda bu kısım verilememiştir. Bu çalışmanın yerine, ekstradan ve projede taahhüt edilmediği halde bir çalışma daha kurgulanmıştır. Farklı oranlarda bitkisel yağ karışımları içeren yemlerin levrek yavrularında döngülü olarak verilmesinin ilk sonuçları da tartışılmıştır.

## Öz

Bu proje ile pamuk tohumu (PTY) ve kanola (KY) yağlarının Avrupa deniz levreği bireyleri yemlerinde kullanımı araştırılmıştır. I. Grup Denemeleri sonunda balık yağı yerine %100'a kadar PTY'nin kullanılabileceği ancak tüm vücut ve kaslardaki (fileto) n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin (ÇDYA) azaldığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, nitrojenli atık miktarında önemli ölçüde bir değişiklik bulunmamıştır. II. Grup Denemelerinde ise tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerin levrek bireyleri tarafından değerlendirildiği tamamen KY ile beslenen bireylerin kontrol grubu (%100 balık yağı-BY) bireyleriyle aynı büyüme elde edilirken, BY grubuna en yakın yağ asidi profili tamamen PTY'li grup bireylerinde gözlenmiştir. Diğer taraftan, %100 bitkisel yağlarla beslenen bireylerin doymamış yağ asitlerini daha az sindirdikleri ve ÇDYA'ları daha fazla sindirebildikleri bu çalışma ile ilk defa levrek türünde belirlenmiştir. Özellikle tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen levrek bireylerinde enerji bütçesinin araştırılması gerektiği ortaya konmuştur. III. Grup Denemelerinde ise yem içerisinde bitkisel yağ kullanımının yağ asidi metabolizması üzerine su sıcaklığından daha etkili olduğu bulunmuştur. Yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının %0'dan (tamamen balık yağı) %60'a kadar çıkartılması (Miks-1) yemlerin sindirim kanalında daha uzun süre kalmasını sağladığı ancak su sıcaklığının mide ve ön bağırsak boşaltımına etkili olmadığı levrek türünde ilk defa belirlenmiştir. Bu denemede ayrıca, test yemlerinde kullanılan bitkisel yağların yağ asidi metabolizması üzerine su sıcaklığından daha etkili olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, su sıcaklığının polar lipitleri nötral lipitlere göre daha fazla etkilediği ve balıkların polar lipitleri daha fazla kullandıkları belirlenmiştir.

## 1.0 Giriş

Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L.) diğer ılıman ve sıcak iklim balıklarına kıyasla, karnivor (etçil) bir deniz balığı türü olup yukarıda sıralanan yağ asitlerinin bioçevriminde düşük bir kapasiteye sahiptir. Ancak, karbon 18'li yağ asitlerinin zincir uzaması ve desaturasyonunu (doymamış forma dönüştürülmesi) sağlayan enzimlerin her birinin üretimi, azda olsa, levrek bireylerinde (MOURENTE ve ark., 2005; TURCHINI ve ark., 2009) tespit edilmiştir. Bu nedenle, levrek yemlerinde n-3 yüksek doymamış yağ asitleri içeriğinin dengeli olması gerekmektedir. Bu türün yemlerinde balık ve bitkisel yağların değiştirildiği en son çalışmalar değerlendirildiğinde, balık yağının %60 oranında bitkisel yağlarla veya karışımlarıyla değiştirilebildiği de yeni yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (YILDIZ ve ŞENER, 1997; IZQUIERDO ve ark., 2003; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006; RICHARD ve ark., 2006; MARTINS ve ark., 2006).

Pamuk tohumu yağı (PTY) Dünya sıralamasında listelenen on yedi yağ içerisinde diğer bitkisel yağlarla karşılaştırıldığında dokuzuncu sırada yer almaktadır. PTY palmitik (%23), oleik (%17) ve linoleik (%56) yağ asitlerinin haricinde düşük miktarda linolenik içermektedir (GUNSTONE ve HARWOOD, 2007). İlginç olarak, pamuk tohumu yağının balık yemlerinde kullanımı ile ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır. Diğer taraftan, kanola yağının hem tatlı su hem de deniz balıklarında kullanımı ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur ve bu yağ kaynağının balık yağına alternatif olabileceği bildirilmiştir (MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006; RICHARD ve ark., 2006; MARTINS ve ark., 2006; TURCHINI ve ark., 2009).

Bu proje ile pamuk tohumu ve kanola yağının Avrupa deniz levreği yemlerindeki balık yağına alternatif olabilirliği hem büyüme hem de yağ asidi değişimleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Proje yemlerinin sindirilebilirlikleri de incelenmiştir. Ayrıca, balık

yağının bu bitkisel yağların farklı oranlarında ve tamamen değiştirilmesi sonucu hem optimum hem de maksimum su sıcaklıklarında amonyak- ve üre-nitrojeni metabolizması dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Projede ayrıca, bitkisel yağ karışımlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen levrek bireylerinin bitkisel yağları nasıl sindirdiği ve vücutta absorbe edilen ve absorbe edilmeyen yağ asitlerinin miktarları deniz levreği türünde ilk defa belirlenmiştir.

### 1.1 Taahhüt Edilen Hedefler

- 1) Pamuk tohumu yağının değişim oranının en etkili şekilde değiştirildiği oranlar büyüme, yem değerlendirilmesi, yağ asidi profilleri (fileto ve tüm vücut) yapılmıştır. [Başarılmıştır]
- 2) Deneme yemlerinin ekonomik analizleri yapılmıştır. [Başarılmıştır]
- 3) Pamuk tohumu yağlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen Avrupa deniz levreğinin çevreye bıraktığı amonyak- ve üre-nitrojeni boşaltımı, azot tutulumu ve enerji harcanması tespit edilmiştir. [Başarılmıştır]
- 4) Tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerin büyüme, kaslardaki ve tüm vücuttaki yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmış ve bu yemlerin balık tarafından nasıl değerlendirildiği ele alınmıştır. [Başarılmıştır]
- 5) Tamamen bitkisel yağlı yemlerle alınan yağ asitlerinin sindirilebilirliği ve absorbe edilmeyen yağ asitlerinin kompozisyonu ilk defa deniz levreği türünde ortaya konulmuştur. [Başarılmıştır]
- 6) %100 bitkisel yağlarla hazırlanan yemlerin Avrupa deniz levreğinin amonyak- ve üre-nitrojeni metabolizması temel hatlarıyla ortaya çıkartılmıştır. [Başarılmıştır]
- 7) Balık yağının tamamen bitkisel yağlarla değiştirilmiş yemlerin ekonomik analizleri yapılmıştır. [Başarılmıştır]
- 8) Optimum ve maksimum sıcaklıklarda Avrupa deniz levreğinin bitkisel yağları nasıl değerlendirildiği hem büyüme hem de yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri incelenerek değerlendirilmiştir. [Başarılmıştır]
- 9) Optimum ve maksimum sıcaklıklarda, bitkisel yağlarla beslenen levrek bireylerinde nitrojenli atıkların metabolizması, balık nitrojen boşaltımı ve vücutta tutulan azot mekanizmasının metabolizması açıklanmıştır. [Başarılmıştır]

### 1.2 Proje Çıktıları

- *Deniz levreği yemlerinde pamuk tohumu yağının kullanılabilirliği bu proje ile ilk defa ortaya konulmuştur.*

Projenin I. denemelerinde pamuk tohumunun %60 kadar değiştirilebileceği bulunurken bu değişim oranının ekonomik olarak önerilebilecek bir değişim oranı olduğu belirlenmiştir. Ticari boyutta yem sanayisinin bu yağ kaynaklarının %60'a kadar miksler halinde kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

- *Tamamen bitkisel yağların kullanımı sonucu bu yağların ve yağ asitlerinin sindirilebilirliği deniz levreğinde ilk defa araştırılmıştır.*

Deniz levreğinde %100 bitkisel yağların kullanımının mümkün olduğu görülmüştür. Ancak, bu türün ticari boyutlarda %100 bitkisel yağlarla beslendikten sonra balık yağlı yemlerle beslenmesi ve farklı stratejilerin denenmesi de önemlidir. Özellikle, bitkisel yağların balık yağı ile döngülü şekilde kullanılması önerilebilecek bir strateji olabileceği düşünülmektedir.

- *Bitkisel yağların kullanımı sonucu balıklardaki nitrojenli atıkların tespiti net bir şekilde ortaya konmuştur.*

Deniz levreğinde bitkisel yağların tek başlarına farklı oranlarda kullanılması sonucunda yemlemenin ardından nitrojenli atıkların yemeleme sonrasında arttığı ileriki çalışmalarda membran lipitlerinin etkisinin araştırılması gerektiği belirlenmiştir.

- *Bitkisel yağların nötral, polar lipitler ve sindirim kanalı boşaltım süresine etkisinin su sıcaklığına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.*

Optimum ve maksimum su sıcaklıklarının polar lipitleri etkilediği ancak bitkisel yağların her iki lipit formunu da değiştirdiği bulunmuştur. Yemlerdeki bitkisel yağların miktarı ile mide boşaltım süresinin doğru orantılı olduğu bulunmuştur.

## **2.0 I. Grup Denemeleri**

---

Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı-  
Büyüme, Yem Tüketimi ve Yağ Asidi Değişimi

---

**2.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı- Büyüme, Yem Tüketimi ve Yağ Asidi Değişimi**

**BÖLÜM I. GİRİŞ**



## 2.1 GİRİŞ

Balık yetiştiriciliğinde, tüketimlik olmayan balıkların un ve yağları balık yem sanayisinde kullanılarak başarılı bir balık üretimi yapmaktadır. İnsan tüketiminde değerlendirilen balık miktarının artması sonucu balık yetiştiricilik sektörü her yıl %8-10 arasında bir artış göstermektedir (TIDWELL ve ALLAN, 2002). Net olarak, bu artış devam ettiği sürece yemlerde kullanılan balık unu ve yağının kullanımı, dolayısıyla doğal stoklara olan baskı da, artacaktır. Yıllara göre balık unu ve yağının üretimi incelendiğinde, yem sanayisinde ileride kullanılacak ham madde kaynaklarının iyi seçilmesi önem arz etmektedir (NAYLOR ve ark., 1998; TIDWELL ve ALLAN, 2002; TACON ve ark., 2006; TACON ve METIAN, 2008). Dolayısıyla, yem endüstrisinin gelecekteki büyümesinin garantiye alabilmek için alternatif lipid ve protein kaynaklarının araştırılması zorunludur. Bitkisel yağ kaynakları balık yağına alternatif olabilecek ilk ve en önemli adaylardandır ve son 20 yıldır üretimleri günden güne artmıştır (HARDY ve TACON, 2002; MOURENTE ve BELL, 2006). Balık yağının bitkisel yağlarla değiştirilmesiyle ilgili tatlı su türlerinde yapılan çalışmalarda; balık yağının soya, keten, kanola, zeytin ve palmye yağları ile değiştirilebileceği bildirilmiştir (BELL ve ark., 2001; ROSENLUND ve ark., 2001; TORSTENSEN ve ark., 2000; MOURENTE ve BELL, 2006). Bununla birlikte, deniz balıklarının, bitkisel yağlarda yoğun miktarlarda bulunan, linoleik (LA) ve linolenik (LNA) yağ asitlerinin araşidonik asit (ARA), eikozapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoik (DHA) asitlere bio-çevrim yetenekleri sınırlıdır. Bundan dolayı, denizel türler için balık yağının bitkisel yağlarla kısmi olarak değiştirilerek kullanılması, esansiyel yağ asitlerinin dengeli bir şekilde yemlerde bulunmasını sağlayacaktır (IZQUIERDO ve ark., 2005; BENEDITO-PALOS ve ark., 2008b).

Diğer ılıman ve sıcak iklim balıklarına kıyasla, Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L.) karnivor (etçil) bir türü olup yukarıda sıralanan yağ asitlerinin bio-çevriminde düşük bir kapasiteye sahiptir. Ancak, karbon 18'li yağ asitlerinin zincir uzaması ve desaturasyonunu (doymamış forma dönüştürülmesi) sağlayan enzimlerin her birinin üretimi, azda olsa, levrek bireylerinde tespit edilmiştir (MOURENTE ve ark., 2005; TURCHINI ve ark., 2009). Bu nedenle, levrek yemlerinde n-3 YDYA (HUFA, yüksek doymamış yağ asitleri) içeriğinin dengeli olması gerekmektedir. Avrupa deniz levreğinin yemlerinde balık yağı ile bitkisel yağların değiştirildiği en son çalışmalar değerlendirildiğinde RICHARD ve ark. (2006) levrek bireylerinde (5 g) balık yağının %60'a kadar bitkisel yağ karışımları (%24 keten tohumu, %12 palmye yağı ve %24 kanola yağı) ile büyümede bir problem olmadan değiştirilebileceğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, kısa ve uzun süreli bir çok çalışmada, deniz levreği yemlerinde balık yağının tamamen veya kısmi olarak bitkisel yağlarla değiştirilmesi büyümeyi olumsuz olarak etkilememiştir (YILDIZ ve ŞENER, 1997; IZQUIERDO ve ark., 2003;

FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006; MARTINS ve ark., 2006).

Pamuk tohumu yağı (PTY) dünya sıralamasında listelenen ekonomik onyedinci bitkisel yağ içerisinde dokuzuncu sırada yer almaktadır. Özellikle, ülkemizin güney bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan pamuk tohumundan elde edilen bu yağ gıda ve yağ sanayinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bir çok bitkisel yağ kaynağı gibi pamuk tohumu yağının fiyatı da biyodizel üretiminden dolayı son yıllarda artmıştır. PTY yüksek miktarda palmitik (%23), oleik (%17) ve linoleik (%56) yağ asitlerini içerirken, düşük miktarda LNA içermektedir (GUNSTONE ve HARWOOD, 2007). Buna ek olarak, rafine edilmiş PTY, fosfolipit ve bazı tokoller (örneğin; tokoferol ve tokotrienol) içermektedir. Bu sebeple, PTY'nin yukarıda sayılan özelliklerinden dolayı deniz balıklarının yemlerinde potansiyel bir yağ kaynağı olabileceği düşünülebilir.

Balık yağının PTY ile değiştirilmesiyle ilgili yeni birkaç çalışma mevcuttur. Mısırlı araştırmacı WASSEF ve ark., (2009) çipura bireylerinde (130 g) %60 oranında balık yağını bitkisel yağ karışımı (PTY ve ayçiçeği yağı) ile değiştirmiş ve bu yemlerin balık büyüme ve sağlığına olumsuz bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Bununla birlikte, Avrupa deniz levreğinde PTY'nin kullanımıyla ilgili olarak sadece bir çalışma mevcuttur. WASSEF ve arkadaşları tarafından 2004 yılında 1,9 g'lık levrek bireylerinde yapılan bu çalışmada balık yağı ile %60 oranında PTY, keten tohumu ve ayçiçeği yağı (1:1:1, hacim/hacim) levrek bireylerinde 24 hafta boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonunda, %60 oranındaki bu karışımın levrek bireylerinin büyümesine olumsuz yönde etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, çalışmada eksik kalan en önemli kısım ise, deneme sonunda balıkların yağ asidi kompozisyonunun nasıl değiştiğinin belirlenmemiş olmasıdır. WASSEF ve ark., (2004) deneme sonunda test balıklarının yağ asidi kompozisyonuna bakmadıkları için çalışmanın en önemli ayağı tamamlanamamıştır.

Literatürde Avrupa deniz levreği için kullanılan bitkisel yağlar incelendiğinde, pamuk tohumu yağının bu türün büyüme ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu amaçla, projenin ilk denemesinde balık yağının pamuk tohumu yağı ile %0, %40, %60, %80 ve %100 oranında değiştirilmesinin 35 g'lık deniz levreği bireylerinde a) büyüme performansı, b) yem tüketimi, c) tüm vücut ve d) kaslardaki yağ asidi değişimleri üzerine etkileri ve e) deneme yemlerinin ekonomik analizleri araştırılmıştır.

---

**2.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı- Büyüme, Yem Tüketimi ve Yağ Asidi Değişimi**

## **BÖLÜM II. MATERYAL VE YÖNTEM**

## 2.2 MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.2.1 Deneme Yemleri

Test yemlerinde kullanılan ham maddeler, formülasyonu ve yemlerde kullanılan yağların yağ asidi analizleri ve yemlerin yağ asidi analizleri sırasıyla Tablo 2.1. ve Tablo 2.2.'de verilmiştir. Deneme yemleri isoproteolitik (~%48 protein, kuru madde üzerinden %52 olarak bulunmuştur), isoenerjik (~18 MJ/kg enerji) ve isolipitik (~23%) olacak şekilde ve levreklerin ihtiyaç duyduğu NRC'nin bildirdiği protein, enerji ve lipit miktarları dikkate alınarak formüle edilmiştir. Buna göre test yemleri:

1. diyet: kontrol yemi içerisinde %100 balık yağı (BY),
2. diyet: %40 pamuk tohumu yağı (PTY40) + %60 balık yağı,
3. diyet: %60 (PTY60) + %40 balık yağı,
4. diyet: %80 (PTY80) + %20 balık yağı
5. diyet: %100 (PTY100) + %0 balık yağı şeklinde formülize edilmiştir.

Deneme yemleri 3,0-3,5 mm olacak şekilde baskı pelet yem makinemiz ile yapılmıştır. Deneme yemleri içerisine konulacak olan, balık yağı (hamsi yağı), balık unu, vitamin ve mineral karışımları v.b. katkı maddeleri SİBAL A.Ş. Black Sea Feed firması tarafından aynı yardım olarak sağlanmıştır. Test yemlerinde balık yağı ile değiştirilen rafine edilmiş pamuk tohumu yağı Adana ÇUKOBİRLİK'ten satın alınmıştır. Mısır glütenu SUNAR Mısır isimli firmadan alınırken karboksi metil selüloz ticari formda alınmıştır.

### 2.2.2 Materyal

Denemede kullanılan Avrupa deniz levreği bireyleri (5-6 g) AKUVATUR Su Ürünleri Tic. ve San. A.Ş. tarafından aynı yardım olarak sağlanmıştır. Denemede kullanılacak ana stok balıkları (n=1000) 3 haftalık alıştırmaya süresi boyunca 4 tonluk tanklarda beslenmişlerdir. Bu süre içerisinde, balıkların beslenmesinde ticari levrek yemi (ham protein %48; ham yağ %12; kül %12 ve kuru madde %12) kullanılmıştır. İşletme koşullarına alıştırmaya balıklar tesisimizde yaklaşık 20-30 g'a getirildikten sonra test yemlerinin denenmesine geçilmiştir.

Tablo 2.1. Pamuk tohumu yağı denemesinin test yemlerinin içerikleri ve kimyasal kompozisyonları.

Yem içerikleri (g/kg)*	BY	PTY40	PTY60	PTY80	PTY100
Balık Unu <sup>1</sup>	425	425	425	425	425
Mısır Glütteni	221	221	221	221	221
Buğday unu	90	90	90	90	90
Balık yağı <sup>2</sup>	120	72	48	24	0
Pamuk Tohumu Yağı	0	48	72	96	120
Karboksi Metil Selüloz	42	42	42	42	42
Di Kalsiyum Fosfat	27	27	27	27	27
Mineral Karışımı <sup>3</sup>	20	20	20	20	20
Vitamin Karışımı <sup>3</sup>	10	10	10	10	10
L-Lizin <sup>4</sup>	20	20	20	20	20
DL-Metiyonin <sup>4</sup>	25	25	25	25	25
<i>Analiz Edilen Kimyasal Kompozisyon (g/kg kuru ağırlık)</i>					
Kuru madde	87,9	86,6	86,1	85,8	84,7
Protein	48,6	48,5	48,9	48,7	48,3
Lipit	24,4	22,3	22,8	23,8	23,3
Nitrojenli öz madde <sup>5</sup>	17,5	19,9	18,9	18,2	19,0
Ham kül	9,4	9,4	9,4	9,3	9,4
Toplam Enerji (MJ/kg yem)	18,8	18,2	18,2	18,4	18,1
Protein:Enerji	25,8	26,7	26,8	26,4	26,7

PTY'nin yanındaki rakamlar pamuk tohumu yağının değişim oranını göstermektedir.

<sup>1</sup> SİBAL A.Ş. Black Sea Feed, firması tarafından sağlanmıştır (Hamsi unu olup %70 protein içermektedir).

<sup>2</sup> Balık (hamsi) yağı (Sibal black sea feed, İzmir).

<sup>3</sup> Vitamin ve mineraller NRC'nin önerdiği miktarlarda sağlanmıştır.

<sup>4</sup> %99 saflaştırılmış kristarilize amino asitler.

<sup>5</sup> Nitrojenli öz madde: 100-(protein+lipit+kül).

Tablo 2.2. Denemede kullanılan yağlar ve yemlerin yağ asidi profilleri (mg / g lipit).

Yağ Asit Kompozisyonu	Yemlerde kullanılan yağlar (n=2)		Deneme test yemleri (n=3)				
	Balık yağı	PTY	BY	PTY40	PTY60	PTY80	PTY100
14:0	6,0 ± 0,08	0,6 ± 0,00	6,0 ± 0,39	3,9 ± 0,00	3,2 ± 0,15	2,3 ± 0,05	1,5 ± 0,04
14:1	0,1 ± 0,00	tn*	0,1 ± 0,02	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00	tn
15:0	0,97 ± 0,00	tn	0,97 ± 0,06	0,6 ± 0,00	0,5 ± 0,02	0,3 ± 0,01	0,2 ± 0,01
16:0	20,2 ± 0,17	23,4 ± 0,09	20,6 ± 1,23	20,3 ± 0,05	22,3 ± 0,97	22,4 ± 0,22	23,2 ± 0,22
17:0	0,7 ± 0,01	0,1 ± 0,00	0,2 ± 0,02	0,09 ± 0,00	0,06 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,2 ± 0,01
18:0	4,1 ± 0,01	2,4 ± 0,03	3,8 ± 0,23	3,4 ± 0,02	3,2 ± 0,16	3,1 ± 0,12	2,8 ± 0,06
20:0	0,8 ± 0,01	0,2 ± 0,00	1,1 ± 0,08	0,8 ± 0,01	0,6 ± 0,06	0,3 ± 0,01	0,2 ± 0,01
22:0	0,7 ± 0,00	tn	0,8 ± 0,01	0,5 ± 0,08	0,2 ± 0,01	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,00
24:0	0,6 ± 0,00	tn	tn	tn	tn	tn	tn
17:1	0,4 ± 0,13	tn	0,5 ± 0,02	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,2 ± 0,00	0,2 ± 0,01
∑ DYA	34,7 ± 0,14	26,8 ± 0,06	33,96 ± 1,49	29,97 ±	30,2 ± 1,07	28,7 ± 0,28	28,3 ± 0,36
16:1n7	7,2 ± 0,08	tn	tn	tn	tn	tn	tn
16:1n9	0,5 ± 0,01	0,5 ± 0,00	tn	tn	tn	tn	tn
18:1n9	18,7 ± 0,06	17,1 ± 0,06	17,8 ± 3,31	18,4 ± 0,69	17,2 ± 2,76	18,9 ± 0,16	18,3 ± 0,01
18:2n9	2,1 ± 0,07	tn	tn	tn	tn	tn	tn
20:1n9	0,08 ± 0,00	tn	tn	0,2 ± 0,02	0,2 ± 0,01	tn	tn
22:1n9	tn	tn	0,06 ± 0,00	0,03 ± 0,04	tn	tn	tn
20:1n11	0,8 ± 0,01	tn	tn	tn	tn	tn	tn
∑ TDYA	29,3 ± 0,04	17,6 ± 0,06	17,9 ± 3,31	18,6 ± 0,75	17,3 ± 2,77	18,9 ± 0,16	18,3 ± 0,01
18:2n6	3,2 ± 0,01	55,0 ± 0,28	6,6 ± 0,23	23,96 ±	33,6 ± 1,44	41,3 ± 0,31	48,95 ± 0,43
18:3n6	0,2 ± 0,00	0,2 ± 0,00	0,2 ± 0,07	0,14 ± 0,00	0,2 ± 0,15	0,1 ± 0,08	0,2 ± 0,00
∑ n-6	3,5 ± 0,01	55,2 ± 0,28	6,7 ± 0,28	24,1 ± 0,13	33,8 ± 1,29	41,4 ± 0,23	49,1 ± 0,43
18:3n3	1,3 ± 0,01	0,4 ± 0,00	1,3 ± 0,09	0,97 ± 0,00	0,9 ± 0,04	0,6 ± 0,01	0,5 ± 0,01
18:4n3	1,7 ± 0,04	tn	tn	tn	tn	tn	tn
20:3n3	0,8 ± 0,01	tn	tn	tn	tn	tn	tn
20:5n3	8,7 ± 0,06	tn	7,7 ± 0,39	4,83 ± 0,04	3,1 ± 0,13	1,6 ± 0,07	0,06 ± 0,01
22:6n3	14,6 ± 0,41	tn	13,7 ± 1,77	9,15 ± 0,09	5,8 ± 0,35	2,9 ± 0,18	0,3 ± 0,00
∑ n-3	27,1 ± 0,41	0,4 ± 0,00	22,7 ± 2,19	14,9 ± 0,13	9,8 ± 0,45	5,1 ± 0,26	0,9 ± 0,00
n-3/n-6	7,8 ± 0,01	0,01 ± 0,00	3,4 ± 0,27	0,6 ± 0,01	0,3 ± 0,00	0,1 ± 0,01	0,02 ± 0,00

Sonuçlar ortalama ± standard hatadır. \*tn bu yağ asidinin tanımlanmadığını göstermektedir. Standart hatalarda 0,0 standart hatanın 0,05'den küçük olduğunu göstermektedir.

### 2.2.3 Test Yemlerinin Alıştırılması

Bu çalışmanın amacı, denemede kullanılan yemlerin ne kadar süre sonra balıklar tarafında alınacağını tespit etmektir. Bu amaçla, balıkların test yemlerini istekli alışı ve balıklar tarafından tüketilmeye başlanılmasının gözlemlenmesi için 4 tonluk ön büyütme tanklarında tutulan balıklar, 100% balık yağı içeren (BY) kontrol yemleri ile beslenmişlerdir. Bu sürede balıkların yem alım, yemi kusma aktiviteleri ve diğer hareketleri de incelenmiştir. Ayrıca, balıkların dışkı formları da (ishal ve/veya kabızlık) gözlenmiştir. Balıklar 1 hafta boyunca BY yemleriyle beslendikten sonra %100 PTY (PTY100) yemleriyle de sadece 1 gün içerisinde iki öğün beslenerek, balıkların bu yemleri alıp/almadıkları kontrol edilmiştir. Balıkların, hem kontrol hem de PTY100 yemlerini iştahlı aldıkları gözlemlendikten sonra deneme başlatılmıştır. Bu süre içerisinde, balıklar denemede kullanılacak ışık rejimi (12 saat karanlık:12 saat aydınlık), su sıcaklığı ve diğer parametreler açısından da aynı koşullara alıştırmışlardır.

### 2.2.4 Denemenin Yönetimi

Deneme kapalı bina içerisinde bulunan 500 litrelik silindirik dairesel fiber tanklarda kurulmuştur. Her tanka 20 adet balık (n=3, her bir deneme grubu için 60 adet balık), 3 tekerrürlü olacak şekilde stoklanmıştır. Deneme tanklarının üstleri bir ağ ile kapatılmıştır. Deneme ünitelerinde doğrudan akışlı su sistemleri kullanılmıştır. Tankların su çıkışları bir drenaj sistemine bağlanmıştır. Deneme süresince tankların içerisinde kirlenme (dışkı vb.) gerçekleştiğinde yemlemenin ardından sifon yapılmıştır.

Balıklar günde iki öğün (sabah: 08:30 ve akşam 18:30) olacak şekilde doyana kadar beslenmiştir. Besleme, bundan önce birçok denemeye katılmış deneyimli araştırmacılar tarafından, balıkların yem alım aktivitelerine göre yapılmıştır. Balıklar yem alımlarını durdurduklarında yemleme kesilmiştir. Tüm tankların yemlenmesi bittikten sonra, yemleme tekrardan bir defa daha yapılmıştır. Deneme süresince, her tankın beslenmesinde ortalama 4-5 dakikalık bir besleme süresi, kontrolsüz beslemeyi engellemek amacıyla, dikkatle yapılmıştır. Tüm tankların her öğün beslenmesi toplamda 60-75 dakika arasında değişmiştir. Balıkların beslemesini tüm deneme boyunca aynı kişiler yapmıştır. Balıkların yem tüketimini tespit etmek için, tankların her birine ait yem kavanozlarına 200-250'şer g yem koyulduktan sonra, 10'ar gün aralıkla yapılan ölçümün ardından, kavanozlarda kalan yemler tartılmıştır. Balık tarafından alınan yem (g/gün) miktarları, tüketilen yem miktarının günlere bölünmesiyle bulunmuştur. Deneme ünitesindeki ışık rejimi 12 saat aydınlık:12 saat karanlık olacak şekilde

bina içerisindeki otomatik ayarlı flüoresan lambalarla yapılmıştır. Işık saat 07:30'da otomatik olarak açılmış ve akşam 19:30'da kapanmıştır.

### 2.2.5 Denemede Alınan Parametreler

Balıkların ağırlık ara ölçümleri her on günde bir yapılmıştır. Tüm tartım işlemlerinde, balıkların strese girmelerini engellemek amacıyla 0,3 ml/litre 2-phenoxyethanole (Sigma, St. Louis, MO, USA) kullanılmıştır. Balıklar 0,01 g hassasiyetteki terazide bireysel olarak tartılmışlardır. Ölçümler esnasında, balıklar anesteziyi kovadan tül kepçe ile alındıktan sonra, kuru havlu üzerine alınarak balık yüzeyindeki deniz suyu hafifçe kurulanmıştır. Balıklar daha sonra darası alınmış ve içerisinde deniz suyu bulunan plastik kabın içerisine koyularak 0,01 g'lık hassas terazide tartılmıştır.

Deneme tank sularındaki su sıcaklığı ölçümleri günlük olarak termometre yardımıyla yapılmıştır. Tanklardaki pH ve oksijen değerleri ise 5'er günlük aralıklarla sırasıyla WTW marka pH-metre ve OxyGuard® marka oksijen-metre ile alınmıştır. Oksijen ve pH değerleri sırasıyla  $7,0 \pm 0,50$  mg/l ve  $7,3 \pm 0,52$  olarak ölçülmüştür. Deneme süresince su parametrelerinde tuzluluk için tuzluluk ölçer (Yellow Springs Instrument, Yellow Springs, OH, USA) kullanılmıştır. Deneme tanklarındaki oksijen miktarı hem tank içerisinde hem de tank drenaj kısmından alınmıştır. Tank giriş ve drenaj kısımlarında ölçülen oksijen değerleri sırasıyla  $7,0 \pm 0,4$  mg/l ve  $6,34 \pm 0,3$  mg/l'dir. Diğer su parametrelerinden tuzluluk ise tank içerisinden alınmıştır ve deneme boyunca tanklardaki ortalama tuzluluk  $40 \pm 0,2$  ppt olarak ölçülmüştür.

Başlangıç (BA), ara ölçümler ve final ağırlık (FA) ölçümleri bireysel olarak tartılan balıklardan alınmıştır. Tüm ölçümlerde ham veriler kayıt edilirken, aynı veriler bilgisayarda da kayıt altına alınmışlardır. Denemede, büyüme performansı, yem değerlendirme ve protein tüketim verilerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki hesaplamalardan faydalanılmıştır.

- Spesifik büyüme oranı (SBO, % g/gün) =  $100 \times (\ln FA - \ln BA) / \text{gün}$
- Günlük yem alımı (g/gün) = Tüketilen yem miktarı / zaman
- Yem çevirim oranı (YÇO) = Tüketilen yem miktarı / ağırlık kazancı
- Protein etkinlik oranı (PEO, g/g) = (ağırlık kazancı (g)/yemle alınan toplam protein alımı (g))
- Protein değerlendirme oranı (PDO, %)= protein kazancı (g) x 100/protein alımı (g)



Deneme balıklarının başlangıç yağ asidi ve besin madde bileşenleri profillerinin çıkartılması için 25 adet balık örneklenmiştir. Deneme sonunda, her bir tanktan 5'er balık besin madde bileşenleri (3 adet tüm vücut analizi ve 2 balık fileto analizleri) için örneklenmiştir. Bu balıklar diseksiyon işlemleri sırasında karaciğer (n=5) ve iç organ yağlarının (n=5) ağırlıkları da alınmıştır. Deneme gruplarının yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi için her tanktan 3 balık örneklenmiştir. Diseksiyon işlemleri sırasında, buz üzerine yerleştirilen plastik platformlar kullanılarak yapılmıştır. Örnekleme sonrasında, her tank ve grup için ayrı ayrı hazırlanmış buzdolabı poşetlerine alınan örnekler hızlı bir şekilde derin dondurucuya gönderilmiştir. Yağ asidi için kullanılacak örnekler liyofilizatörde kurutulduktan sonra -80°C derin dondurucuya yerleştirilmiştir. Aynı şekilde, yemlerde liyofilizatörde kurutulduktan sonra, analizleri yapılmıştır.

### 2.2.6 Besin Madde Bileşenleri Analizleri

Yukarıda belirtilen örneklemeler yapıldıktan sonra, balıkların tüm vücut ve filetoları kıyma makinesinde parçalanarak homojenize edildikten sonra derin dondurucuda (-20°C) saklanmış ve bir ay içerisinde tüm örneklerin analizleri tamamlanmıştır. Deneme başlangıç örnekleri de final ölçümünün ardından bir ay sonra analiz edilmiştir. Deneme süresince bu örnekler -80°C'de saklanmıştır.

#### 2.2.6.1 Kuru Madde ve Kül Analizi

Balıkların tüm vücut ve kas (fileto) örnekleri kuru madde ve ham kül tayini için homojenize edilen örnekler, etüvde kurutulup desikatörde oda koşullarında soğutulan ve 0,0001 g'a duyarlı hassas terazide darası alınan porselen kaplara yaklaşık 1-1,5 g tartılarak konulmuşlardır. Alınan örnekler etüvde 103°C'de 4-5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Aynı işlem her bir tekerrür için 3'er paralel (9 örnek her bir grup için) olacak şekilde yapılmıştır. Kurutulan örnekler desikatörde oda sıcaklığına getirildikten sonra 0,0001 g hassasiyetli terazide tartılmıştır. Ham kül tayini için aynı örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C'de 3-5 saat süreyle yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığına kadar bekletilip tartılmıştır. Her iki analiz sonucunda örneklere ait kuru madde (%) ve ham kül (%) oranları,  $[Dara (g) + Kuru madde (g) veya ham kül] - Dara / Örnek miktarı (g) \times 100$  formülü ile hesaplanmıştır. Paralellerin ortalamaları alındıktan sonra her bir tekerrüre ait oranlar belirlenmiş ve kuru madde ve ham kül oranları % olarak hesaplanmıştır.

### 2.2.6.2 Ham Protein Analizi

Ham protein analizinde kullanılmak üzere homojenize edilmiş örnekler 0,0001 g hassasiyetteki terazi yardımıyla, yaklaşık 1,0 g ağırlıklarda tartılmıştır. Tartılan bu örnekler Kjeldahl cihazının tüplerine alınmış ve ayrıca 2 adet kör eklenmiştir. Bu tüplere 1'er adet katalizör tablet (1,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 7,5 mg Selenyum karışımı) ve 6 ml sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve 1 ml hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) eklenerek yakma ünitesinde 420 °C' de yaklaşık 1 saat süreyle, tüpler içerisindeki örnekler yeşil-sarı bir renk alıncaya kadar yakılmıştır. Daha sonra örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur.

Destilasyon işlemi için, daha önceden hazırlanmış %40'lık NaOH ve %4'lük borik asit kullanılmıştır. Bu solüsyonlar ve saf su ayrı bidonlar içerisinde Kjeldahl cihazına hortumla bağlanmıştır. Destilasyon işlemi başladığında cihaz alkali (NaOH) solüsyonunu ve alıcı (borik asit) solüsyonunu otomatik olarak alıp örneği destile etmektedir. Destilat yakalama kısmına ise 3-4 damla indikatör (metil kırmızısı) bulunan erlen yerleştirilmiştir. Destilasyon işlemi esnasında erlenlerde yaklaşık 150 ml sıvı birikinceye kadar destilasyon işlemine devam edilmiştir. Örnekler daha sonra 0.1 N HCl ile titre edilerek %HP oranı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\% \text{HP} = \frac{(\text{Örnek için harcanan } 0,1\text{N HCl}) - (\text{Kör için harcanan HCl})}{\text{Örnek Miktarı}} \times 6,25 \times 0,1 \times 14 \times 100$$

0,1 = 0,1 N HCl'yi, 14 = Nitrojen atomunun ağırlığını, 6,25 = Protein için kullanılan katsayıyı belirtmektedir.

### 2.2.6.3 Lipit Analizi

Lipit analizinde BLIGH ve DYER (1959)'ın metodu esas alınmıştır. Örnekler derin dondurucudan çıkartıldıktan sonra oda sıcaklığında çözünmesi için beklenmiştir. Tüm vücuttaki ve kaslardaki lipit analizi için önceden hazırlanmış 1'er g'lık örnekler 0,0001 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Her bir örnek için 3 tekerrür (n=3, her bir grup için) paralel alınarak 1:2 oranlarında 120 ml metanol+kloroform karışımı eklenerek bir ultratoraksta (İKA® T25 dijital, Almanya) parçalayarak homojenize edilmiştir. Torakslama işlemi süresince (1-1,5 dakika), örneklerin bulunduğu cam tüp buz içerisinde tutularak örneklerin ısınması engellenmiştir. Bu aşamadan sonra yukarıdaki işleme tabi tutulan örnekler üzerine %0.4'lük CaCl<sub>2</sub> solüsyonundan 20 ml eklenerek bir filtre kağıdından (Schleicher & Schuell, 595<sup>1/2</sup> 185 mm) süzdürülmüştür. Örnekler 105°C'de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış, olan balonlara süzdürülmüştür. Balonlar içerisinde bir gece karanlıkta bekletilen örnekler ertesi

gün 60°C'deki su banyosuna bağlı bir rotari-evaporatör yardımıyla uçurulmuştur. Uçurma işlemi bittikten sonra (yaklaşık 5 dakika), balonlar etüvde 1 saat süreyle 60°C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmıştır. Balonlar daha sonra bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0,0001 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Lipit (\%)} = \frac{[(\text{Balon darası (g)} + \text{lipit (g)} - \text{Balon darası (g)})]}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

Her bir tank için hesaplanan 3 örnek ve 3 tekerrür için hesaplanan 9 örnek ortalamaları alınmıştır. Yem ham maddeleri ve yemlerin lipit analizlerinde kuru madde üzerinde hesaplama yapılmıştır. Tüm vücut ve kaslar için ise yağ ağırlık üzerinden hesaplama yapılmıştır.

### 2.2.7 Yağ Asidi Analizleri

Yağ asidi analizleri Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarlarında yapılmıştır. Denemenin sonunda besin madde bileşenleri için alınan örnekler (tüm vücut için 3 balık ve fileto için 3 balık) yağ asidi analizlerinde de kullanılmıştır. Tüm vücut ve fileto örneklerinin yağ asit profilleri metil esterlerinin gaz kromatografisi (GC) kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, denemede kullanılan test yemlerinin yağ asidi analizleri de yapılmıştır (Tablo 2.2). Lipitlerin ekstraksiyonunda BLIGH ve DYER (1959)'a göre yapılmıştır. Metil esterler ICHIHARA ve ark. (1996)'dan küçük değişiklikler yapılarak 2 M KOH'un metanol ve n-heptan içerisinde çözdürülmesiyle hazırlanmıştır. Ekstrakte edilen lipitler (≈10 mg) 2 ml n-heptan eklendikten sonra, heptanın içerisinde çözülen örnekler uzun tüplere aktarılmıştır ve daha sonra 4 ml'lik 2 M metanolik KOH eklenmiştir. Örneklerin yerleştirildiği tüpler oda sıcaklığında 2 dakika vorteks ile karıştırılmıştır. 4.000 rpm'de 10 dakikalık santfirüjün ardından örneklerin heptan tabakası GC için alınmıştır. Balık örneklerinin yağ asidi profili GC Clarus 500 (Perkin Elmer, Shelton, CT, USA) ile analiz edilmiştir.

### 2.2.8 Yemlerin Ekonomik Analizi

Ekonomik çevirim oranı (EÇÖ (€ kg<sup>-1</sup> balık)= YÇÖ (kg yem kg<sup>-1</sup> balık) \* yemin fiyatı (€ kg<sup>-1</sup> yem)) ve ekonomik fayda indeksi ise [EFI (€ balık<sup>-1</sup>)= final ağırlık (kg balık<sup>-1</sup>)× balık satış fiyatı (€ kg<sup>-1</sup>)-EÇÖ (€ kg<sup>-1</sup> balık)×ağırlık kazancı (kg)] MARTÍNEZ-LORENS ve ark., (2007)'dan modifiye edilmiştir. Yem maliyet hesabı, tüm hammaddelerin fiyatlarının ayrı ayrı yem formülasyonuna yerleştirilmesi sonucu yemin kg maliyetinin çıkartılmasıyla

hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken en güncel fiyatlar alınmıştır. Elde edilen verilerin literatürdeki yayınlarla karşılaştırılırken kolaylık olması açısından, tüm maliyet analizleri Euro cinsinden hesaplanmıştır.

### **2.2.9 İstatistiksel Hesaplamalar**

Denemenin verileri SPSS istatistik programında oneway ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile analiz edilmiştir. Önemli farkların bulunduğu durumlarda, ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumlarda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumlarda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma (ort.  $\pm$  S.S.) şeklinde verilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bütün veriler SPSS 11.5 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.

---

**2.0 I. Grup Denemeleri:** Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı- Büyüme, Yem tüketimi ve Yağ asidi Değişimi

## BÖLÜM III. **B**ULGULAR VE TARTIŞMA

## 2.3 BULGULAR

### 2.3.1 Yemlerin Yağ Asidi Kompozisyonu

Tüm test yemleri benzer protein ve lipit kompozisyonu içermiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre tüm yemleri protein içeriği %48,3-48,9 iken lipit içeriği %22,3-24,4 arasında değişmiştir (Tablo 2.1.). Yemlerde analiz edilen diğer tüm ölçümler gruplara göre benzerlik göstermiştir. Nitrojenli öz madde (NÖM) miktarı artan pamuk tohumu yağına göre artarken bu artış istatistiki olarak önemli düzeyde bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Yem içerisindeki balık unu, mısır glütenu, buğday glütenu ve diğer hammadde miktarları eşit şekilde formül içerisinde olmasına karşın yem içerisindeki PTY miktarı ile değiştiği gözlenmiş ancak bu değişim doğrusal (artan PTY=artan NÖM gibi) çıkmamıştır. Bu bulguyu direkt olarak bitkisel yağ kaynağı ile özelleştirmek mümkün değildir. PRATOOMYOT ve ark. (basımda)'da yem içerisindeki bitkisel protein ve bitkisel yağ miktarının artmasıyla NÖM maddenin azaldığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Murray kod, *Maccullochella peelii peelii*, türünde yapılan bir çalışmada, en yüksek NÖM balık yağı ile hazırlanan yemlerde bulunurken en düşük NÖM %50 balık yağı+%50 ketentohumu yağı içeren yemlerde bulunmuştur (FRANCIS ve ark., 2006). Bitkisel yağlarla yapılan bir çok çalışmada benzer şekilde NÖM test yemleri arasında değişim gösterirken, NÖM yem içerisindeki bitkisel yağ miktarı ile değil kullanılan protein ve diğer nişasta (veya enerji) kaynaklarına bağlı olarak değişmektedir (HARDY ve TACON, 2002; PRATOOMYOT ve ark., Basımda). Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonlarına bakıldığında, en yüksek doymuş yağ asidi (DYA) miktarı %34,5 ile BY grubu yemlerde çıkmıştır. Bu grup yağ asitlerinde en fazla öne çıkan yağ asitleri sırasıyla %6 ile myristik (14:0) ve % 20.9 ile palmitik (16:0) asittir (Tablo 2.2.). En yüksek tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) miktarı BY grup yemlerinde bulunmuş ve oleik asit (18:1n-9, OA) %29,2'lik miktar ile TDYA grubu yağ asitleri içerisinde öne çıkan spesifik yağ asitidir. Çoklu doymamış yağ asitleri ise PTY miktarının yem içerisindeki artış oranına göre doğrusal olarak artmıştır. Buna ek olarak, test yemleri içerisindeki PTY miktarındaki artış ile bazı spesifik yağ asitlerinin miktarında da değişiklik (artış veya azalış) gözlenmiştir. En yüksek eikosapentaenoik asit (20:5-3, EPA) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3, DHA) miktarları sırasıyla %7,7 ve %13,7 ile balık yağı ile hazırlanmış kontrol yemlerinde bulunmuştur ( $P<0,05$ ; Tablo 2.2.). Beklenildiği gibi, en yüksek toplam n-3 serisi yağ asitleri miktarı (%27,0) BY grubu yemlerinde bulunurken bu yağ asitlerinin miktarı artan PTY oranı ile düşmüştür ve yerini n-6 serisi yağ asitlerine bırakmıştır. En yüksek toplam n-6 seri yağ asitleri %45,4 ile PTY100 grubu yemlerinde çıkmıştır ( $P<0,05$ ).

### 2.3.2 Büyüme Performansı

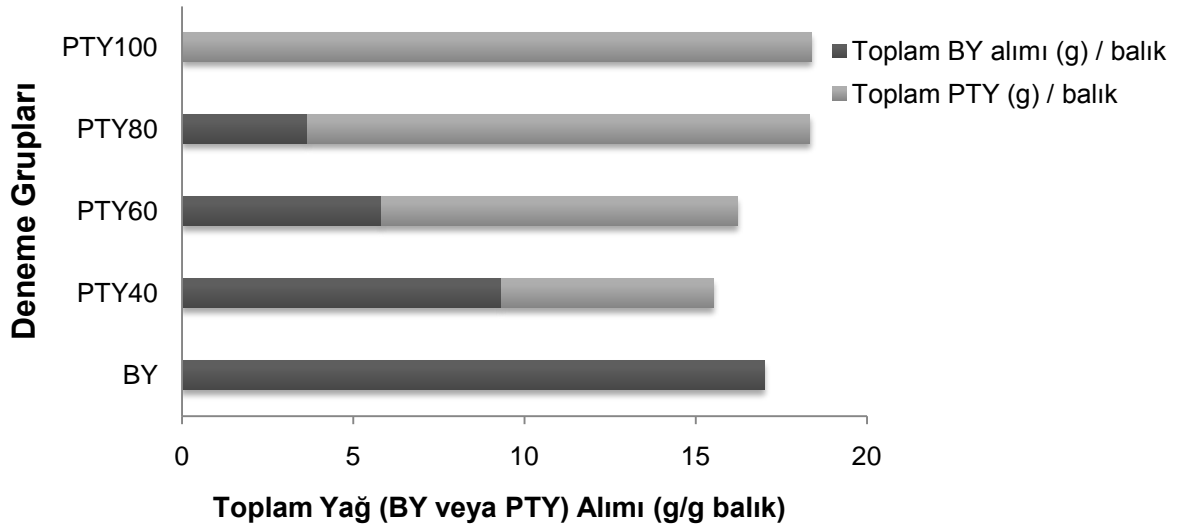
Deneme başlangıcında gruplar arasında ağırlık farklılığı olmayacak şekilde tartımlar yapılmıştır. 120 günlük deneme sonunda, balıklar vücut ağırlığının iki katına ulaşmışlardır (Tablo 2.3.). Deneme süresince balıklarda yemden kaynaklı bir ölüm gerçekleşmemiştir ve balıkların deneme sonu yaşama oranı %98'in üzerinde çıkmıştır. Farklı PTY seviyelerinin yem içerisindeki değişim oranları balıkların, dorsal yüzgeç, solungaç, göz, iç organ yağları, böbrek, karaciğer ve dalak renginde bir değişikliğe sebep olmamıştır. Balıkların dış bakı ile sağlığının belirlenmesi MORGAN ve IWAMA (1997)'a göre yapılmıştır.

Deneme sonunda yapılan tek yönlü varyans analizi, deneme yemleriyle beslenen bireylerde büyüme performansı açısından bir farklılık olmadığını göstermiştir ( $P>0,05$ ). Yem içerisindeki PTY miktarı spesifik büyüme (SBO), yem çevirim (YÇO), protein etkinlik oranı (PEO) ve protein değerlendirme (PDO) oranlarının istatistiki olarak etkilememiştir (Tablo 2.3.). Deneme yemleriyle beslenen bireylerin yemlerden aldıkları balık yağı ve pamuk tohumu yağı miktarlarına bakıldığında, yem içerisindeki değişim oranının artmasıyla yemlerden alınan PTY miktarı da artmıştır. Diğer taraftan, balık yağı miktarı da, yemle birlikte alınan PTY miktarının artmasıyla düşmüştür (Şekil 2.1.).

PEO ve PDO oranı ile yem içerisindeki PTY miktarı ile bir ilişki olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda ortaya çıkmıştır ( $P>0,05$ ). Buna göre, PEO 0,88 ile 1,01; PDO ise 0,31 ile 0,40 arasında değişim göstermiştir (Tablo 2.3.). Tablo 2.3.'de de görüldüğü gibi, HSI ve İOYİ yem içerisindeki PTY seviyesine bağlı olarak değişmiştir. Buna göre, en yüksek HSI ve İOYİ PTY100 grubunda bulunmuştur.

### 2.3.3 Tüm Vücut/Kas Besin Madde bileşenleri ve Yağ Asidi Kompozisyonu

Tüm vücut ve kaslardaki besin madde bileşenlerindeki değişim Tablo 2.4.'de verilmiştir. Tüm vücut protein kompozisyonu BY, PTY40 ve PTY100 gruplarında PTY60 ve PTY80 gruplarına göre daha düşük çıkmıştır (Tablo 2.4.). Bunun tersine, BY, PTY40 ve PTY100 gruplarındaki bireylerin tüm vücut lipit kompozisyonu diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır. Yemlerdeki PTY miktarı arttıkça tüm vücut ham kül miktarı da artmıştır. BY, PTY40 ve PTY100 yemleriyle beslenen balıkların kaslarında analiz edilen protein oranı ise PTY60 ve PTY80 yemleriyle beslenen balıklardan daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Kaslarda hesaplanan en yüksek kuru madde miktarı PTY80 grubunda çıkarken kasların lipit ve ham kül oranında istatistiki bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 2.4.).



Şekil 2.1. Deneme gruplarının toplam yağ alımı (g yem alımı x diyetteki BY ve/veya PTY miktarının yüzdesel miktarı).

Tablo 2.3. Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde büyüme performansı değerleri.

	BY	PTY40	PTY 60	PTY 80	PTY 100
Başlangıç Ağırlığı (g)	35,4 ± 0,33	35,3 ± 0,45	35,0 ± 0,86	35,4 ± 0,80	35,2 ± 1,30
Final Ağırlığı (g)	68,2 ± 0,63	69,4 ± 3,06	67,4 ± 4,14	70,7 ± 2,47	69,1 ± 1,86
SBO (% g/gün) <sup>1</sup>	0,55 ± 0,01	0,56 ± 0,05	0,54 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,56 ± 0,02
YÇO <sup>3</sup>	2,03 ± 0,03	2,07 ± 0,23	2,19 ± 0,09	2,21 ± 0,21	2,38 ± 0,09
PEO <sup>4</sup>	1,01 ± 0,01	1,01 ± 0,11	0,95 ± 0,04	0,95 ± 0,08	0,88 ± 0,03
PDO	0,35 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,40 ± 0,02	0,37 ± 0,01	0,31 ± 0,02
HSI <sup>5</sup>	1,18 ± 0,06 <sup>c</sup>	1,30 ± 0,13 <sup>b</sup>	1,65 ± 0,34 <sup>b</sup>	1,51 ± 0,36 <sup>b</sup>	1,98 ± 0,62 <sup>a</sup>
İOYİ <sup>6</sup>	1,96 ± 0,52 <sup>b</sup>	2,72 ± 0,44 <sup>b</sup>	3,26 ± 0,17 <sup>a</sup>	3,22 ± 0,29 <sup>a</sup>	3,43 ± 0,38 <sup>a</sup>

Aynı satırda bulunan ve farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ( $P < 0,05$ ) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Değerler  $\pm$  standart hatayı vermektedir (tüm örneklerde  $n=3$ , HSI ve İOYİ ise  $n=9$ ).



Tablo 2.4. Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut ve kaslardaki besin madde bileşenleri.

Kompozisyon (g/kg kuru madde)	Başlangıç	BY	PTY40	PTY60	PTY80	PTY100
<i>Tüm vücut</i>						
Protein	25,77±1,62	31,21±1,59 <sup>b</sup>	30,76±2,07 <sup>b</sup>	34,02±0,89 <sup>a</sup>	33,68±1,99 <sup>a</sup>	31,27±1,68 <sup>b</sup>
Lipit	10,3±0,12	7,3±1,2 <sup>b</sup>	7,7±1,1 <sup>b</sup>	6,2±0,2 <sup>b</sup>	7,5±2,85 <sup>b</sup>	11,8±0,9 <sup>a</sup>
Kuru Madde	35,17±0,15	32,07±1,85 <sup>b</sup>	32,57±0,07 <sup>b</sup>	29,97±1,56 <sup>b</sup>	30,82±0,63 <sup>b</sup>	36,09±0,90 <sup>a</sup>
Kül	7,18±0,78	8,36±0,97 <sup>b</sup>	8,16±0,74 <sup>b</sup>	9,45±0,46 <sup>ab</sup>	10,33±0,77 <sup>a</sup>	9,42±1,94 <sup>ab</sup>
<i>Kas</i>						
Protein		47,46±0,18	47,02±0,76	45,67±1,15	46,09±0,65	47,89±0,92
Lipit		2,47±0,36	2,63±0,29	2,67±0,38	2,60±0,56	2,63±0,63
Kuru Madde		25,73±0,29 <sup>bc</sup>	25,53±0,66 <sup>c</sup>	27,39±0,93 <sup>ab</sup>	27,62±0,59 <sup>a</sup>	25,39±0,37 <sup>b</sup>
Kül		1,68±0,21	1,54±0,20	1,67±0,17	1,56±0,11	1,65±0,08

Değerler ±standard sapmayı (n= 3) göstermektedir. Aynı satırda bulunan ve farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (P< 0,05) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir.

Deneme süresince farklı oranlarda PTY içeren yemlerle beslenen levrek bireylerinin tüm vücut yağ asidi kompozisyonu Tablo 2.5.'de verilmiştir. Levrek bireylerinin aldığı yem içerisindeki yağ asidi kompozisyonu tüm vücut yağ asidi kompozisyonuna yansımıştır. Buna göre, tüm vücutta analiz edilen en düşük toplam DYA miktarı PTY80 grubu bireylerinde bulunmuştur (P<0,05; Tablo 2.5.). İlginç olarak, PTY40 yemleriyle beslenen balıkların tüm vücut DHA miktarı diğer gruplara göre istatistiksel olarak yüksek çıkmıştır (Tablo 2.5.).

120 gün sonunda deneme yemleriyle beslenen bireylerin kaslarındaki yağ asidi kompozisyonu ise Tablo 2.6.'da verilmiştir. Toplam DYA tüm gruplarda benzerlik gösterirken toplam TDYA BY, PTY40 ve PTY60 gruplarında diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır (P<0,05). Kaslarda analiz edilen LA yemler içerisindeki PTY konsantrasyonunun artmasıyla kaslarda da artış göstermiştir, bunun sebebi PTY içerisinde LA miktarının yüksek oranda bulunuyor olmasıdır. Toplam ÇDYA değerlendirildiğinde tüm gruplarda bu yağ asitlerinin benzer olduğu ve istatistiki analiz sonucunda bir farklılığın olmadığı bulunmuştur (P>0,05). Bununla birlikte, en yüksek n-3 ÇDYA miktarı BY ve PTY40 yemleriyle beslenen bireylerin kaslarında bulunmuştur (Tablo 2.6.). Toplam n-6 serisi yağ asitleri ise PTY'nin yem içerisindeki değişim oranının artmasıyla yükselmiştir.

Tablo 2.5. Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut yağ asidi miktarı<sup>1</sup>.

	Yemler				
	BY	PTY40	PTY60	PTY80	PTY100
Yağ asidi (%)					
14:0	2,1 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,1	2,1 ± 0,1
14:1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
15:0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
15:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
16:0	14,0 ± 0,9 <sup>a</sup>	16,7 ± 0,7 <sup>a</sup>	15,7 ± 0,5 <sup>a</sup>	12,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	16,1 ± 1,0 <sup>a</sup>
16:1n-7	3,2 ± 0,4	3,8 ± 0,6	2,8 ± 0,1	3,1 ± 0,3	2,9 ± 0,3
17:0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1
16:2n-4	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0
16:3n-4	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
17:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	tn*
18:0	3,9 ± 0,5	4,4 ± 0,5	4,0 ± 0,5	3,2 ± 0,2	4,7 ± 1,4
18:1n-9	21,3 ± 0,5 <sup>d</sup>	25,9 ± 0,6 <sup>c</sup>	28,9 ± 1,1 <sup>b</sup>	33,2 ± 0,6 <sup>a</sup>	22,2 ± 1,0 <sup>d</sup>
18:1n-7	2,1 ± 0,4 <sup>bc</sup>	2,7 ± 0,2 <sup>ab</sup>	2,6 ± 0,2 <sup>ab</sup>	2,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,0 ± 0,1 <sup>c</sup>
18:2n-6	26,2 ± 1,0 <sup>a</sup>	18,6 ± 0,5 <sup>c</sup>	21,4 ± 2,4 <sup>b</sup>	18,5 ± 0,4 <sup>b</sup>	27,7 ± 1,2 <sup>a</sup>
18:3n-6	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,2	0,5 ± 0,2
18:3n-3	1,9 ± 0,3 <sup>b</sup>	2,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	2,8 ± 0,6 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,9 ± 0,2 <sup>b</sup>
18:4n-3	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1
20:0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
20:1n-11	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,2
20:1n-9	2,2 ± 0,4	2,6 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,3	2,0 ± 0,2
20:2n-6	1,2 ± 0,3	1,0 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,1 ± 0,1
20:3n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
20:4n-6	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1
20:3n-3	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
20:4n-3	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,1
20:5n-3	3,7 ± 0,7 <sup>a</sup>	4,1 ± 1,1 <sup>a</sup>	2,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	3,8 ± 0,9 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,6 <sup>ab</sup>
22:0	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,3	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,5	1,2 ± 0,2
22:1n-11	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
22:2n-6	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0
22:4n-6	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
22:1n-9	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0
22:5n-3	1,4 ± 0,2	1,5 ± 0,3	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,3
22:6n-3	10,4 ± 0,8 <sup>a</sup>	6,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	6,8 ± 0,4 <sup>b</sup>	6,6 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,1 ± 1,5 <sup>b</sup>
24:1n-9	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
ΣDYA	22,2 ± 1,5 <sup>a</sup>	26,2 ± 2,6 <sup>a</sup>	23,9 ± 0,8 <sup>a</sup>	19,7 ± 0,1 <sup>b</sup>	24,9 ± 1,8 <sup>a</sup>
ΣTDYA	30,5 ± 1,2 <sup>c</sup>	36,8 ± 0,5 <sup>b</sup>	38,3 ± 2,7 <sup>b</sup>	43,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	30,4 ± 1,1 <sup>c</sup>
ΣÇDYA	47,3 ± 1,1 <sup>a</sup>	37,0 ± 2,3 <sup>b</sup>	38,0 ± 2,5 <sup>b</sup>	36,9 ± 0,7 <sup>b</sup>	44,7 ± 2,4 <sup>a</sup>
Σn3	18,6 ± 1,3 <sup>b</sup>	16,0 ± 2,0 <sup>a</sup>	14,6 ± 0,5 <sup>b</sup>	16,3 ± 1,1 <sup>b</sup>	14,7 ± 1,9 <sup>b</sup>
Σn6	28,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	20,9 ± 0,3 <sup>b</sup>	23,4 ± 2,4 <sup>b</sup>	20,6 ± 0,7 <sup>b</sup>	30,1 ± 1,2 <sup>a</sup>
n3/n6	0,6 ± 0,1 <sup>c</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,1 <sup>c</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>b</sup>	0,5 ± 0,1 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Değerler ±Standard sapmayı (n= 3) göstermektedir, Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir. \*tanımlanamamış.

Tablo 2.6. Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda kaslardaki yağ asidi miktarı<sup>1</sup>.

	Yemler				
	BY	PTY40	PTY60	PTY80	PTY100
Lipit (%)	2,47±0,36	2,63±0,29	2,67±0,38	2,60±0,56	2,63±0,63
Yağ asidi (%)					
14:0	3,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,4 ± 0,0 <sup>bc</sup>	2,1 ± 0,0 <sup>cd</sup>	2,1 ± 0,0 <sup>d</sup>
14:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
15:0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
15:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
16:0	16,9 ± 0,1	17,0 ± 0,2	17,3 ± 0,1	17,3 ± 0,3	18,3 ± 0,0
16:1n-7	3,1 ± 0,0	2,9 ± 0,1	2,9 ± 0,1	2,9 ± 0,2	2,8 ± 0,1
17:0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
16:2n-4	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
16:3n-4	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
17:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	nd*
18:0	3,9 ± 0,1 <sup>d</sup>	4,3 ± 0,1 <sup>c</sup>	5,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	5,1 ± 0,0 <sup>ab</sup>	5,1 ± 0,0 <sup>ab</sup>
18:1n-9	26,1 ± 0,6	25,0 ± 0,2	26,1 ± 0,1	23,8 ± 0,2	24,4 ± 0,3
18:1n-7	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,6 ± 0,1	2,6 ± 0,1	2,3 ± 0,1
18:2n-6	16,1 ± 0,4 <sup>e</sup>	18,4 ± 0,2 <sup>d</sup>	20,3 ± 0,2 <sup>c</sup>	22,8 ± 0,5 <sup>b</sup>	25,3 ± 0,1 <sup>a</sup>
18:3n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0
18:3n-3	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0
18:4n-3	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,1
20:0	2,2 ± 0,2	2,5 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,4 ± 0,0	2,2 ± 0,0
20:1n-11	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
20:1n-9	2,4 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,1 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,3 ± 0,2
20:2n-6	1,2 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,2	0,5 ± 0,3
20:3n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0
20:4n-6	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0
20:3n-3	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,0
20:4n-3	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0
20:5n-3	4,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	3,5 ± 0,1 <sup>b</sup>	3,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	3,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	2,7 ± 0,2 <sup>b</sup>
22:0	0,9 ± 0,2	1,4 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,1
22:1n-11	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	tn*	0,1 ± 0,0
22:2n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
22:4n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
22:1n-9	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	tn*
22:5n-3	1,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,8 ± 0,0 <sup>b</sup>
22:6n-3	12,0 ± 0,4 <sup>a</sup>	11,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	8,5 ± 0,1 <sup>b</sup>	8,9 ± 0,8 <sup>ab</sup>	6,5 ± 0,3 <sup>b</sup>
24:1n-9	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0
ΣDYA	27,3 ± 0,4	28,3 ± 0,2	29,1 ± 0,0	28,6 ± 0,3	29,1 ± 0,1
ΣTDYA	35,4 ± 0,4 <sup>a</sup>	34,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	34,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	32,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	33,0 ± 0,1 <sup>b</sup>
ΣÇDYA	37,3 ± 0,2	37,7 ± 0,4	36,0 ± 0,1	38,5 ± 0,4	37,9 ± 0,0
Σn3	19,1 ± 0,4 <sup>a</sup>	17,5 ± 0,5 <sup>a</sup>	14,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	14,6 ± 0,8 <sup>b</sup>	11,4 ± 0,4 <sup>c</sup>
Σn6	18,2 ± 0,5 <sup>d</sup>	20,1 ± 0,2 <sup>c</sup>	21,2 ± 0,2 <sup>c</sup>	23,9 ± 0,4 <sup>b</sup>	26,5 ± 0,5 <sup>a</sup>
n3/n6	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,4 ± 0,0 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Değerler ±Standard sapmayı (n= 3) göstermektedir, Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir. \*tanımlanamamış.

Kaslardaki yağ asidi konsantrasyonu (g/100 g) (Tablo 2.6.) ile aynı grupların yemlerinin yağ asidi konsantrasyonları (Tablo 2.2.) noktalandığında doğrusal bir eğri

bulunmuştur. Bazı spesifik yağ asitleri için çıkartılan bu denklemlerin eğri değerleri Tablo 2.7.'de verilmiştir. Bu tablodaki değerlere göre, sadece EPA eğrisi ile korelasyon katsayısı arasındaki ilişkiye bağlı olarak, PTY100 grubu bireyleri ile BY grubu bireyleri arasında istatistiki bir fark olduğu hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda, PTY100 grubundaki bireylerin kaslarındaki EPA (+4,19) yağ asidinin kaslarda biriktiği net bir şekilde bulunmuştur. Buna ek olarak, spesifik diğer yağ asitlerinin kaslardaki miktarı ve yemlerdeki miktarı arasındaki farklar  $\Delta$  değerleri karşılaştırıldığında, 18:2n-6 (LA) asidin kaslarda biriktiği bununla birlikte 14:0, EPA ve DHA'nın ise kaslarda daha düşük konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2.7.). Açık olarak, EPA ve DHA yağ asitlerinin yemlerdeki miktarlarıyla karşılaştırıldığında, kaslarda tercihen bu yağ asitlerinin biriktiği bulunmuştur. Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi, X eksenine yemlerdeki yağ asidi konsantrasyonu, Y eksenine de kaslardaki yağ asidi konsantrasyonu noktalandığında, elde edilen eğrinin katsayısı  $\Delta$  değerinden yüksek ise bu veri bize EPA'nın kaslarda biriktiğini göstermektedir (Tablo 2.7.).

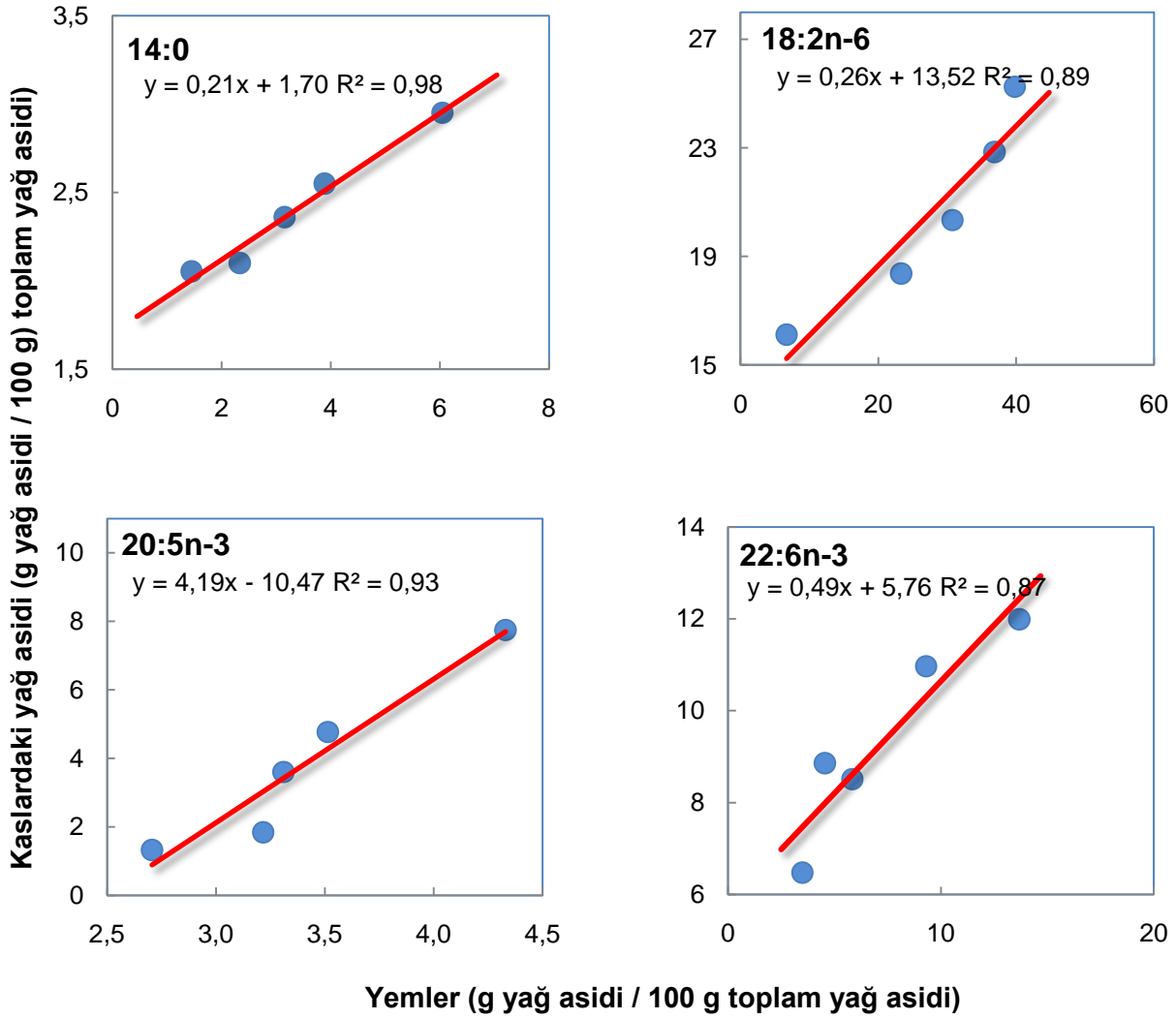
Kaslardaki yağ asitlerinin yanı sıra tüm vücuttaki bazı yağ asitleriyle aynı yağ asitlerinin yemlerdeki miktarı noktalandığında hemen hemen tüm yağ asitlerinde doğrusal bir eğri elde edilmemiştir. Bununla birlikte, bazı bireysel yağ asitlerinin  $\Delta$  değeri PTY100 yemleriyle beslenen bireylerde sırasıyla +3,7 ve +7,1 olduğu ve bu yağ asitlerinin tüm vücutta depolandığı teyit edilmiştir. BY yemleriyle beslenen bireyler incelendiğinde LA'in  $\Delta$  değerinin +18,6 gibi yüksek bir değere ulaştığı bulunmuştur. Bu veri ise LA'nın, yemdeki miktarlarla karşılaştırıldığında, tüm vücut yağlarında arttığı belirlenmiştir.

Tablo 2.7. BY ve PTY yemleriyle beslenen balıkların yemlerindeki yağ asitleri ile kaslardaki yağ asitleri arasındaki farkları ( $\Delta$ ) ve eğimlerden elde edilen eğrilerin bazı spesifik yağ asitleri için korelasyon katsayısı (r) ve eğim değerleri.

Yağ asidi <sup>1</sup>	Kas			
	Korelasyon katsayısı (r)	Eğim	$\Delta$ BY <sup>2</sup>	$\Delta$ PTY100 <sup>2</sup>
14:0	0.98	0.21	-3.0	+0.6
18:2n-6	0.89	0.26	+9.4	-14.5
20:5n-3	0.93	4.19	-3.4	+1.4
22:6n-3	0.87	0.49	-1.7	+3.0

<sup>1</sup> Yağ asidi konsantrasyonu g yağ asidi/100 g kaslardaki ve yemlerdeki toplam yağ asidi.

<sup>2</sup> Negatif  $\Delta$  değeri kaslarda daha az olduğunu, pozitif değer ise yemlerle karşılaştırıldığında kaslarda biriktiğini göstermektedir.

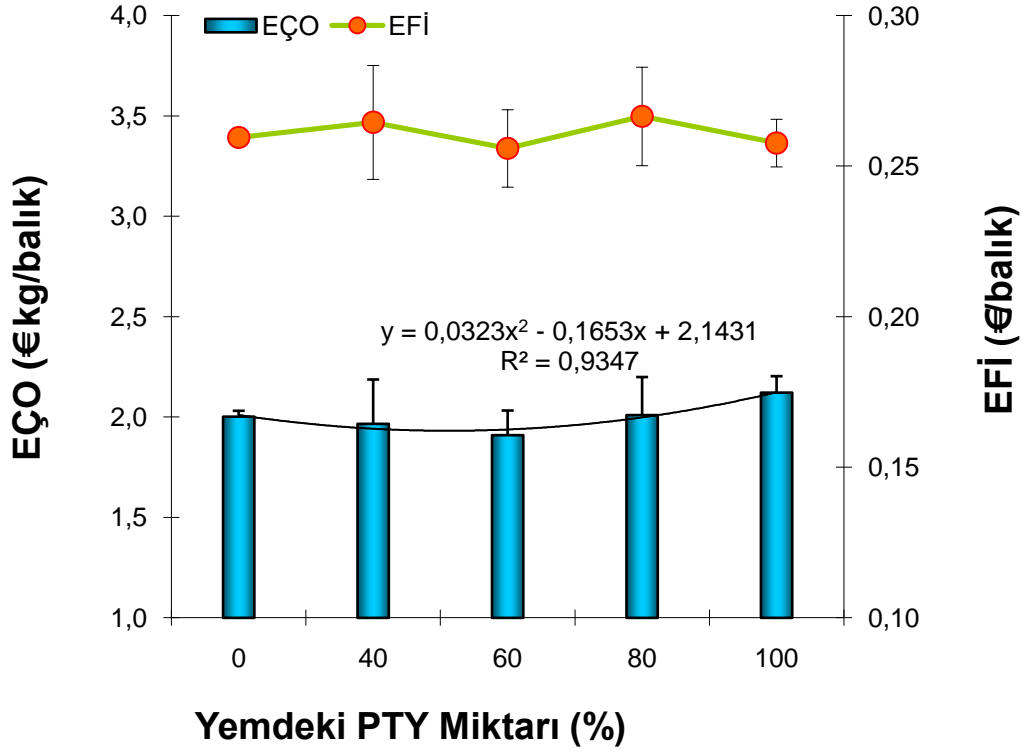


Şekil 2.2. Deneme yemleriyle beslenen levreklerin kaslarındaki ve yemlerdeki 14:0, LA (18:2n-6), EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) yağ asitlerinin konsantrasyonu arasındaki ilişki.

### 2.3.4 Yemlerin Ekonomik Analizinin Değerlendirmesi

Yapılan regresyon analizi sonucunda, yem içerisindeki PTY miktarının yem maliyeti üzerine bir etkisinin olduğu bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Bu hesaplamalara göre test yemlerinin maliyeti 0,89 ile 0,99 Euro arasında değişmiştir ve yem içerisindeki PTY miktarı arttıkça yem maliyetinde istatistiki olarak azalmıştır. Buna göre PTY'nin yem içerisindeki miktarı arttıkça yem maliyetinde bir düşüş gözlenmiştir. Şekil 2.3.'de de görüldüğü gibi, %60 oranına kadar ekonomik çevrim oranı (EÇÖ) azalırken PTY'nin daha sonraki artış oranlarında EÇÖ artmaktadır. EÇÖ için yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemde regresyon

katsayısının ( $R^2=0,93$ ) oldukça yüksek olduğu ve bu verinin yukarıda belirtilen sonuçları desteklediği bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucu EÇÖ ve EFİ arasında bir farklılık çıkmamıştır ( $P>0,05$ ). Bu veriler doğrultusunda, yemin içerisinde %60'ın üzerinde PTY konulması yemin ve elde edilen ürünün ekonomikliğini, istatistiki olmadığı halde, azaltmaktadır.



Şekil 2.3. Deneme yemlerinin ekonomik analiz sonuçları.

## 2.4 TARTIŞMA

Denemenin sonunda elde edilen büyüme verileri bundan önce levreklerle yapılmış çalışmaların bazılarında düşük çıkmıştır (IZQUIERDO ve ark., 2003; PERSON-Le RUYET ve ark., 2004; MONTERO ve ark., 2005). Bununla birlikte, günlük ağırlıkça büyüme oranları (g/gün 0,27 g/gün ile 0,30 g/gün arasında değişmiştir ki bu büyüme miktarı bundan önce levreklerde yapılmış kısa ve uzun süreli çalışmaların sonuçlarıyla benzerdir (SKALLI ve ROBIN 2004; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005). Bu çalışmalarda kullanılan yemler yüksek sindirilebilirlikteki ekstrüde yemler olmasına karşın bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer bulgular elde edilmiştir.

Deneme sonunda hesaplanan YÇÖ 2,03 ile 2,38 arasında değişmiştir. Test yemlerinin pres pelet makinesinde yapılmasından dolayı YÇÖ değerinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. TRUSHENSKI ve BOESENBERG, (2009), bitkisel yağlarla hazırlanmış ekstrüde yemlerle beslenen sunshine levreğinin (*Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂) bizim çalışmamızdakine benzer bir YÇÖ değeri gösterdiği bulunmuştur. Bu araştırmacılar %33 ve %67 keten tohumu içeren yemlerle beslenen sunshine levreğinde YÇÖ değerini 2,0-2,3 arasında bulurken deneme sonunda YÇÖ değerinin istatistiki olarak bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Avrupa deniz levreği ile yapılan bir çok çalışmada yemin yapım teknolojisine bağlı olarak YÇÖ oranının farklılık gösterdiği bilinmektedir (2,03-2,25 YILDIZ ve ŞENER, 1997; 1,36-1,63 BALLESTRAZZI ve ark, 1998; MOURENTE ve BELL, 2006).

Deneme sonunda yapılan tek yönlü varyans analizi sonucu, yemlerdeki balık yağının PTY ile farklı oranlarda (%40-%100) değiştirilmesi levrek bireylerinde büyümeyi, YÇÖ, PEO ve PDO'nun istatistiki olarak etkilememiştir. Ayrıca, doğrusal olarak artan PTY ile büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için yapılan regrasyon analizinde de aynı şekilde bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgular deniz levreği yemlerinde yapılan ve bitkisel yağ kaynaklarının (soya yağı, kanola, keten tohumu, ayçiçeği ve zeytin yağı) kullanıldığı bir çok çalışmaya benzerdir (YILDIZ ve ŞENER, 1997; IZQUIERDO ve ark., 2003; MOURENTE ve ark., 2005).

Projenin ilk çalışması olan bu denemede, yem içerisinde artan PTY ile HSI ve İOYİ'de doğrusal olarak artmıştır. Bu sonuçlar sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*)'de çalışan PIEDECAUSA ve ark., (2007) tarafından da teyit edilmiştir. Bu araştırmacılar, yem içerisinde artan orandaki soya yağının, balık yağı ve keten tohumu yağlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerden daha yüksek HSI'e sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, bazı çalışmalarda ise iç organ çevresinde ve karaciğerde lipit birikiminin yem içerisindeki bitkisel yağ miktarı ile bir ilişkisinin olmadığı da belirtilmiştir (YILDIZ ve ŞENER, 1997; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; BENEDITO-PALOS ve ark., 2008b).

BY ve PTY100 grubu bireylerinin tüm vücut lipit kompozisyonunun PTY60 grubuna göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun aksine aynı grupların protein oranları ise lipit miktarı ile ters orantılı şekilde, PTY60 grubu bireylerinin tüm vücut protein oranı BY grubu bireylerinin tüm vücut protein oranından yüksek çıkmıştır. En yüksek ikinci lipit oranının bulunduğu BY grubu bireylerinin en düşük protein oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Fileto ve tüm vücut lipit ve protein oranları arasındaki bu ters ilişki bir çok türde bundan öncede belirlenmiştir (BELL ve ark., 2001; BENDIKSEN ve ark., 2003). Bizim çalışmamızda olduğu gibi, farklı bitkisel yağ oranlarının ve bitkisel yağ kaynaklarının (BELL ve ark., 2001; BENDIKSEN ve ark., 2003; TURCHINI ve ark., 2009) farklı yağlanma özellikleri gösterebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise, çalışmamızdaki balıklar ticari boyutlara kadar bu yemlerle beslenmedikleri için gerçek anlamda yağlanma ile ilgili yorum yapmak doğru olmayacaktır. Bununla birlikte, elde edilen yağ asidi sonuçlarına göre tüm vücutta bulunan doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerinin birikimi tüm vücutta elde edilen lipit artışını doğrulamaktadır. Özellikle, yemdeki PTY değişim oranının artmasıyla, 16:0 ve 18:1n-9 yağ asitlerinin tüm vücuttaki artışı bu yağ asitlerinin enerji depolanmasında rol aldıklarını ve tüm vücutta bir lipit birikiminin olduğunun ispatıdır.

Tüm vücut ve kaslardaki yağ asidi kompozisyonu yemlerle alınan bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonunu yansıtmıştır. Bununla birlikte, çalışmamızda bazı spesifik yağ asitleri depolanmış veya kullanılmıştır (ya da okside olmuştur). LA yem içerisindeki değişim oranıyla birlikte kaslarda artış göstermektedir ve bu sonuçlar Avrupa deniz levreğinde karaciğer ve kaslarda LA birikiminin olduğunu gözlemleyen MONTERO ve ark., (2005)'nin çalışmasıyla benzerlik göstermiştir. SKALLI ve ROBIN, (2004)'de n-3 yüksek doymamış yağ asitleri (n-3 YDYA kuru maddesinin %0,7'si) içeren yemlerle beslenen levreklerin tüm vücutlarında LA depoladıklarını bildirmiştir. Bu yağ asidinin kaslardaki artan oranda yemlerdeki yağ asitlerinin kaslarda esterleşmesi ve absorpsiyonu ile ilişkili olabilir (HENDERSON, 1996) ve LA'nın oksidasyonu bir çok salmonid ve kalkan türlerinde desteklenir şekilde gözlenmiştir (BELL ve ark., 2001; CABALLERO ve ark., 2002; REGOST ve ark., 2003).

Yemlerdeki PTY miktarının artırılmasıyla OA'in tüm vücuttaki miktarı da artmıştır. OA hem kaslarda hem de tüm vücutta birikmiş ve bu yağ asidinin her iki doku örneğinde de birikimi,  $\Delta 9$  desaturasyonunun gerçekleştiğini göstermektedir. Tüm deneme yemlerinde yaklaşık aynı miktarda (%17-18) OA olmasına rağmen, PTY'li yemlerle beslenen bireylerin kaslarında ve tüm vücutta gözlemlenen bu artış DYA'lerin (özellikle 14:0, 16:0 ve 18:0) desaturasyonunu göstermektedir.



Spesifik bazı n-3 serisi yağ asitlerinin (örneğin EPA ve DHA) tüm vücutta biriktiği de bu deneme sonucunda bulunmuştur. Bulgularımıza benzer sonuçlar mercan (*Pagrus aurata*, HUANG ve ark., 2007), kalkan (*Scophthalmus maximus*, BELL ve ark., 1994; REGOST ve ark., 2003) ve levrek (MOURENTE ve ark., 2005) türlerinde de elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda, yemlerdeki ve kaslardaki yağ asidi arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Tablo 2.5. ve Şekil 2.2.'de de görüldüğü gibi kaslardaki DHA ve EPA yağ asitlerinin bu dokularda depolandığı ancak EPA ve DHA'nın tüm vücut verileriyle doğrusal bir ilişkisinin olmadığı bulunmuştur. PTY'li yemlerle beslenen levrek bireylerinde bulunan ve depolanan bu yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu esnasındaki kompleks enzim faaliyetleri sonucunda olabileceği düşünülmüştür (BELL ve ark., 2001; MOURENTE ve ark., 2005). BELL ve ark., (2001) Atlantik salmonu, *Salmo salar*'da yemlerdeki balık yağının kanola yağı ile değiştirilmesi sonucu kaslardaki DHA'nın depolandığını bildirmiştir. EPA ve DHA depolanması bizim denememizde yüksek olmasına karşın, Avrupa deniz levreği açık şekilde etçil bir tür olup 18 karbonlu yağ asitlerinin araşidonik asit, EPA ve DHA'e dönüştürmede kısıtlı bir yeteneğe sahiptir. Levreklerle bundan önce yapılan bir çalışmada, MOURENTE ve DICK (2002) bu türün LNA'i EPA ve DHA'e dönüştürmede sınırlı olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, ekibimiz tarafından laboratuvarımızda deniz levreğinde yapılan diğer bir çalışmada, tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerde delta-6 enzim aktivitesinin gerçekleştiği *tüm vücut yağ asidi denge metabolizma (whole body fatty acid balance metabolism)* metodu kullanılarak ispat edilmiştir. Bu metot, bundan önce TURCHINI ve ark., (2007) tarafından balıklarda ilk defa kullanılmıştır ve bu araştırmacılar tarafından yardım alınmıştır. Hem en son yapılan bu çalışma hem de diğer çalışmalarımızda, levreğin EPA ve DHA yağ asitlerini vücutta üretebildiği ancak bunun miktarının diğer deniz türlerine (salmon, kalkan, vb.) göre daha az olduğu bulunmuştur.

Projede test edilen yemlerin ekonomik analizleri yapıldığında PTY100 ile BY arasındaki fiyat farklılığı (0,89 ile 0,99 euro/kg) olmasına karşın PTY yemleriyle beslenen grupta yem çevirim oranının artmasından dolayı EÇO ve EFİ açısından bir farklılık bulunmamıştır. SÁNCHEZ-LOZANO ve ark., (2007) bu çalışmaya benzer şekilde çipura (*Sparus aurata*) bireyleri için denenen yemlerde %36 oranında ayçiçeği yağı değişim oranının yem maliyetini 0,96 euro/kg'dan 0,79 euro/kg'a kadar düşürmüştür. Ancak, bu araştırmacıların bulduğu yüksek yem çevirim oranı ve düşük büyüme oranından dolayı EÇO ve EFİ %36 değişim oranında düşük ve %12 değişim oranında da yüksek çıkmıştır. Bizim çalışmamızda da %60'a kadar EÇO düşerken (kg balık başına yem maliyetinin düşmesi) %60 ve üzerindeki oranlarda PTY değişiminin EÇO'nun olumsuz etkilediği bulunmuştur. Diğer taraftan, kg balık başına düşen gelir hesaplandığında denemedeki tüm yemlerin aynı EFİ sağladığı hesaplanmıştır. Her iki parametre içinde uygulanan regresyon denkleminde önemli bir

değişim gözlenmemiştir. Sadece EÇO için hesaplanan regrasyon eğrisinde en düşük EÇO (en yüksek gelir) için en uygun PTY değişim oranı  $\approx$ %62 PTY olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, projenin bu çalışması yemlerde pamuk tohumu yağının balık yağına alternatif olarak kullanılması Avrupa deniz levreği bireylerinin büyümesini, yem etkinliğini ve sağlığını olumsuz şekilde etkilemediğini göstermiştir. Bununla birlikte, %60 oranında PTY'nin üzerindeki değişim oranlarında tüm vücut ve kaslardaki n-3/n-6 oranı ve EPA, DHA konsantrasyonlarının istatistiki olarak azaldığı bulunmuştur. Ancak, yüksek oranlarda PTY'nin kullanılmasının ardından balıklar pazara çıkartılmadan önce bitirici diyet (finishing diyetler) olarak %100 balık yağı yemlerle beslenerek kaslardaki n-3/n-6 oranı hem de EPA ve DHA seviyeleri insan sağlığı için gerekli olan düzeylere getirilebilir. Ekonomik olarak değerlendirildiğinde de balık yağının %60 oranında pamuk tohumu yağı ile değiştirilmesi kg balık başına düşen yem maliyetini azaltılabileceği gözlenmiştir.

## 2.5 ÖNERİLER

- Avrupa deniz levreğinin yemlerinde kullanılan balık yağının PTY ile tamamen değiştirilmesi mümkün görünürken, tüm vücut ve özellikle kaslardaki DHA ve EPA miktarları dikkate alındığında, %60'lık değişim oranı hem balık yağ asidi kompozisyonu hem de yemden değerlendirme açısından önerilebilecek bir değişim oranı gibidir.
- Deneme yemlerinin ekonomik analiz sonuçları da, özellikle EÇO değeri dikkate alındığında, balık yağının  $\approx$ %62 oranında PTY ile değiştirilmesi daha yüksek gelir getirebileceği önerilebilir. Ancak, PTY ile hazırlanacak yemlerde diğer dikkat edilmesi gereken en önemli diğer konu ise kullanılacak bitkisel protein kaynaklarının da (örneğin denememizde kullanılan mısır glütenu) maliyetlerinin belirlenmesidir. Dolayısıyla alternatif bitkisel yağlar kullanılırken tüm hammaddelerin fiyatlarının göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir.

### **3.0 I. Grup Denemeleri:**

Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı-  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni

---

**3.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı- Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

**BÖLÜM I. GİRİŞ**

### 3.1 GİRİŞ

Bir çok çevresel koşul ve besinsel ortam altında amonyak ve üre-nitrojenini ölçmek kemikli balıkların nitrojen metabolizması hakkında önemli bilgiler verir (JOBLING, 1981; DOSDAT ve ark., 1995; REMEN ve ark., 2008; LAM ve ark., 2008). Balık türü ve büyüklüğü (DOSDAT ve ark., 1995), yemdeki protein oranı ve kaynağı (RYCHLY, 1980; ENGİN ve CARTER, 2001; DIAS ve ark., 2005) veya nitrojen alımı (KAUSHIK ve COWEY, 1990), yemleme sıklığı (RAMNARINE ve ark., 1987), ortam sıcaklığı (JOBLING, 1981; MÉDALE ve ark., 1995; PERSON-Le RUYET ve ark., 2004) esansiyel amino asitlerin (özellikle arjinin) yem içerisindeki miktarı (FOURNIER ve ark., 2003; TULLI ve ark., 2007), optimal esansiyel amino asit indeksi ve yemdeki buğday glütenu ve yüksek yağ seviyeleri (ROBAINA ve ark., 1999; BOUJARD ve ark., 2004) gibi pek çok faktörün Avrupa deniz levreği dahil birçok kemikli balık da nitrojen salınımını etkilediği görülmüştür.

Yem alımı ve emilimin ardından, en önemli serbest amino asitler kana karışır ve karaciğerde katabolize (parçalanır) olur ve balıklardaki nitrojen metabolizmasının son ürünü olan amonyak serbest haldeki bu amino asitlerin taşınması sonucu üretilir (COWEY ve WALTON, 1989; WRIGHT, 1995; WILKIE, 1997; TNG ve ark., 2008). Bununla birlikte, üre-nitrojeni salınımının bazı kemikli balıklarda yem alımı (KIKUCHI, 1995; HARRIS ve PROBYN, 1996; CARTER ve ark., 1998) stok yoğunluğu, yüksek oksijen (KORSGAARD et al., 1995; Kajimura ve ark., 2002) ve uygun olmayan çevresel koşullarla örneğin yüksek alkali durumlarda (WALSH, 1998) arttığı da rapor edilmiştir. Amonyak yüksek derece toksik olduğu için su ortamında ya uzaklaştırılmalı ya da daha az toksik formlara dönüştürülmelidir (WILKIE, 2002). Kemikli balıklar amonyağı serbest formda çevreye salmadan önce üreye çevirerek amonyak toksisitesinden kaçınmak için bir strateji geliştirmiştir (KORSGAARD ve ark., 1995; TNG ve ark., 2008).

Amonyak iyonize olmamış  $\text{NH}_3$  formda gaz haline ve iyonize formda  $\text{NH}_4^+$  bulunur ve  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  oranı pH ve pK reaksiyonu ile değişiklik gösterir (WRIGHT, 1995).  $\text{NH}_3$  küçük bir molekül olduğu ve lipitlerle çözünebilir olduğu için özellikle hücre membranlarından geçerler (WRIGHT, 1995; WILKIE, 2002).  $\text{NH}_4^+$  ise, bununla birlikte, deniz türlerinin solungaçlarında geçiş gösterir, elektriksel potansiyeline ve konsantrasyonuna bağlı olarak hücre membranlarından geçişi gerçekleşir (WRIGHT, 1995; WILKIE, 2002). Bu sebeple, bazı durumlarda  $\text{NH}_4^+$  hücre membranlarındaki lipit tabakalarından geçişleri özel geçiş köprülerine bağlı olduğu için zorlaşır (WRIGHT, 1995; SANDS et al., 1997). Bazı kemikli balıkların erken dönem yaşam safhalarında ornithine üre-döngüsü aracılığıyla hepatik ürea sentezi bazı anahtar genler tarafından düzenlense de ürikoyosis ve argininosolysis bir çok kemikli

balık ve omurgasızlar üre sentezinin temel köprüleridir (WRIGHT, 1995; PÄRT ve ark., 1998; WILKIE, 2002; TULLI ve ark., 2007).

Balık unu ve yağı her yıl değişen miktarlarda üretilmesi ve süreklilik arz etmeyen ham madde kaynakları olduğu için balık yemlerinde kullanmak üzere alternatif bitkisel veya hayvansal ham madde kaynaklarına ihtiyaç vardır (NAYLOR ve ark., 2000; MOURENTE ve BELL, 2006; TACON ve METIAN, 2008). Bitkisel yağ kaynaklarının balık yağına alternatif olarak deniz levreğinde (RICHARD ve ark., 2006) ve çipurada (IZQUIERDO ve ark., 2005) kullanılabileceği araştırılmıştır. Bitki tohumlarının yağları 18 karbonlu YDYA'nden linolenik (LNA, 18:3n3) ve linoleik (LA, 18:2n6) yağ asitlerince zengindir ve deniz balık türlerinde bu yağ asitlerini araşidonik asit ve EPA ve DHA'e çevirmede yeteneksizdirler (SARGENT ve ark., 1999). Bundan önce yapılmış çalışmalar göstermiştir ki deniz levreğinde bazı bitkisel yağlar %60 oranında balık yağı ile değiştirilmişler ve büyüme ve yaşama oranına olumsuz hiçbir etkilerinin olmadığı bildirilmiştir. (MOURENTE ve DICK, 2002; IZQUIERDO ve ark., 2003; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006; RICHARD ve ark., 2006). Ancak, %80 üzerinde balık yağının bitkisel yağlarla değiştirilmesi deniz levreğinde MONTERO ve ark., (2005) tarafından büyümeyi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Büyüme, tüm vücut ve kaslardaki yağ asitleri seviyesinin yanı sıra bitkisel yağların nitrojen metabolizması ve salınımı üzerine çok kısıtlı veri mevcuttur. Bitkisel yağlar bağırsaklardan emilimi ve plazma kortizol seviyesi ve prostaglandin E<sub>2</sub> seviyesi, bağışıklık parametreleri ve Atlantik salmonların (*Salmo salar*) kas ve mitokondri membran n-3 HUFA seviyelerini etkilemesi sonucu oksidatif streside (JUTFELT ve ark., 2007; PETROPOULOS ve ark., 2009; ØSTBYE ve ark., 2009) etkilediği için balık türlerinin yemlerinde bu yağ kaynaklarının kullanımının nitrojen metabolizmasını ve salınımını etkileyeceği düşünülebilir. Akdeniz'de yetiştiriciliği yapılan bir tür olan Avrupa deniz levreği tam anlamıyla karnivor bir tür olup bitkisel yağların güvenli bir şekilde kullanımı bu türün yemlerinin formülasyonu için önem arz edecektir. Sonuç olarak, farklı oranlarda pamuk tohumu yağı kullanımının deniz levreğinin amonyak- ve üre-nitrojeni salınımını ve dolayısıyla nitrojen metabolizmasını nasıl etkileyeceği bu çalışma ile ilk defa ortaya konulmuş olacaktır.

---

**3.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı- Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

**BÖLÜM II. MATERYAL VE YÖNTEM**

### 3.2 MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.2.1. Balık Materyali ve Deneme Ünitesi

Yavru levrek bireyleri (*Dicentrarchus labrax*) ticari bir firmadan sağlanmıştır ve işletme koşullarına getirildikten sonra 1 tonluk fiberglas tankın içerisine deneme başlayana kadar stoklanmıştır. Deneme akışlı bir sisteme bağlı 12 adet fiberglas tankta kurulmuştur ve balıklar 5 farklı deneme yemi ile 120 gün boyunca beslendikten sonra nitrojenli atık denemesi için yine aynı tanklarda tutulmuştur. Besleme denemesinin sonunda balıklar yaklaşık olarak  $78.5 \pm 2.4$  g'a ulaşmışlardır. Balıkların deneme ünitelerine alıştırılması ve nitrojenli atıklar için gerekli örneklemelerin yapılması TNG ve ark., (2008)'e göre yapılmıştır. Su ölçümlerinden önce tüketilmeyen yemler ve dışkılar sifonlama ile atılmıştır ve tankların iç yüzeyleride bu işlem süresinde sünger yardımıyla temizlenmiştir. Su sıcaklığı ve pH değerleri tüm deneme boyunca sırasıyla  $27 \pm 1$  C° ve  $7.2 \pm 0.2$  seviyelerinde kalmıştır. Deneme tankları sürekli havalandırılmıştır ve tanklardaki su değişimi sürekli 2 l/dakika akışta ve tankların çıkışlarındaki oksijen seviyeleri ise 5 mg/l altına düşürülmemiştir. Fotoperiyot 12 saat aydınlık: 12 saat karanlık olarak bina içerisindeki lambalar aracılığıyla sağlanmıştır.

#### 3.2.2 Deneme Yemleri

Test yemlerinde kullanılan ham maddeler, formülasyonu ve yemlerde kullanılan yağların yağ asidi analizleri ve yemlerin yağ asidi analizleri sırasıyla Tablo 2.1. ve Tablo 2.2.'de verilmiştir. Kontrol grubu yemleri (BY) sadece hamsi (*Engraulis encrasicolus*) yağı ile hazırlanırken diğer test yemlerinde pamuk tohumu yağı (PTY) ise %40 (PTY40), %60 (PTY60), %80 (PTY80) ve %100 (PTY100) oranında balık yağı ile değiştirilmiştir. Yemlerdeki protein kaynakları balık unu ve mısır glütenidir. Dekstrin (SUNAR Mısır, Adana-Türkiye) ise karbonhidrat kaynağı olarak kullanılmıştır. Diğer ham maddelerden CMC (Karboksi-Methil-Selüloz), DCP (Di kalsiyum Fosfat), mineral vitamin mikseridir (Table 2.1.). Kuru ham maddeler hobart mikser yardımıyla 45 dakika karıştırıldıktan sonra 30 dakikada bir su ve balık/bitkisel yağlar eklendikten sonra karıştırılmıştır. Yemlerle ilgili yapılan diğer detaylı işlemler, bu raporun "2.1 Deneme Yemleri" başlıklı kısmında verilmiştir.

#### 3.2.3 Deneme Prosedürü ve Ölçümler

Balıklar vücut ağırlıklarının %3 oranında ve günde üç öğün olacak şekilde doyuncaya kadar beslenmişlerdir. Besleme balıklar yeme ilgi göstermediği ana kadar devam ettirilmiştir ve her besleme dikkatli bir şekilde yapılmıştır. Tanklardaki amonyak- ve üre-nitrojeni su



alımları tüm gün boyunca belirli saatlerde ve 8 saatlik ölçüm aralığında (09:00-17:00; 17:00-01:00; 01:00-09:00) yapılmıştır. Ölçümü yapılacak tankların suları kapatıldıktan sonra su örneklemeleri yapılmıştır ve bu işlemler ENGİN ve CARTER (2001)'e göre yapılmıştır. Deneme 5 gün boyunca devam ettirilmiştir ve her bir tank üç kere ve 8 saatlik dilimlerde örneklenmiştir.

Her bir ölçümde, 10 ml'lik su örnekleri hem amonyak hem de üre ölçümleri için tanklardan pipet yardımıyla alınmıştır. Amonyak ve üre salınımları hem konsantrasyon olarak hem de tank hacmine göre hesaplanmıştır. Toplam amonyak nitrojeni (TAN) penol-hipoklorid metoduna göre (SOLORZANO, 1969) üre ise üreaz metoduna göre yapılmıştır (ELLIOTT, 1976). Toplam amonyak-nitrojeni konsantrasyonu amonyum klorit solüsyonundan elde edilen standart eğriye göre hesaplanmıştır. Üreaz uygulaması öncesi ve sonrası arasında amonyak konsantrasyonu örneklerdeki üreaz konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılmıştır.

### 3.2.4 İstatistik Analiz

Veriler standart  $\pm$  Standart sapma ile gösterilmiş ve tek yönlü varyans analizi ANOVA ile analiz edilmiştir. Tukey-Kramer HSD testi istatistiki farklılıkların olduğu durumlarda kullanılmıştır. Her bir yem grubu için her tanktan hesaplanan tüketilen nitrojen ( $C_N$ ) ile nitrojen salınım oranı ve hesaplanan kalan-N + atık N arasındaki doğrusal ilişki araştırılmıştır (ZAR, 1996). İstatistiki farklılıklar 0,05 önem seviyesinde verilmiştir.

---

**3.0 I. Grup Denemeleri: Pamuk Tohumu Yağının Değişim Oranı- Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

**BÖLÜM III. BULGULAR VE TARTIŞMA**

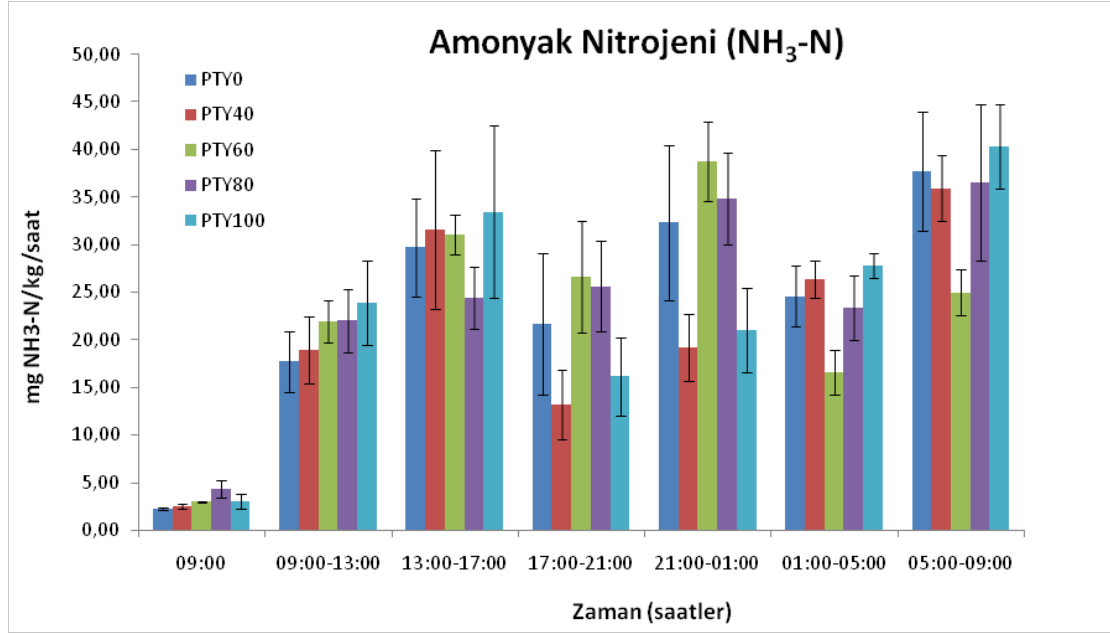
### 3.3 BULGULAR

#### 3.3.1 Günlük Toplam Amonyak- (TAN) ve Üre-Nitrojeni (N) Boşaltım Oranı

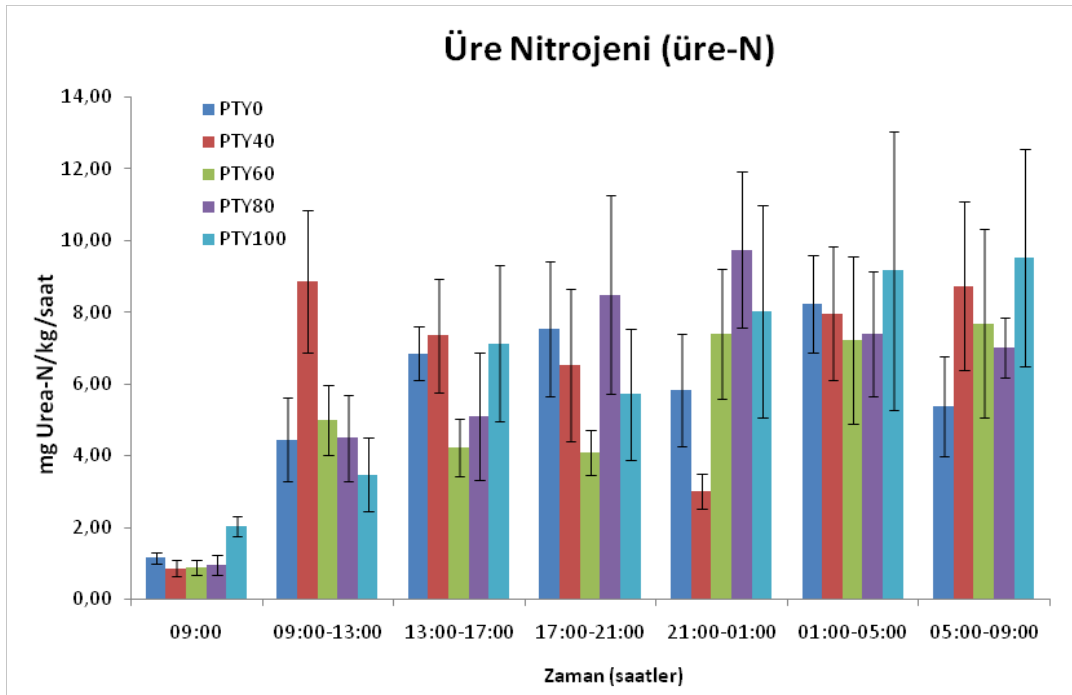
Deneme süresince balıklar da herhangi bir ölüm gerçekleşmemiştir dolayısıyla tank içerisindeki biomass (canlı kütle) değişmemiştir. Deneme gruplarının tükettikleri yem arasında istatistiki bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Deneme tanklarının sularında analiz edilen ve balıklardan salınan amonyak nitrojeni ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) sabah saat 09:00'da tüm gruplarda benzer seviyelerde bulunmuştur. Ancak, sabah yemlemesinin (08:30) ardından tüm grupların amonyak nitrojen miktarı 4 saat sonraki ölçümlerde arttığı tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Aynı şekilde öğlen ve akşam yemlemelerinin ardından tanklardaki amonyak nitrojeni salgınlamını yine artmıştır. Bununla birlikte, PTY80 grubu bireylerinin amonyak nitrojeni boşaltımı diğer gruplara göre daha düşük olmasına karşın istatistiki olarak farklı çıkmamıştır ( $P>0,05$ ) (Şekil 3.1). Diğer taraftan, 17:00-21:00 arasında BY, PTY60 ve PTY80 grubu bireylerinin amonyak nitrojeni boşaltımı miktarı arasında bir farklılık bulunmazken PTY40 ve PTY100 gruplarındaki amonyak nitrojeni diğer gruplara göre daha düşük çıkmıştır. 21:00-01:00 örneklemelerinde de aynı eğilim izlenmiştir. 01:00-05:00 saatleri arasındaki ölçümlerde ise amonyak nitrojeni miktarı salınımı azalmıştır (PTY60 grubu hariç). Ancak, amonyak nitrojen miktarı tüm gruplarda sabah yemlemesi öncesi artmıştır. Bu deneme sonunda pamuk tohumu yağının artan oranlarda balık yağı ile değiştirilmesi yavru Avrupa deniz levreği bireylerinde, amonyak nitrojeni ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) boşaltımı 24 saatlik devinim oranlarında açık şekilde bir etki göstermiştir. Amonyak nitrojeni ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) boşaltımı genel olarak değerlendirildiğinde, toplam amonyak (TAN) bitkisel kaynaklı yemlerle beslenen bireylerde gece daha etkin bir şekilde salınmıştır. Ancak, yem içerisindeki artan PTY oranı deneme boyutlarındaki levrek bireylerinde günlük TAN boşaltımını etkilememiştir ( $P>0,05$ ) (Tablo 3.1.).

Şekil 3.2.'de deneme sonunda alınan üre-nitrojeni (üre-N)'nin 24 saatlik devinimi verilmiştir. Buna göre, örneklemeden önce başlangıç verilerine göre sabah yemlemesinin ardından üre-N miktarı artmıştır. Aynı seyir, diğer öğünlerdeki beslemelerin ardından da gözlemlenmiştir. Sabah beslemesinin ardından üre-N artmasıyla birlikte PTY40 grubunda bu değer en yüksek noktaya ulaşmıştır (Şekil 3.2.). Aynı şekilde, artan oranlarda pamuk tohumu yağı kullanımının üre boşaltımını öğleden sonra yemlemesini (13:00) takiben önemli miktarlarda etkilediği (arttırdığı) gözlemlenmiştir. 24 saatlik devinim içerisinde gruplar arasındaki üre-N değişimi farklılık gösterirken saat 01:00-05:00 saatlerinde alınan ölçümler değerlendirildiğinde üre-N verileri gruplar arasında farklı çıkmamıştır. Aynı eğilim sabah yemlemesinden öncesine kadar aynı şekilde devam etmiştir. Bu ölçümler sonucunda, pamuk tohumu yağının artan oranlarda balık yağı ile değiştirilmesi, yavru Avrupa deniz levreği

bireylerinde üre nitrojeni (üre-N) boşaltımı 24 saatlik devinim oranlarında açık şekilde bir etki göstermiştir.



Şekil 3.1. Gün içerisinde deneme tanklarındaki amonyak nitrojeni (NH<sub>3</sub>-N) boşaltımı. Yemlemeler; 08:30, 13:30 ve 18:30'da yapılmıştır. Değerler ortalama standart sapmaları  $\pm$  SS (n=3) göstermektedir.



Şekil 3.2. Gün içerisinde deneme tanklarındaki üre nitrojeni (üre-N) boşaltımı. Yemlemeler; 08:30, 13:30 ve 18:30'da yapılmıştır. Değerler ortalama standart sapmaları  $\pm$  SS (n=3) göstermektedir.

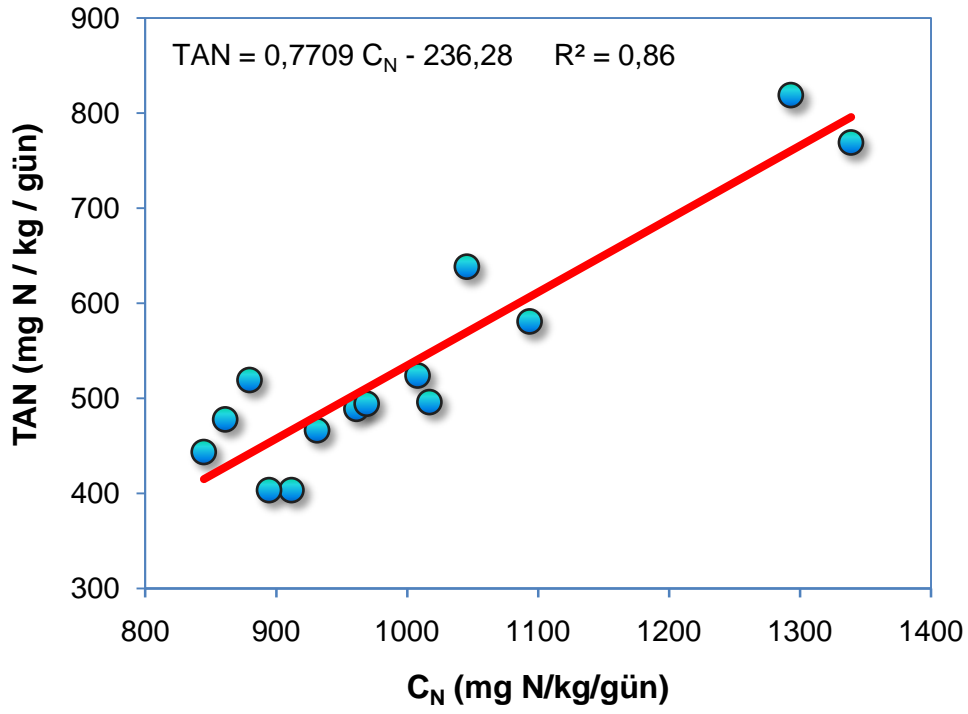
Tablo 3.1. Deneme yemleriyle beslenen Avrupa deniz levreği'nde günlük ortalama nitrojen salınımı ve tüketilen % nitrojen (C<sub>N</sub>).

	Deneme Yemleri					P
	BY	PTY40	PTY60	PTY80	PTY100	
C <sub>N</sub> (Tüketilen nitrojen, mg N/kg/gün)	1008±42	896±45	935±103	1200±201	956±119	0,083
E <sub>i</sub> (Enerji alımı, Kj/kg/gün)	391±16	337±17	349±38	454±76	359±44	0,069
TAN Salınımı (mg /kg/gün)	541±84	438±31	501±33	694±174	501±90	0,106
Üre-N (mg Üre-N/kg/gün)	101±27	122±25	128±37	144,7±61	110±41	0,762
Toplam nitrojen (mg N/kg/gün)	642±89	559±27	608±36	839±156	595±110	0,844
Tutulan N+Atık N (mg N/kg/gün)	366±50	337±35	306±67	362±43	345±59	0,182
TAN (%C <sub>N</sub> )	54±7	49±4	54±2	57±6	53±7	0,559
Üre-nitrojeni (%C <sub>N</sub> )	10±1 <sup>b</sup>	14±0,8 <sup>a</sup>	14±0,5 <sup>a</sup>	12±1,3 <sup>ab</sup>	12±0,9 <sup>ab</sup>	0,022
Toplam nitrojen (%C <sub>N</sub> )	64±6	62±3	65±3	69±9	62±6	0,776

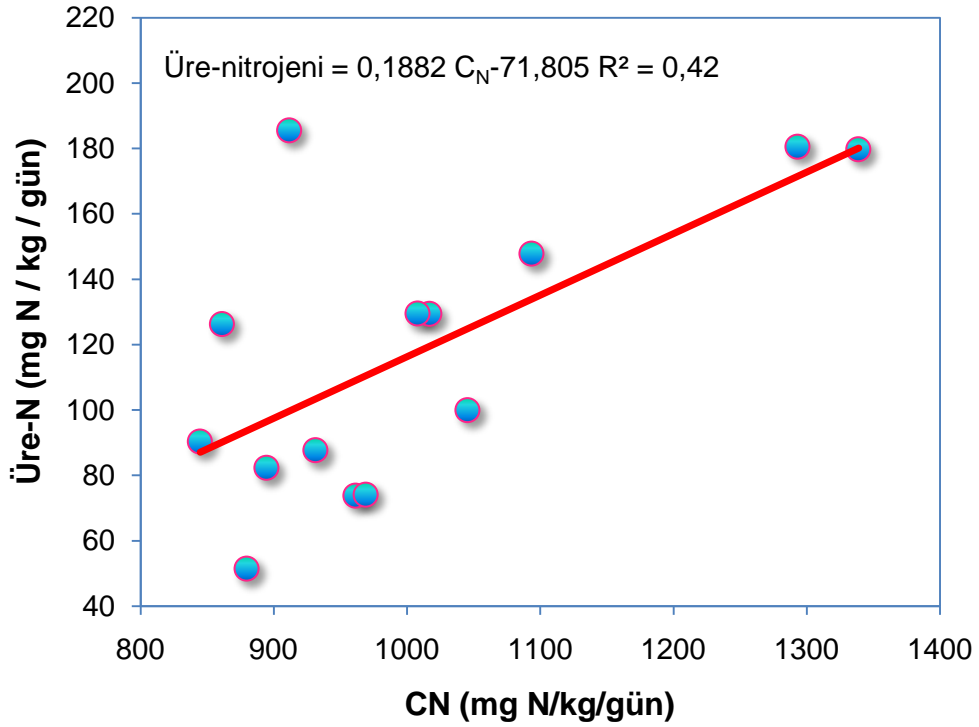
<sup>†</sup>Değerler ±Standard sapmayı (n= 9) göstermektedir, Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir.

### 3.3.2 Tüketilen Nitrojen (C<sub>N</sub>) ve Günlük Nitrojen Salınımı

Deneme sonunda alınan ölçümlerden ve yemlerden alınan nitrojenin hesaplanması sonucu tüketilen nitrojen (C<sub>N</sub>), enerji, TAN salınımı ve üre-nitrojeni miktarları ve diğer veriler Tablo 3.1.'de verilmiştir. Balık yağı ile farklı oranlarda PTY'nin değiştirilmesi C<sub>N</sub> değerini değiştirmemiştir (P>0,05). Benzer şekilde TAN salınımı gruplar arasında istatistiki farklılık göstermezken balıklar tarafından alınan enerji alımı istatistiki olmasa da farklılık göstermiştir. En yüksek TAN miktarı 694 mg/kg/gün ile PTY80 grubunda bulunurken en düşük TAN PTY40 grubunda bulunmuştur. Bununla birlikte, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda en yüksek üre-nitrojeni (%C<sub>N</sub>) sırasıyla PTY40 ve PTY60 gruplarında hesaplanmıştır (P<0,05) (Tablo 3.1.). Diğer taraftan balıkların yemlerinden tükettikleri C<sub>N</sub> miktarı BY, PTY40, PTY60, PTY80 ve PTY100 gruplarında sırasıyla 1008, 896, 935, 1200 ve 956 mg/N/kg/gün olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.1.).



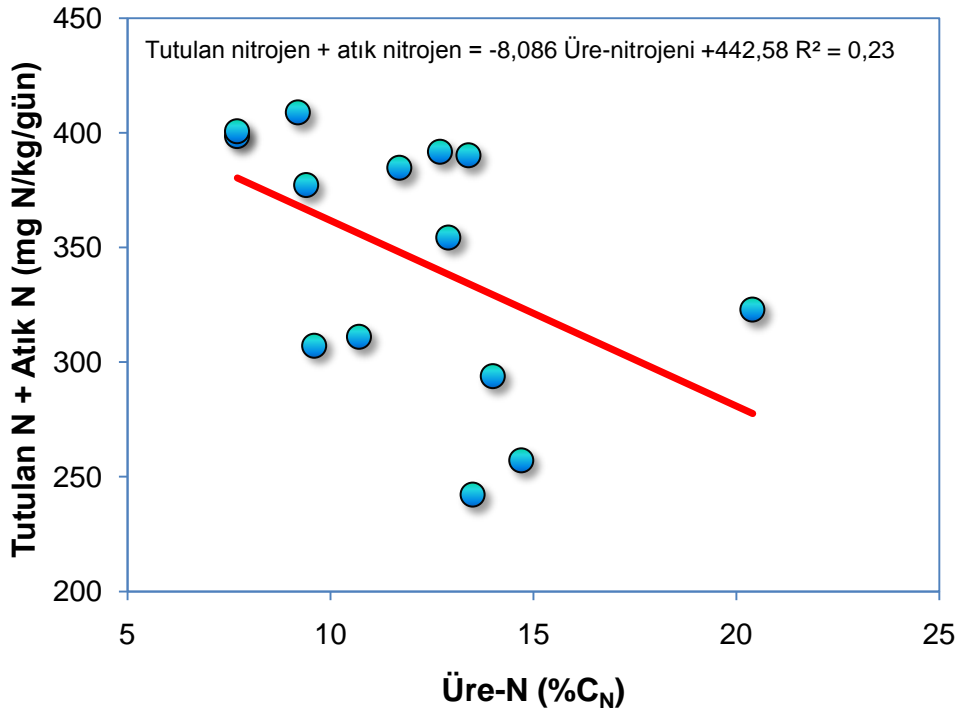
Şekil 3.3. TAN ile tüketilen nitrojen (C<sub>N</sub>, mg N/kg/gün) arasında ilişki.



Şekil 3.4. Üre-nitrojeni ile tüketilen nitrojen (C<sub>N</sub>, mg N/kg/gün) arasında ilişki.

TAN ile  $C_N$  arasında güçlü bir lineer (doğrusal) ( $TAN = 0,7709 C_N - 236,28$ ,  $n=3$ ,  $R^2 = 0,86$ ) ilişki bulunmuştur (Şekil 3.3.). Bu eğriye göre, su içerisindeki TAN miktarı arttıkça balığın yemlerden aldığı nitrojen miktarı da doğrusal bir şekilde artmıştır. Üre-nitrojeni ile  $C_N$  değerleri noktalandığında TAN ile  $C_N$  arasındaki ilişkiden daha zayıf bir ilişki bulunmuştur (Üre-nitrojeni =  $0,1882 C_N - 71,805$ ,  $n=3$ ,  $R^2 = 0,42$ ) (Şekil 3.4.).

Teorik olarak her bir tank ve deneme grubu için tutulan + atık nitrojen miktarı (mg N/kg/gün) gruplar arasında bir farklılık göstermemiştir (Tablo 3.1.). Tutulan ve atık nitrojen miktarı 306-366 mg N/kg/gün olarak bulunmuştur. Tutulan + atık nitrojen miktarı (mg N/kg/gün) ile üre-nitrojeni arasındaki ilişki (tutulan nitrojen + atık nitrojen =  $-8,086$  Üre-nitrojeni +  $442,58$ ,  $n=3$ ,  $R^2 = 0,23$ ) Şekil 3.5.'de verilmiştir. Buna göre, her iki parametre arasında çok zayıf bir doğrusal ilişki bulunmuştur ( $R^2 = 0,23$ ).



Şekil 3.5. Tutulan nitrojen + atık nitrojen ile üre-nitrojeni arasındaki ilişki.

### 3.4 TARTIŞMA

Bu çalışma, TAN boşaltım ve hesaplanan, tutulan nitrojen + atık nitrojen değerlerinin farklı çıkmamasından dolayı deneme balıklarının pamuk tohumu yağı ile hazırlanmış yemleri enerji kaynağı olarak kullandığını göstermiştir. Bununla birlikte, % üre-nitrojen salınımı yem içerisindeki PTY miktarının artmasıyla yükselmiştir. Tatlı su balıklarında amonyağın vücuttan atılımı özellikle glutamin ve glutamet sentezlenmesi sonucu oluşmaktadır (LEVI ve ark., 1974; ARILLO ve ark.,1981). TNG ve ark., (2008) yavru marble goby'lerde (*Oxyeleotris marmorata*) yaptıkları çalışmada glutamet dehidrogenaz aktivitesi sonucu amonyağın toksik olmayan forma dönüştürülmesinde önemli bir rol oynadığını bildirmiştir. Denemede bu glutamat dehidrogenaz aktivitesi ölçülmemesine karşın bitkisel yağ ile hazırlanmış balıklarda benzer bir aktivitenin varlığından bahsedilebilir.

Üre boşaltımı pasif difüzyon aracılığıyla olduğu düşünüldüğü halde, yeni yapılan çalışmalar göstermiştir ki solungaçlardaki üre boşaltımı üre taşıyıcıları (UT) aracılığıyla olduğu artık netleşmiştir (MISTRY ve ark., 2001; WILKIE, 2002). Denizde yetiştirilen Japon yılan balığı (*Anguilla japonica*) solungaçlarından yılan balığı için özel bir UT cDNA'yi izole edilmiştir (MISTRY ve ark., 2001). Sonuç olarak, deneme yemlerimizle beslenen levrek bireylerinde de elde edilen üre-nitrojeni salınımı göstermektedir ki denemede levrekler amonyağı üreye detoksifiye etmişlerdir ve bu işlemi solungaçlarındaki UT aracılığıyla, enerji harcarak gerçekleştirdikleri de düşünülebilir (WRIGHT, 1995; WILKIE, 2002). Bu olası metabolik etkileşim özellikle üre-nitrojeninin (%C<sub>N</sub>) yüksek olduğu PTY40 ve üzerindeki değim oranlarının olduğu gruptaki balıklarda gözlenmiştir. Benzer sonuçlar, projemizin ikinci denemesi olan ve %100 bitkisel orijinli yemlerle beslenen levrek bireylerimizde de tespit edilmiştir.

Teleost (kemikli balıklar)'lardaki amonyak salgılanım oranı yemlerdeki protein miktarı ve nitrojen alımı ile direkt ilişkilidir (KAUSHIK ve COWEY, 1990). Farklı oranlarda pamuk tohumu yağı ile beslenen levrek bireyleri deneme süresince üre-nitrojeni C<sub>N</sub> 3,9 ile 5,4 arasında değiştiği için ammonotelik olmuşlardır ve bu sonuç bundan önce bu türle yapılan çalışmaları da doğrular niteliktedir (BOUJARD ve ark., 2004; PERSON-Le RUYET ve ark., 2004; DIAS ve ark., 2005; TULLI ve ark., 2007).

Sonuç olarak, denememizde yem içerisindeki PTY miktarı arttıkça (balık yağı miktarı düştükçe) levrek bireylerinin % üre-nitrojen salınımı yükselmiştir. Fakat proje süresince yürütülen denemelerde elde edilen nitrojenli atık verileri Avrupa levrek balıklarında tek çeşit bitkisel kaynaklı yağ kullanımına göre iki farklı bitkisel yağ kaynağının kullanımının toplam



nitrojenli atıklar içerisinde üre-nitrojeni salınımını önemli oranda artırdığı ve bunun da değişen hücre membranlarını oluşturan polar lipit:nötral lipit dengesiyle de alakadar olabileceği düşünülmektedir (TOCHER ve ark., 2008). Memelilerde olduğu gibi fosfolipitlerin amphipatik yapısı yani hem hidrofilik (sn-3 fosfat baş grubu) ve hem de hidrofobik (sn-1 ve sn-2 yağ asitleri) bölgeleri balıklarda da hücre yüzeylerindeki çift yağ katmanlarının yapısında aynı kilit rollere sahip olabileceklerinin belirtisidir (TOCHER ve ark., 2008). Her ne kadar balıklarla yapılan çalışmalar çok sınırlı ise de çevresel faktörlerin özellikle sıcaklığın biyomembranlardaki fosfolipitlerin kompozisyonu ve metabolizmalarındaki dinamik değişiklikler üzerine etkileri daha önceki çalışmaların ışığı altında incelenmiştir (HAZEL ve WILLIAMS, 1990; HOCHACHKA ve MOMMSEN, 1995). İleriki çalışmalarda özellikle bitkisel yağ kaynaklarının balık yemlerinde kullanımının solungaç hücre yüzeyleri yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin incelenmesi ve buna bağlı olarak amonyak ve üre nitrojeni salınımında rol oynayan metabolik yollarda meydana gelebilecek değişikliklerin belirlenmesi bu balık yağına alternatif bitkisel yağların Avrupa deniz levrek bireylerinde emniyetle kullanılacak miktarlarının belirlenmesinde büyüme ve vücut yağ asitleri kompozisyonlarının yanında önemli bir yer tutması beklenmelidir.

### 3.5 ÖNERİLER

- Farklı PTY içerikleriyle hazırlanmış yemlerle beslenen Avrupa deniz levreğinin bu kaynakları kullanarak balık yağı ile beslenen bireylerle aynı büyümeyi elde etmesi, amonyak ve üre metabolizması açısından balıklarda herhangi bir problemin meydana gelmediğini göstermiştir. Ancak, PTY gibi alternatif bitkisel yağ kaynaklarının emniyetle kullanılabilmesi için daha detaylı çalışmaların (solungaç hücre yüzeyleri yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin incelenmesi) yapılması bu deneme sonucunda önerilebilir.
- Projenin bu denemesinin sonucunda amonyak- ve üre-nitrojeni boşaltımının bitkisel yağlarla beslenen levrek bireylerin enerji bütçesini etkilediği ve bu konunun da ileriki çalışmalarda detaylı olarak çalışılması düşünülmektedir.

## **4.0 II. Grup Denemeleri:**

%100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve  
Sindirilebilirlik

---

**4.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik**

## BÖLÜM I. **GİRİŞ**

## 4.1 Ön Bilgi

### 4.1.1 II. Grup Denemelerinde Kapsam Değişikliği (Bknz. 5. Gelişme raporu)

Proje kapsamında planlanan diğer çalışmamız, balık yağının farklı oranlarda (%0, %40, %60, %80 ve %100) kanola yağı ile değiştirilmesiyle ilgilidir. Ancak, yapılan yeni literatür çalışmaları sırasında, Avrupa deniz levreği yavrularında ve iri bireylerinde 2006 yılından (projenin kabul edildiği yıl) itibaren kanola yağının balık yağına alternatif olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bu amaçla, Avrupa orijinli kanola yağları ile Türkiye’de yetiştirilen kanola yağlarının içerikleri karşılaştırılmıştır (Tablo 4.1).

Bundan önce yapılan çalışmalarda kullanılan kanola yağları ile denemelerimizde kullandığımız ve Türkiye’de tarımı yapılan kanola yağının yağ asidi profilleri aynı olup, yüksek-oleik içerikli kanola yağlarından. Bu çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, MOURENTE ve BELL (2006), 5 g ağırlığında Avrupa deniz levreğinde yaptıkları çalışmada %60 oranında karıştırılmış bitkisel yağların (kanola10/keten tohumu 35/ palmiye yağı 15) bu türde büyümeyi istatistik olarak etkilemediğini ve kanola yağının daha yüksek oranlarda (%60 ve üzerinde) değiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Avrupa deniz levreği gibi karnivor bir tür olan mercan, *Pagrus major*, türünde HUAN ve ark. (2007), balık yağının %70 oranına kadar kanola yağı ile değiştirilmesinin mercan balık sağlığı ve büyüme açısından bir farklılık yaratmadığını göstermişlerdir. Bu araştırmacılar da, yukarıdaki çalışmadaki bilim adamlarının belirttiği gibi, kanola yağının daha yüksek seviyelerde balık yağına alternatif olabileceğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan, MOURENTE ve ark. (2005a), 90 g’lık deniz levreklerinde %60 oranında kanola yağının balık yağı ile değiştirilmesi sonucunda; levrek türünün daha yüksek seviyelerdeki kanola yağı değişimlerinde de iyi sonuçlar verebileceğini ancak, DHA ve EPA değerlerinin de et kalitesi ve insan tüketimi açısından dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. IZQUIERDO ve ark. (2003)’da çipura ve Avrupa deniz levreği türlerinde soya yağı, kanola yağı, keten tohumu yağı ve bunların karışımlarının %60 oranına kadar balık yağı ile değiştirilebileceğini ve bu yağlarla hazırlanmış yemeklerle beslenen her iki türün yağ asidi içeriğinin çok farklı olmadığını bildirmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalarda da belirtildiği gibi balık yağının %60’a kadar herhangi bir problem oluşturmadan karnivor deniz türlerinde kanola yağıyla değiştirilebileceği bildirilmiştir (MOURENTE ve BELL 2006; RICHARD ve ark., 2006; HUAN ve ark., 2007). Bu sebeple, projenin ikinci denemelerinden olan balık yağının kanola yağı ile farklı oranlarda (%0, %40, %60, %80 ve %100) değiştirilmesiyle ilgili çalışmanın artık orijinal olmayacağı ve kapsam değişikliğine gidilmesi gerektiği düşünülmüştür. Ancak, yukarıdaki çalışmalarda da belirtildiği gibi bu bitkisel yağın kaynağının %60’ın üzerinde balık yağlarıyla değiştirilmesi ve Avrupa

deniz levreğinin yağ asidi profilini olumsuz yönde etkilese de, ekonomik olarak bu yağların değişim oranlarının belirlenmesi bu tür için ortaya konulmuş olacaktır.

Tablo 4.1. Denemelerde kullanılan kanola yağı ile Avrupa'da yetiştiriciliği yapılan diğer kanola yağlarının yağ asidi profilleri.

Yağ Asit Kompozisyonu	Kanola Yağı*	Kanola Yağı <sup>1</sup>	Kanola Yağı <sup>2</sup>	Kanola Yağı <sup>3</sup>
14:0	0.09	-	-	0.02
15:0	0.06	-	-	-
16:0	5.07	5	2.77	3.4
17:0	0.09	-	-	-
18:0	1.90	-	1.04	2.5
20:0	0.55	-	0.37	0.09
22:0	0.22	-	-	0.23
24:0	0.09	-	-	0.08
Toplam DYA	8.34	5	4.18	7.7
16:1n7	-	-	0.11	-
16:1n9	0.53	-	-	-
18:1n9	61.96	60	64.6	77.8
20:1n9	-	1	0.80	1.6
22:1n9	1.52	-	0.20	0.1
20:1n11	1.94	-	0.09	-
Toplam TDYA	65.94	61	65.8	79.9
18:2n6	18.46	21	21.1	9.8
18:3n6	0.09	-	-	2.6
n-6	18.55	21	21.2	12.4
18:3n3	7.10	10	7.6	7.9
18:4n3	0	-	0.82	-
20:3n3	0.11	-	-	-
20:5n3	0.10	-	-	-
22:6n3	0.18	-	-	-
n-3	7.49	10	8.48	7.9

\*Proje denemesinde kullanılan kanola yağ asidi sonuçları 3 örnek ortalamasını (n=3) göstermektedir. Diğer kanola yağlarında tek kromotogram okuması verilmiştir.

<sup>1</sup> BELL J G., TOCHER, D R., *Dietary Oil Sources: Current Position And Future Challenges*. 13<sup>th</sup> International Symposium on Fish Nutrition and Feeding held at Florianopolis. Brazil. 2008.

<sup>2</sup> HUANG S S., Oo, A N., Higgs, D A., Brauner, C J., Satoh, S. *Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream. Pagrus major*, Aquaculture, 271, 420-431, (2007).

<sup>3</sup> GUNSTONE F D., Harwood, J L., *Occurrence and Characterisation of Oils and Fats*. The Lipid Hand Book. Edited by. Gunstone, F D., Harwood, J L., Dijkstra. 3, A J., 7-141 pp, 2007.

Sonuç olarak, proje kapsamında planladığımız denemelerden kanola yağının değişim oranıyla ilgili deneme modifiye edilerek; %100 kanola, %100 pamuk tohumu yağı ve bu iki bitkisel yağ kaynağının %100 (%50 kanola yağı / %50 pamuk tohumu yağı) oranında karışımının Avrupa deniz levreği bireylerinde büyüme performansı, yem tüketimi, besin madde bileşenleri ve yağ asidi profillerindeki değişimler ve bu yemlerin sindirilebilirliği

konularında daha farklı ve orijinal bir çalışma kurgulanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, levrek türü için ilk defa %100 bitkisel yağlarla beslenen bireylerde yağ asidi sindirilebilirliği ve absorbe edilmeyen yağ asitlerinin hesaplaması yapılmıştır.

## 4.2 GİRİŞ

Avcılıkla yakalanan balıklardan (hamsi-*Engraulis encrasicolus*, capelin-*Mallotus villosus*, sardalye-*Sardinella longiceps* ve benzeri pelajik balık türleri) elde edilen balık unu ve yağlarıyla amino asitler ve yağ asitleri içeriği dengeli ve kaliteli balık yemleri üretilmektedir (TIDWELL ve ALLAN 2002), ancak yetiştiricilik sektöründeki hızlı artış ve balık unu ve yağında kullanılan balık stoklarının mevcut durumu göz önüne alındığında bu hammadde kaynaklarına alternatif protein ve yağ kaynaklarının bulunması gerekmektedir. Avrupa'da bundan önce tamamlanan (RAFOA, <http://www.rafoa.stir.ac.uk>) ve devam eden projelerde (AQUAMAX, <http://www.aquamaxip.eu>) çalışan araştırmacılar, alternatif bitkisel protein ve yağ kaynaklarının ne oranlarda değiştirileceğini tatlı su ve deniz türlerinde denemişlerdir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, soya, ayçiçeği yağı, keten, kanola, zeytin ve palmye yağlarının salmonlar ve tatlı su balıklarının yemlerinde balık yağı ile değiştirilebileceği göstermişlerdir (BELL ve ark., 2001; ROSENLUND ve ark., 2001; TORSTENSEN ve ark., 2000; MOURENTE ve BELL, 2006). Bununla birlikte, deniz balıklarında bitkisel yağlarda yoğun miktarlarda bulunan linoleik (LA) ve  $\alpha$ -linolenik (ALA) yağ asitlerinin araşidonik asit (ARA), eikozapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoik asite (DHA) bio-çevrim yetenekleri düşüktür.

Avrupa deniz levreği (*D. labrax* L.), diğer ılıman ve sıcak iklim balıklarına kıyasla, karnivor (etçil) bir deniz balığı türü olup yukarıda sıralanan yağ asitlerinin bio-çevriminde düşük bir kapasiteye sahiptir. Ancak, C<sub>18</sub>'li yağ asitlerinin zincir uzaması ve desaturasyonunu (doymamış forma dönüştürülmesi) sağlayan enzimlerin her birinin üretimi, azda olsa, levrek bireylerinde tespit edilmiştir (MOURENTE ve ark., 2005; TURCHINI ve ark., 2009). Bu nedenle, levrek yemlerinde n-3 YDYA (yüksek doymamış yağ asitleri) içeriğinin dengeli olması gerekmektedir. Avrupa deniz levreğinin yemlerinde balık yağı ile bitkisel yağların değiştirildiği en son çalışmalar değerlendirildiğinde RICHARD ve ark. (2006) %60'a kadar balık yağının bitkisel yağ karışımlarının (%24 keten tohumu, %12 palmye yağı ve %24 kanola yağı) 5 g'lık levrek bireylerinde büyüme ve yem alımı üzerine istatistiksel bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, kısa ve uzun süreli bir çok çalışmada, deniz levreği yemlerinde balık yağının tamamen veya kısmi olarak bitkisel yağlarla değiştirilmesi büyümeyi olumsuz olarak etkilemediği bildirilmiştir (YILDIZ ve ŞENER, 1997; IZQUIERDO ve ark., 2003; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve

BELL, 2006; MARTINS ve ark., 2006).

2008'de 5 milyon tondan fazla üretilen pamuk tohumu yağı (PTY) ise palmiye, soya, kanola ve ayçiçeği yağından sonra dünyada en fazla yetiştirilen bitkisel yağların başında gelmektedir. Genellikle, yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında; %23 palmitik asit (16:0), %17 oleik asit (18:1n-9) ve %56 oranında LA ve düşük düzeylerde ALA içermektedir (GUNSTONE ve HARWOOD, 2007). Balık yağının PTY ile değiştirilmesiyle ilgili az çalışma mevcuttur. Bunlardan ilki VIOLA ve ARIELI (1983) tarafından toprak havuzlarda yetiştirilen hibrit tilapia (*Oreochromis spp.*)'da rapor edilmiştir. Bu araştırmacılar, PTY içeren yemlerle beslenen tilapialarda büyümede bir farklılık olmadığını ve bu tür için PTY'nin kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. PTY'nin deniz balıklarında kullanımı ile ilgili çalışmalarda ise, Mısırlı araştırmacı WASSEF ve ark., (2009) çipura bireylerinde (130 g) %60 oranında balık yağının bitkisel yağ karışımı (PTY ve ayçiçeği yağı) ile değiştirmiş ve balıkların büyüme ve bazı kan parametrelerine olumsuz bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Bununla birlikte, ilginç olarak, Avrupa deniz levreğinde PTY'nin kullanımıyla ilgili olarak sadece bir çalışma mevcuttur. WASSEF ve arkadaşları tarafından 2004 yılında 1,9 g'lık levrek bireylerinde yapılmıştır. Bu araştırmacılar; balık yağı ile %60 oranında PTY, keten tohumu ve ayçiçeği yağı (1:1:1, hacim/hacim) ile değiştirilmiş yemlerle levrek bireylerinin 24 hafta boyunca beslemişlerdir. Deneme sonunda, %60 oranındaki bu karışımın levrek bireylerinin büyümesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Ancak, çalışmada eksik kalan en önemli kısım ise, deneme sonunda balıkların yağ asidi kompozisyonunun nasıl değiştiğidir. WASSEF ve ark., (2004) deneme sonunda test balıklarının yağ asidi kompozisyonuna bakmadıkları için çalışmanın en önemli ayağı tamamlanamamıştır.

Literatürde Avrupa deniz levreği için kullanılan bitkisel yağlar incelendiğinde, pamuk tohumu yağının levrek bireylerinin büyüme performansı üzerine etkisi ile ilgili sadece yukarıda belirtilen çalışma bulunmuştur ve bu çalışmada yağ asitleri kompozisyonu değişiklikleri araştırılmamıştır. Diğer taraftan, levrek yemlerinde balık yağının %60 ve %80'e kadar farklı bitkisel yağ kaynaklarıyla bir problem yaratmadan kullanılabilirliği belirtilmiştir (IZQUIERDO ve ark., 2003; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006). Ancak, daha yukarıdaki değişim oranlarında büyüme, yem tüketimi ve özellikle yağ asidi kompozisyonuna etkileri araştırılmamıştır. Bu amaçla, projenin ikinci denemesinde balık yağının pamuk tohumu, kanola ve bu iki bitkisel yağın karışımlarının (1:1) %100 oranında değiştirilmesinin 35 g'lık deniz levreği bireylerinde a) büyüme, b) yem tüketimi, c) tüm vücut ve d) kaslardaki yağ asidi değişimleri, e) bu yemlerin sindirilebilirlikleri f) yağ asitlerinin sindirilebilirliği ve g) absorbe edilmeyen yağ asitleri belirlemiştir.

---

**4.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik**

## **BÖLÜM II. MATERYAL VE YÖNTEM**



### 4.3 MATERYAL ve YÖNTEM

#### 4.3.1 Deneme Grupları ve Yemlerinin Hazırlanması

Deneme test yemleri, projenin ilk denemesi olan “pamuk tohumu yağının değişim oranları” başlıklı denemedeki yemlerle aynı şekilde hazırlanmıştır ve test yemlerinin formülasyonu ve analiz edilen kompozisyon Tablo 4.2.’de verilmiştir. Bu çalışmada, dört deneme grubu belirlenmiştir. Buna göre;

1. grup: kontrol yemi içerisinde %100 balık yağı (BY).
2. grup: %100 (PTY100), %100 pamuk tohumu yağı.
3. grup: %100 (KY100), %100 kanola yağı.
4. grup: %50 KY + %50 KY (KY50/PTY50), %50 kanola yağı + %50 pamuk tohumu yağı şeklindedir.

Deneme yemleri isoproteolitik (~%53 protein), isoenerjik (~18 MJ/kg enerji) ve isolipitik (~22%) olacak şekilde ve levreklerin ihtiyaç duyduğu NRC (1993)’nin bildirdiği protein, enerji ve lipit miktarları dikkate alınarak formülize edilmiştir. Deneme yemlerinin yağ asidi analizleri Tablo 4.3’deki gibidir. Test yemlerinin hazırlanması (ham maddelerin karıştırılması, peletlenmesi ve kurutulması) I. Grup denemelerindeki gibi yapılmıştır. Buna göre, ham madde karışımları 3.0-3.5 mm formda pres pelet makinesinden çıkartıldıktan sonra 30°C’de 6 saat süresince etüvde kurutulmuşlardır. Yemlerde daha sonra analiz edilmiş ve formülasyonda istenilen protein (~%53) ve lipit (~%22) içeriğine ulaşıldığı anlaşıldıktan sonra deneme kurulmuştur. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddeler “2.2.1 Deneme Yemleri” kısmında verilmiştir.

#### 4.3.2 Materyal ve Denemenin Yönetilmesi

Avrupa deniz levreği bireyleri (6 g) AKUVATUR Su Ürünleri Tic. ve San. A.Ş. tarafından aynı yardım olarak sağlanmıştır. Denemede kullanılacak ana stok balıklara yapılan muameleler ve deneme yemlerinin testleri “2.2.2 Materyal” ve “2.2.4 Denemenin Yönetimi” başlığı altında verildiği gibidir. Bu denemede I. Grup Denemeleri’nden farklı olarak, balıklar günde üç öğün (sabah: 08:30, öğlen: 13:30 ve akşam 18:30) beslenmişlerdir.

Tablo 4.2. Pamuk tohumu yağı denemesinin test yemlerinin içerikleri ve kimyasal kompozisyonları.

Yem içerikleri (g/kg)	BY	PTY100	KY100	KY50+PTY50
Balık Unu <sup>1</sup>	510	510	510	510
Mısır Gluteni	225	225	225	225
Dekstrin	70	70	70	70
Balık yağı <sup>2</sup>	100	0	0	0
Pamuk Tohumu Yağı	0	100	0	0
Kanola Yağı	0	0	100	0
PTY+KY (%50+%50)	0	0	0	100
KMS (Karboksi Metil Selüloz)	47	47	47	47
DKF (Di Kalsiyum Fosfat)	23	23	23	23
Mineral Karışımı <sup>3</sup>	15	15	15	15
Vitamin Karışımı <sup>3</sup>	10	10	10	10
Analiz Edilen Kompozisyon (%)*				
Nem	14,4±0,16	14,2±0,69	13,6±0,26	13,1±0,07
Ham Protein	53,5±0,64	54,6±1,05	53,1±0,66	53,3±1,69
Ham Yağ	20,4±0,73	19,5±0,36	20,0±0,96	19,2±1,11
Ham Kül	12,7±0,21	12,3±0,25	12,3±0,07	12,5±0,37

\* Hesaplanan değerler kuru madde üzerindedir. Toplam enerji ve protein:enerji oranı analiz edilen (protein, lipit ve karbonhidrat) değerler üzerinden hesaplanmıştır.

<sup>1</sup> Sibal black sea feed, İzmir, firması tarafından sağlanmıştır (Hamsi unu olup %70 protein içermektedir).

<sup>2</sup> Balık (hamsi) yağı (Sibal black sea feed, İzmir).

<sup>3</sup> Vitamin ve mineraller NRC (1993)'nin önerdiği miktarlarda sağlanmıştır.

<sup>4</sup> Nitrojenli öz madde, NÖM: 100-(protein+lipit+kül).

#### 4.3.3 Denemede Alınan Parametreler

Bu denemede alınan tüm parametreler I. Grup Denemeleri'ndeki şekilde alınmıştır. Oksijen ve pH değerleri sırasıyla 7,5±0,2 mg/l ve 7,2±0,6 olarak ölçülmüştür. Deneme tanklarının çıkışlarındaki oksijen seviyesi de hafta 3 defa kontrol edilmiştir ve tank drenajındaki oksijen miktarının 5,0±0,4 mg/l'nin altına inmemesine dikkat edilmiştir.

#### 4.3.4 Besin Madde Bileşenleri Analizleri

Tüm test yemleri, balık örnekleri (kas ve tüm vücut) -20°C'lik derin dondurucuda saklanmıştır. Kuru madde, ham kül, protein ve lipit analizleri I. Grup denemelerindeki gibi yapılmıştır.

Tablo 4.3. Deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağlar ve deneme yemlerinin yağ asidi profilleri.

Yağ asitleri	Deneme yağları			Deneme Yemleri			
	BY	KY	PTY	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50
14:0	6,01	0,20	0,70	3,93	1,61	1,92	1,61
14:1	0,05	tn	tn	0,19	0,09	0,08	0,07
15:0	0,97	0,06	nd	0,50	0,33	0,30	0,29
15:1	0,10	tn	tn	0,08	0,04	0,04	0,04
16:0	20,18	5,01	23,36	15,23	11,16	22,40	17,04
16:1n-7	2,10	0,1	tn	4,55	1,68	1,77	1,48
17:0	0,73	0,09	0,08	0,11	0,25	0,20	0,16
16:2n-4	0,20	tn	tn	0,33	0,05	0,05	0,30
16:3n-4	0,19	tn	tn	0,23	0,22	0,18	0,13
17:1	0,36	tn	tn	0,03	0,03	0,06	tn
18:0	4,12	1,90	2,44	3,39	3,05	3,12	2,94
18:1n-9	18,68	61,7	17,09	25,96	47,65	18,72	34,22
18:1n-7	1,60	tn	tn	2,87	3,10	1,37	2,23
18:2n-6	3,23	18,3	55,03	12,47	18,55	45,70	32,39
18:3n-6	0,24	0,09	0,21	0,10	0,07	0,19	tn
18:3n-3	1,33	7,10	0,39	2,62	5,36	0,49	3,09
18:4n-3	1,74	tn	tn	0,94	0,10	0,06	0,06
20:0	0,80	0,55	0,2	0,46	0,73	0,45	0,53
20:1n-11	0,76	1,90	tn	0,49	0,06	0,04	0,00
20:1n-9	0,08	1,00	tn	3,69	1,64	0,41	0,90
20:2n-6	1,00	tn	tn	0,54	0,14	0,07	0,06
20:3n-6	0,08	tn	tn	0,15	0,01	0,01	0,05
20:4n-6	0,40	tn	tn	0,42	0,08	0,06	0,12
20:3n-3	0,78	0,10	tn	0,23	0,05	0,02	tn
20:4n-3	0,30	tn	tn	0,95	0,08	tn	tn
20:5n-3	8,66	0,10	tn	5,28	0,92	0,57	0,12
22:0	0,73	0,22	tn	3,35	1,08	0,36	0,52
22:1n-11	0,10	tn	tn	0,05	0,09	0,01	tn
22:2n-6	0,08	tn	tn	0,30	0,02	0,02	tn
22:4n-6	0,60	tn	tn	0,36	0,07	0,01	tn
22:1n-9	nd	1,50	tn	0,13	0,04	0,01	tn
22:5n-3	1,30	tn	0,09	2,06	0,27	0,36	1,19
22:6n-3	14,60	tn	tn	7,35	0,97	0,69	0,72
24:1n-9	0,10	0,07	tn	0,65	0,42	0,28	0,47
ΣDYA	33,54	8,03	26,78	26,98	18,2	28,7	23,09
ΣTDYA	24,32	66,27	17,09	39,24	55,12	23,0	39,84
ΣÇDYA	34,34	25,69	55,72	33,79	26,68	48,2	37,06
Σn3	28,71	7,30	0,48	19,44	7,74	2,2	4,46
Σn6	5,63	18,39	55,24	14,35	18,94	46,0	32,61
n3/n6	5,1	0,4	tn	1,36	0,41	0,0	0,14

Sonuçlar ortalama ± standard sapma. \*tn bu yağ asidinin tanımlanmadığını göstermektedir. Standart sapma 0,0 standart sapmanı 0,05'den küçük olduğunu göstermektedir.

#### 4.3.5 Yağ Asidi Analizleri

Yağ asidi analizleri, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Denemenin sonunda besin madde bileşenleri için alınan ve liyofilizatörde kurutulan örnekler (tüm vücut için 3 balık ve fileto için 3 balık) yağ asidi analizlerinde de kullanılmıştır. Lipitler FOLCH ve ark., (1957)'ye göre ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi metil esterleri (FAME) METCALFE ve SCHMITZ, (1961) ve küçük bazı değişikliklerle CZESNY ve DABROWKI (1998)'e göre yapılmıştır. Özetle, elde edilen FAME'ler bir alev iyonize detektör ve DB 23 (Agilent) model kapiller bir kolon (60 m, 0.25 mm i.d. ve 0.25 µm) ile çalışan gaz kromatografisi (Agilent 6890 N) aracılığıyla analiz edilmiştir. Enjektör ve detektör bir ısı programı aracılığıyla 35 dakika 190°C'de tutulup daha sonra her bir dakikada 30°C artacak şekilde 220°C ulaştırılmış ve burada 5 dakika bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz hidrojen (2ml dakika<sup>-1</sup> ve split oranı 30:1). Bireysel yağ asidi standart yağ asidi karışımına (Supelco 37 FAME miks) işlem süresinin karşılaştırılmasına göre tanımlanmıştır. Tranmetilasyondan önce, yağ asitlerinin tanımlanması için iç standart olarak nonadekanoik asit (19:0) örnekler üzerine eklenmiştir (0,8 mg her bir 50 mg lipit için).

#### 4.3.6 Sindirilebilirlik Denemesi

Proje test edilen yemleriyle beslenen levrek bireylerinin protein, lipit ve kuru madde sindirilebilirliğini belirlemek amacıyla, deneme sonunda balıklardan dışkı örnekleri toplanmış ve bu örneklerin protein, lipit ve kuru madde analizleri yapılmıştır. 2.5. *Denemede Alınan Parametreler* kısmında belirtildiği gibi her tanktan 5'er balık tüm vücut ve kas (fileto) örnekleri için örneklenmiştir. Geriye kalan balıklar tabanı konik tanklara (250 L) 12 adet sindirilebilirlik tankına yerleştirilmiştir. Her bir tanka ortalama 13 adet balık stoklanmıştır. Besleme denemesinin sonunda, KY50/PTY50 grubunun 3. tekerrüründe geriye 12 adet balık kalmıştır, dolayısıyla bu grubun sindirilebilirlik tankına sadece 12 balık stoklanabilmiştir.

Sindirilebilirlik tanklarının sistemi "Guelph Sistemi" (CHO ve ark., 1982) modifiye edilerek ve TIBBETTS ve ark. (2006)'na göre dizayn edilmiştir. Tankların drenaj kısımlarına dışkı toplama aparatları yerleştirilmiştir ve sistem bundan önceki bir çok çalışmamızda olduğu gibi sağlıklı bir şekilde örnek alınmasını sağlamıştır. Sindirilebilirlik tanklarının genel görüntüsü 7. Gelişme raporunda (ek süre 2. raporunda) verilmiştir.

Balıkların beslenmesinde, denemede kullanılan yemlerin içerisine bir çok araştırıcı tarafında dış indikatör olarak kullanılan kromik oksit (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) %1 oranında koyulmuştur (HILLESTAD ve ark., 1999; CAMPAÑA-TORRES ve ark., 2005; BISWAS ve ark., 2005). Bu

amaçla, deneme yemlerinin aynı formülasyonu kullanılmış ancak Karboksi Metil Selüloz (KMS) miktarı %1 oranında azaltılarak yerine kromik oksit eklenmesi yapılmıştır.

Balıkların sindirilebilirlik tanklarına stoklanmasının ardından kromik oksitli yemlerle besleme başlatılmıştır. Denemenin bu aşamasında balıklar yaklaşık olarak bu yemlere alıştırdıktan ve dışkılar düzgün formda (parçalanmamış şekilde) gelmeye başladıktan sonra toplanmıştır. Dışkı toplama süresince balıklar günde sadece bir öğün (18:00) vücut ağırlıklarının %2'si oranında beslenmiştir. Balıkların beslenmesinden 1 saat sonra (19:00) tank iç yüzeyleri ve dışkı toplama aparatı (dışkı ve tüketilmeyen yemlerde dahil olmak üzere) bir sünger ile temizlenmiştir. Bu temizlik işleminin ardından dışkı toplama aparatı buzlu torbalarla sarılmış ve bu torbalar her 3 saatte bir değiştirilmiştir. Sindirilebilirlik çalışmasının olduğu binadaki aydınlatma saat 19:30'da kademeli ve otomatik olarak kapatılmıştır. Dışkıların toplanması gece saat 23:00 ve sabah 07:00'de gerçekleştirilmiştir. Bu işlem esnasında, dışkı toplama aparatının üstündeki vana kapatılmıştır ve dışkıların parçalanmamasına özen gösterilerek plastik kapaklı kutulara dikkatli bir şekilde yerleştirilmiştir. Toplanan bu örnekler hızlı bir şekilde -20°C'lik derin dondurucuya yerleştirilmiştir. Dışkı toplama işlemi, her bir tanktan ortalama 30-40 g dışkı örneği alınmaya kadar, yaklaşık 15-20 gün sürdürülmüştür. Bu sürenin ardından, tüm örnekler Fakültemiz, Yetiştiricilik Bölümü, Besleme Laboratuvarında bulunan liyofilizatöre yerleştirilerek kurutulmuştur ve -80°C'de analizler yapılana kadar muhafaza edilmiştir.

$$\text{Sindirebilirlik oranı} = 100 - 100 \times \left[ \frac{(\% \text{ İ yem})}{\% \text{ İ dışkı}} \times \frac{(\% \text{ B yem})}{\% \text{ B dışkı}} \right]$$

Yukarıdaki denklem MAYNARD ve LOOSLI (1969)'a göre "İ" dış markalayıcı (kromik oksit) ve "B" besleyici element (protein veya lipid) olarak alınmıştır.

Dışkılardaki protein ve lipid analizleri besin madde bileşenleri analizi kısmında verildiği gibi yapılmıştır. Dışkıların lipid miktarları Folch ve ark., (1957)'ye göre ekstrakte edilmiş ve yağ asidi metil esterleri (FAME) METCALFE ve SCHMITZ, (1961) ve CZESNY ve DABROWKI, (1998)'e göre yapılmıştır.

#### 4.3.7 Yemlerin Ekonomik Analizi ve İstatistiksel Hesaplamalar

Ekonomik çevirim oranı, EÇÖ (€ kg<sup>-1</sup> balık) ve ekonomik fayda indeksi, EFI (€ balık<sup>-1</sup>) MARTINEZ-LLORENS ve ark., (2007)'dan modifiye edilmiştir ve hesaplamaların tamamı Final raporu, I. Grup denemelerindeki gibidir. Yem maliyet hesabı, tüm hammaddelerin fiyatlarının ayrı ayrı yem formülasyonuna yerleştirilmesi sonucu yemi kg maliyetinin çıkartılmasıyla hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken Ağustos 2010 fiyatları alınmıştır.

Denemenin verileri SPSS istatistik programında oneway ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile analiz edilmiştir. Önemli farkların bulunduğu durumlarda, ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumlarda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumlarda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma (ort.  $\pm$  S.S.) şeklinde verilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bütün veriler SPSS 11.5 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.

---

**4.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik**

## **BÖLÜM III. BULGULAR VE TARTIŞMA**

## 4.4 BULGULAR

### 4.4.1 Yem Yağ Asidi Kompozisyonu

Tüm test yemleri benzer protein ve lipit kompozisyonu içermiştir. Analiz edilen ve kuru madde üzerinden yapılan hesaplamalar sonucunda yemlerin protein ve lipit içeriği %53,5-54,6 ve %19,5-20,4 arasında değişmiştir (Tablo 4.2). I. Grup denemelerinden farklı olarak test yemlerinin nitrojenli öz madde (NÖM) miktarı benzerlik göstermiştir. Yemlerin besinsel içerikleri istatistiki olarak karşılaştırıldıklarında bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

Deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağların yağ asitleri kompozisyonu test yemlerinin yağ asidi profillerine de yansımıştır (Tablo 4.2). Palmitik asit (16:0) %11,16 ile %22,40 arasında değişmiştir ve en yüksek palmitik asit PTY100 grubunda bulunmuştur ( $P<0,05$ ). En yüksek oleik asit miktarı %47,65 ile KY100 grubunda bulunurken en düşük değer PTY100 grubu yemlerinde analiz edilmiştir. PTY100 grubu yemleri en yüksek LA (%45,7; 18:2n-6) kompozisyonunu gösterirken aynı grup yemlerinde ALA (%0,49;18:3n-3) yağ asidi en düşük olan grup ise yine bu grupta bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Buna ek olarak, test yemleri içerisindeki bitkisel yağ miktarı ile bazı spesifik yağ asitlerinin miktarında da değişimler olmuştur. En yüksek eikosapentaenoik asit (20:5-3, EPA) ve dokozaheksaenoik asit (22:6n-3, DHA) miktarları sırasıyla %5,28 ve %7,35 ile balık yağı ile hazırlanmış kontrol yemlerinde bulunmuştur ( $P<0,05$ ; Tablo 4.2). Beklenildiği gibi, en yüksek toplam n-3 serisi yağ asitleri miktarı (%19,44) BY grubu yemlerinde analiz edilirken bu yağ asitlerinin miktarı artan bitkisel yağ oranı ile birlikte azalmıştır ve en düşük toplam n-3 miktarı PTY100 grubunda bulunmuştur. En yüksek toplam n-6 serisi yağ asitleri ise PTY100 ve KY50/PTY50 yemlerinde tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

### 4.4.2 Büyüme Performansı

Deneme sonunda hesaplanan yaşama oranlarında gruplar arasında istatistiki bir farklılık bulunmamıştır. Deneme süresince su sıcaklığı minimum 26,4°C ile maksimum sıcaklık 28,2°C arasında seyretmiştir. Ortalama su sıcaklığı 27,2°C'dir. Deneme tanklarının drenaj kısımlarındaki oksijen miktarı ise 6,5 mg/L'nin altına düşmemiştir.

Deneme sonunda canlı ağırlık açısından en yüksek gruplar sırasıyla KY50/PTY50, BY, KY100 ve PTY100 olarak belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). PTY100 grubu bireylerinin ortalama ağırlığı 130. gün sonunda 66,3 g ile en düşük değerde bulunmuştur ( $P<0,05$ ). PTY100 grubu canlı ağırlık kazancı (g/balık) açısından da aynı şekilde en düşük seviyede tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Balık büyüme performansı karşılaştırmalarında en çok kullanılan spesifik büyüme oranına (SBO) bakıldığında ise KY100 grubu ile BY grubu istatistiksel açıdan farklı



bulunmamıştır. En düşük SBO 0,62 % g/gün ile PTY100 grubundaki bireylerde ve en yüksek SBO 0,69 % g/gün ile KY100 grubunda hesaplanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. 130 gün boyunca 4 farklı deneme yemleriyle beslenmiş *D. labrax* genç bireylerinde büyüme ve yem tüketim parametreleri. \*Veriler üç tekerrür ortalamalarını vermektedir. Satırlardaki farklı harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50
Başlangıç ağırlığı	35,2±0,48	35,7±1,06	35,8±0,31	35,4±0,37
Final ağırlık	84,28±1,22 <sup>a</sup>	87,3±3,06 <sup>a</sup>	80,42±2,31 <sup>b</sup>	81,5±1,31 <sup>a</sup>
Canlı ağırlık kazancı (g/balık) <sup>1</sup>	49,05±1,70 <sup>a</sup>	51,62±2,18 <sup>a</sup>	44,60±0,56 <sup>b</sup>	46,09±1,18 <sup>a</sup>
SBO (% g/gün) <sup>2</sup>	0,67±0,02 <sup>a</sup>	0,69±0,01 <sup>a</sup>	0,62±0,03 <sup>b</sup>	0,64±0,01 <sup>ab</sup>
GYA (g/gün) <sup>3</sup>	17,31±0,59 <sup>ab</sup>	18,21±0,64 <sup>a</sup>	17,12±0,77 <sup>b</sup>	17,05±0,52 <sup>b</sup>
YÇÖ <sup>4</sup>	2,37±0,07 <sup>b</sup>	2,38±0,11 <sup>b</sup>	2,58±0,06 <sup>a</sup>	2,58±0,13 <sup>a</sup>
PEO <sup>5</sup>	0,88±0,03 <sup>a</sup>	0,88±0,04 <sup>a</sup>	0,81±0,02 <sup>b</sup>	0,81±0,04 <sup>b</sup>
Karaciğer somatik indeksi <sup>6</sup>	1,18±0,16 <sup>c</sup>	1,74±0,34 <sup>a</sup>	1,27±0,11 <sup>c</sup>	1,46±0,17 <sup>b</sup>
İç organ yağ indeksi <sup>7</sup>	1,20 ± 0,51 <sup>d</sup>	2,24 ± 0,67 <sup>c</sup>	2,57 ± 0,70 <sup>b</sup>	2,89±0,91 <sup>a</sup>
Yaşama oranı	96,67±2,9	96,67±5,8	98,33±2,89	93,33±7,64

<sup>1</sup>Canlı ağırlık kazancı (g/balık) = (FA-BA) / tanktaki balık sayısı

<sup>2</sup>SBO: spesifik büyüme oranı = 100 x (ln final ağırlık - ln başlangıç) / gün

<sup>3</sup>GYA: g gün<sup>-1</sup> = günlük yem alımı

<sup>4</sup>YÇÖ: yem çevirim oranı = tüketilen yem miktarı / canlı ağırlık kazancı

<sup>5</sup>Protein etkinlik oranı (PEO) = ağırlık kazancı (g) / yemle alınan toplam protein alımı (g)

<sup>6</sup>Karaciğer somatik indeks = (Karaciğer ağırlığı / canlı ağırlık) x 100

<sup>7</sup>İçorgan yağ somatik indeks = (İç organ yağlarının ağırlığı / canlı ağırlık) x 100

Büyüme verilerine doğru orantılı olarak en yüksek yem alımları BY (17,31 g/gün) ve KY100 (18,21 g/gün) grubunda bulunmuştur (P<0,05). PTY100 ve KY50/PTY50 grubu ise sırasıyla 17,12 g/gün ve 17,05 g/gün ile diğer grupları takip etmiştir. Diğer taraftan, yem çevirim oranları (YÇÖ) açısından BY ve KY100 grubu bireyleri yemi daha etkin kullanmış ve bu gruplardaki YÇÖ sırasıyla 2,37 ve 2,38 olarak hesaplanmıştır.

Canlı ağırlık kazancı ile yemle alınan proteinin birbirlerine oranı sonucu hesaplanan protein etkinlik oranı (PEO) açısından en yüksek grup 0,88 ile BY ve KY100 gruplarında hesaplanırken bu grupları PTY100 (0,81) ve KY50/KPTY50 (0,81) grupları takip etmiştir (P<0,05) (Tablo 4.4.). En yüksek karaciğer somatik indeksi 2,24 ile KY100 grubunda

bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bu oranın en düşük olduğu grup ise 1,18 ve 1,27 ile BY ve PTY100 gruplarıdır. Ancak, en yüksek iç organ indeksi KY50/PTY50 grubunda bulunmuş ve hesaplanan bu oran BY grubunun 2,5 katı çıkmıştır.

#### 4.4.3 Tüm Vücut/Kas Besin Madde bileşenleri ve Yağ Asidi Kompozisyonu

Denemenin sonunda homojenize edilen tüm vücut örneklerindeki protein oranlarına bakıldığında gruplar arasında istatistiksel bir fark çıkmamıştır ( $P>0,05$ ). Grupları tüm vücut protein oranı %32,50-33,33 arasında değişmiştir. En yüksek fileto protein oranları (%47,02) PTY100 yemleriyle beslenen bireylerin tüm vücutlarında bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Ayrıca, tüm vücut lipit içeriği analiz edildiğinde en yüksek oranı yine PTY100 (%8,67) grubunda bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.5). KY100 grubu bireylerinin tüm vücut lipit oranı ise %7,74 olarak hesaplanmıştır. Filetoda yapılan analizler sonucunda, en yüksek lipit oranı KY50/PTY50 (%3,77) ve KY100 (%3,57) grubu bireylerinde bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Deneme sonunda hem tüm vücut hem de fileto protein ve lipit oranları arasında ters bir orantı gözlenmiştir. Buna göre, en yüksek protein oranına sahip grup en düşük lipit oranını gösterirken, en yüksek lipit oranına sahip grup bireylerinde ise en düşük protein oranı bulunmuştur.

BY grubu bireylerinin tüm vücut kuru madde oranı diğer gruplardan istatistiksel açıdan yüksek çıkmıştır ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.5.). Diğer test gruplarında ise sırasıyla KY100, PTY100 ve KY50/PTY50. %34,48; %31,41 ve %29,10'dur. Filetodaki kuru madde oranında aynı eğilim devam etmiştir. Buna göre en yüksek kuru madde oranı grup BY ve KY100 grubu bireylerinde bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Kuru madde ile doğru orantılı olarak tüm vücut ve fileto kül oranları açısından en yüksek grup BY grubu iken en düşük kül oranı KY50/PTY50 grubunda gözlenmiştir (Tablo 4.5.).

130 gün sonunda alınan tüm vücut örneklerinin yağ asit profilleri Tablo 4.6.'da verilmiştir. En yüksek doymamış yağ asit (DYA) miktarı BY ve PTY100 grubunda bulunmuştur. Diğer gruplarla karşılaştırıldığında doymamış yağ asitleri içerisinde en çok 16:0 ve 20:0 yağ asitleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte. KY100 grubu 22:0 doymamış yağ asidi açısından en yüksek değere sahip grup olmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerine bakıldığında, KY100 ve KY50/PTY50 grubu bireylerinin tüm vücutlarındaki oleik asit miktarı diğer gruplara göre istatistiksel olarak yüksek çıkmıştır ( $P<0,05$ ).

Tablo 4.5. 130 gün boyunca 4 farklı bitkisel yağ kaynaklı yemlerle beslenmiş Avrupa deniz levreği (*D. labrax*) bireylerinin tüm vücut ve fileto besin madde bileşenleri.

Besin madde bileşenleri	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50
Tüm vücut				
Protein	32,50 ± 0,20	33,33±1,58	32,77±0,65	32,68±0,32
Lipit	8,28 ±0,24 <sup>ab</sup>	7,74±0,19 <sup>b</sup>	8,67±0,23 <sup>a</sup>	7,92±0,34 <sup>b</sup>
Kuru madde	35,50±0,43 <sup>a</sup>	34,48±0,36 <sup>b</sup>	31,41±0,28 <sup>c</sup>	29,10±0,42 <sup>d</sup>
Kül	6,57±0,18 <sup>a</sup>	5,27±0,36 <sup>b</sup>	5,09±0,07 <sup>b</sup>	3,65±0,28 <sup>c</sup>
Fileto				
Protein	44,12±0,20 <sup>b</sup>	44,70±0,91 <sup>b</sup>	47,02±1,23 <sup>a</sup>	44,47±0,43 <sup>b</sup>
Lipit	3,39±0,09 <sup>b</sup>	3,57±0,01 <sup>ab</sup>	2,69±0,15 <sup>c</sup>	3,77±0,20 <sup>a</sup>
Kuru madde	25,43±0,37 <sup>a</sup>	24,73±0,38 <sup>ab</sup>	23,87±0,31 <sup>c</sup>	24,40±0,13 <sup>bc</sup>
Kül	1,69±0,06 <sup>a</sup>	1,60±0,02 <sup>ab</sup>	1,55±0,07 <sup>bc</sup>	1,45±0,01 <sup>c</sup>

Değerler ±standard sapmayı (n= 9) göstermektedir. Aynı satırda bulunan ve farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (P< 0,05) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir.

Pamuk tohumu yağı oleik asit açısından zengin bir bitkisel yağ olmasına karşın bu yağ asidinin en yüksek olduğu gruplar KY100 ve KY50/PTY50 grupları olarak bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde bulunan 16:1 ve 17:1 yağ asitleri BY grubunda diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır (P<0,05). n-6 grubu yağ asitleri açısından en yüksek grup PTY100 ve KY50/PTY50 gruplarıdır (Tablo 4.6.). Bu gruplarda özellikle, 18:2n6 (LA) grubu yağ asitlerinin seviyesi yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan BY grubu bireylerinin tüm vücut 20:4n6 yağ asidi seviyesi diğer gruplara (KY100, PTY100 ve KY50/PTY50) göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (P<0,05).

Toplam n-3 grubu yağ asitleri, beklenildiği gibi, tamamen balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıkların tüm vücutlarında çıkmıştır. Bu grup yağ asitlerinden özellikle dekozaheksanoik asit (22:6n-3, DHA) ve ekozapentanoik asit (20:5n-3, EPA) yağ asitleri BY grubu bireylerinin tüm vücutlarında yüksek çıkmıştır (P<0,05). DHA ve EPA açısından BY grubuna en yakın grup PTY100 grubu olmuştur. Diğer taraftan; BY, KY100 ve PTY100 grupları bireylerinin tüm vücut 20:3n-3 yağ asidi miktarı istatistiksel olarak farklı çıkmamıştır (P>0,05). En yüksek n3-/n-6 oranı ise beklenildiği gibi BY grubunda bulunmuştur. Genel olarak, BY (%33,0) ve PTY100 (%35,2) gruplarındaki PUFA değerleri diğer gruplardan daha yüksek çıkmıştır (P<0,05). EPA + DHA miktarı ise BY, KY100, PTY100 ve KY50/PTY50 grupları için sırasıyla %14,2; %9,0; %10,1 ve %5,8'dir.

Tablo 4.6. Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 130 gün sonunda tüm vücut yağ asidi miktarı<sup>1</sup>.

Yağ Asitleri	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50	P
14:0	3,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	2,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	2,4 ± 0,3 <sup>b</sup>	0,000
16:0	15,6 ± 1,2 <sup>a</sup>	13,6 ± 0,2 <sup>b</sup>	15,6 ± 0,3 <sup>a</sup>	15,1 ± 0,6 <sup>ab</sup>	0,024
17:0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,072
18:0	3,5 ± 0,2 <sup>b</sup>	3,4 ± 0,1 <sup>b</sup>	4,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	3,0 ± 0,2 <sup>c</sup>	0,000
20:0	3,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,0 <sup>b</sup>	2,3 ± 0,2 <sup>c</sup>	0,000
22:0	1,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,7 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,000
Diğer DYA*	0,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,000
Σ DYA	27,7 ± 2,3 <sup>a</sup>	24,6 ± 0,3 <sup>bc</sup>	26,9 ± 0,3 <sup>ab</sup>	24,0 ± 1,3 <sup>c</sup>	0,006
16:1	4,7 ± 0,3 <sup>a</sup>	3,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	3,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	3,8 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,001
17:1	0,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,003
18:1n9 (OA)	23,5 ± 2,7 <sup>b</sup>	33,4 ± 2,2 <sup>a</sup>	22,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	32,4 ± 0,6 <sup>a</sup>	0,000
Diğer TDYA **	0,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>bc</sup>	0,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,000
Σ TDYA	28,4 ± 2,4 <sup>b</sup>	37,1 ± 2,2 <sup>a</sup>	26,5 ± 0,2 <sup>b</sup>	37,0 ± 0,7 <sup>a</sup>	0,000
18:2n-6 (LA)	16,5 ± 0,8 <sup>b</sup>	17,4 ± 0,1 <sup>b</sup>	23,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	23,1 ± 0,5 <sup>a</sup>	0,000
18:3n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,000
20:4n-6 (AA)	0,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,000
Σ n-6 ÇDYA	17,5 ± 0,8 <sup>b</sup>	18,1 ± 0,1 <sup>b</sup>	24,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	23,7 ± 0,6 <sup>a</sup>	0,000
18:3n3 (ALA)	0,7 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,4 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,000
20:5n-3 (EPA)	4,7 ± 0,3 <sup>a</sup>	3,0 ± 0,1 <sup>bc</sup>	3,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,6 ± 0,2 <sup>c</sup>	0,000
20:3n-3	0,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,2 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,004
22:6n-3 (DHA)	9,5 ± 0,7 <sup>a</sup>	5,9 ± 0,3 <sup>b</sup>	6,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	4,4 ± 0,2 <sup>c</sup>	0,000
Σ n-3 ÇDYA	15,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	10,0 ± 0,4 <sup>b</sup>	11,1 ± 0,3 <sup>b</sup>	6,4 ± 0,1 <sup>c</sup>	0,000
n-3/n-6	0,9 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>d</sup>	0,000
Σ ÇDYA	33,0 ± 1,8 <sup>ab</sup>	28,1 ± 0,4 <sup>c</sup>	35,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	30,1 ± 0,5 <sup>b</sup>	0,000
Σ EPA + DHA	14,2 ± 1,0 <sup>a</sup>	9,0 ± 0,4 <sup>b</sup>	10,1 ± 0,3 <sup>b</sup>	5,8 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,000

\* 6:0. 10:0. 12:0. 13:0. 22:0. 23:0. \*\* 14:1. 15:1. 20:1. 22:1. 24:1. \*\*\* 20:2 *cis*-14. 22:2 *cis*-13.

<sup>1</sup>Değerler ±Standard sapmayı (n= 3) göstermektedir, Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir.

Fileto yağ asidi değişimleri, özellikle insan sağlığı ve balığın yağ asidi profili açısından önemlidir. Bu sebeple, deneme sonunda test gruplarındaki balıklardan çıkartılan yağ asit miktarları gruplara göre Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Deneme yemleriyle beslenen deniz levreği bireylerinde 130 gün sonunda kaslardaki yağ asidi miktarı<sup>1</sup>.

Yağ Asitleri	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50	P
14:0	3,0 ± 0,3 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	2,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	2,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	0,000
16:0	16,0 ± 1,4 <sup>a</sup>	13,6 ± 0,1 <sup>b</sup>	16,00 ± 0,1 <sup>a</sup>	16,1 ± 0,9 <sup>a</sup>	0,017
17:0	0,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,000
18:0	3,7 ± 0,4 <sup>b</sup>	3,8 ± 0,1 <sup>b</sup>	4,8 ± 0,0 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,3 <sup>b</sup>	0,004
20:0	3,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,1 <sup>ab</sup>	2,6 ± 0,0 <sup>c</sup>	2,9 ± 0,2 <sup>bc</sup>	0,005
22:0	1,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,0 <sup>c</sup>	1,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,000
Diğer DYA*	0,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,2 ± 0,0 <sup>bc</sup>	0,000
∑ DYA	28,3 ± 1,6 <sup>a</sup>	24,8 ± 0,1 <sup>b</sup>	27,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	27,2 ± 0,9 <sup>a</sup>	0,008
16:1	4,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	3,2 ± 0,1 <sup>b</sup>	3,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	3,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,001
17:1	0,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,005
18:1n9	22,7 ± 3,5 <sup>b</sup>	30,9 ± 1,3 <sup>a</sup>	21,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	23,8 ± 2,8 <sup>b</sup>	0,004
Diğer TDYA **	0,4 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,3 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,000
∑ TDYA	27,7 ± 2,9 <sup>b</sup>	34,4 ± 1,3 <sup>a</sup>	24,7 ± 0,1 <sup>b</sup>	27,5 ± 2,3 <sup>b</sup>	0,002
18:2n6	15,8 ± 1,1 <sup>b</sup>	17,8 ± 0,1 <sup>b</sup>	21,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	21,6 ± 1,2 <sup>a</sup>	0,000
18:3n6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,050
20:4n6 (AA)	0,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,7 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,000
∑ n-6 ÇDYA***	16,9 ± 1,1 <sup>b</sup>	18,6 ± 0,1 <sup>b</sup>	22,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	22,5 ± 1,2 <sup>a</sup>	0,000
18:3n3	0,7 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,001
20:5n3 (EPA)	4,6 ± 0,3 <sup>a</sup>	3,4 ± 0,1 <sup>b</sup>	3,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	3,6 ± 0,3 <sup>b</sup>	0,000
20:3n3	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,053
22:6n3 (DHA)	11,8 ± 0,8 <sup>a</sup>	7,7 ± 0,3 <sup>c</sup>	9,4 ± 0,2 <sup>b</sup>	8,3 ± 0,7 <sup>bc</sup>	0,000
∑ n-3 ÇDYA	17,8 ± 1,1 <sup>a</sup>	12,0 ± 0,4 <sup>b</sup>	13,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	12,9 ± 1,0 <sup>b</sup>	0,000
n-3/n-6	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>bc</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,000
∑ ÇDYA	35,0 ± 2,2 <sup>ab</sup>	30,6 ± 0,3 <sup>b</sup>	36,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	35,4 ± 2,2 <sup>a</sup>	0,007
∑ EPA + DHA	16,6 ± 1,1 <sup>a</sup>	11,1 ± 0,4 <sup>b</sup>	12,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	11,9 ± 0,9 <sup>b</sup>	0,000

\* 6:0, 10:0, 12:0, 13:0, 22:0, 23:0; \*\* 14:1, 15:1, 20:1, 22:1, 24:1; \*\*\* 20:2 *cis*-14, 22:2 *cis*-13.

<sup>1</sup>Değerler ±Standard sapmayı (n=3) göstermektedir, Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir.

Özellikle, KY100 grubu bireylerinin filetolarındaki doymamış yağ asitleri diğer gruplara göre daha düşük çıkmıştır (P<0,05). KY100 grubunda, doymamış yağ asitlerinde 14:0, 16:0 ve 18:0 yağ asitleri diğer gruplardakine göre daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan, en yüksek doymamış yağ asidi BY grubunda bulunurken diğer test gruplarından KY100 hariç

diğerlerinden farklı değildir ( $P>0,05$ ). BY ve KY100 grubu 22:0 yağ asidi açısından en yüksek gruplardır.

KY100 grubu toplam tekli doymamış yağ asitleri açısından diğer test gruplarına göre daha yüksek bulunurken bu grup yağ asitleri içerisinde oleik asit (OA, 18:1n-9) %30,9'lük değeri ile en etkili yağ asitlerinden olmuştur. PTY100 ve KY50/PTY50 gruplarının filetolarındaki toplam n-6 ÇDYA'lar diğer gruplara göre (BY ve KY100), özellikle LA yağ asidi açısından, daha yüksek çıkmıştır ( $P<0,05$ ). BY ve PTY100 grubunda bulunan 20:4n-6 yağ asidi diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur. n-3 PUFA'lar içerisinde en çok DHA. EPA ve 18:2n-6 yağ asitleri BY grubu bireylerinin filetolarında tespit edilirken diğer gruplar n-3 ÇDYA'lar açısından BY grubundan daha düşük bulunmuştur ( $P<0,05$ ). n-3 ÇDYA'lar içerisinde sadece 20:3n-3 yağ asidi miktarı gruplar arasında istatistiksel olarak farklı çıkmamıştır ( $P>0,05$ ). Ancak, bu deneme sonunda filetoda analiz edilen toplam PUFA'lar açısından en düşük grup KY100 grubudur. BY grubu bireylerinin fileto n-3/n-6 oranı diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Buna ek olarak, EPA+DHA miktarı yine BY grubunda daha yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Kaslardaki yağ asitleri ile deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonlarını karşılaştırmak için her iki yağ asidi içeriğinin farkları alınarak bazı spesifik yağ asitleri için Tablo 4.8.'deki veriler elde edilmiştir. BY yemleriyle beslenen bireylerin LA ve DHA'i vücutta biriktirdiği bulunurken, ilginç olarak aynı trend KY (6,96), PTY (8,72) ve KY50/PTY50 (7,63) yemleriyle beslenen bireylerde de görülmüştür. OA ise özellikle KY yemleriyle beslenen bireylerde okside olmuştur. Diğer taraftan, en fazla DYA birikimi KY (10,80) ve KY50/PTY50 (5,14) grubu deneme yemleriyle beslenen bireylerde bulunmuştur. LA ise PTY ve KY50/PTY50 grubu bireylerinin kaslarında enerji amacıyla okside olmuştur. Benzer veriler I. Grup denemelerinde de gözlenmiştir. Her iki çalışmada elde edilen bu veriler göstermektedir ki LA yağ asidi özellikle balık yağının eksik olduğu PTY gruplarında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

#### 4.4.4 Protein, Lipit ve Yağ Asitlerinin Sindirilebilirliği

Deneme sonunda balıkların dışkı örneklerinde yapılan kuru madde, protein ve ham kül analizlerine göre yem içerisindeki balık yağının tamamının bitkisel yağlarla değiştirilmesinin, kuru madde ve lipit sindirilebilirliği üzerine bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Kuru madde sindirilebilirliği %59,22 ile %62,80 arasında değişmiştir ve gruplar arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Buna ek olarak, yemlerdeki lipitlerin değişimlerinde yine istatistiksel bir farklılık bulunmazken ( $P>0,05$ ) BY ile beslenen balıkların

protein sindirilebilirliği KY100, PTY100 ve KY50/PTY50 grubu bireyelerine göre istatistiki olarak düşük bulunmuştur (Tablo 4.9.). BY ile beslenen bireyeler aldıkları yemin proteinin %95,2'si sindirirken diğer gruplar %96,1 ve üzerinde proteini sindirmiştir (P<0,05). Yemlerdeki lipitlerin sindirilebilirliği ise tüm gruplarda benzer bulunmuştur (P>0,05).

Tablo 4.8 BY ve PTY yemleriyle beslenen balıkların yemlerindeki yağ asitleri ile kaslardaki yağ asitleri arasındaki farkları ( $\Delta$ ) vermektedir.

Yağ asidi <sup>1</sup>	$\Delta$ BY <sup>2</sup>	$\Delta$ KY	$\Delta$ PTY	$\Delta$ KY50/PTY50
DYA	-0,75	+10,80	-1,30	+5,14
OA	-0,64	-15,72	+10,12	-5,41
LA	+5,15	-0,63	-22,78	-9,75
ALA	-1,96	-4,87	+0,08	-11,43
EPA	-0,40	+3,81	+3,00	+4,05
DHA	+5,38	+6,96	+8,72	+7,63

<sup>1</sup> Yağ asidi konsantrasyonu g yağ asidi/100 g kaslardaki ve yemlerdeki toplam yağ asidi.

<sup>2</sup> Negatif  $\Delta$  değer verilen yağ asidinin kaslarda daha az olduğunu, pozitif değer ise yemlerle karşılaştırıldığında kaslarda bu yağ asitlerinin biriktiğini göstermektedir.

Tablo 4.9 Lipit kaynağı olarak yemlerde kullanılan pamuk tohumu, kanola yağı ve her iki bitkisel yağ karışımının yüzde ortalama ( $\pm$ standart sapma) görünür kur madde, protein ve lipit sindirilebilirliği.

	Deneme Yemleri				P
	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50	
Kuru madde <sup>1</sup>	60,6 $\pm$ 1,50	62,0 $\pm$ 1,20	62,8 $\pm$ 1,35	59,2 $\pm$ 1,82	0,479
Protein <sup>2</sup>	95,2 $\pm$ 0,73	96,2 $\pm$ 0,12	96,1 $\pm$ 0,25	96,5 $\pm$ 0,15	0,003
Lipit <sup>3</sup>	88,7 $\pm$ 1,70	88,3 $\pm$ 0,37	88,5 $\pm$ 0,75	87,5 $\pm$ 0,56	0,365

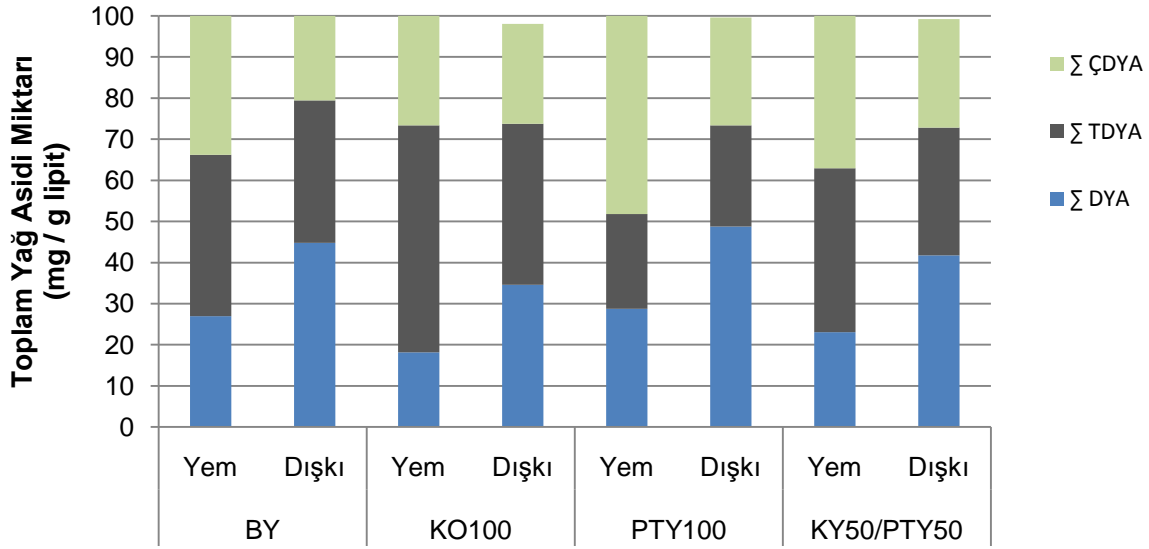
Aynı satırlarda bulunan ve farklı harflerle ifade edilen ortalama değerler istatistiki olarak farklıdır (P<0,05).

<sup>1</sup> %Görünür Sindirilebilirlik<sub>Kuru madde</sub> = 100-[100(Yem Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Dışkı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)].

<sup>2</sup> %Görünür sindirilebilirlik<sub>Protein</sub> = 100-[100(Yem Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Dışkı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)]x[(Dışkıdaki protein) / (Yemdeki protein)].

<sup>3</sup> %Görünür Sindirilebilirlik<sub>Lipit</sub> = 100-[100(Yem Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Dışkı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)]x[(Dışkıdaki lipit) / (Yemdeki lipit)].

Yemlerdeki yağ asidi miktarı yemlerde kullanılan bitkisel yağ asitlerine göre değişim göstermiştir (Şekil 4.1.). Özellikle, TDYA'leri KY100 grubu bireylerinin yemlerinde yüksek çıkmıştır. Tüm grupların dışkılarında DYA yağ asitlerinin yemlerdeki miktarından daha yüksek çıkarken TDYA ve ÇDYA miktarları dışkılarda daha düşük çıkmıştır. Bu veriler özellikle, TDYA ve ÇDYA'nin balık tarafından sindirildiğini göstermiştir. Yağ asitlerinin sindirilebilirliğine bakıldığında, benzer değişimler gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Yemlerde dışkıdaki toplam yağ asidi miktarı (mg / g lipid).

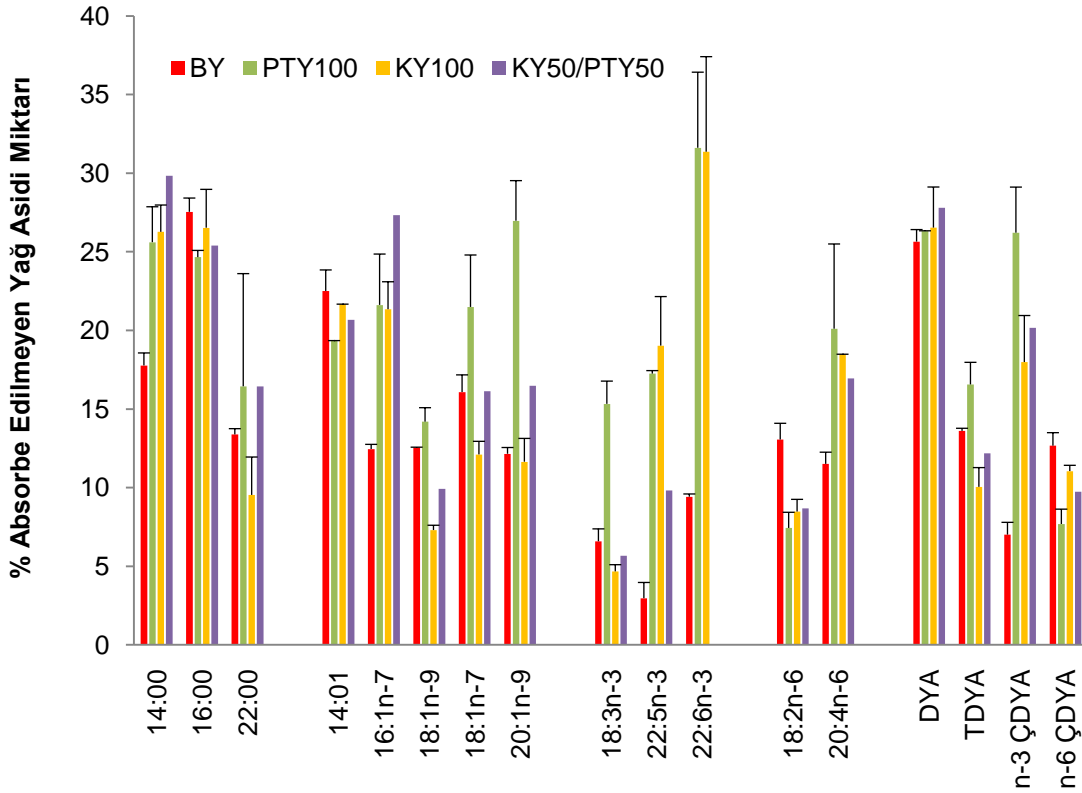
Şekil 4.2.'de sindirilmeyen yağ asitlerinin miktarları verilmiştir. Tüm gruplarda dışkılarıdaki DYA miktarının yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu veride dışkıdaki yağ asidi miktarındaki artışla doğru orantılıdır. ÇDYA miktarının miktarı tüm gruplarda düşüş göstermiştir. Deneme balıkları tarafından absorbe edilmeyen yağ asidi miktarı yağ asitlerinin zincir uzunluğunun artmasıyla artmıştır. BY ile beslenen bireylerde yağ asitleri sindirilebilirliği genel itibariyle yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan, tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerde sindirilebilirliğin zincir uzunluklarına göre, düştüğü gözlenmiştir.

#### 4.4.5 Yemlerin Ekonomik Analizi

Deneme sonunda hesaplanan yem fiyatları arasında istatistiki bir farklılık olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ). Bu hesaplamalara göre test yemlerinin maliyeti 0,90-1,02 €/kg arasında değişmiştir. Buna göre KY'nin yem içerisindeki miktarı arttıkça yem maliyetinde bir yükseliş PTY miktarı arttıkça da bir düşüş gözlenmiş ancak bu farklılık tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda önemli seviyede olmadığı bulunmuştur (Tablo 4.10). En yüksek



EÇO KY50/KY50 grubu yemleriyle beslenen bireylerde hesaplanmıştır, diğer taraftan bu guruplara ait kg balık başına sağlanan mali kazanç (€/balık), EFi değerleri, ise 0,279 €/balık olarak bulunmuştur. Ancak, EÇO açısından gruplar arasında istatistiki bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Buna ek olarak, yemlerin kg maliyet farkları alındığında en yüksek kazanç PTY100 ve BY yemlerinde bulunmuştur ancak BY, PTY100 ve KY50/PTY50 grupları arasında ise istatistiki bir farklılık bulunmamıştır. EFi'nın PTY fiyatının kanola yağından daha düşük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Sonuç olarak, BY ve KY100 grupları hem EÇO hem de EFi değerleri ekonomik açıdan en uygun yemler olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.2. Dışkıda sindirilemeyen spesifik yağ asitleri yağ asidi miktarı (mg / g lipit).

Tablo 4.10. Deneme yemlerinin ekonomik analizi.

Parametreler	Deneme Yemleri					
	BY	KY100	PTY100	KY50/PTY50	SHO <sup>1</sup>	P
Yem maliyeti (€/kg/yem) <sup>2</sup>	1,02	0,94	0,90	0,92	0,053	0,171*
EÇO (€ kg/balık) <sup>4</sup>	2,42±0,08	2,23±0,10	2,33±0,05	2,83±0,12	0,090	0,147
EFİ (€/balık) <sup>4</sup>	0,283±0,01 <sup>ab</sup>	0,301±0,00 <sup>a</sup>	0,279±0,01 <sup>b</sup>	0,279±0,01 <sup>b</sup>	0,010	0,015
Maliyet farkı (€/kg) <sup>3</sup>		0,09	0,12	0,10	0,016	0,667*

\*Yem maliyetinde, tekerrür bulunmadığı için doğrusal regrasyon analizi yapılarak P değeri hesaplanmıştır.

<sup>1</sup> Standart sapmalar ortalaması.

<sup>2</sup> Yem maliyeti Ağustos 2010 ham madde fiyatlarına göre hesaplanmıştır. Balık unu: 1,62 €/kg (Tacon ve Media, 2008), mısır glütini 0,5 €/kg (Sunar Mısır A.Ş. Adana); dekstrin 0,11 €/kg (Sunar Mısır A.Ş. Adana); balık yağı 1,2 €/kg (Tacon ve Media 2008); PTY 0,4 €/kg (Çukobirlik satış noktası, Adana); KY 0,73 €/kg (Sunar Mısır A.Ş. Adana); karboksi metil selüloz 1,3 €/kg; Di kalsiyum fosfat 0,8 €/kg; Mineral ve vitamin miskleri 3 €/kg (Kılıç Yem, İzmir).

<sup>3</sup> Maliyet farkı (€/kg)= BY- deneme yemlerinin maliyet farkı

<sup>4</sup>Formulasyonlar I. Grup denemelerindeki şekilde verilmiştir.

#### 4.5 TARTIŞMA

Denemenin sonunda elde edilen büyüme verileri bundan önceki denememiz ve levreklerle yapılmış diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerdir (SKALLI ve ROBIN 2004; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005). KY100 grubu ile BY grubu yemleriyle beslenen bireylerin büyüme performansları (final ağırlık, canlı ağırlık kazancı ve SBO) benzer çıkmıştır. Deneme sonunda hesaplanan YÇÖ 2,37 ile 2,58 arasında değişmiştir. Test yemlerinin pres pelet makinesinde yapılmasından dolayı YÇÖ değerinin yüksek olduğu düşünülmüştür. Benzer şekilde pamuk tohumu yağının farklı seviyelerinin denendiği ilk çalışmamızda da YÇÖ 2,03 ile 2,38 arasında değişmiştir. Bundan önce tartışıldığı gibi YÇÖ'da yüksek değer çıkmasının yemin içeriğinden çok, yemin yapım teknolojisiyle ilişkisi olduğu kanısına varılmıştır. Sindirilebilirlik verileri arasında bir farklılık çıkmaması da bu bulgumuzla örtüşmektedir. Ancak, bir çok farklı çalışmada bitkisel yağların YÇÖ değerini olumlu yada olumsuz yönde etkilediği veya sindirim sistemini olumsuz etkilediğine dair veriler mevcuttur (RUMSEY ve ark. 1994; DAVIES ve MORRIS, 1997; ESCAFFRE ve ark. 2007). TRUSHENSKI ve BOESENBERG (2009), bitkisel yağlarla desteklenmiş yemlerle beslenen sunshine levreği (*Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂) ekstrüde hazırlanmış yemlerle beslenmesine rağmen, bizim çalışmamızdakine benzer bir YÇÖ değeri göstermiştir. Bu araştırmacılar %33 ve %67 keten tohumu içeren yemlerle beslenen sunshine levreğinde YÇÖ değerini 2,0-2,3 arasında bulurken deneme sonunda YÇÖ değerinin istatistiki olarak bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Avrupa deniz levreği ile yapılan bir çok çalışmada yemin yapım teknolojisine bağlı olarak YÇÖ oranının değiştiği bilinmektedir (2,03-2,25 YILDIZ ve ŞENER 1997; 1,36-1,63 BALLESTRAZZI ve ark, 1998; MOURENTE ve BELL, 2006). Projenin bu çalışmasına da başlamadan önce balıkların tat almaları test edilmiş ve balıkların herhangi bir problem olmadan aldıkları gözlenmiştir. Diğer taraftan, yemin enerji içeriği ile balığın yem alımı arasında direkt bir ilişki olmasına karşı (de la HIGUERRA, 2001), denememizdeki yemlerin enerji içerikleri (19,52-19,99 MJ/kg) bundan önce Avrupa deniz levreğindeki çalışmalardakine benzerdir (YILDIZ ve ŞENER 1997; PERES ve OLIVA-TELES, 1999; IZQUIERDO ve ark., 2003; MOURENTE ve ark., 2005a; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005). Dolayısıyla yem alımı ve yemin balık tarafından değerlendirilmesi sindirilebilirlikle ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Projenin bu denemesi sonunda elde edilen sindirilebilirlik verileri göstermiştir ki, yemlerdeki kuru madde ve lipid sindirilebilirlikleri gruplar arasında değişiklik göstermemiştir. Balıklarda lipidlerin sindirilebilirliği genelde %90'nın üzerinde olduğu bildirilmiştir (HERTRAMPF ve PIEDAD-PASCUAL 2000). Ancak spesifik yağ asitlerinin sindirilebilirliği farklılık göstermektedir (TURCHINI ve ark., 2009). Genel itibarıyla, yağ asitlerinin sindirimi

zincir uzunluğu ile düşmektedir ve sindirilebilirlik yağ asitlerinin doygunluğu ile artmaktadır (RINGØ 1991; OLSEN ve RINGØ 1997; OLSEN ve ark., 1998; RØSJØ ve ark., 2000; MORAIS ve ark., 2005; FRANCIS ve ark., 2007). Bizim denememizde de benzer şekilde, zincir uzamasıyla yağ asitlerinin sindirilebilirlikleri de düşmüştür. FRANCIS ve ark., (2007) n-3 yağ asitlerinin absorpsiyonunun n-6 serisi yağ asitlerine göre daha yüksek oranda sindirildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da, BY ve KY100 grubu bireylerinin dışkılarında analiz edilen n-3 serisi yağ asitleri yine aynı grupların n-6 serisi yağ asitlerine göre daha iyi sindirilmiştir.

Projenin ilk çalışmasında, yem içerisinde artan PTY ile HSI ve İOYİ'de doğrusal olarak artmıştır. Bu çalışmada ise yem içerisindeki yağ kaynağı HSI ve İOYİ verilerini etkilemiştir. BRUSLÉ ve ANADON, (1996) karaciğerin canlılığın tükettiği besinsel kompozisyonu ve kalitesiyle doğrudan bir ilişkisi olduğunu ve balık karaciğerinin yemlerden kaynaklı değişimlerde çok hassas olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*)'de yapılan bir çalışmada yem içerisinde artan orandaki soya yağının, balık yağı ve keten tohumu yağlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerden, daha yüksek HSI'e sahip olduğunu bildirmişlerdir (PIEDECAUSA ve ark., 2007). Ancak, bazı çalışmalarda ise bitkisel yağ miktarının iç organ çevresinde ve karaciğerde lipit birikimine istatistiki bir etkisinin olmadığı da belirlenmiştir (FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; BENEDITO-PALOS ve ark., 2007). MONTERO ve ark., (2005) %60 ve %80 bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen Avrupa deniz levreğinde HSI'nın (~2,55-2,62) değişmediğini bildirmişlerdir.

Birinci denememizdeki lipit ve protein sonuçlarına benzer şekilde, tüm vücut ve kaslardaki protein oranları ve lipit oranları arasında ters bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın deneme yemlerinin içerisindeki bitkisel yağ karışımı ile ilişkisinin olmadığı ve bir çok araştırmada (özellikle besleme çalışmalarında) bu farklılığın fizyolojik farklılıktan kaynaklandığı bildirilmiştir (BELL ve ark., 2001; BENDIKSEN ve ark., 2003; BENEDITO-PALOS ve ark., 2008b). Bundan önceki çalışmanın tartışma kısmında değinildiği gibi bu denemede de balıklar ticari boyutlara kadar bu yemlerle beslenmedikleri için gerçek anlamda yağlanma ile ilgili yorum yapmak doğru olmayacaktır. En düşük kuru madde ve ham kül oranı BY ile beslenen bireylerde bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen tüm vücut ve kaslardaki besin madde bileşenleri sonuçları bazı çalışmalarla benzerlik gösterirken (MONTERO ve ark., 2005; FRANCIS et al., 2006;) bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir (PERSON-LE RUYET ve ark., 2004). Bu çalışmalar arasındaki farklılık, yem içerikleri, deneme koşulları ve balık büyüklükleri ve türlerinin farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Deneme yemlerinin iso-nitrojenik, iso-kalorik ve iso-lipidik olmaları sebebiyle, balıkların büyümelerini etkileyen faktörlerin deneme yemlerindeki yağ asitleri farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Özellikle, tüm vücut ve kaslardaki yağ asidi kompozisyonu yemlerle alınan bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonunu yansıtmıştır. Tüm vücut DYA'ları dikkate alındığında en yüksek DYA balık yağı ile beslenen bireylerde tespit edilmiştir. Diğer taraftan PTY100 grubu yemleriyle beslenen bireylerde BY ile beslenen bireylerin DYA içeriğiyle benzer bulunmuştur. Kaslarda ise KY100 grubu yemleriyle beslenen bireylerin tüm vücut DYA miktarı haricindeki tüm gruplarda bu grup yağ asitlerinin toplamı yüksek çıkmıştır. Özellikle, balık yağı ve 16:0, 20:0 ve 22:0 yağ asitlerinin spesifik olarak bu gruplarda yüksek çıkmasından dolayı hem tüm vücut hem de kaslarda DYA miktarı yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte, çalışmamızda bazı spesifik yağ asitleri depolanmış veya kullanılmıştır. 18:2n-6 (LA) yağ asidi yem içerisindeki PTY miktarıyla (%50 ve %100) birlikte kaslarda artış göstermiştir ve bu sonuçlar Avrupa deniz levreğinde karaciğer ve kaslarda LA birikiminin olduğunu bildiren MONTERO ve ark., (2005)'nin çalışmasıyla benzerlik göstermiştir. SKALLI ve ROBIN (2004)'de n-3 yüksek doymamış yağ asitleri (n-3 YDYA kuru maddesinin %0,7'si) içeren yemlerle beslenen levreklerin tüm vücutlarında LA depoladıklarını bildirmişlerdir. Bu yağ asidinin kaslardaki yüksek miktarı yemlerdeki yağ asitlerinin kaslarda esterleşmesi ve absorpsiyonu ile ilişkili olabileceği gibi (HENDERSON, 1996) LA'nın oksidasyonu da ilişkilendirilebilir (BELL ve ark., 2001; CABALLERO ve ark., 2002; REGOST ve ark., 2003). Bu bulgularda I. Grup denemesinde elde ettiğimiz verilerle benzerdir.

Deneme yemlerindeki bazı spesifik yağ asitleri (DYA, OA, ALA, EPA ve DHA) ile kaslarda yağ asitlerinin arasındaki fark BY grubu bireylerinde DYA, oleik asit (OA),  $\alpha$ -linoleik (ALA), EPA ve DHA'nın kaslarda beta okside olduğu, LA ise kaslarında biriktirdiğini göstermiştir. BELL ve ark., (2001) %100 balık yağı ve %100 kanola yağı içeren yemlerle beslenen salmon (*S. salar*) bireylerinin özellikle ALA yağ asitlerinin okside ettiğini ve DHA'nın kaslarda depoladıklarını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde DYA, EPA ve DHA yağ asitlerinin vücutta biriktiği LA ve ALA yağ asitlerinin ise kaslarda okside olduğu belirlenmiştir. DHA yağ asidinin spesifik olarak kaslarda depolanmasının olası mekanizması, bu yağ asidinin kompleks katabolizmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. BELL ve ark., (2001) balık yağının tamamen kanola yağı ile değiştirilmesiyle yem içerisindeki DHA miktarını 4 kat düşerken (balık yağı yemlerle kıyaslandığında), kaslardaki bu düşüşün 2 kat olduğu bildirmişlerdir. Buda göstermektedir ki, DHA'nın hem yem içerisindeki balık unundan hemde balıkların kendi enzim sonucu delta-5 ve delta-6 salınımları ALA gibi yağ asitlerini DHA'ya dönüştürmektedir (BELL ve ark., 2001; MOURENTE ve DICK, 2002; MOURENTE ve ark.,

2005a; 2005b; MOURENTE ve BELL, 2006). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz DHA verilerine benzer olarak, MOURENTE ve DICK (2002) deniz levreğinin 18 karbonlu yağ asitlerini araşidonik asit, EPA ve DHA'e dönüştürmede kısıtlı bir yeteneğe sahip olduğunu ancak yüksek karbonlu yağ asitlerinin (EPA ve DHA gibi) bio-çevriminin, kısıtlı olmasına rağmen, yine de gerçekleştirebileceğini bildirilmişlerdir. Diğer taraftan, deniz levreğinin bu yeteneğinin diğer soğuk iklim balıklarına (Atlantik cod, Atlantik salmonu ve gökkuşuğu alabalığı vb.) göre daha düşük olduğu da bilinmektedir.

Projenin bu çalışmasında, ortalama yem maliyet 0,90 ile 1,02 €/kg arasında değişmiştir. Hesaplanan yem maliyetleri I. Grup denemesinde de benzer çıkmıştır (0,89 ile 0,99 €/kg). Ancak I. grup denemesindeki yemlerin formülasyonunda 450 g/kg balık unu kullanılırken bu yemlerde 510 g/kg balık unu kullanıldığı için ikinci denemedeki yem maliyeti I. grup denemelerine göre %2 daha yüksek çıkmıştır. Özellikle, bitkisel yağların bio-dizel kullanımından dolayı son yıllarda bitkisel yağ fiyatları da artmıştır (GUNSTONE ve HARWOOD, 2007; GUNSTONE, 2010). Ülkemizde de, son yıllarda devlet tarafından bio-dizel üretmek amacıyla bazı bitkisel yağların (kanola yağı gibi) üretimi teşvik edilmiştir. Dolayısıyla, bundan önce sadece insan tüketimi için üretilen bitkisel yağların artık bio-dizel üretiminde kullanımı fiyatların yükselmesine sebep olmuştur. Örneğin, projenin başlangıcında (2006 yılında) pamuk tohumu ve kanola yağının fiyatları sırasıyla 340 €/ton ve 380€/ton iken şu anda SUNAR Mısır A.Ş. (Çukurova bölgesindeki en büyük kanola yağı üreticisi) alınan son fiyatlara (Ağustos 2010) göre kanola yağı 730 €/ton'dur. Diğer taraftan, pamuk tohumu yağının da satış fiyatı 534 €/ton'a yükselmiştir. Ancak, dikkat edilmesi gereken şudur ki, balık yağı fiyatları her geçen gün artmaktadır ve bu artış balık yağı üretimi ile doğru orantılı değildir. Bitkisel yağların üretim miktarı arttıkça fiyatlarında da bir düşüşün gerçekleşeceği de beklenen bir gerçektir (GUNSTONE, 2010). Dolayısıyla, artan bitkisel yağ fiyatlarından yola çıkılarak, balık yemi sektörün bitkisel protein ve yağ kaynaklarının kullanılmaması gibi bir durum söz konusu olmayacaktır (GUNSTONE ve HARWOOD, 2007; TURCHINNI ve ark., 2009).

Projenin ikinci denemesinde, kanola ve pamuk tohumunun tek başlarına ve karışım olarak yemlerde kullanması yem maliyetini düşürmüştür. PTY100 yemleriyle beslenen bireylerin kg balık maliyeti BY ile beslenen bireylerden 0,08 €/kg daha düşüktür. Diğer taraftan yine bu yemlerle beslenen grupta EFİ BY grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak, hem balıkların yağ asidi kompozisyonu hem de yemlerin ekonomikliği düşünüldüğünde özellikle bitkisel yağ asitlerinin karışımlar halinde levrek yemlerinde kullanılması önerilebilir.

Projenin bu çalışmasında kanola yağının tamamen veya kanola ve pamuk tohumu yağlarının karışım olarak Avrupa deniz levreği yemlerinde kullanılabileceği önerilebilir. Diğer

taftan, PTY'nin yağ kaynağı olarak %100 oranında levrek yemlerinde kullanılması tüm vücut ve kasdaki ÇDYA'lerinin oranlarının düşürdüğü bulunmuştur. Sindirilebilirlik verileri değerlendirildiğinde ise lipit sindirilebilirliği gruplar arasında değişiklik göstermezken absorbe edilen (sindirilen) yağ asidi miktarının yağ asitlerinin zincir uzunluğu ile ters orantılı olduğu bulunmuştur. BY ile beslenen bireylerde yağ asitleri sindirilebilirliği bitkisel yağlarla beslenmiş bireylere göre daha yüksek hesaplanmıştır. Tüm veriler değerlendirildiğinde, her iki bitkisel yağ kaynağının karışımlar halinde kullanılması, hem yağ asitlerinin dengelenmesi hem de büyüme performansı açısından önerilebilir.

#### 4.6 ÖNERİLER

- Deniz levreği yemlerinde balık yağının hem kanola hem de pamuk tohumu yağları ile tamamen değiştirilirken kaslardaki EPA ve DHA yağ asitlerinin seviyelerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Diğer taraftan, test edilen bitkisel kaynaklı yemlerde bulunan n-3 ve n-6 serisi yağ asitlerinin levrek tarafından azda olsa EPA ve DHA'lara dönüştürülebildiği gözlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak, %100 bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen levrek bireylerinde yağ asidi metabolizmasını araştırmak ekibimizin bir sonraki hedefi olacaktır.
- Deneme yemlerinin pres peletleme ile hazırlanmasına rağmen yüksek oranda sindirilebilirliklerinin (özellikle lipit ve protein sindirilebilirliği sırasıyla ~%88,5 ve ~%96) olması bitkisel kaynaklı yemlerin levrek bireyleri (80-90 g) tarafından rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir. Yağ asidi sindirilebilirliği açısından en iyi yemler sırasıyla BY>KY>KY50/PTY50>PTY100'dir.
- Deniz levreği bireylerinde tüm vücut ve kaslardaki yağ asitleri ile spesifik yağ asitlerinin sindirilebilirliği ve bunları nasıl metabolize ettikleri ileriki çalışmaların konusu olmalıdır.

## **5.0 II. Grup Denemeleri:**

%100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı



---

**5.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

**BÖLÜM I, GİRİŞ**

## 5.1 GİRİŞ

Kemikli balıklarda amonyak ve üre-nitrojenini farklı çevresel koşul (sıcaklık, ışık ve foto periyot) ve besinsel ortam altında (yemlerin özellikle protein içerikleri) ölçmek, nitrojen metabolizması hakkında önemli bilgiler verir (JOBBLING, 1981; DOSDAT ve ark., 1995; REMEN ve ark., 2008; LAM ve ark., 2008). Balık türü ve büyüklüğü, yemdeki protein oranı ve kaynağı, nitrojen alımı, yemleme sıklığı, su sıcaklığı, esansiyel amino asitlerin (özellikle arjinin) yem içerisindeki miktarı, optimal esansiyel amino asit indeksi ve yemdeki buğday gluteni ve yüksek yağ seviyeleri gibi pek çok faktör Avrupa deniz levreği dahil birçok kemikli balıkta nitrojen salgılanımını etkilediğini göstermiştir (RYCHLY, 1980; JOBBLING, 1981; RAMNARINE ve ark., 1987; KAUSHIK ve COWEY, 1990; DOSDAT ve ark., 1995; MÉDALE ve ark., 1995; ENGİN ve CARTER, 2001; FOURNIER ve ark., 2003; BOUJARD ve ark., 2004; PERSON-LE RUYET ve ark., 2004; DIAS ve ark., 2005; PERES ve OLIVA-TELES, 2006; TULLI ve ark., 2007).

Amonyak suda iyonize olmamış  $\text{NH}_3$  formda gaz halince ve iyonize formda  $\text{NH}_4^+$  bulunur ve  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  oranı pH ve pK reaksiyonu ile değişiklik gösterir (WRIGHT, 1995).  $\text{NH}_3$  küçük bir molekül olduğu ve lipitlerle çözünebilir olduğu için özellikle hücre membranlarından geçerler (WRIGHT, 1995; WILKIE, 2002).  $\text{NH}_4^+$  ise, bununla birlikte, deniz türlerinin solungaçlarında geçiş gösterir ve elektriksel potansiyeline ve konsantrasyonuna bağlı olarak hücre membranlarından geçişi gerçekleşir (WRIGHT, 1995; WILKIE, 2002). Bu sebeple, bazı durumlarda  $\text{NH}_4^+$  hücre membranlarındaki lipit tabakalarından geçişleri özel geçiş köprülerine bağlı olduğu için zorlaşır (WRIGHT, 1995; SANDS et al., 1997). Bazı kemikli balıkların erken dönem yaşam safhalarında ornithine üre-döngüsü aracılığıyla hepatik üre sentezi bazı anahtar genler tarafından düzenlense de ürikolisis ve argininolisis bir çok kemikli balık ve omurgasızlarda üre sentezinin temel köprüleridir (WRIGHT, 1995; PÄRT ve ark., 1998; WILKIE, 2002; TULLI ve ark., 2007).

Farklı protein ve yağ kaynaklarının su ürünleri yetiştiriciliği yemlerinde kullanımına yönelik araştırmalar, balık unu ve yağı üretimi ve fiyatında meydana gelen büyük dalgalanmalar nedeniyle hız kazanmıştır. Özellikle soya, keten tohumu yağı ve zeytin yağı gibi bitkisel yağlar balık yağına alternatif olabilecek yağ kaynakları olarak görülmektedir (MOURENTE ve ark., 2005). Pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının balık yağı yerine kullanımı yukarıda bahsedilen alternatif yağ kaynaklarına göre daha az denenmiş olmakla birlikte genellikle yapılan çalışmalar tatlı su balıkları türlerinde yoğunlaşmış ve alternatif yağ kaynaklarının balık büyüme, yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri ve n-3/n-6 oranının büyüme periyodu sonunda balık yağına göre nasıl etkileneceği üzerine kurgulanmıştır. Farklı yağ kaynaklarının lipid metabolizması üzerine de, özellikle 18:3n-3 (LNA) ve 20:5n-3 (EPA)

gibi yağ asitlerinin hepatosit ve enterositlerde desaturasyon ve  $\beta$ -oksidasyonu, ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte nitrojen metabolizması ve nitrojenli atık salgınlığını üzerine çok az veri mevcuttur. Daha önce yapılan çalışmalar soya protein konsantresi ile beslenen gökkuşuğu alabalıkları ve Avustralya yılan balıklarında amonyak-nitrojeni salgınlığının azaldığını göstermiştir (MEDALE ve ark. 1998; ENGIN ve CARTER, 2005). Yine yapılan diğer bir çalışmada ise soya fasulyesi ve lupin ile beslenen çipuralarda amonyak-nitrojeni salgılanışında balık unu ve yağıyla beslenen balıklara göre gecikme meydana geldiği gösterilmiştir (ROBAINA ve ark. 1999). Buna ek olarak üre-nitrojeni salgınlığının ise bitkisel kaynaklı proteinlerle beslenen kalkan balıklarında öğleden sonra yemlemesini takiben diğer zamanlara göre 2-3 kez daha fazla olduğu tespit edilmiştir (DOSDAT ve ark. 1995).

Balık unu ve yağı her yıl değişen miktarlarda üretilmesi ve süreklilik arz etmeyen ham madde kaynakları olduğu için balık yemlerinde kullanmak üzere alternatif bitkisel veya hayvansal ham madde kaynaklarına ihtiyaç vardır (NAYLOR ve ark., 2000; MOURENTE ve BELL, 2006; TACON ve METIAN, 2008). Bitkisel yağ kaynakları balık yağına alternatif olarak deniz levreğinde (RICHARD ve ark., 2006) ve çipurada (IZQUIERDO ve ark., 2005) kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bitki tohumlarının yağları 18 karbonlu YDYA'ndan linolenik (LNA, 18:3n3) ve linoleik (LA, 18:2n6) yağ asitlerince zengindir ve deniz balık türlerinde bu yağ asitlerini araşidonik asit ve EPA ve DHA'ye çevirmede yeteneksizdirler (SARGENT ve ark., 1999). Bundan önce yapılmış çalışmalar göstermiştir ki deniz levreğinde bazı bitkisel yağlar %60 oranında balık yağı ile değiştirilmişler ve büyüme ve yaşama oranına olumsuz hiçbir etkilerinin olmadığı bildirilmiştir. (MOURENTE ve DICK, 2002; IZQUIERDO ve ark., 2003; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006; Richard ve ark., 2006). Bitkisel yağlar bağırsaklardan emilimi ve plazma kortizol seviyesi ve prostaglandin E<sub>2</sub> seviyesi, bağışıklık parametreleri ve Atlantik salmonların (*Salmo salar*) kas ve mitokondri membran n-3 HUFA seviyelerini etkilemesi sonucu oksidatif stresi de (JUTFELT ve ark., 2007; PETROPOULOS ve ark., 2009; ØSTBYE ve ark., 2009) etkilediği için balık türlerinin yemlerinde bu yağ kaynaklarının kullanımının nitrojen metabolizmasını ve salınımını etkileyebileceği düşünülebilir. Akdeniz'de yetiştiriciliği yapılan bir tür olan Avrupa deniz levreği tam anlamıyla karnivor bir tür olup bitkisel yağların güvenli bir şekilde kullanımı bu türün yemlerinin formülasyonu için önem arz edecektir. Dolayısıyla, projenin bu denemesinde balık yağının pamuk tohumu yağı, kanola yağı ve her iki yağ kaynağının karışımlarının üre-nitrojeni ve amonyak nitrojeni üzerine etkileri araştırılmıştır.

---

**5.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

## **BÖLÜM II. MATERYAL VE YÖNTEM**

## 5.2 Materyal ve Yöntem

Projenin bu denemesinde balık materyali ve deneme ünitesinin düzeni I. Grup Denemeleri'ndeki, Nitrojenli atıklarla ilgili yapılan çalışmadaki gibi olup gerekli bu kısım ile ilgili bilgiler "3.2.1 Balık Materyali ve Deneme Ünitesi" başlığı altındakilerle aynıdır.

Test yemlerinde kullanılan ham maddeler, formülasyonu ve yemlerde kullanılan yağların yağ asidi analizleri ve yemlerin yağ asidi analizleri sırasıyla Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de verilmiştir. Kontrol grubu yemleri (BY) sadece hamsi (*Engraulis encrasicolus*) yağı ile hazırlanırken diğer test yemlerine pamuk tohumu yağı (PTY100) kanola (KY100) ve her iki bitkisel yağın yarı yarıya karışımları (KY100/PTY50) %100 oranında balık yağı ile değiştirilmiştir. Yemlerdeki protein kaynakları balık unu ve mısır glütendir. Dekstrin (SUNAR Mısır., Adana-Turkey) ise karbonhidrat kaynağı olarak kullanılmıştır. Diğer ham maddelerden CMC (Karboksi-Metil-Selüloz), DCP (Di kalsiyum Fosfat), mineral ve vitamin karışımlarıdır (Tablo 2.1.). Kuru ham maddeler hobart mikser yardımıyla 45 dakika karıştırıldıktan sonra bir 30 dakikada su ve balık/bitkisel yağlar eklendikten sonra karıştırılmıştır. Yemlerle ilgili yapılan diğer detaylı işlemler, bu raporun "2.1. Deneme Yemleri" başlıklı kısmında verilmiştir.

Deneme yönetimi ve yapılan su örneklemeleri "3.2.3 Deneme Prosedürü ve Ölçümler" başlığı altında detaylı olarak verilmiştir. Özetle, balıklar vücut ağırlıklarının %3 oranında beslenmişlerdir. Tanklardaki amonyak- ve üre-nitrojeni su alımları tüm gün boyunca belirli saatlerde ve 8 saatlik ölçüm aralığında (09:00-17:00; 17:00-01:00; 01:00-09:00) yapılmıştır. Deneme 5 gün boyunca devam ettirilmiştir ve her bir tank üç kere boyunca ve 8 saatlik dilimlerde örneklenmiştir.

Her bir su örneklemede, 10 ml'lik deniz suyu örneği hem amonyak hem de üre nitrojeni ölçümleri için tanklardan pipet yardımıyla alınmıştır. Amonyak ve üre salgınlımları hem konsantrasyon olarak hem de tank hacmine göre hesaplanmıştır. Toplam amonyak nitrojeni (TAN) penol-hipoklorit metoduna göre (SOLORZANO, 1969) üre ise üreaz metoduna göre yapılmıştır (ELLIOTT, 1976). Toplam amonyak-nitrojeni konsantrasyonu amonyum klorit solüsyonundan elde edilen standart eğriye göre hesaplanmıştır. Verilerin istatistik analizleri projenin "3.2.4 İstatistik Analiz" kısmında verilmiştir.

---

**5.0 II. Grup Denemeleri: %100 Bitkisel Yağ Değişimi-  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı**

## **BÖLÜM III. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### 5.3 BULGULAR

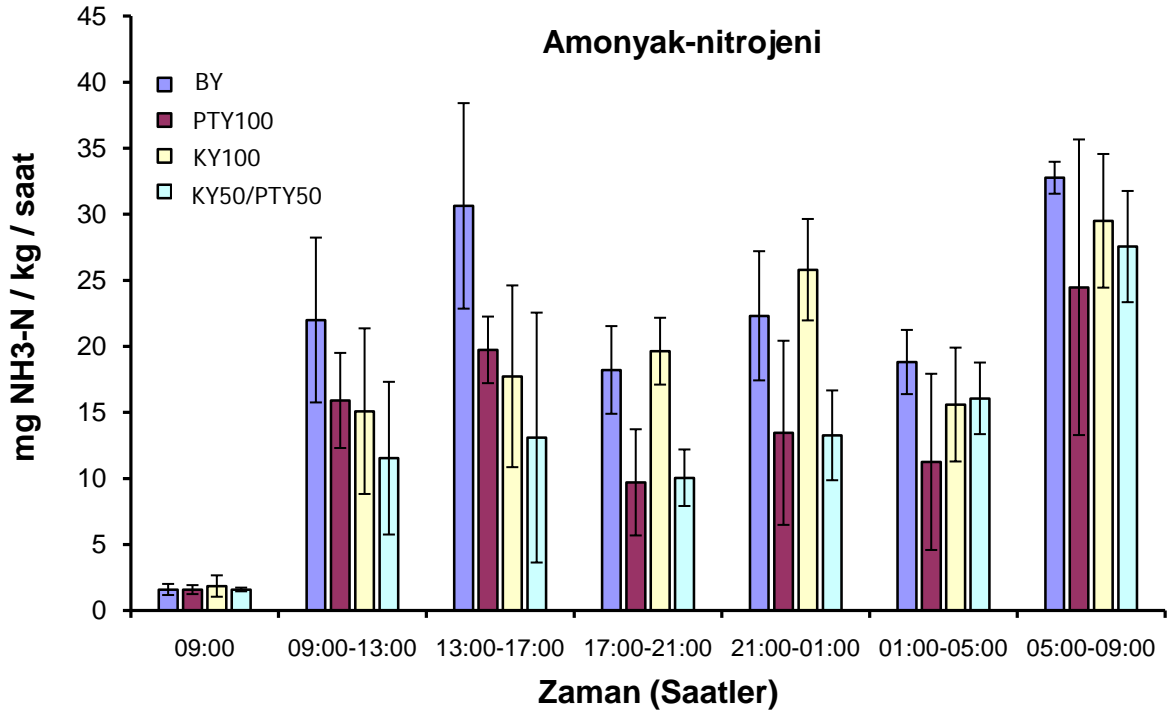
#### 5.3.1 Günlük Toplam Amonyak- (TAN) ve Üre-Nitrojeni (N) Boşaltım Oranı

Deneme süresince balıklarda herhangi bir sağlık problemine rastlanmamıştır. Günlük amonyak-nitrojeni (TAN) salgılınım oranları gruplar arasında değişiklik göstermemiştir ( $P>0,05$ ) (Tablo 5.1.). TAN salgılınım oranı sabah yemlemesini takiben 4 saat içerisinde artmıştır (Şekil 5.1.) ve aynı trend akşam yemlemesinin ardından yine aynı şekilde tüm gruplarda gözlenmiştir. Bu artışlar değerlendirildiğinde, sabah beslemesinin ardından balık yağı içeren kontrol yemleri ile beslenen bireylerin tanklarında diğer test yemi gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur. Gün içerisinde, 17:00-21:00. 21:00-01:00 aralarındaki ölçümlerde BY ve KY100 gruplarından ölçülen amonyak nitrojeni diğer gruplardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Buna ek olarak, sabah 09:00 yemlemesi öncesi amonyak-nitrojeni tüm gruplarda artmıştır ve ancak gruplar arasında bir fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Bununla birlikte, KY50/PTY50 yemleriyle beslenen balıklarda TAN boşaltımında ise bir erteleme olduğu gözlenmiştir. PTY100 ve KY50/PTY50 deneme yemleriyle beslenen bireylerin akşam yemlemesinden 8 saat sonraki TAN salgılınım oranı BY ve KY100 yemleriyle beslenen balıklarla karşılaştırıldığında, istatistiki olarak düşük bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

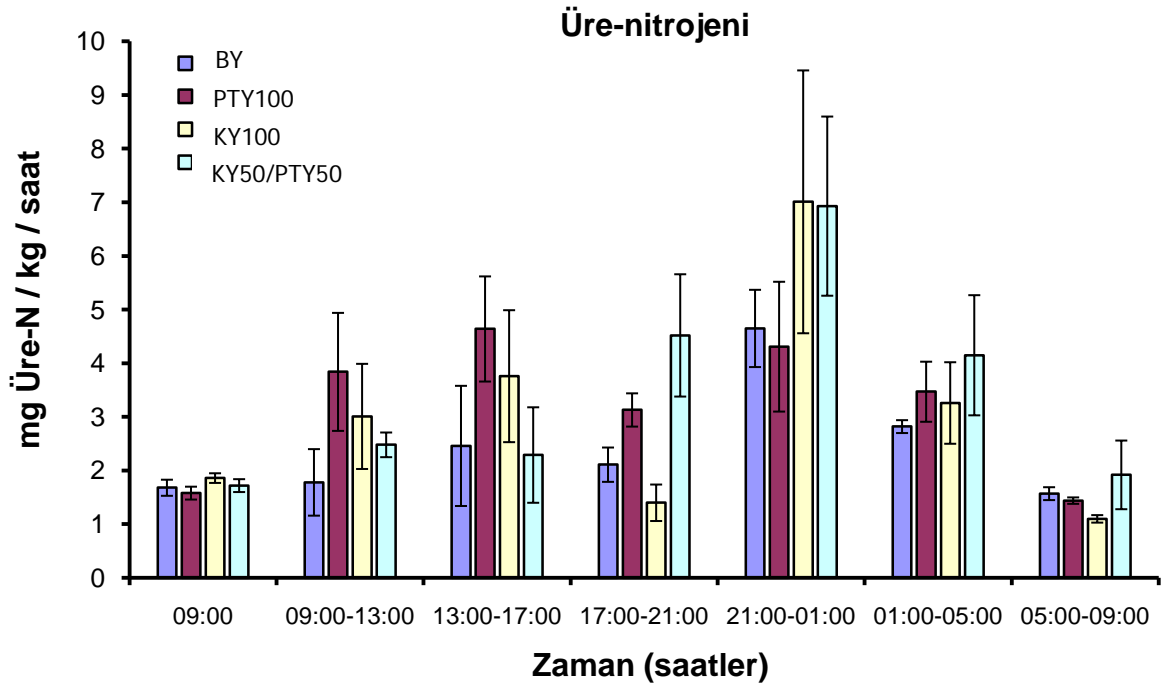
Tablo 5.1. Deneme yemleriyle beslenen Avrupa deniz levreği'nde nitrojen salınımı verileri. Yemlerin kısaltmaları yukarıdaki tablolarda verildiği gibidir.

	Deneme Yemleri				P
	BY	PTY100	KY100	PTY50/KY50	
$C_N$ (tüketilen nitrojen, mg N/kg/gün)	1618±180	1730±132	1811±159	1396±40	0.102
$E_I$ (Enerji Alımı, kJ/kg/gün)	399±52	427±32	446±39	344±10	0.103
TAN Salınımı (mg TAN/kg/gün)	576±49	369±92	494±114	366±38	0.062
Üre-nitrojeni (mg üre-N/kg/gün)	62,0±13	75,0±5	75,0±6	76,0±10	0.318
Toplam nitrojen (mg N/kg/gün)	638±60	443±110	569±116	441±44	0.088
Tutulan N + Dışkı N (mg N/kg/gün)	979±241	1287±168	1242±275	955±43	0.166
TAN Salınımı (% $C_N$ )	36.0±3.4	21.3±7.7	27.8±8.9	26.2±2.4	0.107
Üre-nitrojeni (% $C_N$ )	3.9±0.5 <sup>a</sup>	4.4±0.1 <sup>ab</sup>	4.2±0.5 <sup>ab</sup>	5.4±0.7 <sup>b</sup>	0.030
Toplam nitrojen (% $C_N$ )	39.9±3.4	25.7±7.6	32.0±9.4	31.7±2.9	0.140

\* Değerler ortalama standart sapmayı  $\pm$  SS (n=3) ve satırlardaki farklı harfler istatistiki olarak farklı grupları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



Şekil 5.1. Gün içerisinde deneme tanklarındaki amonyak nitrojeni ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) boşaltımı. Yemlemeler; 08:30, 13:30 ve 18:30'da yapılmıştır. Değerler ortalama standart sapmaları  $\pm$  SS (n=3) göstermektedir.



Şekil 5.2. Gün içerisinde deneme tanklarındaki üre nitrojeni (üre-N) boşaltımı. Yemlemeler; 08:30, 13:30 ve 18:30'da yapılmıştır. Değerler ortalama standart sapmaları  $\pm$  SS (n=3) göstermektedir.



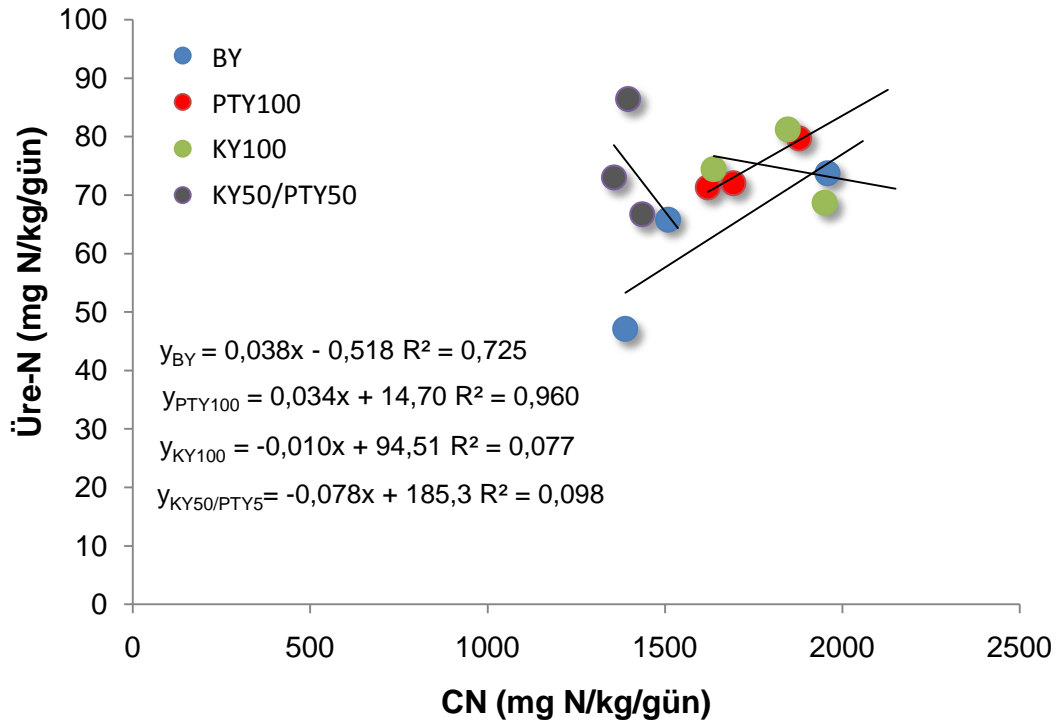
Üre-nitrojeni boşaltımı yine amonyak-nitrojeninde olduğu gibi gruplar arasında genel olarak bir farklılık göstermemiştir ( $P>0,05$ ). BY ile beslenen bireylerin 24 saatlik örnekleme periyodundaki üre boşaltım oranı PTY ve KY kullanılarak hazırlanan tüm yemlerle (PTY100, KY100 veya KY50/PTY50) karşılaştırıldığında büyük bir varyasyon farklılığı da gözlenmiştir ve akşam yememesinden 8 saat sonra bu farkın iki katına çıktığı bulunmuştur (Şekil 5.2.). TAN boşaltımının aksine, balıklardaki üre nitrojeni boşaltım oranı sabah (09:00) ölçümünde tüm bireylerde aynı seviyeye gelmiştir.

### 5.3.2 Tüketilen Nitrojen ( $C_N$ ) ve Günlük Nitrojen Boşaltımı

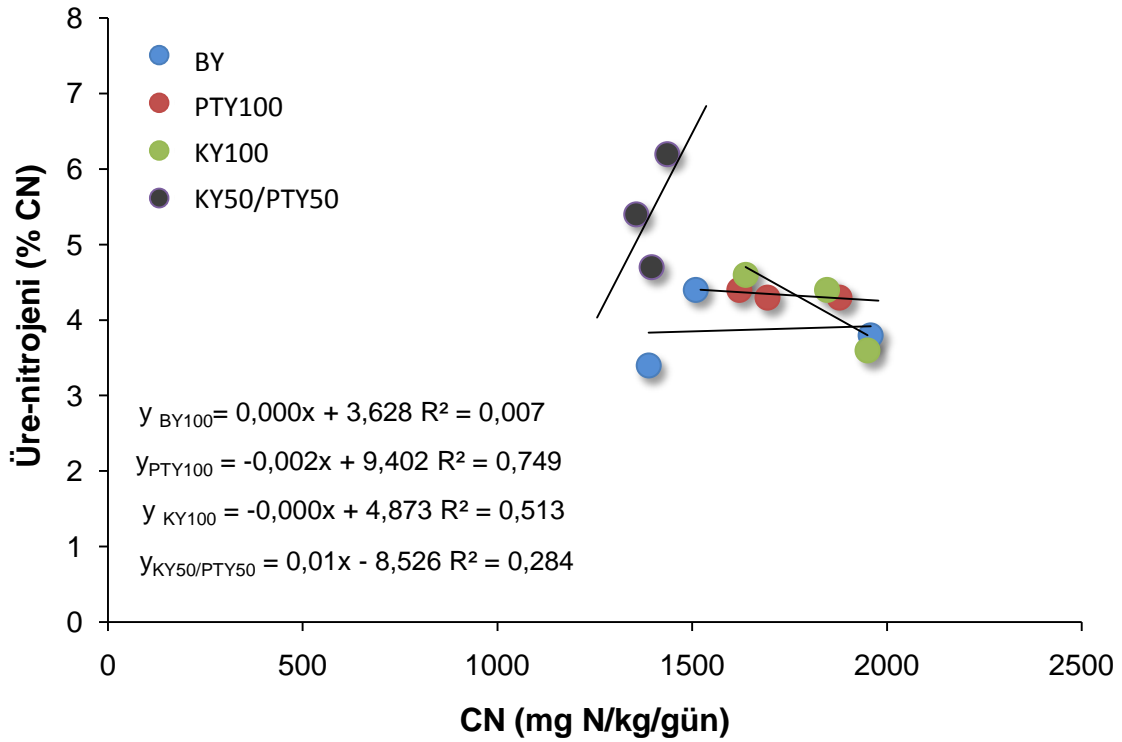
En yüksek TAN (mg TAN/kg/gün) boşaltım miktarı sırasıyla  $576\pm 49$  mg TAN/kg/gün ve  $494\pm 114$  mg TAN/kg/gün ile BY ve KY100 yemleriyle beslenen balıklarda bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Diğer taraftan, PTY100 ve KY50/PTY50 grubu bireylerinin TAN boşaltımı birbirleri arasında farklı bulunmazken diğer diyet gruplarından düşük olduğu tespit edilmiştir.  $C_N$  ve günlük TAN boşaltım oranının ilişkisini ortaya koymak için yapılan eğrilerde BY grubu için pozitif bir ilişki ( $y= 0.163x+310.9$ ;  $n=3$ ;  $r^2=0.98$ ) ve KY100 grubu için ise negatif ( $y=-0.714x+1787$ ;  $n=3$ ;  $r^2=0,99$ ) bir ilişki olduğu hesaplanmıştır. PTY100 ve KY50/PTY50 gruplarında ise bu ilişki çok zayıf ancak pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur

Denemede kullanılan bitkisel yağların ve balık yağının üre-nitrojeni boşaltımına etkisi farklı çıkmamakla birlikte, PTY100 ve KY100 yemleriyle beslenen balıklarda üre-nitrojeni boşaltımında bir artış gözlenmiştir (Tablo 5.1.). En yüksek ve en düşük salgılınım oranı KY50/PTY50 ( $76\pm 10$  mg üre-N/kg/gün) ve BY ( $62\pm 13$  mg üre-N/kg/gün) yemleriyle beslenen bireylerde bulunmuştur. PTY100 ve KY100 bireylerinin tank içerisindeki deniz suyuna salgıladıkları üre-N miktarı benzer çıkmıştır. Günlük ortalama nitrojen boşaltım oranı  $C_N$  ile güçlü bir pozitif ilişki belirlenirken deneme yemleriyle beslenen bireylerin günlük üre-N boşaltımı ve  $C_N$  arasındaki ilişkiler Şekil 5.3.'de verilmiştir. Şekil 5.3.'de görüldüğü gibi KY100 ve KY50/PTY50 yemleriyle beslenen bireylerin  $C_N$  ve üre-N boşaltımı arasındaki ilişki regresyon analizi sonucunda oldukça zayıf çıkmıştır.

Ortalama üre-nitrojeni boşaltım oranı, tüketilen nitrojen miktarının yüzdesi olarak belirtildiğinde (%  $C_N$ ) KY50/PTY50 ( $5,4\pm 0,7$ ) grubu bireylerinde BY ( $3,9\pm 0,5$ ) ile beslenen bireylerle karşılaştırıldığında istatistiki olarak daha yüksek çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Buna ek olarak, PTY100 ( $y=-0.002x+9,402$ ;  $n=3$ ;  $r^2=0.75$ ) ve KY100 ( $y=-0,000x+4,873$ ;  $n=3$ ;  $r^2=0.51$ ) gruplarının  $C_N$  ve günlük üre-nitrojeni (üre-N) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 5.4.). Diğer gruplarda ise zayıf bir negatif ilişki yapılan regresyon analizi sonucunda belirlenmiştir.

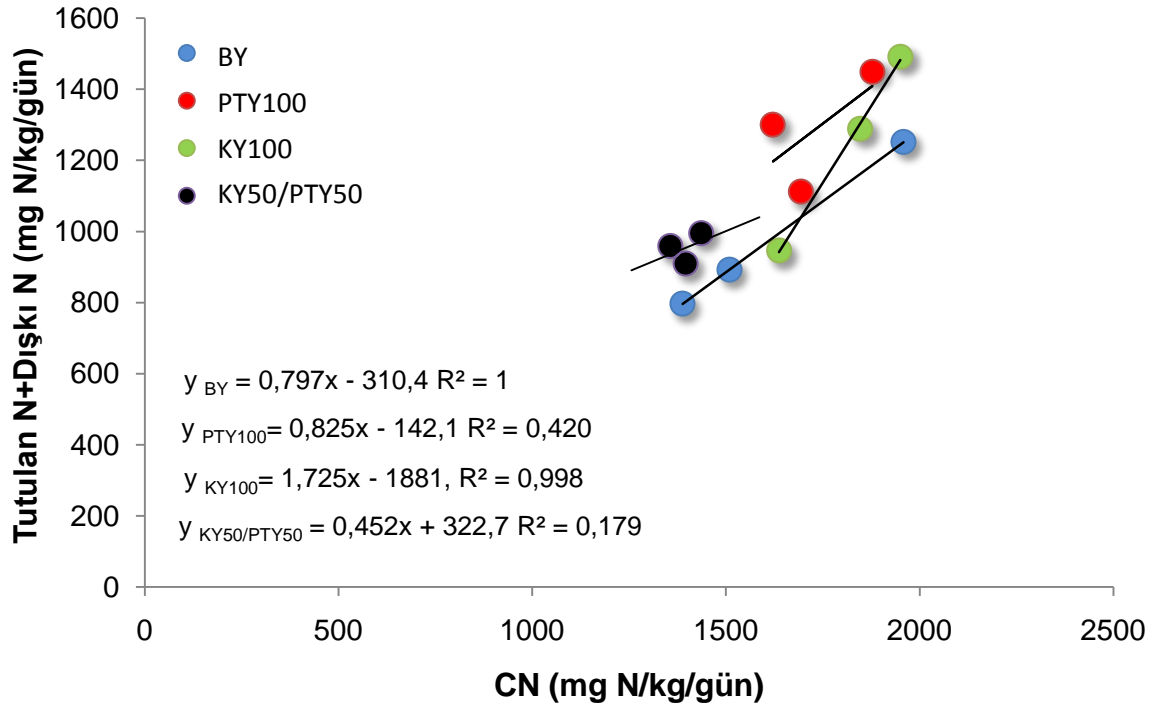


Şekil 5.3. Günlük ortalama nitrojen boşaltım oranı ile  $C_N$  (mg N/kg/gün) arasındaki ilişki.



Şekil 5.4. Üre-nitrojenu (%  $C_N$ ) ve günlük üre-nitrojenu (üre-N) arasındaki ilişki.

Yemlerle alınan nitrojen miktarından toplam salgılanan nitrojen miktarının çıkarılması dolaylı yoldan vücutta tutulan nitrojen ve dışkı ile atılan nitrojen miktarının teorik olarak belirlenmesini sağlamaktadır. Hesaplanan teorik denklemler vücutta tutulan nitrojen + atık (dışkı) nitrojen miktarları gruplar arasında farklılık göstermezken, PTY100 ( $1287 \pm 168$  mg N/kg/gün) ve KY100 ( $1242 \pm 275$  mg N/kg/gün) yemleriyle beslenen bireylerde bu değer BY ve KY50/PTY50 yemleriyle beslenen bireylerden daha yüksek çıkmıştır (Tablo 5.1.). Tutulan nitrojen + atık (dışkı) nitrojen ile  $C_N$  arasında özellikle BY ( $y=0,797x-310,4$ ;  $n=3$ ;  $r^2=1$ ) ve KY100 ( $y=1,725x-1881$ ;  $n=3$ ;  $r^2=0,99$ ) grubu bireylerinde güçlü bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 5.5.). Diğer gruplarda özellikle KY50/PTY50 grubu bireylerinde ( $y=0,452x+322,7$ ;  $n=3$ ;  $r^2=0,18$ ) bu ilişki oldukça zayıf bulunmuştur.



Şekil 5.5. Tutulan nitrojen + atık nitrojen ile üre-nitrojeni arasındaki ilişki.

## 5.4 TARTIŞMA

Bu çalışma, TAN boşaltım ve hesaplanan tutulan nitrojen + atık nitrojen değerlerinin farklı çıkmamasından dolayı deneme balıklarının bitkisel yağlarla hazırlanmış yemleri enerji kaynağı olarak kullandığını göstermiştir. Bununla birlikte, kanola ve pamuk tohumu yağının yem içerisindeki oranının artmasıyla üre-N'nin levreklerde arttığı belirlenirken tüketilen nitrojen miktarının yüzdesi olarak hesaplandığında ise (% C<sub>N</sub>) KY50/PTY50 yemleriyle beslenen bireylerde daha yüksek çıkmıştır. Balıklar vücut yüksek amonyak miktarlarını birçok farklı strateji ile dengeleyebilmektedir. Beyin dokularında glutamin ve glutamat sentezlenmesi sonucu amonyağın direk olarak ortamdan alınması altın balık (*Carassius auratus*) (LEVI ve ark., 1974), gökkuşuğu alabalığı (ARILLO ve ark., 1981), ve mudskipper, çamur karıştırıcı (*Periophthalmus cantonensis*) (IWATA, 1988) türlerinde gözlenmiştir. Ayrıca, yavru misket gobi (*Oxyeleotris marmorata*) ile yapılan son çalışmalarda amonyağın yem alımını takip eden 12 saat içerisinde bağırsaklardada yüksek Glutamat Dehidrogenaz (GDH) aktivitesi ve glutamat birikimi gözlenmesi sonucuna bağlı olarak etkin bir şekilde detoksifiye edilebildiği belirlenmiştir (TNG ve ark., 2008). Denemelerde bu glutamat dehidrogenaz aktivitesi ve doku GDH ve glutamat miktarları ölçülmemesine karşın, TAN salgılanımı tüketilen nitrojenin yüzdesi olarak belirtildiğinde (% C<sub>N</sub>) bitkisel yağlarla beslenen bireylerde bu parametrenin balık yağı tüketen bireylere oranla daha düşük olması bitkisel yağ ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarda benzer bir metabolik aktivitenin varlığını işaret edebilir. Amonyağın üreye metabolik dönüşümü de balıklar için amonyağın toksik etkisinin ortadan kaldırılmasında alternatif bir stratejidir ve bu çevresel streslere maruz bırakılan birçok kemikli balık türünde belirlenmiştir (KORSGAARD ve ark., 1995). Ancak, bizim bilgimize göre Avrupa levreği gibi karnivor bir türün beslenmesinde bitkisel yağlarında kullanılmasının amonyak- ve üre-nitrojeni salınımına nasıl bir etkisinin olduğuyla ilgili hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Ürenin *de novo* sentezi balıklar için enerji bütçesi gerektiren ve her bir molekülün salınımı için 2.5 ATP'ye ihtiyaç duyulan metabolik bir yoldur (KORSGAARD ve ark., 1995). Hava soluyabilen balıkların yanı sıra sodalı göllerde yaşayabilen tilapia ve toad balıkları (*Opsanus spp.*), farklı enzimler sayesinde hepatik üre sentezi bir çok balık türünde belirlenmiştir (KORSGAARD ve ark., 1995; TULLI ve ark., 2007). her ne kadar daha önceleri üre salgılanımının pasif difüzyon aracılığıyla olduğu düşünülse de, yeni yapılan çalışmalarla solungaçlardan üre salgılanımının özelleşmiş üre taşıyıcıları (UT) aracılığıyla olduğu artık netleşmiştir (MISTRY ve ark., 2001; WILKIE, 2002). Benzer bir çalışmada da denizde yetiştirilen Japon yılan balığı (*Anguilla japonica*) solungaçlarından yılan balığı için özel bir UT cDNA izole edilmiştir (MISTRY ve ark., 2001). Bizim çalışmamızda, tamamen bitkisel kaynaklı yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen levrek bireylerinde artan üre-nitrojeni vücut içerisindeki amonyağın üreye ve

solungaç membranlarından üre taşıyıcıları (UT) ile bir enerji gereksinimine ihtiyaç olduğunu düşündürmüştür. Sonuç olarak, deneme yemlerimizle beslenen levrek bireylerinden elde edilen üre-nitrojeni salgılanımı değerleri göstermektedir ki denemedeki levrekler amonyağı üreye detoksifiye etmişler ve bu işlemi solungaçlarındaki UT aracılığıyla, enerji harcayarak gerçekleştirdikleri öngörülmektedir (WRIGHT, 1995; WILKIE, 2002). PTY100 ve KY50/PTY50 yemleriyle beslenen bireylerde gerçekleşen yüksek üre-nitrojeninin (%C<sub>N</sub>) bu mekanizmayı destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Bu denemenin birinci kısmında aynı yemlerle beslenen juvenil Avrupa levrek balığı bireylerinin daha düşük bir büyüme göstermesi (Bknz. II. Grup deneme: büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik verileri), bu bireylerin amonyak boşaltımı için bir enerji harcadığını göstermektedir.

Teleost (kemikli balıklar)'lardaki amonyak boşaltım oranı olarak yemlerdeki protein oranı ile ve nitrojen alımı ile direkt ilişkilidir (KAUSHIK ve COWEY, 1990). Farklı oranlarda pamuk tohumu yağı ile beslenen levrek bireyleri deneme süresince üre-nitrojeni C<sub>N</sub> 3,9 ile 5,4 arasında değiştiği için ammonotelik olmuşlardır ve bu sonuç bundan önce bu türle yapılan çalışmaları da bunu doğrular niteliktedir (BOUJARD ve ark., 2004; PERSON-Le RUYET ve ark.,2004; DIAS ve ark., 2005; TULLI ve ark., 2007). Günlük TAN boşaltımı beslemenin ardından her öğünde gözlenmiştir.

Sonuç olarak proje süresince yürütülen denemelerde elde edilen nitrojenli atık verileri Avrupa levrek balıklarında tek çeşit bitkisel kaynaklı yağ kullanımına göre iki farklı bitkisel yağ kaynağının kullanımının toplam nitrojenli atıklar içerisinde üre-nitrojeni salgılanımını önemli oranda artırdığı ve bunun da değişen hücre membranlarını oluşturan polar lipid:nötral lipid dengesi ve neticesinde de nitrojenli atık salgılanımı metabolizmasındaki değişiklik ya da ayarlama ile de alakadar olabileceği düşünülmektedir (TOCHER ve ark., 2008). Memelilerde olduğu gibi fosfolipitlerin amphipatik yapısı yani hem hidrofilik (sn-3 fosfat baş grubu) ve hem de hidrofobik (sn-1 ve sn-2 yağ asitleri) bölgeleri balıklarda da hücre yüzeylerindeki çift yağ katmanlarının yapısında aynı kilit rollere sahip olabileceklerinin belirtisidir (TOCHER ve ark., 2008). Her ne kadar balıklarla yapılan çalışmalar çok sınırlı ise de çevresel faktörlerin özellikle sıcaklığın biyomembranlardaki fosfolipitlerin kompozisyonu ve metabolizmalarındaki dinamik değişiklikler üzerine etkileri daha önceki çalışmaların ışığı altında incelenmiştir (HAZEL ve WILLIAMS, 1990; HOCHACHKA ve MOMMSEN, 1995). İleriki çalışmalarda özellikle bitkisel yağ kaynaklarının balık yemlerinde kullanımının solungaç hücre yüzeyleri yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin incelenmesi ve buna bağlı olarak amonyak ve üre nitrojeni salınımının da rol oynayan metabolik yollarda meydana gelebilecek değişikliklerin belirlenmesi bu balık yağına alternatif bitkisel yağların Avrupa Levrek balıklarında emniyetle

kullanılabilecek miktarlarının belirlenmesinde büyüme ve vücut yağ asitleri kompozisyonlarının yanında önemli bir yer tutması beklenmelidir.

## 5.5 ÖNERİLER

- Tamamen bitkisel kaynaklı yemlerle beslenen Avrupa deniz levreği'nin bu kaynakları kullanarak balık yağı ile beslenen bireylerle aynı büyümeyi elde etmesi amonyak ve üre metabolizması açısından balıklarda herhangi bir problemin meydana gelmediğini göstermiştir. Ancak, alternatif bitkisel yağ kaynaklarının emniyetle kullanılabilmesi için solungaç hücre yüzeylerinin nötral ve polar lipitleri üzerine etkilerinin araştırılması bir sonraki hedef olmalıdır.
- Projenin bu denemesin sonucunda amonyak- ve üre-nitrojeni boşaltımının bitkisel yağlarla beslenen levrek bireylerin enerji bütçesini etkilediği ve bu konuda ileriki çalışmalarda detaylı olarak çalışılması gerektiği düşünülmektedir.

## **6.0 Sıcaklık Denemeleri-I:**

---

Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında  
Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve  
Sindirilebilirlik

---

**6.0 Sıcaklık Denemeleri-I:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik

## BÖLÜM I. **GİRİŞ**



## 6.1 Ön Bilgi

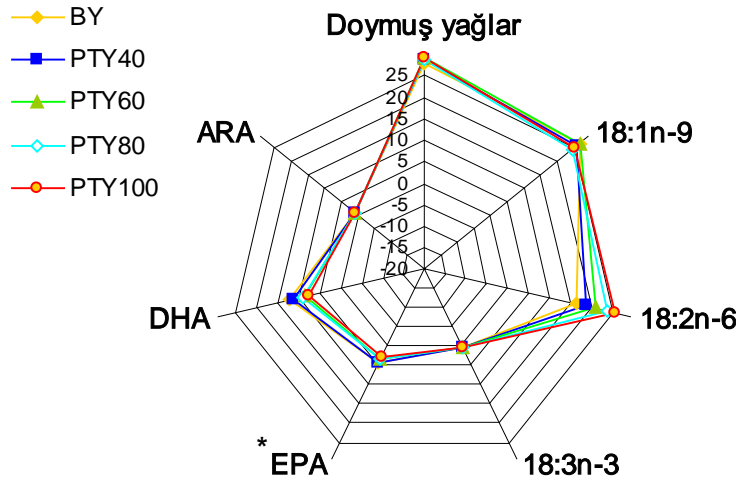
### 6.1.1 Sıcaklık Denemesinde Test Yemlerinin Formülasyonunda Yapılan Kapsam Değişikliği (Bknz. 6. Gelişme raporu)

Proje kapsamında planlanan sıcaklık denemelerinde pamuk tohumu (PTY) ve kanola yağlarının (KY) I. grup deneme sonuçlarında elde edilen büyüme verilerine göre en uygun değişim oranına bağlı olarak kurulacağı ön görülmüştür.

I. grup denemelerine göre, pamuk tohumu yağının %100'e kadar balık yağı ile değiştirilebileceği belirlenmiştir. Ancak, literatürde yeni yayınlanan yayınlar incelendikten sonra, balık yağının kanola yağı ile birçok deniz türünde büyümeyi ve balık sağlığını etkilemeden %60'a kadar değiştirilebildiği farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (IZQUIERDO ve ark., 2003; MOURENTE ve ark., 2005b; MOURENTE ve BELL 2006; HUAN ve ark., 2007) (ayrıca bakınız 5. gelişme raporu). WASSEF ve ark. (2007) pamuk tohumu yağı ile soya yağı karışımlarının 130 g'lık çipura bireyleri de %60'a kadar balık yağına alternatif olabileceği bildirmişlerdir. Bu sebeple, ikinci çalışmada farklı oranlarda kanola yağı değişim oranını çalışmak yerine daha sıra dışı bir değişiklik yapılarak, balık yağı tamamen bitkisel yağlarla (II. Grup denemeleri: %100 bitkisel denemesi) değiştirilmiştir.

Buna ek olarak, pamuk tohumu yağının değişim oranıyla ilgili yapılan ilk denemede (PTY denemesi) balık filetolarındaki yağ asidi miktarlarının, yem içerisindeki pamuk tohumu yağının yağ asidi profilini yansıttığı gözlenirken DHA'nın BY ve PTY40 gruplarında aynı seviyede olduğu bulunmuştur (Şekil 6.1.).

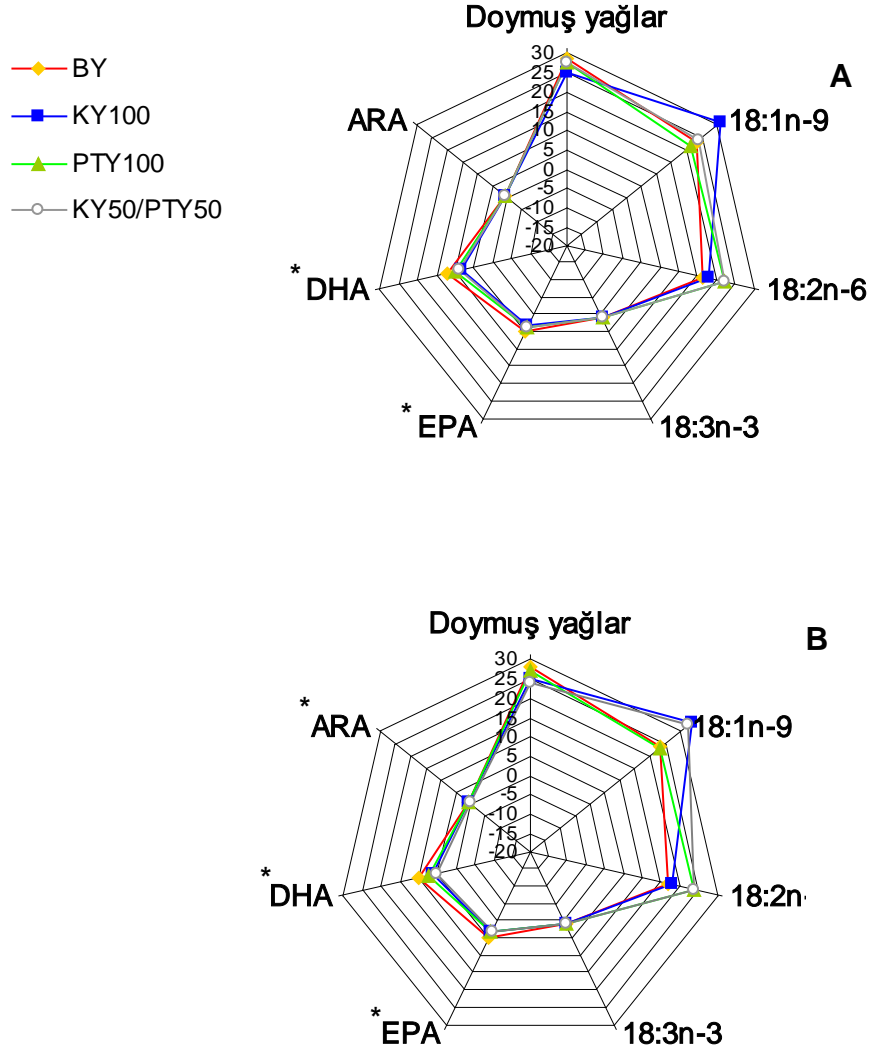
II. grup denemelerinde olan %100 bitkisel denemesinin sonunda en iyi büyümelerden birisi %100 kanola yağı ile beslenen bireylerinde gözlenmesine rağmen (bakınız 5. gelişme raporu) kontrol grubu bireylerinin (BY) tüm vücuttaki EPA, DHA (dekozahekzaenoik asit) ve AA (araşidonik asit) gibi yağ asitlerinin miktarları diğer bitkisel yağlarla beslenen gruplarına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 6.1B.). Kontrol grubunun filetolarındaki EPA ve DHA yağ asitlerinin miktarları da diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır (Şekil 6.1.).



Şekil 6.1. Pamuk tohumu yağının farklı oranlarda balık yağı ile değiştirilmesiyle elde edilen yemlerle beslenen levreklerde fileto yağ asidi profili. \* simgesi P<0,05 düzeyinde istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Denemelerde elde edilen yağ asidi sonuçlarına göre, özellikle balık et kalitesi açısından önemli olan yağların (EPA, DHA, ARA vb.) istenilen seviyelerde olabilmesi için bitkisel yağların %50-60'a kadar değiştirilmesi bundan önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (IZQUIERDO ve ark., 2003; MOURENTE ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL 2006). Yapılan literatür çalışmalarına ek olarak, Avrupa deniz levreğinin karnivor beslenme alışkanlığı göz önüne alındığında, yemlerde bitkisel yağların %60'ın üzerinde balık yağı ile değiştirilmesinin bu türün fileto yağ asidi profilini olumsuz yönde etkilediği Prof.Dr. Gordon Bell ile yapılan kişisel görüşme de tartışılmıştır (Doç.Dr. Tufan Eroldoğan'ın Prof.Dr. Gordon Bell ile yaptığı ikili görüşme, 1-5 Haziran 2008 tarihinde Brezilya'da düzenlenen 13<sup>th</sup> International Symposium on Fish Nutrition and Feeding isimli konferansta yapılmıştır).

Yukarıda sayılan sebeplerden dolayı, projenin sıcaklık denemelerinde kapsam değişikliğine gidilerek, test yemlerinde balık yağının PTY ve KY karışımlarının %30 ve %60 oranında değiştirilmesine karar verilmiştir. Bu değişim oranlarında PTY ve KY yarı yarı karıştırılarak %30 (%15PTY+%15KY; Miks1) ve %60 (%30PTY+%30KY, Miks2) oranında değiştirilmiştir. Bu şekilde, yapılan kapsam değişikliği ile hem en iyi büyüme hem de balık etindeki esansiyel yağ asitlerinin (özellikle EPA, DHA, ARA) seviyeleri korunmaya çalışılacaktır.



Şekil 6.2. %100 bitkisel (PTY100 ve KY100) ve her iki bitkisel yağın %50 karışımları (KY50/PTY50) ile hazırlanmış yemlerle beslenen levreklerde fileto (A) ve tüm vücut (B) yağ asidi profilleri. \*simgesi  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı göstermektedir.

### 6.1.2 Sıcaklık Denemesinde Sıcaklık İle İlgili Yapılan Kapsam Değişikliği

Projenin sıcaklık denemesinde üç farklı su sıcaklığında 18°C (düşük), 23°C (optimum) ve 28°C (yüksek) bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerin büyüme performansı, yağ asidi kompozisyonu ve nitrojenli atık miktarlarının araştırılacağı proje metninde taahhüt edilmiştir. Bu amaçla, sıcaklık denemesi kapsamında, ilk önce Avrupa deniz levreği için en uygun su sıcaklığı (24°C) ile maksimum su sıcaklığı olan 30°C'nin denemesi uygun görülmüştür. Bu iki sıcaklık için taahhüt edilen tüm çalışmalar (büyüme, sindirilebilirlik ve amonyak ve üre-nitrojeni denemeleri) bitirilmiştir. Soğuk kış koşullarının

temsil eden 18°C'de yapılması planlanan çalışma 09 Aralık 2009 tarihinde başlatılmıştır. Ancak, 2. Ek süre raporunda da belirtildiği gibi bu su sıcaklıklarında balıkların düşük yem alımlarından dolayı ağırlık kaybetmeleri sonucu bu deneme 24 Aralık 2009 tarihinde sonlandırılmak zorunda kalmıştır. 3 Ocak 2009 tarihinde yeniden balık temin edilmiş ve deneme ikinci defa aynı kurgu üzerinden kurulmuştur. İlk kurulan denemeye benzer olarak, bu denemede de balıkların iştahsız oldukları gözlenmiştir. Hazırlanan test yemleri dışında ticari levrek yemleri de denenmesine karşın balıkların düşük su sıcaklığında iştahsız oldukları gözlenmiştir. Deneme 20 Ocak 2009 tarihinde kadar devam ettirilmesine rağmen 21 Ocak 2009 tarihinde bir grubun iki tekerrürünün ölmesi sonucu deneme yine sonlandırılmıştır. Bu çalışmanın yerine 06 Mayıs 2010 tarihinde yeni bir çalışma kurulmuştur. Bu çalışma ile ilgili bilgiler raporun ilerleyen kısmında 8.0 Sıcaklık denemeleri: Optimum su sıcaklığında: bitkisel yağların döngülü beslemesinin Büyüme, Yem Tüketimi isimli başlık altında verilmiştir. Bu çalışma ise 20 Haziran 2010 tarihinde bitirilmiştir.

## 6.2 GİRİŞ

Son yıllarda doğal balık stokları, insan tüketimi ve yem sanayisi için gerekli olan balık unu ve yağı kullanımını karşılayabilmek amacıyla avcılığı artmıştır (TIDWELL ve ALLAN, 2002). Diğer taraftan, balık yetiştiricilik sektöründe kullanılan ve özellikle karnivor türlerin yemlerinde değerlendirilen balık unu ve balık yağı ihtiyacının 2010 yılında tüm dünyada üretilen balık unu ve yağının sırasıyla %50 ve %88'ini kullanacağı BARLOW (2000) tarafından ön görülmüştür. Şu anda, dünyadaki üretilen balık yağının yaklaşık %90'ı su ürünleri yetiştiriciliği yem sanayisinde kullanılmaktadır. Bir çok çalışmada da bildirildiği gibi balık yağına alternatif olabilecek en önemli yağ kaynağı C<sub>18</sub>'li çoklu doymamış yağ (ÇDYA) asitlerince zengin bitkisel yağ kaynaklarıdır (SARGENT ve ark., 2002; TACON ve MEDIA, 2008; TURCHINI ve ark., 2009). Ancak, yüksek bitkisel yağ içerikli yemlerle kültüre alınan tatlı su (salmonlar, gökkuşağı alabalığı, murray cod, Atlantik morinası vb.) ve deniz (çipura, mercan, levrek, Asya levreği vb.) türlerinin kaslarında yüksek seviyede C<sub>18</sub>'li ÇDYA'lar ve düşük oranda n-3 YDYA'leri miktarının ise azaldığı bildirilmiştir (BELL ve ark., 2001; IZQUIERDO ve ark., 2003; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE ve ark., 2005a; 2005b; RICHARD ve ark., 2006; FRANCIS ve ark., 2007; HUANG ve ark. 2007). Bu sebepten, ticari olarak önemli balık türlerinin C<sub>18</sub>'li ÇDYA'larının YDYA'larına nasıl çevrildiğini belirlemek için balıklardaki YDYA'lerinin biosentetik dönüşümlerinin bilinmesi son zamanlarda ilgilenilen konuların başında gelmiştir. Örneğin, balıklarda yağ asitlerinin desaturasyon (zincir uzaması) aktivitesi su sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir (SCHUENKE ve WODTKE, 1983; HAGAR ve HAZEL, 1985; WODTKE ve COSSINS, 1991;

BENDIKSEN ve JOBLING, 2003; TOCHER ve ark., 2004). YDYA'leri bir çok fizyolojik aktiviteye karıştığı için (SARGENT ve ark., 2002; TOCHER 2003) balıkların n-3 YDYA ihtiyacı su sıcaklığı ve tuzluluk gibi çevresel faktörlerle dengelenmektedir (BENDIKSEN ve JOBLING, 2003; PERSON-Le RUYET ve ark. 2004). Örneğin, 22°C'de tutulan Avrupa deniz levreği (14 g, *Dicentrarchus labrax*) bireyleri n-3 YDYA ihtiyacının kurutulmuş yem üzerinden %0,7 olduğu bildirilmiştir (SKALLI ve ROBIN, 2004). Salmonlar gibi soğuk su stenoterm türlerde eikosapentaenoik asit (EPA) ile dokosaheksaenoik asit (DHA) konsantrasyonları, lipitler ve rakım arasındaki ilişkinin termal adaptasyon mekanizmasının bir yansıması olabileceği bazı araştırmacılar tarafından speküle edilmiştir (OLSEN ve SHJERVORLD 1991; 1995; PICKOVA ve ark., 1998). Soğuk su sıcaklıklarında, özellikle salmonidler de yapılmış çalışmalarda, dokulardaki lipit kompozisyonunun değiştiği bilinirken (VENTRELLA ve ark. 1993; STAURNES ve ark. 1994; BENDIKSEN ve JOBLING, 2003; TOCHER ve ark., 2004) yüksek su sıcaklıklarında balıkların besinsel ihtiyaçları ve dokulardaki değişimleriyle ilgili bilgiler kısıtlıdır. BENDIKSEN ve JOBLING (2003), tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış (kanola ve keten tohumu, 7:3 hacim:hacim) yemlerle beslenen ve düşük su sıcaklıklarında tutulan Atlantik salmonu (*Salmo salar*)'nun n-3 YDYA'lerini vücutta tuttuğunu ve n-6 serisi YDYA'lerini ise ısı dengesini korumak için metabolize ettiğini bildirmişlerdir. TOCHER ve ark., (2004) ise 4 hafta süreyle %100 balık yağı ve palmiye yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) su sıcaklığının yüksek (15°C) olduğu gruplarda karaciğer ve bağırsaklardan ekstrakte edilen yağ asitlerinin zincir uzaması ve karbon sayısı artışı ile beta oksidasyonun düştüğünü bulmuşlardır. Aynı türün kış koşullarında ticari yemlerle beslenmeleri sonucunda kaslarındaki doymuş yağ asitleri (DYA) miktarında düşüşün meydana geldiği bildirilmiştir (CALABRETTI ve ark., 2003). Kış koşullarında adaptasyon sürecinde balıkların özellikle fosfolipit yapılarında değişimlerin olduğu ve bu lipitlerin bileşenlerinin ve kompozisyonunun sıcaklık adaptasyon sonrasında değiştiği farklı araştırmacılar tarafından gözlenmiştir (HAZEL, 1979; WALLAERT ve BABIN, 1993; CALABRETTI ve ark., 2003).

Karnivor türlerin yemlerinde alternatif olarak kullanılabilir n-6 YDYA'larca zengin bitkisel yağların yüksek sıcaklıklarda balıklar tarafından nasıl değerlendirileceği ile ilgili çalışma sayısı sınırlıdır. Özellikle, balıklardaki vücut sıcaklığı ile dış çevre (sucul ortamın sıcaklığı) arasındaki  $\pm 1^\circ\text{C}$ 'lik sıcaklık farklılıkları ve hücre çeperlerinin sıvı formda kalabilmesi için mevcut olan mekanizmalarda (örneğin 'homeoviscous adaptasyonu') dikkate alındığında (HOCHACHKA ve SOMERO, 2002), yüksek su sıcaklıklarında nötral ve polar lipitlerinde nasıl etkileneceği deniz balıklarının yağ asidi metabolizması için önem arz etmektedir. Hücre membran yapılarında kilit rol oynayan ve su sıcaklığına bağlı değişimler gösteren nötral ve

polar lipitlerin vücut kompozisyonundaki değişimleri ve bitkisel kaynaklı yemlerle ilişkisiyle ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır.

Avrupa deniz levreği (*D. labrax*) doğal ve kültür koşullarından 11-15°C üreme, embriyonik aşamalarında 8-20°C arasında bir su sıcaklık isteği bulunmaktadır (BARNABÉ, 1976; MARANGOS ve ark., 1986; JENNINGS ve PAWSON, 1992; MANANOS ve ark., 1997). Diğer taraftan, dünyadaki levrek popülasyonları su sıcaklık toleransları açısından Atlantik ve Akdeniz popülasyonları şeklinde ikiye ayrılabilir (RUSSELL ve ark., 1996; ARALA ve ark., 2001). Akdeniz orijinli popülasyon için en iyi büyümenin 26°C ve 29°C'nin maksimum su sıcaklığı olduğu PERSON-Le RUYET ve ark., (2004) tarafından bildirilmiştir. Projede kullanılan levrek bireyleri Akdeniz orijinli olup uzun yıllardır bölgemizde yavru üreten AKUVATUR firması tarafından sağlanmıştır. DİKEL (2007) bu popülasyondan elde ettikleri levrek bireylerinin 28°C ile 32°C'de gelişme gösterebildiği ancak 34°C'de yaşama oranının çok düşük olduğunu bildirmiştir. DİKEL ve ark., (2009) 30°C'de tutulan 2,5 g'lık deniz levreğinin başlangıç ağırlığının 8 katına ulaşarak diğer sıcaklık gruplarına (24°C ve 26°C) göre en iyi büyümeyi sağladığını bildirmişlerdir. VAGNER ve ark., (2007) düşük (bitkisel kaynaklı) n-3 YDYA içeren yemlerle beslenen ve 16°C ve 22°C su sıcaklıklarında tutulan levrek larvalarında  $\Delta$  -6 gen görünümünün varlığına rağmen bu larvaların büyüme ve fosfo lipitleri dengeleyemediğini bildirmişlerdir. Ancak, aynı araştırmacılar, larvaların n-3 YDYA içeren yemlere YDYA'lerini desaturasyonu için gerekli enzimatik köprüleri (pathway) kullanarak adapte olmaya yöneldiği sonucuna varmışlardır. Ancak, optimum ve maksimum su sıcaklıklarında bitkisel yağlarla beslenen yavru levrek bireylerinin yağ asidi profilinde nasıl bir değişiklik göstereceği ile ilgili çalışma sayısı çok azdır. Bu amaçla, planlanan projenin bu denemesinde 24°C ve 30°C sabit su sıcaklıklarında tutulan ve %30 ile %60 oranında bitkisel yağ karışımları içeren yemlerle beslenen levrek bireylerinin büyüme, yem tüketimi, kas ve tüm vücut yağ asidi değişimi, yemlerin sindirilebilirliği çalışılmıştır. Bu çalışmada ayrıca, projede taahhüt edilmeyen mide, ön ve son bağırsak boşaltım süreleri ve yemlerin fiziksel özellikleri de incelenmiştir.

---

**6.0 Sıcaklık Denemeleri-I:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik

## BÖLÜM II. **M**ATERYAL VE YÖNTEM

### 6.3 MATERYAL ve YÖNTEM

Proje çalışmalarında kullanılan Avrupa deniz levrekleri (35-37 g) bireyleri, projemize aynı yardımda bulunan AKUVATUR isimli firmadan daha önce alınan ve Yumurtalık Deniz Ürünleri Araştırma İstasyonu'nda mevcut bireylerdir. Balıklar işletmede mevcut 4 tonluk fiber tanklarda deneme başlatılana kadar beslenmişlerdir. Bu süre içerisinde, balıklar kontrol grubu yemleri ile denemede uygulanacak olan yemleme saatlerine (3 öğün) ve ışık rejimine (12 saat aydınlık+12 saat karanlık) göre beslenmişlerdir. Balıkların test yemlerine alışmaları sırasındaki yem alım aktiviteleri de incelenmiştir.

#### 6.3.1 Denemenin Dizaynı

Çalışma 2 (su sıcaklığı) x 3 (diyet) faktörlü deneme dizaynına göre kurgulanmıştır. Buna göre, iki farklı su sıcaklığı (24°C ve 30°C) ve üç farklı yem test edilmiştir. Buna göre test yemlerinin içeriğindeki bitkisel yağların değişim oranları aşağıdaki şekildedir:

1. test yemi: kontrol [%100 balık yağı (BY)]
2. test yemi: Miks-1 [%70 BY + %30 bitkisel yağ (%15 PTY+%15KY)]
3. test yemi: Miks-2 [(%40 BY + %60 bitkisel yağ (%30 PTY+%30KY)]

Balıklar deneme kurulmadan önce yukarıda belirtildiği gibi kontrol grubu yemlerine alıştırmıştır. Bu sürenin ardından balıkların su sıcaklıklarına alıştırmalarına başlamıştır. Buna göre, 01 Mayıs 2009 tarihinden itibaren normal deniz suyunda (23,8±0,8°C) tutulan birinci grup balıklar (n=300) sürekli olarak 24°C su sıcaklığında test yemi ile beslemeye alınmışlardır. Diğer tankta bulunan bireyler (n=300) ise 30°C grubu bireyleri olarak isimlendirilmiş ve balıkların sıcaklık alıştırmaları GLENCROSS ve RUTHERFORD (2009)'a göre her 72 saate bir 2°C artırılarak 30°C'ye 9 günde (10 Mayıs 2009) yapılmıştır. Alıştırmanın ardından balıklar test yemlerinden kontrol grubu (%100 balık yağı) yemleriyle her iki deneme sıcaklığında beslenmiş ve bu deneme 25 Mayıs 2009 tarihinde kurulmuştur.

#### 6.3.2 Denemenin Ünitesi ve Denemenin Yönetimi

Deneme kapalı bina içerisinde bulunan 500 litrelik su kapasiteli dairesel fiber tanklardan oluşan sistemde kurulmuştur. 25 adet sağlıklı levrek bireyi (39,7±0,21 g), 3 tekerrürlü olacak şekilde, toplamda 18 tanka (9 adet 24°C ve 9 adet 30°C grubu) stoklanmıştır. Deneme ünitelerinde doğrudan akışlı su sistemleri kullanılmıştır ve su debisi 3 litre/dakika olacak şekilde ayarlanmıştır ve iki güne bir tankların su debileri kontrol edilmiştir.



Balıklar günde üç öğün (sabah: 08:30, öğlen: 13:30 ve akşam 18:30) beslenmişlerdir. Test yemleri, bundan önce birçok denemeye katılmış deneyimli araştırmacılar tarafından, balıkların yem alım aktivitelerine göre verilmiştir. Yemleme tüm deneme boyunca iki kişiyle yapılmıştır. Balıklar yem alımlarını durdurduklarında yemleme kesilmiştir. Balıkların yem tüketimini bundan önceki denemelerdeki gibi yapılmıştır (Bakınız II. Grup denemesi, 4.3.4 Denemenin Ünitesi ve Denemenin Yönetimi). Deneme ünitesindeki ışık rejimi 12 saat aydınlık : 12 saat karanlık olacak şekilde bina içerisindeki otomatik ayarlı flüoresan lambalarla yapılmıştır. Işık saat 07:30 otomatik olarak açılmış ve akşam 19:30'da kapanmıştır.

### 6.3.3 Deneme Tanklarında Su Sıcaklıklarının Kontrolü

Deneme tanklarının üstleri sera naylonu ile kapatılarak tank suyunun yüzeyinden kaynaklanacak ısı kaybı önlenmeye çalışılmıştır. Denemenin yürütüleceği dönemlerde (25 Mayıs-22 Eylül) deniz suyu sıcaklıkları arttığı dönemlerde (mevsimsel olarak) deniz suyu araştırma istasyonumuzda bulunan eşanjör sistemi ile gerekli görüldüğü zamanlarda (temmuz ve ağustos aylarında eşanjör sürekli çalıştırılmıştır) soğutulmuştur. Deneme tanklarına giren soğuk ve sıcak su ayrı iki hattan tanklara kadar getirilmiş ve ayrı iki vana (sıcak ve soğuk vanası) ile bir boruya bağlanmıştır. Karışımın sağlandığı bu boru içerisinde sıcak ve soğuk su karıştıktan sonra tank içerisine verilmiştir. 24°C grubu tanklarının dış yüzeyleri izolasyon malzemesiyle kaplanarak ısı kayıpları önlenmiştir.

30°C grubundaki tankların her birisine iki adet 200 watt'lık akvaryum ısıtıcısı yerleştirilerek, geceleri meydana gelen su sıcaklığı düşüşleri (27-28°C) engellenmiştir. Buna ek olarak, hem sıcak hem de soğuk grubundaki tankların her birine gün içerisindeki en düşük ve en yüksek su sıcaklıklarını gösteren min-max termometreleri yerleştirilmiştir. Böylece, gün içerisinde tanklardaki minimum ve maksimum su sıcaklıkları sabahları kontrol edilmiştir. Deneme tanklarındaki su sıcaklıkları ise sabah, öğle ve akşam olmak üzere yemlemeden hemen sonra günde üç kez kayıt edilmiştir. Deneme süresince tankların tabanındaki dışkı vb. atıklar öğlen yemlemesinden 2 saat sonrasında sifonla yapılmıştır. Her tankın sifonlanma ve temizlenme işlemi 5-6 dakika gibi kısa bir sürede tamamlanmıştır.

Denemede, büyüme performansı, yem değerlendirme ve protein tüketim verilerinin değerlendirilmesi için I. ve II. Grup denemelerindeki ölçümler alınmıştır.

Tablo 6.1. Pamuk tohumu ve kanola yağının balık yağı ile değiştirildiği kontrol (balık yağı) ve bitkisel miks yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonları.

Yem içerikleri (g/kg)*	Balık Yağı	Miks-1	Miks-2
Balık Unu <sup>1</sup>	550	550	550
Mısır Glütteni	215	215	215
Dekstrin	65	65	65
Balık yağı	100	70	40
Kanola yağı	0	15	30
Pamuk Tohumu Yağı	0	15	30
Karboksi Metil Selüloz	40	40	40
Mineral Karışımı <sup>2</sup>	15	15	15
Vitamin Karışımı <sup>2</sup>	15	15	15
<i>Analiz Edilen Kimyasal Kompozisyon (% kuru madde)</i>			
Kuru Madde	86,38±0,16	86,44±0,12	86,39±0,26
Ham Protein	49,46±0,27	49,85±0,62	50,15±0,47
Lipit	20,24±0,25	21,03±0,18	21,56±0,44
NÖM <sup>3</sup>	4,32±0,53	3,29±0,77	2,35±0,30
Ham Kül	12,36±0,02	12,27±0,12	12,33±0,07
Toplam Enerji (MJ/kg yem) <sup>4</sup>	17,33±0,06	17,54±0,08	17,64±0,08
Protein:Enerji	28,54±0,17	28,42±0,26	28,43±0,39

<sup>1</sup> Kılıç Holding, Muğla.

<sup>2</sup> SİBAL Black Sea Feed Inc., Sinop.

<sup>3</sup> Nitrojenli öz madde: 100 – (nem + protein + lipit + kül).

<sup>4</sup> Hesaplama: protein, lipit ve karbonhidrat (NÖM) için sırasıyla, 19 kJ.g<sup>-1</sup>, 36 kJ.g<sup>-1</sup> ve 15 kJ.g<sup>-1</sup> alınmıştır.

### 6.3.4 Besin Madde Bileşenleri ve Yağ Asidi Analizleri

Tüm test yemleri, balık örnekleri (kas ve tüm vücut) -20°C'lik derin dondurucuda saklanmıştır. Kuru madde, ham kül, protein ve lipit analizleri II. Grup denemelerindeki gibi yapılmıştır (Bakınız II. Grup denemesi, 4.3.6 *Besin Madde Bileşenleri Analizleri*). Yağ asidi analizleri ise II. Grup denemesindeki gibi yapılmıştır (Bakınız II. Grup denemesi, 4.3.7 *Yağ Asidi Analizleri*).

### 6.3.5 Sindirilebilirlik Denemesi

Besleme denemesi tanklarından toplam 15 adet balık tesadüfi olarak yakalandıktan sonra sindirilebilirlik tanklarına stoklanmıştır. Sindirilebilirlik tanklarının sistemi "Guelph Sistemi" (CHO ve ark., 1982) modifiye edilerek ve TIBBETTS ve ark. (2006)'na göre dizayn

edilmiştir. Balıkların sindirilebilirlik tanklarına stoklanmasının ardından kromik oksitli yemlerle besleme başlatılmıştır. Denemenin bu aşamasında, balıklar  $Cr_2O_3$ 'lü yemlere alıştırdıktan ve dışkılar düzgün formda (parçalanmamış şekilde) gelmeye başladıktan sonra dışkı toplama başlanılmıştır. Dışkı toplama süresince balıklar günde sadece bir öğün (18:00) vücut ağırlıklarının %2'si oranında beslenmiştir. Balıkların beslenmesinden 1 saat sonra (19:00) tank iç yüzeyleri ve dışkı toplama aparatı (dışkı ve tüketilmeyen yemlerde dahil olmak üzere) bir sünger ile temizlenmiştir. Bu temizlik işleminin ardından dışkı toplama aparatı buzlu torbalarla sarılmış ve bu torbalar her 3 saatte bir değiştirilmiştir. Sindirilebilirlik çalışmasının olduğu binadaki aydınlatma saat 19:30'da kademeli ve otomatik olarak kapatılmıştır. Dışkıların toplanması gece saat 23:00 ve sabah 07:00'de gerçekleştirilmiştir. Bu işlem esnasında, dışkı toplama aparatının üstündeki vana kapatılmıştır ve dışkıların parçalanmamasına özen gösterilerek plastik kapaklı kutulara dikkatli bir şekilde yerleştirilmiştir. Toplanan bu örnekler hızlı bir şekilde  $-20^{\circ}C$ 'lik derin dondurucuya yerleştirilmiştir. Dışkı toplama işleminin, her bir tanktan ortalama 40 g dışkı örneği alınıncaya kadar, yaklaşık 15 gün sürdürülmüştür. Bu sürenin ardından, tüm örnekler Fakültemiz, Yetiştiricilik Bölümü, Besleme Laboratuvarında bulunan liyofilizatöre yerleştirilerek kurutulmuştur ve  $-80^{\circ}C$ 'de analizler yapılana kadar muhafaza edilmiştir.

$$\text{Sindirebilirlik oranı} = 100 - 100 \times \left[ \frac{(\% I \text{ yem})}{(\% I \text{ dışkı})} \times \frac{(\% B \text{ yem})}{(\% B \text{ dışkı})} \right]$$

Yukarıdaki denklem MAYNARD ve LOOSLI (1969)'a göre "I" dış markalayıcı (kromik oksit) ve "B" besleyici element (protein veya lipit) olarak alınmıştır. Dışkılardaki protein ve lipit analizleri besin madde bileşenleri II. Grup denemelerindeki gibi yapılmıştır (Bakınız II. Grup denemesi, 4.3.6 Besin Madde Bileşenleri Analizleri).

### 6.3.6. Sindirim Sistemi Boşaltım Süresinin Belirlenmesi

Proje içerisinde taahhüt edilmediği halde, sıcaklık denemesinden sonra balıkların sindirim sistemi boşaltım sürelerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma kurgulanmıştır. Özellikle  $30^{\circ}C$  gibi yüksek su sıcaklıklarında, bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerin sindirim kanalı boyunca geçiş süreleri bundan önce çalışılmadığı için bu çalışmanın proje çıktılarına fayda sağlayacağı düşünülmüştür. Mide boşaltım süresi ve boşaltım oranıyla ilgili çalışmalarda, balıkların test edilecek yeme ve ortama alışmasının, balığın bu yemleri öğrenmesi ve sindirim kanalından geçişi için ise bir strateji geliştirmenin zaman aldığı bilinmektedir (JOBLING, 1994; HOŞSUCU ve ark., 2005). Çalışmanın kurgusu,

ADAMIDOU ve ark., (2009)'nın Avrupa deniz levreğinde yaptıkları çalışmadan yola çıkılarak tasarlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan balıklar şu şekilde temin edilmiştir. Sıcaklık denemesi sonunda, her tankta ortalama  $24 \pm 1$  adet balık kalmıştır. Besin madde bileşenleri için her tanktan 3'er adet balık örneklenmiş ve geriye kalan balıklardan 15 adedi sindirilebilirlik çalışması için kullanılmıştır. Dışkı toplama işlemi bitirildikten sonra tüm balıklar 14 Ekim 2009 tarihinde besleme denemesinin yürütüldüğü sisteme tekrar stoklanmışlardır. Sindirilebilirlik çalışması süresince herhangi bir balık ölümüne rastlanmamıştır. Dolayısıyla, mide boşaltım çalışması için her bir tankta ortalama  $21 \pm 1$  adet balık kalmıştır. Bu balıklar, 15 Ekim 2009 tarihinden itibaren yine test yemleriyle, aynı su sıcaklıklarında ( $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$ ) 15 gün boyunca beslenmişlerdir. Mide boşaltım denemesi başlatılmadan önce, her tanktaki balık ağırlıkları alınmış ve her tanka 20 adet balık gelecek şekilde balıklar tekrar stoklanmıştır.

Mide boşaltım çalışması 4 Kasım 2009 tarihinde başlatılmıştır. Balıklar, midelerinin tamamen boşaltılması için, 1-3 Kasım 2009 tarihleri arasında 3 gün süre ile aç bırakılmıştır. Daha sonra 4 Kasım 2009 günü, her bir tanktan 2 balık (2 balık x 3 tekerrür= 6 balık her bir grup için) olmak üzere; 0., 8., 16., 24., 32. ve 48. saatlerde örnekleme yapılmıştır. Örnekleme zamanlarında, balıkların yüksek dozda anestezi ile öldürülmeleri amacıyla 3 ml/litre 2-penoksietanol (Sigma, St. Louis, MO, USA) kullanılmıştır. Uygulanan anestezinin ardından, balıkların özefaguslarına bir parça pamuk tıkanarak, balıkların midedeki yemleri çıkartmaları (kusmaları) engellenmiştir (PÉREZ-CASANOVA ve ark., 2009). Balıklar bu örnekleme zamanlarından hemen ardından  $-20^{\circ}\text{C}$ 'lik derin dondurucuda, poşetler içerisinde, ayrı ayrı saklanmışlardır. Deneme 2 gün içerisinde tamamlanmış ve tüm örnekler, Fakültemiz, Yetiştiricilik laboratuvarına getirilerek gerekli ölçümler alınmıştır. Alınan ölçümlerle ilgili detaylar "Ek süre II. Raporu", 28-30. sayfalarda verilmiştir.

Mide ve diğer bağırsak parçalarının geometrik ortalamaları, mide ve sindirim kanalı boşaltım süresinin belirlenmesi için gerekli olan modele (üssel fonksiyon) uygun olarak, zamana karşı pilotlanmıştır (noktalanmıştır). Tüm sindirim kanalı parçalarından alınan boşaltım verileri ELLIOT (1972)'de tarif edildiği gibi  $A_{gırlık_z} = A^{-z}$ , mide içeriğinin  $z$  zamanındaki geometrik ortalaması,  $A$  ise regrasyon analizi sonucunda katsayı ve  $r$  ise mide boşaltım oranı göstermektedir. Bu veriler, logaritmik olarak pilotlandığında, mide boşaltım oranıyla ilişkili  $r$  eğrisi  $\ln A_z = \ln A^{-z}$  denkleminde hesaplanmıştır. Mide boşaltım süresi yine yukarıdaki denklemden  $z$  zamanında midenin %50'sinin boşaldığı zaman olarak hesaplanmıştır.

### 6.3.7 Deneme Yemlerinin Fiziksel Özellikleri

Projenin ilk iki denemesinde (PTY ve %100 bitkisel denemesi) test yemlerinin sadece pres peletten geçirildiği için yem çevirim oranları yüksek çıkmıştır. Bu sebeple, bu denemede yapılan yemlerin fiziksel özellikleri de araştırılmak istenmiştir. Bu amaçla, ADAMIDOU ve ark. (2009)'nun çalışmasından modifiye edilerek deneme yemlerinin yoğunluğu ( $d$ ) ve batma hızı tespit edilmiştir. Buna göre pelet yoğunluğu ( $d$ ), kütle (g) / hacim ( $\text{cm}^3$ ) formülü ile belirlenirken her bir deneme yemi grubundan 20 adet pelet alınarak aşağıdaki ölçümler alınmıştır. Peletlerin her birinin ağırlığı 0,01 g hassasiyetteki laboratuvar terazisinde alınmıştır. Peletlerin hacmi ise pelet çapı (mm) ve pelet uzunluğu (mm) bir kumpas yardımı ile ölçülüp hacmi  $\text{cm}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Pelet batma hızının hesaplanmasında ise 100 ml'lik ve 23,4 cm yüksekliğindeki plastik bir büret kullanılmıştır. Büret içerisinde her test yem grubundan 20 adet pelet bir pens yardımıyla büret yüzeyine bırakılmıştır. Peletin yüzeyden aşağıya düşmeye başlamasıyla birlikte kronometre çalıştırılmış ve pelet 23,5 cm uzunluğundaki su kolonunda tabana ulaştığında süre kayıt edilmiştir. Aynı işlemler grup sıcaklıkları olan 24°C ve 30°C su sıcaklıkları için ayrı ayrı yapılmıştır. Peletlerin batma hızı ise hız ( $\text{cm/saniye}$ ) = 23,5 cm / zaman (saniye) formülü ile hesaplanmıştır. Yukarıda sayılan veriler, denemenin başlangıcından hemen sonra alınmış ve gruplara göre balıkların tükettikleri yemlerle orantılı olarak ilişkilendirilmeye çalışılmıştır.

### 6.3.8 İstatistiksel Analizler

Tüm veriler ortalama±standart hata üzerinden ( $n=3$ ) verilmiştir. Verilerin normalitesi ve homojenizite testleri yapıldıktan sonra, tüm gruplar tek yönlü varyans analizine ( $P<0,05$ ) tabi tutulmuşlardır. Yüzde değerler ArcSin'ı alındıktan sonra analize tabi tutulmuştur. Farklılık durumlarında gruplar Student-Newman-Keuls *post-hoc* testi ile karşılaştırmaları yapılmıştır. Buna ek olarak, iki su sıcaklığı, 3 diyet ve bunların etkileşimleri (interaction) iki yönlü varyans analizi ( $P<0,05$ ) ile karşılaştırılmıştır. Tüm bu veriler analizleri SPSS v16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programında yapılmıştır.

---

**6.0 Sıcaklık Denemeleri-I:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında Büyüme, Yem Tüketimi, Yağ Asidi Değişimi ve Sindirilebilirlik

## BÖLÜM III. **B**ULGULAR VE TARTIŞMA

## 6.4 BULGULAR

Deneme 25 Mayıs 2009 tarihinde kurulmuş ve 26 Mayıs 2009 tarihinden (1. gün) itibaren balıkların test yemleriyle beslemesine başlanılmıştır. Deneme 120 gün sonra 22 Eylül 2009 tarihinde sonlandırılmıştır.

### 6.4.1 Yemlerin Yağ Asidi Kompozisyonu

Tüm deneme yemlerinin analiz edilen protein (%49,46-%50,15) ve lipit (%20,24-%21,56) kompozisyonları benzer bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 6.2). Yemlerin besinsel içerikleri (protein, lipit, enerji ve diğer) istatistiki olarak farklı çıkmamıştır ( $P>0,05$ ). Deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağların yağ asitleri kompozisyonu test yemlerinin yağ asidi profillerine de yansımıştır (Tablo 6.2). DYA'lardan 20:0 Miks-1 ve Miks-2 grubu yemlerinde kontrol grubundan daha yüksek ( $P<0,05$ ) bulunurken diğer DYA'lar (15:0, 16:0, 18:0) istatistiki olarak tüm yemlerde benzer seviyelerde bulunmuştur ( $P>0,05$ ).

Tekli doymuş yağ asitleri (TDYA) deneme yemleri arasında farklılık göstermemiştir ( $P>0,05$ ). Özellikle, yemlere ilave edilen bitkisel yağ karışımlarıyla birlikte oleik asit (OA, 18:1n-9) miktarı da önemli seviyede yükselmiştir ( $P<0,05$ ). Yemlerde analiz edilen toplam çoklu doymamış yağ asitlerin (ÇDYA) miktarı benzerlik göstermiştir. Kontrol yemindeki DHA miktarı Miks-1 ve Miks-2 yemlerine göre yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Diğer taraftan, EPA yağ asidi içeriği açısından kontrol ve Miks-1 yemleri benzer ( $P>0,05$ ) bulunurken Miks-2 yemlerinin EPA içeriği istatistiki olarak diğer yemlere göre düşük çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Tamamen balık yağı ile hazırlanmış yemlerin toplam n-3 ÇDYA'leri Miks-1 ve Miks-2 gruplarına göre yüksek çıkarken bunun tam tersine n-6 serisi ÇDYA'leri ise Miks-1 ve Miks-2 yemlerinde kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur (Tablo 6.2.).

### 6.4.2 Gruplardaki Su sıcaklığı ve Oksijen Verileri

Deneme süresi olan 120 gün boyunca her bir deneme grubundan alınan sıcaklık ölçümleri 24°C grubunda kontrol, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen tanklarda sırasıyla 24,3±1,0°C; 24,3±0,7°C ve 24,3±1,0°C iken 30°C grubunda kontrol, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen tanklarda sırasıyla 29,8±0,7°C; 29,7±0,8°C ve 29,9±0,8°C olarak ölçülmüştür.

Tablo 6.2. Deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağlar ve deneme yemlerinin yağ asidi profilleri.

Yağ asitleri	Deneme yağları			Deneme Yemleri		
	Balık yağı	Kanola yağı	Pamuk tohumu yağı	Kontrol	Miks-1	Miks-2
14:0	6,01	0,20	0,70	3,9±0,14	4,0±0,59	3,3±0,01
14:1	0,05	tn	tn	1,6±0,14	tn	tn
15:0	0,97	0,06	tn	0,2±0,00	1,0±0,42	0,6±0,17
15:1	0,10	tn	tn	tn	tn	tn
16:0	20,18	5,01	23,36	17,6 ±0,21	19,5 ±1,80	18,6±0,17
16:1n-7	2,10	0,1	tn	8,9 ±0,49	4,0 ±0,17	3,1±0,01
17:0	0,73	0,09	0,08	tn	tn	tn
16:2n-4	0,20	tn	tn	4,3±0,14	1,8±1,40	0,9±0,13
16:3n-4	0,19	tn	tn	0,5±0,00	1,3±0,65	0,19
17:1	0,36	tn	tn	0,8±0,00	1,0±0,29	0,5±0,06
18:0	4,12	1,90	2,44	3,3±0,21	3,3±0,23	3,2±0,86
18:1n-9	18,68	61,7	17,09	16,3±0,28	20,1±0,38	26,7±2,62
18:1n-7	1,60	tn	tn	tn	tn	tn
18:2n-6	3,23	18,3	55,03	6,3 ±0,23	12,7 ±1,79	19,2 ±0,08
18:3n-6	0,24	0,09	0,21	tn	tn	tn
18:3n-3	1,33	7,10	0,39	2,4 ±0,49	2,3 ±0,64	2,5 ±0,34
18:4n-3	1,74	tn	tn	1,6 ±0,00	tn	tn
20:0	0,80	0,55	0,2	1,2 ±0,00	3,2 ±0,36	2,4 ±0,66
20:1n-11	0,76	1,90	tn	tn	0,4 ±0,60	0,2 ±0,33
20:1n-9	0,08	1,00	tn	4,2±0,00	2,7 ±1,05	1,9 ±0,23
20:2n-6	1,00	tn	tn	1,0±0,00	1,6±2,27	tn
20:3n-6	0,08	tn	tn	tn	tn	tn
20:4n-6	0,40	tn	tn	2,7±0,00	1,9±,23	0,9±0,21
20:3n-3	0,78	0,10	tn	tn	tn	tn
20:4n-3	0,30	tn	tn	0,9±0,00	0,4±0,63	1,4±0,43
20:5n-3	8,66	0,10	tn	9,4±0,72	9,1±0,64	6,3±0,42
22:0	0,73	0,22	tn	tn	tn	tn
22:1n-11	0,10	tn	tn	tn	tn	tn
22:2n-6	0,08	tn	tn	tn	tn	tn
22:4n-6	0,60	tn	tn	tn	tn	tn
22:1n-9	nd	1,50	tn	tn	tn	tn
22:5n-3	1,30	tn	0,09	tn	tn	tn
22:6n-3	14,60	tn	tn	12,9±0,49	9,8±0,21	7,2±0,02
24:1n-9	0,10	0,07	tn	tn	tn	tn
ΣDYA	33,54	8,03	26,78	26,2±0,28	31,1±1,84	28,1±1,52
ΣTDYA	24,32	66,27	17,09	36,6±0,21	31,2±2,25	34,3±2,41
ΣÇDYA	34,34	25,69	55,72	37,2±0,35	37,7±0,40	37,6±0,89
Σn3	28,71	7,30	0,48	27,2 ±0,57	21,5±2,12	17,5±1,18
Σn6	5,63	18,39	55,24	10,0±0,23	16,2±1,71	20,2±0,29
n3/n6	5,1	0,4	tn	2,7±0,12	1,3±0,27	0,9±0,07

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır. \*tn bu yağ asidinin tanımlanmadığını göstermektedir. Standart sapmalarda 0,0 standart hatanın 0,05'den küçük olduğunu göstermektedir.



Deneme tanklarında ölçülen su sıcaklık verileri karşılaştırıldığında, istatistikî bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Deneme tanklarında ayrıca minimum ve maksimum su sıcaklıkları da tespit edilmiştir. Bu amaçla, sıcaklık gruplarında ( $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$ ) bulunan tanklara birer adet minimum/maksimum termometre yerleştirilmiştir. Deneme süresince,  $24^{\circ}\text{C}$  grubu tanklarında ölçülen minimum ve maksimum değerlerinde ortalama değerleri  $22,9\pm 0,9^{\circ}\text{C}$  (bu grupta ölçülen en düşük sıcaklık  $22,0^{\circ}\text{C}$ 'dir) ve  $24,7\pm 0,8^{\circ}\text{C}$  (bu grupta ölçülen en yüksek sıcaklık  $25,5^{\circ}\text{C}$ 'dir).  $30^{\circ}\text{C}$  grubunu temsil eden tanklarda ölçülen minimum ve maksimum değerlerinde ortalama değerler ise  $28,5\pm 1,0$  (bu grupta ölçülen en düşük sıcaklık ve  $27,5^{\circ}\text{C}$ ) ve  $30,1\pm 0,9^{\circ}\text{C}$  (bu grupta ölçülen en yüksek sıcaklık  $31,0^{\circ}\text{C}$ ). Alınan sıcaklık verilerinin yüzde coefficient varyans değerleri ( $\text{CV, \%} = 100 * (\text{standart sapma}/\text{ortalama su sıcaklığı})$ )  $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$  grupları için sırasıyla  $\%0,04$  (kontrol, Miks-1 ve Miks-2 gruplarının CV ortalamalarıdır) ve  $\%0,03$  gibi çok düşük bir değerde bulunmuştur. CV değerinin düşük çıkması  $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$  sıcaklık gruplarının tanklarının grup içi su sıcaklıklarının farklı olmadığını göstermiştir. Deneme süresince alınan oksijen verilerine bakıldığında,  $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$  grupları sırasıyla  $6,68\pm 0,13$  ve  $6,60\pm 0,4$  mg/l'dir ( $n=27$ , her bir tank için sabah, öğle ve akşam oksijen verilerinin ortalamalarını vermektedir). Diyet grupları göz ardı edilerek, elde edilen oksijen verileri  $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$  gruplarının ortalama oksijen verileri arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı gözlenmiştir ( $P>0,05$ ).

#### 6.4.3 Büyüme performansı

Deneme sonunda balıkların final ortalama ağırlıkları ile başlangıç ağırlıkları arasında 2,3 kat farklılık oluşmuştur.  $24^{\circ}\text{C}$ 'de su sıcaklığında tutulan ve kontrol grubu, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen bireylerin 120. günde ulaştıkları ortalama canlı ağırlık ( $\pm$ standart hata) sırasıyla  $90,0\pm 3,4$  g;  $92,3\pm 2,1$  g ve  $91,9\pm 0,9$  g olarak bulunmuştur. Diğer taraftan,  $30^{\circ}\text{C}$ 'de su sıcaklığında tutulan bireylerde ise bu değerler sırasıyla  $90,4\pm 3,0$  g;  $91,6\pm 5,9$  g ve  $89,6\pm 4,5$  g olarak belirlenmiştir (Tablo 6.3.). Deneme sonunda, ortalama canlı ağırlık açısından sıcaklık, yem ve her ikisinin etkileşimi istatistiksel önem düzeyi düşük çıkmıştır (Tablo 6.4.). Su sıcaklığı ve yem içerisindeki bitkisel yağ oranlarının spesifik büyüme oranı üzerine bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ). Diğer taraftan; iki yönlü varyans analizi sonucunda su sıcaklığı, yem ve her ikisinin etkileşiminin ortalama ağırlık kazancı üzerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak, ısıl büyüme oranı dikkate alındığında, her üç yem grubunda da  $24^{\circ}\text{C}$ 'de yetiştirilen levrek bireylerinin  $30^{\circ}\text{C}$ 'de tutulan bireylerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, bitkisel yağ karışımlarının ısıl büyüme üzerine bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ). Aynı

şekilde, su sıcaklığı ve diyet kompozisyonunun ısıl büyüme üzerine interaktif bir etkisinin olmadığı da iki yönlü varyans analizi sonucunda hesaplanmıştır ( $P>0,05$ ) (Tablo 6.4.).

#### 6.4.4 Yem tüketimi ve Diğer Parametreler

Su sıcaklığının günlük yem alımı üzerine etkisinin olmadığı bulunurken ( $P>0,05$ ) yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının artmasıyla tüketilen günlük yem miktarı da artmıştır (Tablo 6.3.) . Bu sonuçlara göre, en fazla yem tüketimi her iki sıcaklıkta da Miks-2 diyetiyle beslenen levrek bireylerde gözlenmiştir. En düşük günlük yem tüketimi kontrol grubunda ( $24^{\circ}\text{C}$  için 18,5 g/gün ve  $30^{\circ}\text{C}$  için 18,6 g/gün) bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Diğer taraftan, su sıcaklığı ve diyetin günlük yem alımı üzerine birlikte bir etkisinin olmadığı iki yönlü varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 6.4.). Deneme sonunda su sıcaklığı ve yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının protein etkinlik ve protein değerlendirme oranları üzerine bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Ayrıca, her iki faktörün birlikte etkisinin de istatistikî olarak önemsiz olduğu iki yönlü varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 6.4.). Diğer taraftan, hem  $24^{\circ}\text{C}$ 'de hem de  $30^{\circ}\text{C}$ 'de 120 gün süresince kontrol yemleriyle (%100 balık yağı) beslenen bireylerde karaciğer somatik indeksi Miks-2 grubu bireylerindeki değere göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Tablo 6.3.). Bu değer  $24^{\circ}\text{C}$  grubunda, tutulan kontrol, Miks-1 ve Miks-2 gruplarında 3,53; 2,00 ve 1,05 olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan,  $30^{\circ}\text{C}$ 'de tutulan deniz levreği bireylerinde kontrol, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen bireylerde ise aynı şekilde kontrol grubu (2,63) diğer gruplara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Yapılan istatistikî analizler sonucunda, sıcaklığın karaciğer somatik indeksi üzerine bir etkisinin olmadığı ancak, deneme yemlerinde kullanılan bitkisel yağ seviyesinin (diyet uygulaması) bu değer üzerinde 0,05 önem düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur. Ancak, diyet uygulaması dikkate alınmadan değerlendirme yapıldığında, en yüksek karaciğer somatik indeks değeri  $24^{\circ}\text{C}$  kontrol (%3,53) grubunda bulunmuştur. Bu grubu,  $24^{\circ}\text{C}$  Miks-1,  $30^{\circ}\text{C}$ 'deki kontrol ve Miks-1 grubundaki değerleri takip etmiştir. En düşük karaciğer somatik indeks değeri, her iki sıcaklık grubunda bulunan, %60 oranında bitkisel yağ içeren balıklarda tespit edilmiştir (Tablo 6.3.). İç organlar etrafındaki yağların miktarlarının karşılaştırmak için hesaplanan iç organ yağları indeksi verileri de karaciğer somatik indeks verilerine benzer şekilde bulunmuştur. Buna göre,  $24^{\circ}\text{C}$ 'de kontrol, Miks-1 ve Miks-2 ile beslenen balıklarda iç organ yağları indeksi verileri sırasıyla, %3,84; %3,51 ve %0,72'dir.  $30^{\circ}\text{C}$  deniz suyunda beslenen bireylerde benzer olarak kontrol grubu yine en yüksek değere sahiptir ( $P<0,05$ ). Kontrol, Miks-1 ve Miks-2 gruplarında bu değer sırasıyla, %2,63; %2,51 ve %1,13 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.3. Deneme sonunda alınan; ortalama final ağırlığı, spesifik büyüme oranı (SBO), ağırlık kazancı (%), günlük büyüme etkinliği (g/gün), ısıl büyüme oranı, yem çevirim oranı, günlük yem alımı (g/gün), protein etkinlik oranı (PEO), protein değerlendirme oranı, karaciğer somatik indeksi, iç organ yağları indeksi ve yaşama oranı (%).

	24°C			30°C		
	Kontrol	Miks-1	Miks-2	Kontrol	Miks-1	Miks-2
Final ağırlık	90,0±3,4	92,3±2,1	91,9±0,9	90,4±3,0	91,6±5,9	89,6±4,5
SBO	0,68±0,04	0,70±0,02	0,70±0,02	0,69±0,03	0,70±0,05	0,68±0,04
Ağırlık kazancı (%)	127,0±10,0	130,5±5,11	130,5±4,77	128,2±9,4	132,3±14,3	125,9±10,8
Isıl büyüme oranı	0,37±0,02 <sup>a</sup>	0,37±0,01 <sup>a</sup>	0,38±0,01 <sup>a</sup>	0,30±0,02 <sup>b</sup>	0,31±0,03 <sup>b</sup>	0,30±0,02 <sup>b</sup>
Günlük büyüme etkinliği (g/gün)	0,90±0,05	0,90±0,03	0,91±0,02	0,92±0,05	0,92±0,08	0,89±0,06
Günlük yem alımı (g/gün)	18,5±0,12 <sup>b</sup>	19,2±0,16 <sup>ab</sup>	19,5±0,43 <sup>a</sup>	18,6±0,22 <sup>b</sup>	19,2±0,23 <sup>ab</sup>	19,5±0,21 <sup>a</sup>
Yem çevirim oranı	1,86±0,19	1,81±0,15	1,85±0,03	1,95±0,13	1,86±0,03	1,95±0,29
PEO	1,09±0,12	1,12±0,09	1,10±0,02	1,04±0,07	1,08±0,02	1,05±0,15
PDO	0,25±0,03	0,25±0,02	0,24±0,00	0,21±0,01	0,24±0,00	0,24±0,03
Karaciğer somatik indeks	3,53±1,0 <sup>a</sup>	2,00±0,7 <sup>ab</sup>	1,05±0,04 <sup>b</sup>	2,27±0,7 <sup>ab</sup>	1,88±0,8 <sup>ab</sup>	1,09±0,1 <sup>b</sup>
İç organ yağları indeksi	3,84±0,2 <sup>a</sup>	3,51±0,3 <sup>a</sup>	0,72±0,05 <sup>b</sup>	2,63±0,5 <sup>ab</sup>	2,51±0,7 <sup>ab</sup>	1,13±0,5 <sup>b</sup>
Yaşama Oranı	97,3±2,31	98,7±2,31	98,7±2,31	94,7±2,31	97,3±4,62	98,7±2,31

Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasını göstermektedir (n=3). Sadece karaciğer somatik indeks ve iç organ yağları indeksi'nde her bir ortalama için n=9 olarak verilmiştir.

Tablo 6.4. İki yönlü varyans analizi tablosu, su sıcaklığının, yemlerin ve her ikisinin etkileşimi (interaksiyon).

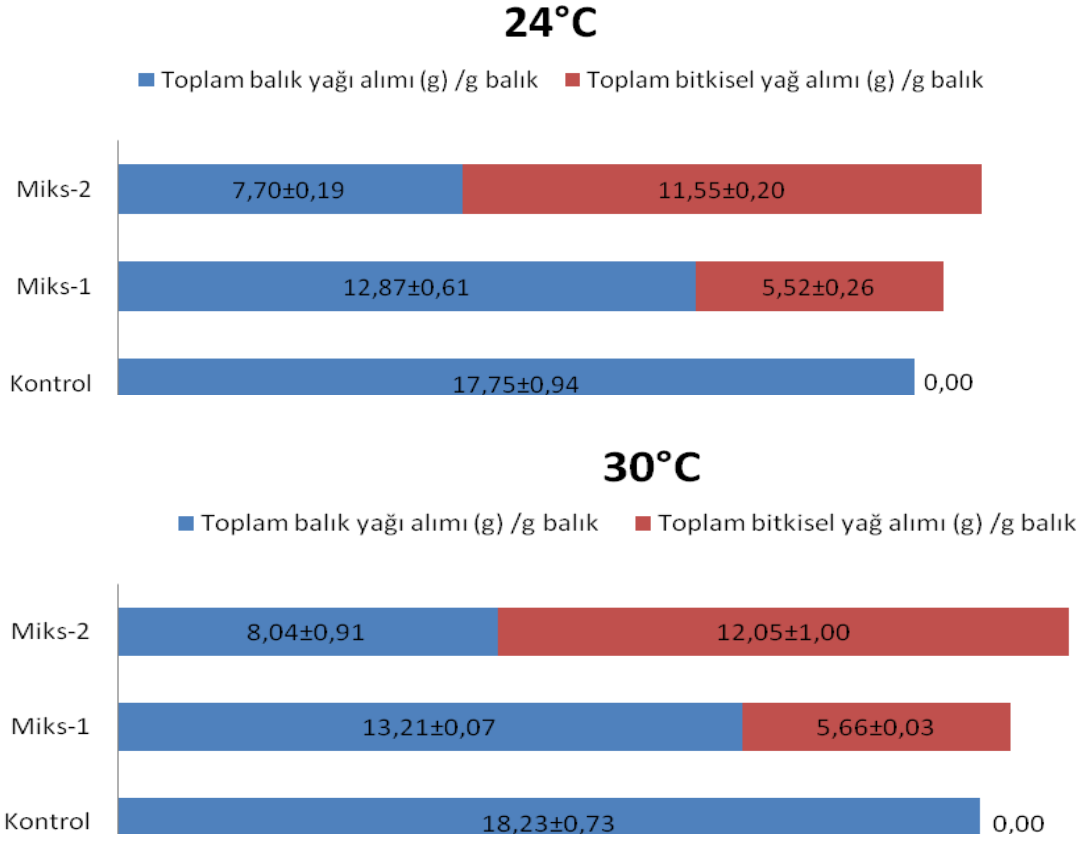
Değerler	Su sıcaklığı (C°)		Diyet		Su sıcaklığı x Diyet	
	F	P	F	P	F	P
Final ağırlık	0,241		0,356		0,222	
SBO	0,022		0,302		0,204	
Ağırlık kazancı	0,017		0,271		0,202	
Isıl büyüme oranı	59,36	***	0,188		0,275	
Günlük yem alımı	0,177		24,92	***	0,068	
Yem çevirim	1,009		0,287		0,030	
PEO	4,188		1,493		0,001	
PDO	1,065		0,248		0,005	
KSI	0,301		5,310	*	2,213	
İOYİ	2,136		12,94	**	1,526	
Yaşama oranı	1,000		1,444		0,333	

P değerleri: \* P<0,05; \*\*P<0,01 ve \*\*\*P<0,001 değerini göstermektedir.

Diğer taraftan, diyet uygulaması göz ardı edilerek, tek yönlü varyans analizi yapıldığında iç organ yağlanması en fazla olduğu grup 24°C'de tutulan kontrol ve Miks-1 gruplarıdır (Tablo 6.3.).

#### 6.4.5 Yemlerle Alınan Balık Yağı ve Bitkisel Yağların Miktarı

Deneme sonunda, grupların tükettikleri yem miktarları (mg/g lipid) dikkate alındığında oluşan tüketim farklılığının yem içerisinde bulunan bitkisel yağlardan kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu sebeple, her grupta yemlerle birlikte alınan bitkisel yağ ve balık yağların miktarları hesaplanmıştır. Şekil 6.3.'de görüldüğü gibi 24°C'de tutulan kontrol grubu bireyleri g ağırlık başına 17,75 g balık yağı alırken, Miks-1 ve Miks-2 grubu bireyleri bu değer sırasıyla; 12,87 ve 770 g/g balıktır. Diğer taraftan, Miks-1 ve Miks-2 bireyleri ise sırasıyla 5,52 ve 11,55 g/g balık bitkisel yağ tükettikleri tespit edilmiştir. 30°C grubu bireylerinde ise benzer şekilde kontrol grubu bireylerinde gr balık başına 18,33 g balık yağı tüketirken Miks-1 ve Miks-2 bireyleri 13,21 g ve 8,04 g'dır. Diğer taraftan, yem içerisindeki bitkisel yağ miktarına göre Miks-1 grubu bireyleri gram balık başına 5,66 g bitkisel yağ alırken, Miks-2 grubu 12,05 g bitkisel yağlı yemlerinden almıştır. Yapılan istatistik analiz sonucunda, 24°C ve 30°C grubu bireylerinin yem gruplarına göre tükettikleri balık yağı ve bitkisel yağlar arasında bir farklılık gözlenmemiştir.



Şekil 6.3. 24°C ve 30°C yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*D. labrax*)'nin tükettikleri yemlerle doğru orantılı olarak aldıkları bitkisel ve balık yağı miktarları (g / g balık).

#### 6.4.6 Tüm Vücut Besin Madde Bileşenleri

Deneme sonunda gruplardan alınan bireylerin tüm vücut içerikleri karşılaştırıldığında 30°C'de tutulan ve kontrol yemleriyle beslenen levrek bireylerinde protein oranı düşük bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Tablo 6.5.). Ancak, diğer tüm grupların tüm vücut protein değerleri arasında bir farklılık belirlenmemiştir ( $P>0,05$ ).

Yem içerisindeki bitkisel yağ miktarı arttıkça balıkların tüm vücut lipit seviyesinin azaldığı gözlenmiştir. En düşük lipit içeriği 24°C ve 30°C su sıcaklığındaki gruplarda Miks-2 grubunda tespit edilirken ikinci en düşük lipit değerleri Miks-1 grubunda bulunmuştur (Tablo 4). İki yönlü varyans analizi sonucunda su sıcaklığı, test edilen yemler ve her iki faktörün etkileşiminin önemli düzeyde olduğu gözlenmiştir (Tablo 6.6.).

Tablo 6.5. 120 gün boyunca 2 farklı sıcaklıkta ve 3 farklı bitkisel yağ kaynaklı yemlerle beslenmiş Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) genç bireylerinin tüm vücut besin madde bileşenleri.

	24°C			30°C		
	Kontrol	Miks-1	Miks-2	Kontrol	Miks-1	Miks-2
Protein	18,7±0,72 <sup>a</sup>	18,5±0,09 <sup>a</sup>	18,7±0,18 <sup>a</sup>	17,4±0,09 <sup>b</sup>	18,4±0,15 <sup>a</sup>	18,8±0,44 <sup>a</sup>
Lipit	8,7±0,59 <sup>a</sup>	8,3±0,19 <sup>a</sup>	4,3±0,26 <sup>c</sup>	6,1±0,04 <sup>bc</sup>	6,6±0,51 <sup>b</sup>	5,3±0,37 <sup>c</sup>
Kuru Madde	32,2±1,50 <sup>a</sup>	31,3±1,39 <sup>ab</sup>	27,9±1,31 <sup>b</sup>	28,8±1,38 <sup>b</sup>	30,1±0,52 <sup>ab</sup>	28,2±0,98 <sup>ab</sup>
Ham Kül	4,5±1,13	5,4±1,53	5,4±0,89	4,9±0,51	4,1±0,54	5,2±0,28

Her bir ortalama±standart sapma (n=3)'dir. Satırlardaki farklı harfler istatistiksel farklılığı P<0,05 seviyesinde göstermektedir.

Tüm vücut ham kül verilerinde gruplar arasında bir farklılık bulunmazken en düşük tüm vücut kuru madde miktarı 24°C'de Miks-2, 30°C grubunda ise kontrol grubunda bulunmuştur. Diğer taraftan en yüksek tüm vücut kuru madde miktarı 24°C tutulan kontrol grubu bireylerinde tespit edilmiştir.

Tablo 6.6. İki yönlü varyans analizi tablosu, su sıcaklığının, yemlerin ve her ikisinin etkileşimi (interaction).

Değerler	Su sıcaklığı (C°)		Diyet		Su sıcaklığı x Diyet	
	F değeri	P	F değeri	P	F değeri	P
Protein	5,509		5,531	*	7,1017	**
Lipit	38,075	***	96,201	***	37,865	***
Kuru Madde	5,912	*	8,420	**	3,738	*
Ham Kül	0,890		0,637		1,399	

P değerleri: \* P<0,05; \*\*P<0,01 ve \*\*\*P<0,001 değerini göstermektedir.

#### 6.4.7 Tüm Vücut Nötral ve Polar Lipit Kompozisyonu

Balıkların tüm vücut nötral lipit yağ asidi kompozisyonu Tablo 6.7.'de verilmiştir. Sıcaklık ve yemlerdeki bitkisel yağ karışımlarının DYA'leri üzerine etkisi olduğu bulunmuştur. En yüksek toplam DYA miktarı 30°C'de tutulan ve Miks-2 yemleriyle beslene bireylerde görülmüştür (P<0,05) ve bu artış 14:0; 16:0 ve 22:0 yağ asitlerinin miktarı ile değişmiştir. Genel olarak, DYA miktarı su sıcaklığının ve yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının artmasıyla (Miks-2 grubu hariç) artmıştır (Tablo 6.7). Sıcaklık ve deneme yemlerinde

kullanılan bitkisel yağ karışımlarının TDYA üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ). TDYA içerisinde sıcaklık ve diyet uygulamasından etkilenen yağ asitleri; 15:1, 16:1n-7, 18:1n-9, 22:1n-9'dur. Bu yağ asitlerinden 16:1n-7 miktarı Miks-2 grubunda istatistiki olarak düşük çıkarken bu yağ asidinin yüksek sıcaklıklarda miktarının azaldığı bulunmuştur. 16:1n-7'nin yüksek sıcaklıklarda okside olduğunun bir kanıtıdır. Toplam n-3 YDYA'leri sıcaklıkla değişmezken yemler içerisindeki bitkisel yağların artmasıyla azalmıştır (Tablo 6.4.). 18:3n-3 (ALA) gruplar arasında istatistiki bir farklılık göstermezken ( $P>0,05$ ), DHA yağ asitleri kontrol yemleriyle beslenen bireylerde daha yüksek çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Diğer taraftan, 30°C'de tutulan ve kontrol, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen bireylerin EPA miktarları aynı bulunmuştur. Su sıcaklığının nötral DHA miktarlarına üzerine bir etkisinin olmadığı yapılan istatistik analizler sonucunda ortaya çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Benzer şekilde, su sıcaklığının n-6 ÇDYA üzerine de bir etkisinin olmadığı ancak yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının bazı spesifik yağ asitlerini etkilediği bulunmuştur (Tablo 6.4.). En yüksek 16:2n-6 (LA) miktarı 24°C tutulan ve Miks-2 grubu bireylerinin tüm vücut nötral lipitlerinde çıkmıştır ( $P<0,05$ ). 24°C'de tutulan ve Miks-2 yemleriyle beslenen bireylerinde 20:2n-6 ve 20:3n-6 diğer grup bireylerine göre daha yüksek bulunmuştur. Su sıcaklığının etkilediği tek n-3 ÇDYA ise 22:2n-6 yağ asidi olup sıcaklığın artmasıyla tüm vücuttaki miktarı azalmıştır.

Balıkların tüm vücut polar lipitlerinin gruplar arasındaki değişimi Tablo 6.8.'de verilmiştir. Toplam DYAs su sıcaklığından etkilenmezken yem içerisindeki bitkisel yağ miktarı arttıkça gruplar arasında değişim göstermiştir. Bu değişim 14:0 ve 17:0 grubu yağ asitlerinde görülmüştür ve her iki yağ asidi içinde 30°C'de Miks-1 yemleriyle beslenen levrek bireylerinde görülmüştür. TDYA'lerinde benzer olarak su sıcaklığını bir etkisi bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Spesifik TDYA'lardan en büyük değişiklik, nötral lipitlerdeki gibi oleik asit miktarında gerçekleşmiş ve en yüksek oleik asit miktarı 30°C'de tutulan ve Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen bireylerde gerçekleşmiştir ( $P<0,05$ ). Ancak, su sıcaklığının bu yağ asit üzerine bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ).

En yüksek toplam n-3 miktarı 24°C su sıcaklığında yetiştirilen bireylerin tüm vücutlarında çıkarken, genel eğilim yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının artmasıyla n-3 ÇDYA'lerin azalması yönündedir. 24°C'de tutulan ve Miks-1 yemleriyle beslenen bireylerin n-3 ÇDYA içeriği ile her iki sıcaklıkta kontrol yemleriyle beslenen bireylerin bu yağ asidi içeriği aynı bulunmuştur. En önemli n-3 ÇDYA'lerinden olan ALA miktarının en yüksek bulunduğu gruplar bitkisel içerikli yemlerle beslenen gruplardır. En düşük ALA miktarı 30°C'de kontrol yemleriyle beslenen bireylerde bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Tablo 6.7. Deneme yemleriyle ve iki farklı sıcaklıkta beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut nötral yağ asidi miktarları.

	Yemler		Miks 1		Miks 2	
	Kontrol		Miks 1		Miks 2	
	24 °C	30 °C	24 °C	30 °C	24 °C	30 °C
Lipit (%)	9,8±0,1	8,7±1,2	8,9±1,2	9,4±1,3	6,8±0,3	7,8±1,1
Yağ asidi (mg/g)						
14:0	3,9±0,20 <sup>ax</sup>	3,5±0,41 <sup>ay</sup>	3,5±0,16 <sup>ax</sup>	3,3±0,26 <sup>ay</sup>	3,0±0,02 <sup>bx</sup>	2,1±0,87 <sup>by</sup>
14:1	0,2±0,01	0,1±0,02	0,1±0,00	0,1±0,01	0,1±0,00	0,2±0,13
15:0	0,5±0,03	0,5±0,08	0,4±0,03	0,4±0,04	0,4±0,02	0,5±0,19
15:1	0,1±0,01 <sup>b</sup>	0,1±0,02 <sup>b</sup>	0,1±0,00 <sup>b</sup>	0,1±0,01 <sup>b</sup>	0,1±0,01 <sup>b</sup>	0,3±0,20 <sup>a</sup>
16:0	16,2±0,47 <sup>by</sup>	16,1±1,80 <sup>by</sup>	16,7±0,54 <sup>ax</sup>	15,1±1,00 <sup>by</sup>	14,7±0,49 <sup>by</sup>	17,4±3,10 <sup>ay</sup>
16:1n-7	5,5±0,26 <sup>ax</sup>	4,8±0,42 <sup>ay</sup>	4,7±0,13 <sup>ax</sup>	4,7±0,18 <sup>ay</sup>	4,2±0,11 <sup>bx</sup>	3,2±1,06 <sup>bx</sup>
17:0	0,4±0,05	0,4±0,11	0,3±0,02	0,3±0,05	0,2±0,03	0,3±0,12
16:2n-4	0,8±0,05	0,7±0,08	0,8±0,03	0,7±0,06	0,7±0,03	0,8±0,13
16:3n-4	0,6±0,04	0,5±0,06	0,5±0,06	0,5±0,08	0,4±0,03	0,5±0,12
17:1	0,2±0,03	0,2±0,03 <sup>ax</sup>	0,2±0,03	0,2±0,03	0,2±0,02	0,3±0,27
18:0	2,9±0,13	3,0±0,02	3,2±0,08	2,8±0,24	3,1±0,31	3,2±0,47
18:1n-9	20,6±1,82 <sup>c</sup>	22,6±2,02 <sup>c</sup>	23,3±0,39 <sup>bc</sup>	23,8±0,95 <sup>ab</sup>	25,2±0,54 <sup>a</sup>	21,9±2,97 <sup>c</sup>
18:1n-7	3,1±0,18	3,3±0,08	3,3±0,18	3,1±0,13	3,3±0,02	2,9±0,50
18:2n-6	10,7±0,32 <sup>d</sup>	12,7±1,48 <sup>c</sup>	15,1±0,14 <sup>b</sup>	15,1±0,22 <sup>b</sup>	17,4±0,97 <sup>a</sup>	14,9±1,71 <sup>b</sup>
18:3n-6	0,1±0,01	0,1±0,03	0,1±0,01	0,1±0,02	0,1±0,03	0,2±0,16
18:3n-3	1,9±0,03	2,1±0,39	1,9±0,03	2,2±0,26	2,2±0,21	1,9±0,38
18:4n-3	1,5±0,22 <sup>a</sup>	1,0±0,21 <sup>ab</sup>	1,0±0,15 <sup>ab</sup>	1,0±0,13 <sup>ab</sup>	0,7±0,10 <sup>b</sup>	0,8±0,53 <sup>b</sup>
20:0	0,1±0,02	0,1±0,02	0,1±0,02	0,1±0,03	0,1±0,03	0,3±0,14
20:1n-11	0,3±0,06	0,3±0,02	0,3±0,02	0,3±0,03	0,3±0,05	0,4±0,13
20:1n-9	2,8±0,45	3,3±0,54	2,7±0,40	3,0±0,32	3,3±0,75	3,4±0,52
20:2n-6	0,6±0,06 <sup>b</sup>	0,7±0,10 <sup>b</sup>	0,6±0,06 <sup>b</sup>	0,7±0,05 <sup>b</sup>	0,7±0,06 <sup>b</sup>	1,0±0,24 <sup>a</sup>
20:3n-6	0,1±0,02 <sup>b</sup>	0,1±0,04 <sup>b</sup>	0,1±0,05 <sup>b</sup>	0,1±0,01 <sup>b</sup>	0,2±0,05 <sup>b</sup>	0,4±0,29 <sup>a</sup>
20:4n-6	0,6±0,01 <sup>ab</sup>	0,5±0,02 <sup>b</sup>	0,4±0,01 <sup>b</sup>	0,5±0,03 <sup>b</sup>	0,4±0,02 <sup>b</sup>	1,1±0,89 <sup>a</sup>
20:3n-3	0,1±0,00	0,2±0,05	0,1±0,04	0,1±0,03	0,2±0,04	0,5±0,73
20:4n-3	0,7±0,02	0,7±0,10	0,6±0,03	0,7±0,08	0,6±0,08	0,6±0,60
20:5n-3	7,5±0,90 <sup>ax</sup>	5,7±0,74 <sup>by</sup>	5,8±0,43 <sup>bx</sup>	5,9±0,54 <sup>by</sup>	4,7±0,55 <sup>bcx</sup>	4,0±0,89 <sup>cy</sup>
22:0	1,8±0,67 <sup>by</sup>	1,8±0,59 <sup>bcx</sup>	1,5±0,07 <sup>cdy</sup>	1,5±0,33 <sup>dx</sup>	1,6±0,57 <sup>bcdy</sup>	2,26±0,25 <sup>ax</sup>
22:1n-11	tn	tn	tn	tn	tn	tn
22:2n-6	0,4±0,02 <sup>ax</sup>	0,4±0,12 <sup>ay</sup>	0,3±0,08 <sup>ax</sup>	0,3±0,03 <sup>ay</sup>	0,3±0,03 <sup>ax</sup>	0,1±0,17 <sup>by</sup>
22:4n-6	0,0±0,04	0,1±0,03	0,0±0,04	0,1±0,03	0,1±0,09	0,0±0,04
22:1n-9	0,3±0,02 <sup>a</sup>	0,3±0,05 <sup>a</sup>	0,3±0,05 <sup>a</sup>	0,3±0,00 <sup>a</sup>	0,2±0,02 <sup>ab</sup>	0,1±0,12 <sup>b</sup>
22:5n-3	1,9±0,13	2,0±0,14	1,8±0,23	1,9±0,16	2,0±0,32	1,9±0,24
22:6n-3	13,0±1,56 <sup>a</sup>	11,7±1,25 <sup>ab</sup>	9,8±0,34 <sup>c</sup>	10,6±0,75 <sup>bc</sup>	9,0±0,37 <sup>c</sup>	7,6±1,16 <sup>d</sup>
24:1n-9	0,5±0,05	0,4±0,22	0,3±0,12	0,2±0,04	0,4±0,17	0,9±0,80
ΣDYA	25,8±1,24 <sup>abx</sup>	25,3±1,89 <sup>aby</sup>	25,7±0,73 <sup>abx</sup>	23,5±1,16 <sup>by</sup>	23,0±0,36 <sup>by</sup>	30,1±5,99 <sup>ax</sup>
ΣTDYA	35,1±1,87	36,6±1,73	36,6±0,83	37,0±0,98	38,3±1,06	34,9±4,09
ΣYDYA	39,1±2,48 <sup>a</sup>	38,1±0,30 <sup>b</sup>	37,7±0,12 <sup>bc</sup>	39,5±1,04 <sup>b</sup>	38,7±1,37 <sup>cd</sup>	35,0±1,90 <sup>d</sup>
Σn3	26,6±2,56 <sup>a</sup>	23,4±1,50 <sup>b</sup>	20,9±0,20 <sup>bc</sup>	22,5±1,23 <sup>b</sup>	19,4±0,52 <sup>cd</sup>	17,3±0,75 <sup>d</sup>
Σn6	12,5±0,33 <sup>d</sup>	14,6±1,61 <sup>c</sup>	16,7±0,08 <sup>b</sup>	16,9±0,23 <sup>b</sup>	19,3±0,89 <sup>a</sup>	17,7±2,26 <sup>b</sup>
n3/n6	2,1±0,23 <sup>a</sup>	1,6±0,26 <sup>b</sup>	1,3±0,02 <sup>cd</sup>	1,3±0,09 <sup>bc</sup>	1,0±0,03 <sup>d</sup>	1,0±0,15 <sup>d</sup>

Değerler ± Standard sapmayı (n=3) göstermektedir. Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir. Farklı küçük harfler (abc) sıcaklık grupları arasındaki diyet gruplarının istatistiksel farklılıklarını (P<0,05), farklı büyük harfler (XY) ise diyet grupları arasındaki sıcaklık gruplarının istatistiksel farklılıklarını (P<0,05) belirtmektedir.



Tablo 6.8. Deneme yemleriyle ve iki farklı sıcaklıkta beslenen deniz levreği bireylerinde 120 gün sonunda tüm vücut polar yağ asidi miktarları.

	Yemler		Miks 1		Miks 2	
	Kontrol		Miks 1		Miks 2	
	24 °C	30 °C	24 °C	30 °C	24 °C	30 °C
Lipit (%)	1,4±0,20	1,4±0,68	2,1±0,74	1,5±0,10	2,0±0,34	1,0±0,02
Yağ asidi (mg/g)						
14:0	1,5±0,31 <sup>a</sup>	1,1±0,22 <sup>b</sup>	0,8±0,11 <sup>c</sup>	1,2±0,12 <sup>ab</sup>	1,2±0,03 <sup>ab</sup>	1,0±0,06 <sup>bc</sup>
14:1	tn	tn	tn	tn	tn	tn
15:0	0,3±0,05	0,3±0,01	0,2±0,02	0,4±0,02	0,3±0,01	0,3±0,01
15:1	1,1±0,18 <sup>b</sup>	1,3±0,10 <sup>b</sup>	1,3±0,03 <sup>b</sup>	1,8±0,35 <sup>a</sup>	1,3±0,16 <sup>b</sup>	1,3±0,24 <sup>b</sup>
16:0	18,6±1,39	18,6±0,38	18,4±0,25	19,6±0,59	19,0±0,07	18,7±0,65
16:1n-7	2,2±0,21 <sup>a</sup>	1,7±0,33 <sup>bc</sup>	1,3±0,22 <sup>c</sup>	1,8±0,15 <sup>ab</sup>	1,8±0,12 <sup>ab</sup>	1,5±0,16 <sup>bc</sup>
17:0	0,4±0,06 <sup>b</sup>	0,4±0,03 <sup>b</sup>	0,4±0,02 <sup>b</sup>	0,6±0,08 <sup>a</sup>	0,4±0,02 <sup>b</sup>	0,4±0,01 <sup>b</sup>
16:2n-4	0,6±0,06 <sup>a</sup>	0,6±0,03 <sup>a</sup>	0,4±0,01 <sup>b</sup>	0,6±0,08 <sup>a</sup>	0,6±0,03 <sup>a</sup>	0,5±0,03 <sup>a</sup>
16:3n-4	2,0±0,61 <sup>a</sup>	1,8±0,16 <sup>a</sup>	0,8±0,94 <sup>b</sup>	2,3±0,59 <sup>a</sup>	1,6±0,19 <sup>ab</sup>	1,7±0,38 <sup>ab</sup>
17:1	0,4±0,07	0,4±0,02	0,4±0,07	0,4±0,07	0,3±0,09	0,3±0,07
18:0	7,3±0,47	7,3±0,21	7,2±0,09	7,3±0,29	7,5±0,27	7,5±0,20
18:1n-9	14,8±1,24 <sup>b</sup>	14,5±0,60 <sup>b</sup>	15,9±1,11 <sup>bc</sup>	16,5±0,72 <sup>ab</sup>	17,5±0,33 <sup>a</sup>	18,0±0,72 <sup>a</sup>
18:1n-7	2,3±0,16 <sup>a</sup>	2,1±0,14 <sup>a</sup>	2,1±0,02 <sup>a</sup>	2,1±0,10 <sup>a</sup>	2,2±0,11 <sup>a</sup>	2,1±0,14 <sup>a</sup>
18:2n-6	4,0±0,36 <sup>d</sup>	6,3±0,82 <sup>b</sup>	7,9±0,43 <sup>a</sup>	4,9±0,59 <sup>c</sup>	6,5±0,21 <sup>b</sup>	8,2±0,12 <sup>a</sup>
18:3n-6	tn	tn	tn	tn	tn	tn
18:3n-3	0,8±0,07 <sup>ab</sup>	0,7±0,09 <sup>b</sup>	0,7±0,08 <sup>b</sup>	0,9±0,08 <sup>a</sup>	0,9±0,04 <sup>a</sup>	0,9±0,11 <sup>a</sup>
18:4n-3	0,5±0,15 <sup>a</sup>	0,4±0,15 <sup>ab</sup>	0,3±0,05 <sup>b</sup>	0,3±0,05 <sup>b</sup>	0,4±0,03 <sup>ab</sup>	0,3±0,06 <sup>b</sup>
20:0	tn	tn	tn	tn	tn	tn
20:1n-11	tn	tn	tn	tn	tn	tn
20:1n-9	0,8±0,02 <sup>a</sup>	0,7±0,09 <sup>ab</sup>	0,7±0,05 <sup>ab</sup>	0,7±0,05 <sup>ab</sup>	0,6±0,06 <sup>b</sup>	0,7±0,04 <sup>b</sup>
20:2n-6	0,3±0,11	0,4±0,02	0,4±0,02	0,3±0,05	0,4±0,08	0,5±0,12
20:3n-6	0,1±0,09	0,1±0,10	0,1±0,03	0,1±0,03	0,1±0,03	0,1±0,05
20:4n-6	2,8±0,26 <sup>ab</sup>	2,5±0,13 <sup>b</sup>	2,6±0,08 <sup>b</sup>	2,9±0,11 <sup>a</sup>	2,9±0,03 <sup>a</sup>	2,7±0,22 <sup>ab</sup>
20:3n-3	0,1±0,02	0,1±0,03	0,0±0,04	0,1±0,05	0,1±0,03	0,0±0,00
20:4n-3	0,3±0,03	0,2±0,06	0,3±0,15	0,2±0,06	0,2±0,01	0,3±0,07
20:5n-3	8,7±0,15 <sup>ax</sup>	8,6±0,43 <sup>ay</sup>	7,7±0,06 <sup>bcx</sup>	7,5±0,44 <sup>bcy</sup>	7,8±0,32 <sup>bcx</sup>	7,1±0,63 <sup>cy</sup>
22:0	0,3±0,10	0,2±0,14	0,2±0,07	0,2±0,03	0,2±0,00	0,2±0,08
22:1n-11	tn	tn	tn	tn	tn	tn
22:2n-6	0,1±0,05	0,1±0,07	tn	tn	tn	tn
22:4n-6	0,1±0,09	0,2±0,10	0,2±0,04	0,1±0,12	0,1±0,05	tn
22:1n-9	0,5±0,06	0,4±0,03	0,5±0,01	0,5±0,12	0,4±0,11	0,5±0,19
22:5n-3	1,4±0,10 <sup>ab</sup>	1,4±0,14 <sup>ab</sup>	1,6±0,05 <sup>a</sup>	1,1±0,24 <sup>b</sup>	1,2±0,14 <sup>bc</sup>	1,3±0,21 <sup>abc</sup>
22:6n-3	26,6±0,97 <sup>a</sup>	26,6±1,87 <sup>a</sup>	27,1±0,98 <sup>a</sup>	25,2±0,60 <sup>ab</sup>	23,9±0,86 <sup>bc</sup>	23,2±0,41 <sup>c</sup>
24:1n-9	0,6±0,18 <sup>a</sup>	0,5±0,21 <sup>ab</sup>	0,3±0,05 <sup>bc</sup>	0,4±0,12 <sup>ab</sup>	0,2±0,05 <sup>c</sup>	0,4±0,13 <sup>abc</sup>
ΣDYA	28,4±2,13 <sup>ab</sup>	27,9±0,34 <sup>ab</sup>	27,2±0,37 <sup>b</sup>	29,2±0,82 <sup>a</sup>	28,7±0,18 <sup>ab</sup>	28,1±0,84 <sup>ab</sup>
ΣTDYA	25,7±1,86 <sup>b</sup>	24,3±0,62 <sup>b</sup>	23,8±1,01 <sup>b</sup>	27,1±1,53 <sup>a</sup>	26,8±0,90 <sup>a</sup>	27,2±0,17 <sup>a</sup>
ΣYDYA	45,9±1,41 <sup>bx</sup>	47,8±0,61 <sup>ay</sup>	49,0±0,94 <sup>ax</sup>	43,7±0,96 <sup>cy</sup>	44,6±0,72 <sup>bcx</sup>	44,8±1,01 <sup>bcy</sup>
Σn3	38,5±1,04 <sup>ax</sup>	38,0±1,40 <sup>ay</sup>	37,8±0,78 <sup>ax</sup>	35,3±0,79 <sup>by</sup>	34,4±0,64 <sup>bcx</sup>	33,1±0,70 <sup>cy</sup>
Σn6	7,4±0,42 <sup>d</sup>	9,8±0,81 <sup>b</sup>	11,2±0,28 <sup>a</sup>	8,4±0,56 <sup>c</sup>	10,2±0,15 <sup>b</sup>	11,7±0,35 <sup>a</sup>
n3/n6	5,2±0,19 <sup>ax</sup>	3,9±0,44 <sup>by</sup>	3,4±0,08 <sup>cx</sup>	4,2±0,29 <sup>by</sup>	3,4±0,06 <sup>cx</sup>	2,8±0,05 <sup>dy</sup>

Değerler ±Standard sapmayı (n=3) göstermektedir. Her bir veri n=3/yem grubundan analiz edilen 3 balığın analiz sonuçlarını göstermektedir. Farklı küçük harfler (abc) sıcaklık grupları arasındaki diyet gruplarının istatistiksel farklılıklarını (P<0,05), farklı büyük harfler (XY) ise diyet grupları arasındaki sıcaklık gruplarının istatistiksel farklılıklarını (P<0,05) belirtmektedir.

EPA miktarı her iki sıcaklıkta kontrol grubuyla beslenen levrek bireylerinde bulunmuştur (P<0,05) ancak DHA yağ asidi kontrol ve Miks-1 yemleriyle beslenen ve her iki sıcaklıkta tutulan levrek bireylerinde diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır.

#### 6.4.8 Kuru madde, Protein ve Lipit Sindirilebilirliği

Deneme sonunda alınan dışkı örneklerinin sindirilebilirlik verileri Tablo 6.9.'da verilmiştir. Buna göre, sıcaklığın sindirilebilirlik üzerine bir etkisinin olmadığı, deneme yemleri içerisindeki bitkisel yağ seviyesinin sindirilebilirliği arttırdığı bulunmuştur. Özellikle lipitlerin sindirilebilirliği her iki sıcaklıkta da Miks-1 ve Miks-2 gruplarında kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. Kuru madde sindirilebilirliği değerlendirildiğinde 30°C su sıcaklığında yemler arasında bir farklılık bulunmazken 24°C su sıcaklığında tutulan bireylerde Miks-1 ve Miks-2 grubu bireylerinin kuru madde sindirilebilirliği yüksek çıkmıştır. Su sıcaklığı ve diyet uygulamasının besinsel bileşenlerinin sindirilebilirliğine kombine etkisi olmadığı bulunmuştur (P>0,05).

Tablo 6.9. Lipit kaynağı olarak yemlerde kullanılan yemlerin her iki sıcaklıkta yüzde ortalama ( $\pm$ standart sapma) görünür kuru madde, protein ve lipit sindirilebilirliği.

		Kuru madde	Protein	Lipit
24°C	Kontrol	56,6 $\pm$ 7,9 <sup>b</sup>	82,2 $\pm$ 3,2 <sup>b</sup>	84,8 $\pm$ 2,8 <sup>b</sup>
	Miks-1	66,9 $\pm$ 2,1 <sup>a</sup>	87,8 $\pm$ 0,8 <sup>ab</sup>	88,0 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>
	Miks-2	61,8 $\pm$ 3,5 <sup>ab</sup>	85,8 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	87,6 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>
30°C	Kontrol	63,0 $\pm$ 4,5 <sup>a</sup>	89,3 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	83,6 $\pm$ 1,9 <sup>b</sup>
	Miks-1	69,3 $\pm$ 2,9 <sup>a</sup>	91,5 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	89,6 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>
	Miks-2	64,3 $\pm$ 2,5 <sup>a</sup>	88,3 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	89,2 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>

Aynı satırlarda bulunan ve farklı harflerle ifade edilen ortalama değerler istatistiki olarak farklıdır (P<0,05).

<sup>1</sup> %Görünür Sindirilebilirlik<sub>Kuru madde</sub> = 100-[100(Yem Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Dışkı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)].

<sup>2</sup> %Görünür sindirilebilirlik<sub>Protein</sub> = 100-[100(Yem Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Dışkı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)]x[(Dışkıdaki protein) / (Yemdeki protein)].

<sup>3</sup> %Görünür Sindirilebilirlik<sub>Lipit</sub> = 100-[100(Yem Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Dışkı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)]x[(Dışkıdaki lipit) / (Yemdeki lipit)].

#### 6.4.9 Mide Boşaltım Süresi ve Oranı

Deneme balıklarının örnekleme saatlerinde midelerinde kalan yemlerin miktarlarının zamana bağlı değişimleri ELLIOT (1972) göre noktalandığında 24°C su sıcaklığında tutulan bireylerde elde edilen denklemler:

$$\text{Kontrol} \quad y = 2,3915e^{-0,058x} \quad R^2 = 0,9317$$

$$\text{Miks-1} \quad y = 1,9997e^{-0,055x} \quad R^2 = 0,8577$$

$$\text{Miks-2} \quad y = 1,7195e^{-0,057x} \quad R^2 = 0,7402$$

Yukarıdaki denklemlere göre mide boşaltım oranı kontrol, Miks-1 ve Miks-2 grupları için 0,058g; 0,055g ve 0,057g yem her saatte mideden geçmektedir (Şekil 6.5.). Midenin %50'sinin boş olduğu süreyi belirlemek için ise, 0. saatte kontrol, Miks-1 ve Miks-

2 grupları için midede bulunan yem miktarı sırasıyla 2,37; 2,24 ve 3,11 g (yaş ağırlık üzerinden) olarak bulunmuştur. Bu miktarın %50'sini (1,19; 1,12 ve 1,56 g) yukarıdaki denklemin y kısmına yerleştirdiğimizde elde edeceğimiz veri mide boşaltım süresini verecektir. 24°C su sıcaklığında, kontrol, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen levrek bireylerinin midelerinin %50'sini boşalttıkları süreler ise, sırasıyla 9,0; 10,5 ve 8,5 saat olarak bulunmuştur.

30°C'de tutulan bireylerde elde edilen denklemler Şekil 6.5.'daki gibidir. Bu denklemler, gruplara göre aşağıdaki şekildedir;

$$\text{Kontrol} \quad y = 3,479e^{-0,075x} \quad R^2 = 0,9571$$

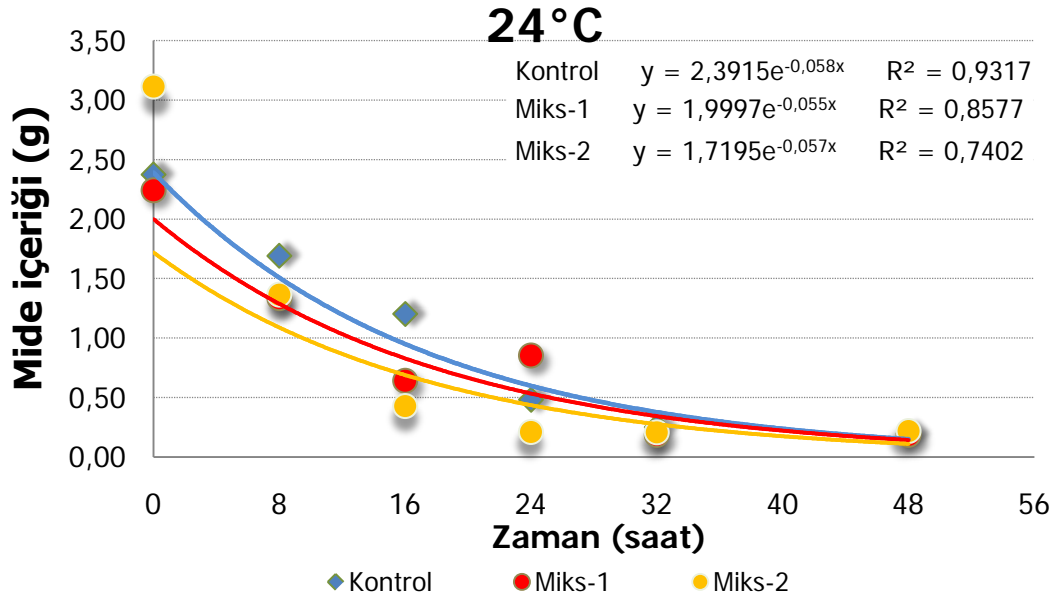
$$\text{Miks-1} \quad y = 2,4443e^{-0,066x} \quad R^2 = 0,9942$$

$$\text{Miks-2} \quad y = 2,5227e^{-0,057x} \quad R^2 = 0,8738$$

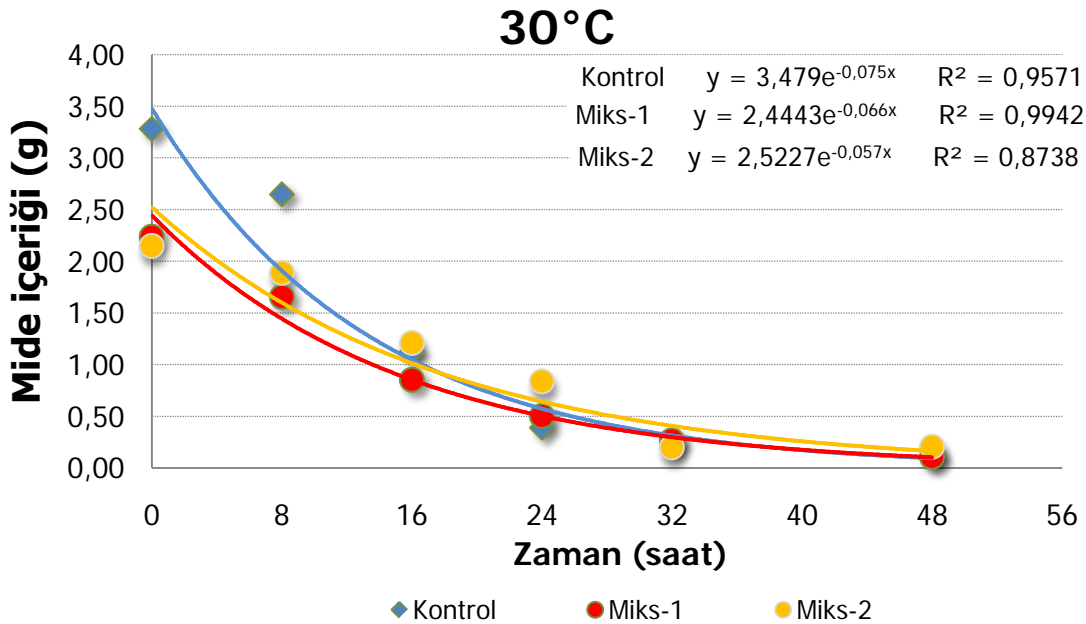
Yukarıdaki denklemlere göre kontrol, Miks-1 ve Miks-2 grupları bireylerinin midesinden her bir saatte 0,057g; 0,066g ve 0,057g yem geçmektedir (Şekil 6.4.). Midenin %50'sinin boş olduğu süreyi belirlemek için ise, 0. saatte kontrol, Miks-1 ve Miks-2 grupları için midede bulunan yem miktarı sırasıyla 3,28; 2,24 ve 2,15 g (yaş ağırlık üzerinden hesaplanmıştır) olarak bulunmuştur. Bu miktarın %50'sini (1,74; 1,12 ve 1,08 g) yukarıdaki denklemin y kısmına yerleştirdiğimizde elde edeceğimiz veri mide boşaltım süresini verecektir. 30°C su sıcaklığında, kontrol, Miks-1 ve Miks-2 yemleriyle beslenen levrek bireylerinin midelerinin %50'sini boşalttıkları süreler ise, sırasıyla 8,0; 9,1 ve 9,8 saat olarak bulunmuştur (Şekil 6.6.).

#### 6.4.10 Ön Bağırsak Boşaltım Süresi

Öz bağırsaktan çıkartılan içeriğin miktarı ile zamana karşı pilotlanan (noktalan) verilerin en uygun doğrusal (lineer) modelde olduğu bulunmuştur. ADAMIDOU ve ark. (2009)'da Avrupa deniz levreği bireylerinin ön bağırsak için en uygun modelin lineer olduğunu bildirmişlerdir.

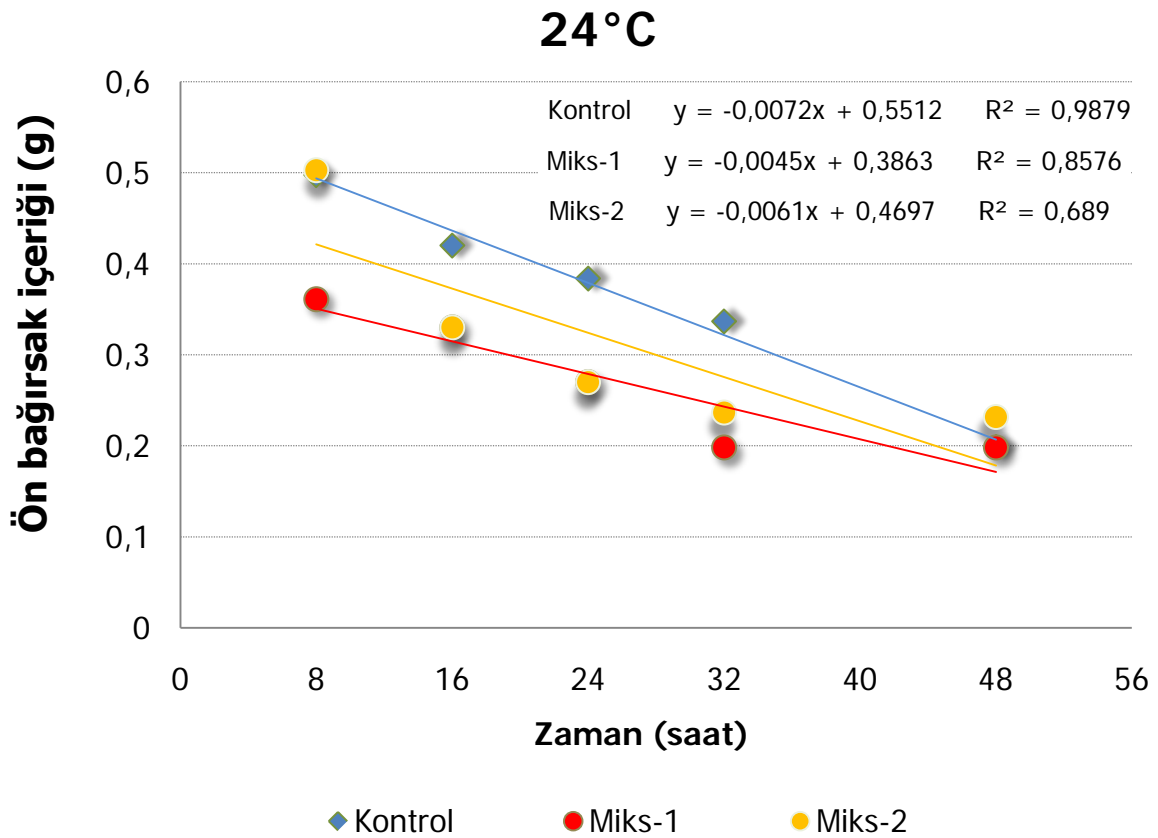


Şekil 6.4. 48 süre boyunca yapılan örneklemelemlerde 24°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde midede kalan yemleri zaman karşı üstel eğrisi. Her bir pilotlama noktası 3 tekerrür (2 balık x 3 tekerrür, n=6) ortalamasını göstermektedir.



Şekil 6.5. 48 süre boyunca yapılan örneklemelemlerde 30°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde midede kalan yemlerin zamana karşı üstel eğrisi. Her bir pilotlama noktası 3 tekerrür (2 balık x 3 tekerrür, n=6) ortalamasını göstermektedir.

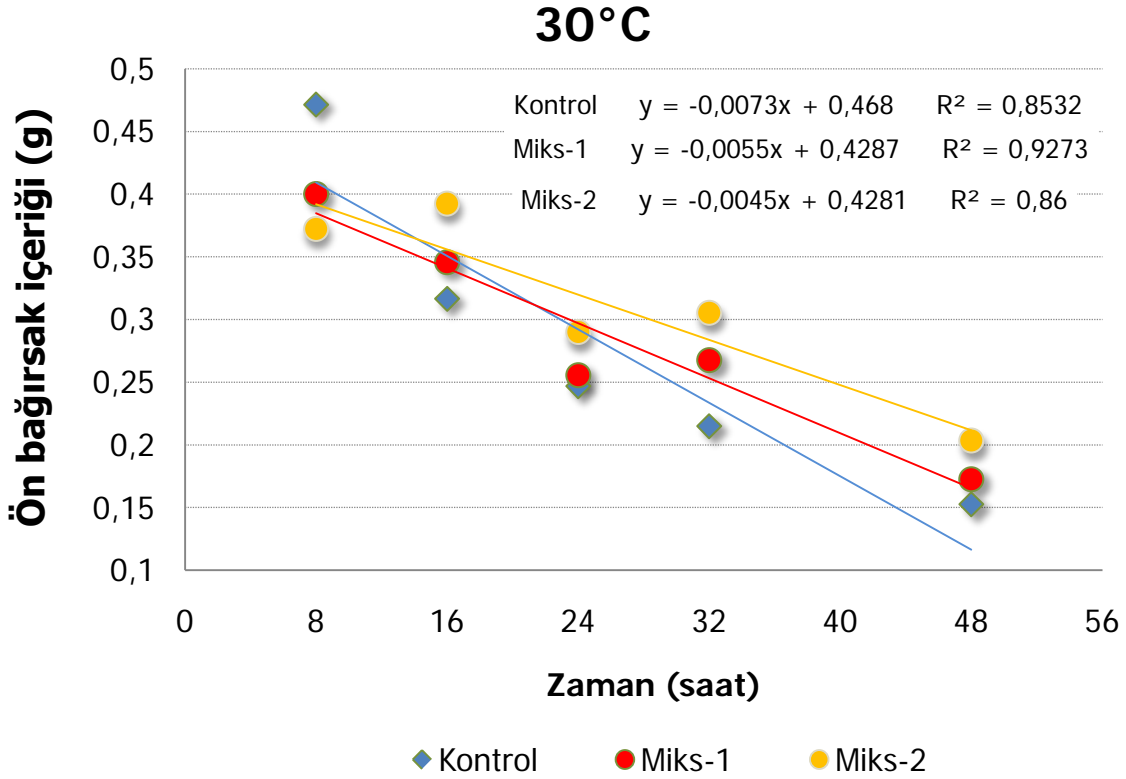
Veriler zamana karşı noktalanırken, 0. saatteki veriler çok büyük varyasyon gösterdiği için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Diğer taraftan elde edilen veriler dikkate alındığında 48 saatlik süre sonunda hiçbir 24°C'lik grubun hiçbir diyet grubunda ön bağırsak tamamen boşalmamıştır. Lineer modelden elde edilen denklemlerde, kontrol, Miks-1 ve Miks-2 grubu bireylerinin 24°C'de ön bağırsağın tamamını sırasıyla 76,5; 85,8 ve 77,0 saat sonra tamamen boşalttıkları bulunmuştur (Şekil 6.6.). Denemede kullanılan diyetler dikkate alındığında; Miks-1 yemi ön bağırsaktan daha yavaş geçtiği elde edilen denklemlerden çıkartılmıştır.



Şekil 6.6. 48 süre boyunca yapılan örneklemelerde 24°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde ön bağırsakta kalan yemlerin zamana karşı üstel eğrisi. Her bir pilotlama noktası 3 tekerrür (2 balık x 3 tekerrür, n=6) ortalamasını göstermektedir.

30°C grubunda tutulan bireylerin ön bağırsağının tamamının boşlatılabilmesi için kontrol, Miks-1 ve Miks-2 grubu bireylerinin sırasıyla 64,1; 77,9 ve 95,1 saatin geçmesi gerektiği bulunmuştur (Şekil 6.7.). 30°C'de Miks-2 yemleriyle beslenen bireylerin ön bağırsağı boşaltması diğer gruplara göre daha uzun sürdüğü belirlenmiştir (P<0,05). Kontrol

grubu bireylerinin de diğer gruplara göre daha kısa sürede ön bağırsağı boşalttığı gözlenmiştir.



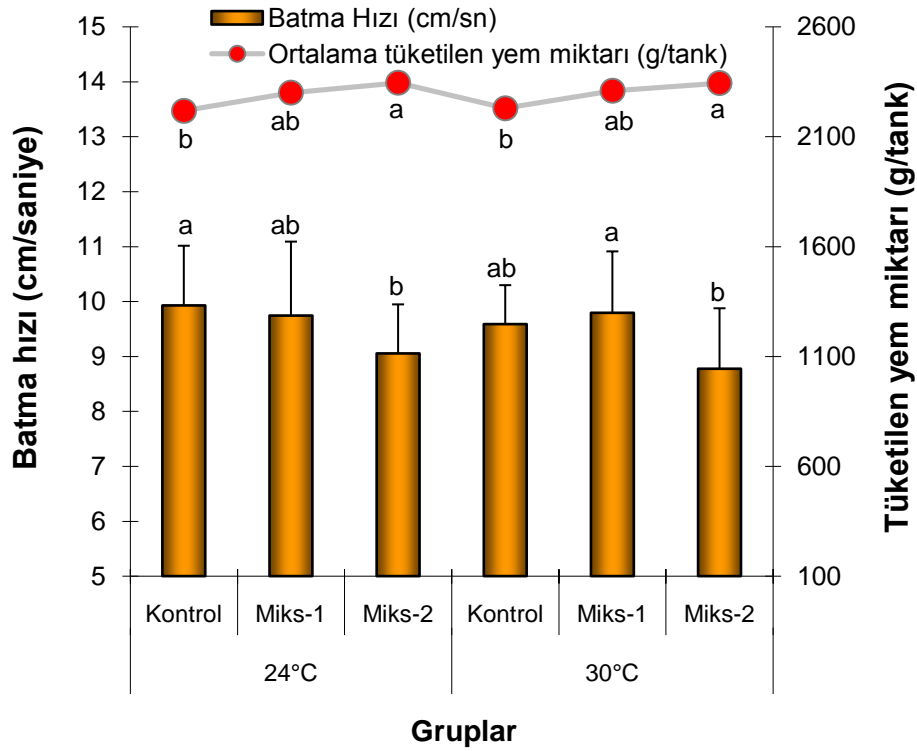
Şekil 6.7. 48 süre boyunca yapılan örneklemelerde 30°C su sıcaklığında üç farklı yemle beslenen Avrupa deniz levrek bireylerinde ön bağırsakta kalan yemlerin zamana karşı doğrusal eğrisi. Her bir pilotlama noktası 3 tekerrür (2 balık x 3 tekerrür, n=6) ortalamasını göstermektedir.

Son bağırsakta yapılan örneklemelerde çok büyük varyasyon farklılıkları çıktığında sindirim kanalının bu kısmı ile ilgili veriler bulgular ve tartışma kısmında verilmemiştir.

#### 6.4.11 Deneme Yemlerinin Fiziksel Özellikleri

Deneme yemlerinin fiziksel yapılarının yem tüketimi ve değerlendirmesine etkili olacağı düşünüldüğünden, bu denemede yemlerin yoğunluğu ve batma hızları da hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda tüketilen yem miktarı ve peletlerin batış hızları arasındaki ilişki Şekil 6.8.'da verilmiştir. Buna göre, her iki sıcaklıkta da Miks-2 yemleri diğer yemlere göre daha yavaş batmaktadır. Dolayısıyla, Miks-2 grubu bireylerinin daha fazla yem tüketmesinin sebebinin bu olduğu düşünülmüştür. Diğer taraftan, test yemlerinin yoğunlukları karşılaştırıldığında en yoğun yemin Miks-1 (5,85 g/cm<sup>3</sup>) olduğu

bulunurken Miks-2 ( $4,96 \text{ g/cm}^3$ ) yeminin en düşük yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Miks-2 grubu bireylerinin diğer gruplara göre daha fazla yem tüketmesi, bu yemlerin az yoğun olması ve dolayısıyla su içerisinde parçalanmasından kaynaklanacağı fikrini doğurmuştur. Test yemlerinin su absorpsiyonularının belirlenmiş ancak bu çalışma sonucunda çok farklı veriler elde edildiğinden raporda verilmemiştir.



Şekil 6.8. Test yemlerinin batış hızı ve tank başına tüketilen ortalama yem miktarının 60. gün yem verilerine göre ilişkisi. Her bir sütun 20 adet peletin ortalama batış hızını göstermektedir. Sütunlar üzerindeki farklı harfler  $P<0,05$  önem düzeyinde istatistiki farklılığı göstermektedir.

## 6.5 TARTIŞMA

Deneme sonunda yaşama oranı açısından istatistiki bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). En düşük yaşama oranı %94,7 ile kontrol grubunda bulunmuştur ve bu grupta meydana gelen ölümler sıcaklık veya deneme yemlerinden kaynaklanmamıştır.

Deneme başlangıç ve final ağırlıkları arasındaki oranlara bakıldığında tüm gruplar başlangıç ağırlığı ile orantılandığında 2,3 katı büyüme göstermiştir. Su sıcaklığının ortalama ağırlık üzerine bir etkisi bulunmazken, ısıl büyüme oranının sıcaklıkla etkilendiği bulunmuştur. PERSON-Le RUYET ve ark., (2004) levrek yavrularında (60 g) su sıcaklığının (22°C ve 29°C) yem içerisindeki n-3 YDYA seviyesinden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamıza benzer olarak, bu araştırmacılar 90 günlük çalışma sonunda her iki sıcaklıkta da yetiştirilen levrek bireylerinin 2,3 katlık bir büyüme gösterdiklerini bulmuşlardır. Yemlerde kullanılan bitkisel yağ miktarının artması (dolayısıyla n-3 YDYA eksikliği) bir çok balık türünde olduğu gibi levrek bireylerinde hem larval aşamada (VAGNER ve ark., 2007) hem de juvenil boyutlarda (PERSON-Le RUYET ve ark., 2004; SKALLI ve ROBIN, 2004) çalışılmasına rağmen bitkisel yağların farklı yağ asit içeriklerine sahip olmalarından dolayı sonuçlarda farklılık göstermektedir. Örneğin, PERSON-Le RUYET ve ark., (2004), düşük (%0,4 kuru madde üzerinden, %100 kanola) ve yüksek (%2,2 kuru madde üzerinden, %100 cod karaciğer yağı) n-3 YDYA içeren yemlerle beslenen levrek bireylerinde en iyi büyümenin n-3 YDYA'sı yüksek bireylerde olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde, SKALLI ve ROBIN (2004), %0,2 n-3 YDYA içeren yemlerin 14 g'lık levrek bireylerinde büyümeyi yavaşlattığı ve optimum n-3 YDYA miktarının bu tür için %0,7 n-3 YDYA olması gerektiği bildirilmiştir. Bizim çalışmadaki yemlerin n-3 YDYA miktarı yukarıdaki her iki çalışmadakinden yüksek olduğu için büyüme verilerimiz arasında fark oluşmuş olabileceği düşünülmüştür. GRISDALE-HELLAND ve ark., (2002) ise %100 soya yağı içeren yemlerle beslenen ve 5°C ve 12°C'de tutulan Atlantik salmonlarının yem tüketiminin su sıcaklığı ve yem içerisindeki soya yağı konsantrasyonu ile değiştiğini bildirmişlerdir. Deneme balıklarının yem tüketimleri karşılaştırıldığında, sıcaklığın yem çevirim oranına etkisinin bulunmamasına karşın günlük yem alımının (g/gün/tank) yem içerisindeki bitkisel yağ miktarı artırıldıkça artığı belirlenmiştir. PERSON-Le RUYET ve ark., (2004)'da levrek bireylerinin tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemleri daha fazla tükettiklerini bildirmiştir. Bu araştırmacılar bizim sonuçlarımıza benzer olarak, su sıcaklığının yem tüketimine etkisinin olmadığını ancak denemenin bazı dönemlerinde sıcaklığın etkili olduğunu bulmuşlardır. Yemin enerji içeriğiyle yem tüketimi arasında bir ilişki olduğu ve balıkların yem alımlarını buna göre ayarladıkları bilinmektedir (CHO ve KAUSHIK, 1985; KAUSHIK ve MÉDALE, 1994). Bizim denememizde yemlerin enerji içerikleri (17,33-17,63 MJ/kg) aynı olmasına karşın bitkisel yağların yüksek olduğu



gruplarda (Miks-1 ve Miks-2) yem alımının artması yem içerisindeki yağ asitlerinin farklılıklarından kaynaklandığını düşündürmüştür.

Deneme sonunda spesifik büyüme, protein etkinlik oranı ve protein değerlendirme oranı sıcaklık veya yemle ilişkili olarak değişiklik göstermemiştir. Ancak, karaciğer ve iç organ somatik indeksi her iki sıcaklıkta da Miks-2 grubunda düşük çıkmıştır. Projenin birinci denemesinde yem içerisinde artan pamuk tohumu yağı miktarının levrek bireylerinde HSI ve iç organ yağlarının artırdığı bulunmuştur. Ancak, bazı çalışmalarda ise sıcaklık denememizdeki gibi iç organ çevresinde ve karaciğerde lipit birikiminin yem içerisindeki bitkisel yağ miktarı ile bir ilişkisinin olmadığı da belirlenmiştir (YILDIZ ve ŞENER 1997; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; BENEDITO-PALOS ve ark., 2008).

Çalışmamızdaki tüm vücut lipit içeriğinin hem su sıcaklığı hem de yem içerisindeki bitkisel yağ miktarıyla etkilendiği bulunmuştur. Yemdeki n-3 YDYA miktarının artmasıyla, tüm vücuttaki lipit miktarı azalmıştır ve bu bulgular lipit sindirilebilirliği ile doğru orantılıdır. Lipit sindirilebilirliği de bitkisel yağ miktarının yem içerisindeki miktarıyla doğru orantılı olarak artmıştır. Bitkisel yağların sindirimi balıkların bağırsaklarının histolojik ve morfolojisine bağlı olarak değişiklik gösterir ve bağırsak yüzeyindeki değişiklikler bu yağ kaynaklarının sindirimini ve absorpsiyon kapasitesini etkiler (CABALLERO ve ark., 2002; OXLEY ve ark., 2005). Bizim çalışmamızda her ne kadar sindirim kanalı fizyolojisi veya morfolojisine bakılmasa da sindirim kanalı boşaltım süreleri belirlenmiştir. Deneme levrek bireyleri tarafından tüketilen yemlerin mide ve ön bağırsaklarda kalış süreleri yem içerisindeki bitkisel yağların miktarları ile artış göstermiştir. Bu veride, yem içerisindeki besinsel maddelerin (lipit ve dolayısıyla yağ asitlerinin) daha uzun süre sindirim sisteminde kaldığını ve sindirimini arttırdığını gösteren bir kanıttır. Sindirim kanalının son bağırsak kısmından çıkartılan örnek miktarlarında önemli ölçüde farklılık gözlemlendiği için bu kısım değerlendirme dışı bırakılmıştır. Benzer şekilde, ADAMIDOU ve ark., (2009)'da levrek bireylerinde farklı miktarda baklagil unlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerin sindirim kanalının bu kısmının çok kısa olmasından dolayı elde edilen verilerin varyasyonunun yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, bizim çalışmamızdaki gibi son bağırsak kısmında çok fazla mukus örneklerle birlikte kurutulduğu için bu kısımdan elde edilen verilerin sağlıklı olmayacağı düşünülmüştür.

Projenin bu çalışmasında kullanılan yemlerin yağ asidi profili ile tüm vücut nötral ve polar lipitlerin kompozisyonu benzerlik göstermiştir. Tüm vücut polar lipitlerdeki değişim nötral lipitlere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. SARGENT (1976) ve SARGENT ve ark., (2002) balıkların fosfolipit (polar lipit) kompozisyonlarını ayarlayabildiğini bildirmiştir. Yağ asitleri içerisinde polar lipitler yağları depo ederken ve nötral (triacilgliseroller) lipitler

biomembranların yapılarını oluştururlar (SARGENT ve ark., 2002). Fosfolipitler nötral lipitlerle karşılaştırıldığında yüksek çoklu doymamış yağ asitleri içerirken düşük oranda tekli doymamış yağ asitleri içerirler. Bu çalışmada da tüm vücut yapılarındaki fosfolipit ve nötral lipitler aynı şekilde eğilim göstermiştir. Genel olarak, fosfolipitler, nötral lipitlere göre EPA ve DHA gibi yağ asitlerini daha yüksek oranda içerirler (LINARES ve HENDERSON, 1991). PERSON-Le RUYET ve ark., (2004) düşük oranda YDYA içeren yemlerle beslenen levreklerde nötral lipitlerle karşılaştırıldığında fosfolipitlerin yüksek oranda 16:0, EPA ve DHA içerdiklerini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda bu araştırmacıların bulgularını destekler niteliktedir. Her iki su sıcaklığında, kontrol ve Miks-1 yemleriyle beslenen levrek bireylerinde DHA seviyesi aynı grupların nötral lipitlerindeki orandan yüksek bulunmuştur. Her nötral hem de polar lipitlerde oleik asit (18:1n-9) miktarı Miks-1 ve Miks-2 gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmıştır. Palmitik asit (16:0) en önemli DYA olup bu yağ asidi grubu içerisindeki tüm yağ asitlerinin %60,1'lik kısmını oluşturmuştur. Bu bulgular levrek türünde rapor edilmiş bir çok çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir (ALASALVAR ve ark., 2002; SKALLI ve ROBIN, 2004)

Projenin bu çalışmasında, yemlerinin içerisindeki bitkisel yağ karışımlarının her iki yağ grubunda da (polar ve nötral) su sıcaklığına göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Su sıcaklığı nötral lipitleri polar lipitlere göre daha fazla etkilemiştir ve 30°C'deki gruplarda YDYA miktarı 24°C gruplarından daha düşük çıkmıştır. PERSON-Le ve RUYET, (2004) ise polar lipitlerin nötral lipitlere göre daha fazla etkilendiğini bildirirken, yüksek sıcaklıklarda tutulan levreklerin tüm vücut YDYA'lerinin düşük sıcaklıktaki bireylere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çevresel sıcaklıklara membran adaptasyonu kompleks ve bir çok bileşenin (kolesterol ve fosfolipitler) içinde olduğu bir olaydır (FARKAS ve ark., 2001; PERSON-Le RUYET ve ark., 2004; VAGNER ve ark., 2007). Bu sebeple, bitkisel yağların farklı su sıcaklıklarında uygulamasının solungaç, bağırsak ve özellikle karaciğerdeki polar ve nötral lipitlere etkisinin araştırılması levrek beslemede önemli bilgiler verecektir.

Bütün bunların yanı sıra yemlerde 18:3n-6 ve 18:4n-3 yağ asitlerinin olmamasına rağmen nötral lipitlerde bu yağ asitlerinin varlığı, 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün delta-6 desaturasyonun her iki sıcaklıkta tutulan levrek bireylerinde gerçekleştiğini göstermektedir. Benzer şekilde, VAGNER ve ark., (2007) düşük YDYA içeren bitkisel kaynaklı yemlerle beslenen levrek larvalarının tüm vücutlarında 18:3n-6 miktarının artmasını delta-6 desaturasyon enzim faaliyetleri sonucu olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırmacılar, su sıcaklığından bağımsız olarak levrek larvalarının delta-6 desaturasyonu gerçekleştirmek için

vücudunda bir strateji geliştirmiş olabileceğini bildirmiştir. Benzer bulgular çipura içinde SEILIEZ ve ark., (2003) tarafından bildirilmiştir.

## 6.6 ÖNERİLER

- Yüksek su sıcaklıklarında bitkisel yağ karışımlarıyla beslenen deniz levreği bireylerinin büyümelerinin su sıcaklığı ve bitkisel yağlarla ilişkili olmadığı bulunmuştur. Bu sonuçtan yola çıkarak, 30°C gibi yüksek sıcaklıklarda bitkisel yağlarla beslemenin balık büyümesi açısından olumsuz bir etki yapmayabileceği bu çalışma ile önerilebilir.
- Yemler içerisindeki bitkisel yağ miktarı attıkça lipitlerin balıklar tarafından sindirilebilirliği artmıştır. Bu çalışmalara ek olarak, yağ asitlerinin sindirilebilirliği ekibimizin bir sonraki aşamada yapmayı planladığı çalışmaların başında gelmektedir. Elde edilen mide ve ön bağırsak verileri, levrek türünün bitkisel kaynaklı (söz konusu denemede kullanılan kanola ve pamuk tohumu yağları için) yemleri, sıcaklık ile ilişkili olmadan, sindirim kanalında daha uzun süre tuttuğunu ve sindirimin arttığını göstermiştir. Dolayısıyla, bitkisel yağların levreklerde sindirimi arttırmasından dolayı ekstrüde yem sanayisinde önerilebileceği düşünülmektedir.
- Su sıcaklığının fosfolipitleri daha fazla etkilediği bu çalışma ile doğrulanmıştır. Özellikle, YDYA'lerinin nötral lipitlere göre fosfolipitlerde daha fazla üretildiği ve test yemlerimizde kullanılan %30'luk değişim oranının %100 balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerin DHA miktarıyla aynı çıkmıştır.
- Projenin bu çalışmasında ayrıca, her iki su sıcaklığında delta-5 ve delta-6 desaturasyon enzimlerinin salgılandığı elde edilen 18:4n-3 18:3n-6 ve DHA yağ asitlerinin yemlerde olmadığı halde tüm vücutlarında çıkmasından dolayı varsayılabilir.
- İleriki çalışmalarda, su sıcaklığının yağ asidi sindirimini ile karaciğer ve bağırsaklarda delta-5 ve delta-6 genlerinin görünümüleri (gene expression) üzerine etkisinin araştırılması gerekmektedir.

## **7.0 II. Grup Denemeleri-II:**

**Sıcaklık Denemeleri:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı

---

**7.0 Sıcaklık Denemeleri-II:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı

## BÖLÜM I, **GİRİŞ**

## 7.1 GİRİŞ

Yüksek omurgalılara benzer olarak Teleostlarda da sıcaklık, ışık ve foto periyot gibi çevresel koşullar ile farklı yem kompozisyonlarının (protein içeriği gibi) amonyak ve üre-nitrojeni üzerine önemli etkileri vardır (JOBBLING, 1981; DOSDAT ve ark., 1995; REMEN ve ark., 2008; LAM ve ark., 2008). Ancak; balık büyümesi, yem alımı, sindirilebilirliği ve nitrojen salınımını etkileyen en önemli çevresel faktörler su sıcaklığıdır (JOBBLING, 1981; WOOD, 2001).

Farklı protein ve yağ kaynaklarının su ürünleri yetiştiriciliği yemlerinde kullanımına yönelik araştırmalar, balık unu ve yağı üretimi ve fiyatında meydana gelen büyük dalgalanmalar nedeniyle hız kazanmıştır. Özellikle soya, keten tohumu yağı ve zeytin yağı gibi bitkisel yağlar balık yağına alternatif olabilecek yağ kaynakları olarak görülmektedir (MOURENTE ve ark., 2005). Pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının balık yağı yerine kullanımı yukarıda bahsedilen alternatif yağ kaynaklarına göre daha az denenmiş olmakla birlikte genellikle yapılan çalışmalar tatlı su balıkları türlerinde yoğunlaşmış ve alternatif yağ kaynaklarının balık büyüme, yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri ve n-3/n-6 oranının büyüme periyodu sonunda balık yağına göre nasıl etkileneceği üzerine kurgulanmıştır. Farklı yağ kaynaklarının lipit metabolizması üzerine de, özellikle 18:3n-3 (LNA) ve 20:5n-3 (EPA) gibi yağ asitleri hepatosit (karaciğer dokusunu oluşturan hücreler) ve enterositlerde (bağırsak dokularındaki emme hücreleri) desaturasyon ve  $\beta$ -oksidasyonu gibi çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte nitrojen metabolizması ve nitrojenli atık salgılanışı üzerine çok az veri mevcuttur. Daha önce yapılan çalışmalarda amonyak-nitrojeni salgılanışının artan oranlarda soya protein konsantrisi ile beslenen alabalıklarda ve Avustralya yılan balıklarında azaldığını tespit edilmiştir (MEDALE ve ark., 1998; ENGİN ve CARTER, 2005). Yine yapılan diğer bir çalışmada ise soya fasulyesi ve acıbadem içeren yemlerle beslenen çipuralarda amonyak-nitrojeni salgılanışında balık unu ve yağıyla beslenen kontrol balıklarına göre gecikme meydana geldiği gösterilmiştir (ROBAINA ve ark., 1995). Buna ek olarak üre-nitrojeni salgılanışının ise bitkisel kaynaklı proteinlerle beslenen kalkan balıklarında öğleden sonra yemlemesini takiben diğer zamanlara göre 2-3 kez daha fazla olduğu tespit edilmiştir (DOSDAT ve ark., 1995).

Projenin daha önceki giriş kısımlarında da değinildiği gibi alternatif bitkisel yağ kaynaklarının ham madde olarak kullanımına ihtiyaç vardır (NAYLOR ve ark., 2000; MOURENTE ve BELL, 2006; TACON ve METIAN, 2008). Bundan önce yapılmış çalışmalar göstermiştir ki deniz levreğinde bazı bitkisel yağlar %60 oranında balık yağı ile değiştirilmişler ve büyüme ve yaşama oranına olumsuz hiçbir etkilerinin olmadığı bildirilmiştir. (MOURENTE ve DICK, 2002; IZQUIERDO ve ark., 2003; FIGUEIREDO-SILVA ve ark., 2005; MOURENTE

ve ark., 2005; MOURENTE ve BELL, 2006; RICHARD ve ark., 2006). Fakat ÇDYA'lerince zengin bitkisel yağların balık yemlerine eklenmesi nitrojenli atık metabolizması dahil diğer birçok önemli metabolik olayı etkileyecektir. Bitkisel yağlar bağırsaklardan emilimi ve plazma kortizol seviyesi ve prostaglandin E<sub>2</sub> seviyesi, bağışıklık parametreleri ve Atlantik salmonların (*Salmo salar*) kas ve mitokondri membran n-3 ÇDYA seviyelerini etkilemesi sonucu oksidatif stresi de (JUTFELT ve ark., 2007; PETROPOULOS ve ark., 2009; ØSTBYE ve ark., 2009) etkilediği için balık türlerinin yemlerinde bu yağ kaynaklarının kullanımının nitrojen metabolizmasını dolayısıyla boşaltımını etkileyebileceği düşünülebilir. Deniz levreği doğal ve kültür koşullarından 11-15°C üreme, embriyonik aşamalarında 8-20°C arasında bir su sıcaklık isteği bulunmaktadır (BARNABÉ, 1976; MARANGOS ve ark., 1986; JENNINGS ve PAWSON, 1992; MANANOS ve ark., 1997). Diğer taraftan, dünyadaki levrek popülasyonları su sıcaklık toleransları açısından Atlantik ve Akdeniz popülasyonları şeklinde ikiye ayrılabilir (RUSSELL ve ark., 1996; ARALA ve ark., 2001). Projede kullanılan levrek bireyleri Akdeniz orijinli olup uzun yıllardır bölgemizde yavru üreten AKUVATUR firması tarafından sağlanmıştır ve bu yavruların sıcaklık toleransları yüksek olup 32°C su sıcaklıklarına kadar dayanabildikleri ve bu sıcaklıklarda büyüyebildikleri bilinmektedir (DİKEL, 2007; DİKEL ve ark., 2009).

Balıkların n-3 YDYA (HUFA) ihtiyaçları ayrıca çevresel faktörlerden sıcaklık ve tuzluluğa göre de ayarlanabilmektedir (PERSON-Le RUYET ve ark., 2004). Mesela 22°C su sıcaklığında tutulan yavru Avrupa levrek balıklarında kuru madde üzerinden yem n-3 YDYA ihtiyacının %0,7 olduğu bildirilmiştir (SKALLI ve ROBIN, 2004). Balıkların besinsel durumunun uzun süreli çevresel stresörlere (sıcaklık değişimleri, oksijen azalması ve çevresel amonyak değerleri) alışma kapasitelerini etkileyebileceği belirtilmektedir (SALTE ve ark., 1988). MCKENZIE (2001)'nin Avrupa yılan balıkları ve Adriyatik mersin balıklarında yaptıkları çalışmada, yemlerdeki n-3 YDYA takviyesinin bu türlerde oksijen yetmezliğine karşı toleransını arttırdığını göstermiştir. Bütün bunlara ek olarak, su sıcaklığının balıklarda hücre yüzey esnekliğine etkisine ve membran geçirgenliğinin nasıl değiştiğine ait veriler yok denilecek kadar azdır (FARKAS ve ark., 1994). Dolayısıyla, optimum su sıcaklığı dışında yüksek su sıcaklıklarında da bu türün nitrojenli atıklarının bilinmesi bu türün yetiştiriciliği açısından önem taşıyacaktır. Bu çalışmada yemdeki balık yağının sırasıyla %30 (miks-1) ve %60 (Miks-2) oranında pamuk tohumu yağı (PTY) ve kanola yağı (KY)'nin eşit oranlarda karışımlarının su sıcaklığıyla kombine etkisinin Avrupa levrek bireylerinde günlük amonyak-ve üre-nitrojeni salgılınım değerleri üzerine etkisinin nasıl olduğu araştırılmıştır.

**7.0 Sıcaklık Denemeleri-II:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı

## BÖLÜM II. **M**ATERYAL VE YÖNTEM



## 7.2 MATERYAL ve YÖNTEM

Yavru levrek bireyleri (*Dicentrarchus labrax*) ticari bir firmadan sağlanmıştır ve işletme koşullarına getirildikten sonra 1 tonluk fiberglas tankın içerisine deneme başlayana kadar stoklanmıştır. Deneme akışlı bir sisteme bağlı 18 adet fiberglas kurulmuştur ve balıklar Tablo 6.1.'de formülasyonu verilen yemlerle 120 gün boyunca beslendikten sonra nitrojenli atık denemesi için yine aynı tanklarda tutulmuştur. Besleme denemesinin sonunda balıklar ortalama  $91,0 \pm 1,1$  g ağırlığa ulaşmışlardır. Su sıcaklığı  $24^{\circ}\text{C}$  ve  $30^{\circ}\text{C}$  grubu bireyleri için  $24,3 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  ile  $29,8 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Test yemlerinde kullanılan ham maddeler, formülasyonu ve yemlerde kullanılan yağların yağ asidi analizleri ve yemlerin yağ asidi analizleri sırasıyla Tablo 6.1. ve Tablo 6.2.'de verilmiştir. Yemlerle ilgili yapılan diğer detaylı işlemler, bu raporun "2.1. Deneme Yemleri" başlıklı kısmında verilmiştir.

Deneme yönetimi ve yapılan su örneklemeleri "3.2.3 Deneme Prosedürü ve Ölçümler" başlığı altında detaylı olarak verilmiştir. Verilerin istatistiki analizleri projenin "3.2.4 İstatistik Analiz" kısmındaki ile aynı şekilde yapıldığı için bu kısımda tekrardan verilmemiştir.

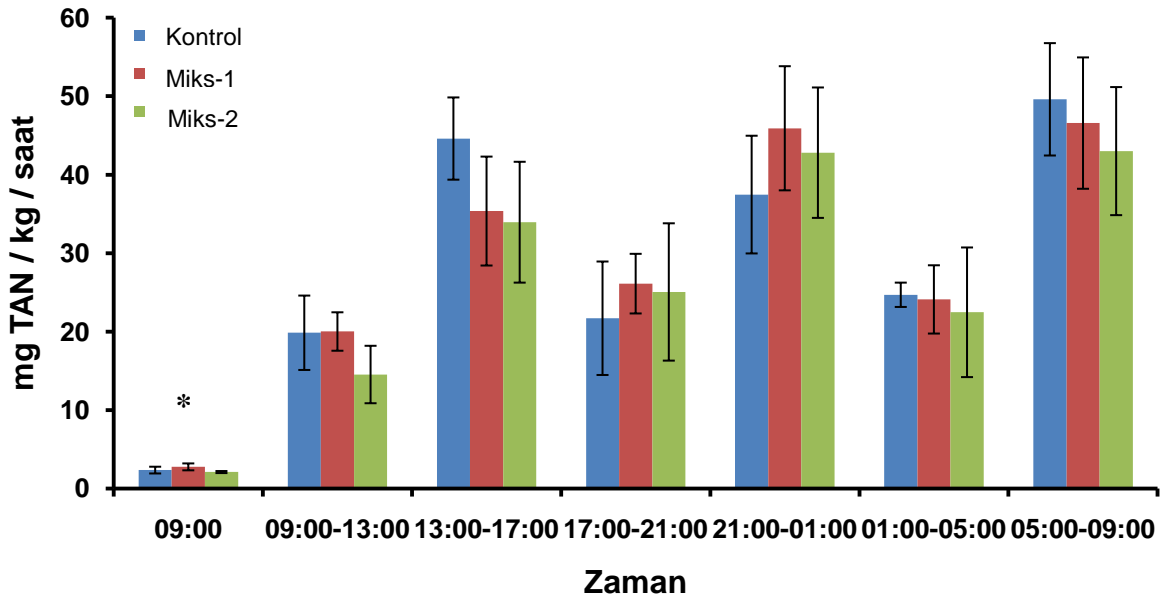
---

**7.0 Sıcaklık Denemeleri-II:** Optimum ve maksimum su sıcaklıklarında  
Amonyak- ve Üre-Nitrojeni Salınımı

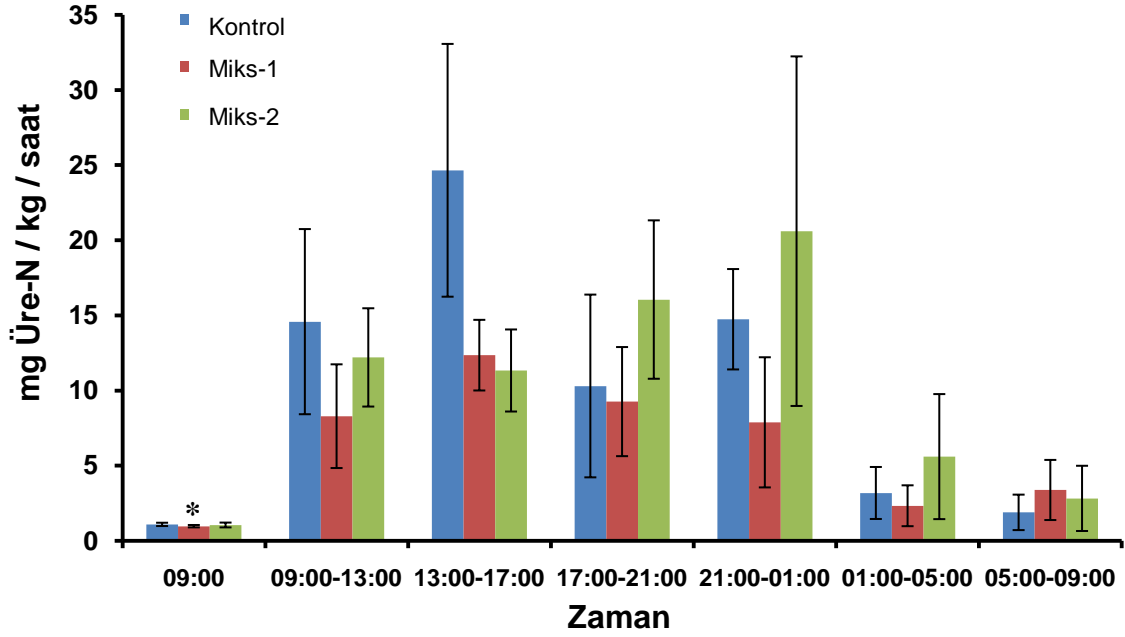
## BÖLÜM III. **B**ULGULAR VE TARTIŞMA

### 7.3 BULGULAR ve TARTIŞMA

30°C su sıcaklığında tutulan Avrupa levrek balıklarında günlük total amonyak (TAN) ve üre-nitrojeni salgılınım miktarları 24°C su sıcaklığında tutulan akranlarına göre yem tüketiminde önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen önemli oranda yüksek bulunmuştur (Şekil 7.1. ve 7.3.). Her iki su sıcaklığında da TAN salgılınım değerleri sabah yemlemesini takip eden 4 saat içerisinde artmaya başlamış ve ilk tepe noktasına yaklaşık 8 saat sonra ulaşmıştır. Bununla birlikte sabah yemlemesini takip eden 8 saat içerisinde görülen ilk tepe noktası TAN salgılınım değerleri 24°C su sıcaklığında tutulan balıklarda 30°C de tutulanlara göre daha belirgin bulunmuştur (Şekil 7.1. ve 7.3.). Öğleden sonra yemlemesini takiben her iki sıcaklıkta da bütün gruplarda TAN salgılınım değerlerinde bir azalma görülmekle birlikte bu azalmanın boyutu 24°C su sıcaklığında tutulan balıklarda 30°C tutulan balıklardakine göre daha belirgindir.



Şekil 7.1. 24°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek (*D. labrax*) bireylerinde günlük total amonyak nitrojeni (TAN) dalgalanmaları. Belirtilen değerler ortalama±SS (n=3)'dir. \*Her deneme grubu için başlangıç ortalama TAN değerlerini belirtmektedir.



Şekil 7.2. 24°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek (*D. labrax*) bireylerinde günlük üre-nitrojeni salgılanışına ait dalgalanmalar. Belirtilen değerler ortalama±SS (n=3)'dir. \* Her deneme grubu için başlangıç ortalama üre-nitrojeni değerlerini belirtmektedir.

Her iki su sıcaklığında da günlük TAN salgılanım değerlerinde görülen ikinci tepe noktası yine sabah yemlemesinde olduğu gibi akşam yemlemesini takip eden 8 saat içerisinde görülmüş ve bu noktadan sonraki 4 saat içerisinde TAN salgılanım miktarlarında ani bir düşüş yaşanmıştır (Şekil 7.1. ve Şekil 7.3.). Ertesi sabah ölçüm miktarları ise her iki sıcaklıkta tüm deneme gruplarında yüksek bulunmuştur. Daha önce aynı türde yapılan denemelere kıyasla her iki su sıcaklığında farklı yem gruplarında günlük üre-nitrojeni salgılanım değerleri beklenenden yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 7.2. ve 7.4.). Her iki su sıcaklığında da genel olarak gün boyunca farklı zaman aralıklarında ölçülen üre-nitrojeni salgılanım değerleri aşağı yukarı aynı oranlarda gerçekleşmiş olup gün sonunda başlangıç değerlerine yaklaşık çıkmıştır. Fakat özellikle sabah yemlemesini takip eden ilk 4 ve 8 saatlik zaman dilimlerinde her iki su sıcaklığında da %100 balık yağı içeren kontrol yemi ve balık yağı miktarının %30 oranında bitkisel yağ karışımı (Miks-1) ile değiştirilen yem ile beslenen Avrupa levrek balıklarında ani üre-nitrojeni salgılanım değerleri kayda değer bulunmuştur (Şekil 7.2. ve 7.4.). Bununla birlikte, Avrupa levrek balıkları 30°C su sıcaklığında balık yağının %60 oranında (Miks-2) bitkisel yağ karışımı ile değiştirilen yemlerle beslendiklerinde 24°C de tutulan ve aynı yemle beslenen akranlarına göre önemli oranda yüksek üre-nitrojeni salgılanışı göstermişlerdir.

Tablo 7.1. 24 ve 30 C° de tutulan ve balık yağı yerine %30 (Miks 1) ve 60 (Miks 2) oranlarında PTY ve KY yağlarının eşit oranda karışımları ile beslenen Avrupa deniz levreği bireyleride günlük nitrojenli atık salınımı verileri.

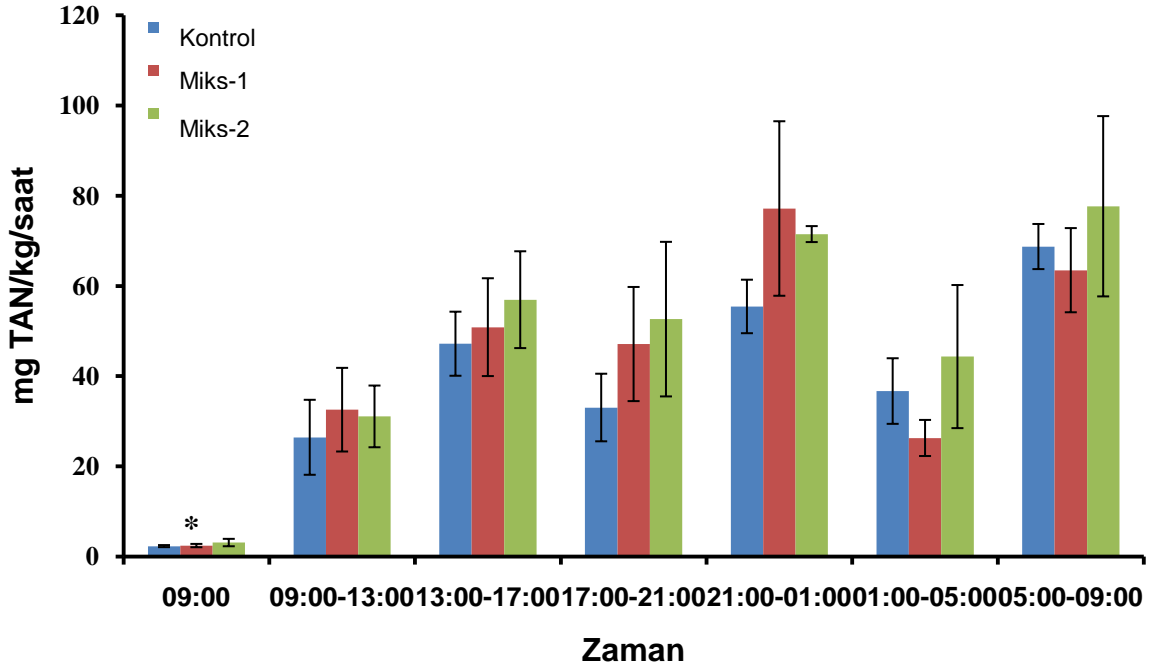
	Deneme Yemleri						F	P
	24°C			30°C				
	Kontrol	Miks-1	Miks-2	Kontrol	Miks-1	Miks-2		
C <sub>N</sub> (tüketilen nitrojen, mg N/kg/gün)	1847±160	1852±162	1859±103	1838±72	1870±243	1988±23	0,443	0,810
E <sub>i</sub> (Enerji Alımı, kJ/kg/gün)	469±40	470±41	472±26	467±18	475±61	505±5	0,443	0,811
TAN Salınımı (mg TAN/kg/gün)	792±120 <sup>a</sup>	793±83 <sup>a</sup>	727±127 <sup>a</sup>	1070±146 <sup>ab</sup>	1190±72 <sup>b</sup>	1337±214 <sup>b</sup>	10,223	0,001
Üre-nitrojeni (mg üre-N/kg/gün)	273±61	174±24	274±48	337±152	297±179	285±68	0,780	0,583
Toplam nitrojen (mg N/kg/gün)	1064±154 <sup>a</sup>	966±92 <sup>a</sup>	1002±101 <sup>a</sup>	1407±9 <sup>b</sup>	1487±110 <sup>b</sup>	1622±167 <sup>b</sup>	17,115	0,000
Tutulan N + Dışkı N (mg N/kg/gün)	783±40 <sup>ab</sup>	886±229 <sup>a</sup>	857±161 <sup>a</sup>	431±67 <sup>bc</sup>	383±133 <sup>c</sup>	366±148 <sup>c</sup>	8,903	0,001
TAN Salınımı (%C <sub>N</sub> )	42,7±2,1 <sup>b</sup>	43,1±7,0 <sup>b</sup>	9,4±7,8 <sup>ab</sup>	58,5±10,1 <sup>b</sup>	4,7±11,8 <sup>ab</sup>	67,2±9,7 <sup>a</sup>	5,420	0,008
Üre-nitrojeni (%C <sub>N</sub> )	14,7±2,9	9,5±1,8	14,7±2,3	18,1±6,8	15,2±7,7	14,4±2,9	0,904	0,509
Toplam nitrojen (%C <sub>N</sub> )	57,4±4,0 <sup>a</sup>	52,6±8,8 <sup>a</sup>	54,1±7,0 <sup>a</sup>	76,6±2,8 <sup>b</sup>	79,9±4,7 <sup>b</sup>	81,5±7,6 <sup>b</sup>	14,704	0,000

\* Değerler ortalama standart sapmayı ± SS (n=3) ve satırlardaki farklı harfler istatistiki olarak farklı grupları göstermektedir (p<0.05).

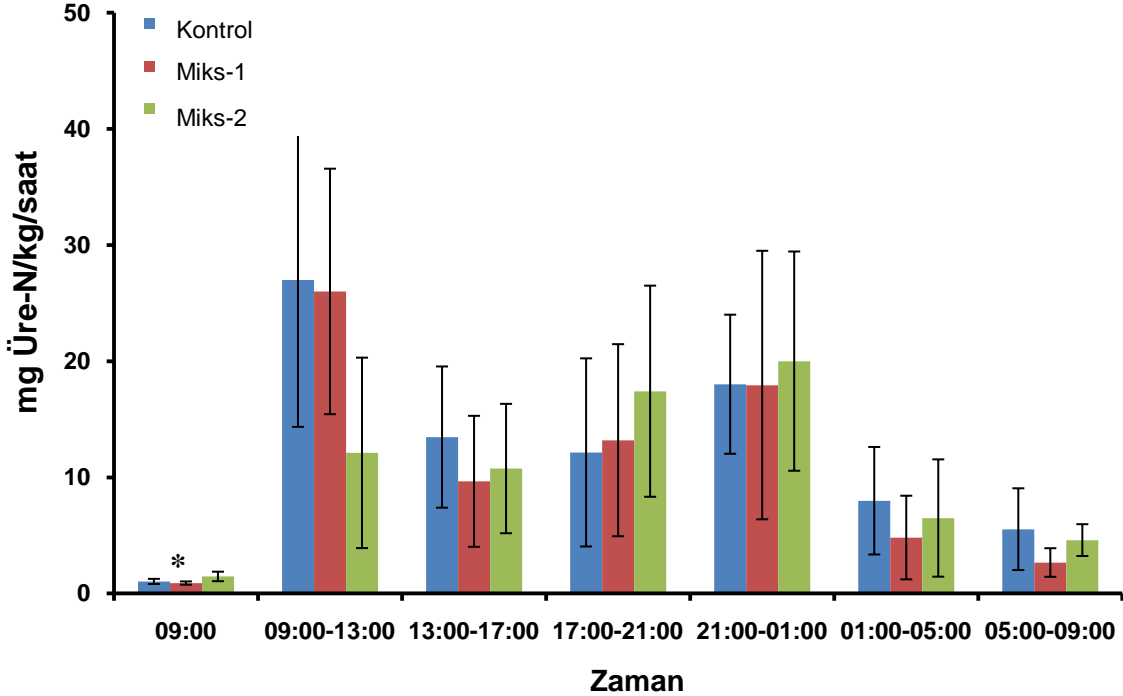
Sıcaklık artışının balıklar üzerindeki en önemli etkilerinden bir tanesi metabolizma hızını ve dolayısıyla gönüllü yem alımını artırmasıdır (GUILLAUME ve ark., 2001). Her ne kadar iki sıcaklık grubunda yem alımında önemli bir fark gözlenmemişse de, 30°C su sıcaklığında tutulan balıkların günlük TAN salgılanım miktarlarının önemli oranda yüksek olması, yemle alınan amino asitlerin büyümeden çok enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla okside edildiklerini göstermektedir. Genellikle amonyak-nitrojeni balıklarda yemle alınan amino asitlerin NH<sub>2</sub> (amino grubu) grubunun transdeaminasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kontrol grubu ile kıyaslandığında bitkisel yağ karışımları ihtiva eden yemlerle (Miks-1 ve Miks-2) beslenen Avrupa deniz levreğindeki 30°C su sıcaklığında, 24°C tutulan akranlarına göre akşam yemlemesini takip eden 8 saat içerisinde önemli oranda yüksek TAN salgılanım değerlerinin görülmesi bu sıcaklıkta balık yağı ve bitkisel yağ kaynaklarının sindirim, emilme ve metabolizmaları açısından farklılıkların olabileceğini işaret etmektedir (JOBLING ve ark., 2008).

İki farklı sıcaklıkta aynı yemlerle beslenen Avrupa levrek balıklarında üre-nitrojeni salgılanım değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bununla birlikte 30 C° de tutulan balıklara kıyasla 24 C° su sıcaklığında, balık yağının %60 oranında PTY ve KY karışımı ile değiştirilen yemle beslenen balıklarda akşam yemlemesini takip eden 8 saat içerisinde görülen ani ve büyük çaplı üre salgılanışının stres kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Balıklarda ani ve büyük çaplı üre salgılanım değerlerinin çevre veya yem kaynaklı stres sonucu görüldüğü kaynaklarda belirtilmektedir (CHO ve ark., 1982). Projenin bu denemesinde artan bitkisel yağ karışımlarıyla beslenen ve TAN salınımı 30°C'de tutulan levrek bireylerinde daha yüksektir. Yem grupları arasındaki regrasyon eğrisi doğrusal olup pozitif bir eğim göstermiştir ( $Y_{30C^{\circ}} = 133,4x + 932,0$   $R^2 = 0,996$ ). Diğer taraftan 24°C su sıcaklığında tutulan bireylerde bitkisel yağ karışımlarının yem içerisinde arttırılmasıyla azalan miktarda ( $Y_{24C^{\circ}} = -32,2x + 834,9$   $R^2 = 0,743$ ) TAN salınımı bulunmuştur.

Üre-nitrojeninin genellikle hücre yüzeyinden basit difüzyonla özelleşmemiş yollardan geçerek dışarıya sızdığı düşünülüyordu (KAJIMURA ve ark., 2002). Fakat son yapılan çalışmalarla hücre yüzeyinin bir parçası olan yağ çift katmanlarının üre-nitrojeni için geçirgenliklerinin oldukça az olduğu ve üre salınışında özelleşmiş aktif difüzyonun rol alabileceği gösterilmiştir (WALSH ve ark., 2000). Bu nedenle deneme sonucunda özellikle 24C° su sıcaklığında dışarı atılımının gerçekleştiği geçirgen yüzeylerde (solungaç ve diğer hücre membranlarında) %60 oranında bitkisel karışımlarla hazırlanmış yemler (Miks-2) ile beslenen levrek bireylerinde üre-nitrojenine karşı hücre yüzeylerinin geçirgenliğinin periyodik olarak artışa geçtiği ve bunun tersine amonyak-nitrojeni geçirgenliğinin ise azaldığı öngörülebilir.



Şekil 7.3. 30°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek (*D. labrax*) bireylerinde günlük total amonyak nitrojeni (TAN) dalgalanmaları. Belirtilen değerler ortalama±SS (n=3)'dir. \* Her deneme grubu için başlangıç ortalama TAN değerlerini belirtmektedir.



Şekil 7.4. 30°C su sıcaklığında tutulan ve yemlerinde pamuk tohumu yağı ve kanola yağlarının karışımlarının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanıldığı Avrupa levrek (*D. labrax*) bireylerinde günlük üre-nitrojeni salgılanışına ait dalgalanmalar. Belirtilen değerler ortalama±SS (n=3)'dir. \* Her deneme grubu için başlangıç ortalama üre-nitrojeni değerlerini belirtmektedir.

Sonuç olarak proje süresince yürütülen ilk iki denemeden elde edilen nitrojenli atık verileri sonuçlarına kıyasla Avrupa levrek balıklarında tek çeşit bitkisel kaynaklı yağ kullanımına göre PTY ve KY'larının balık yağı yerine sırasıyla %30 (Miks-1) ve %60 (Miks-2) oranlarında kullanımı toplam nitrojenli atıklar içerisinde üre-nitrojeni salınımını iki farklı sıcaklıkta önemli oranda artırmamıştır. Bu sonuç sıcaklığın etkisinden çok kullanılan bitkisel yağ kaynakları karışımının yemler içindeki yüzdesinin (>60 %) artışının özellikle üre salınımının da önemli artışlara neden olabileceğini işaret etmektedir. Bununla bağlantılı olarak, yüksek oranlarda bitkisel yağ karışımlarıyla üre-nitrojeni artışı arasındaki ilişkinin hücre membran polar lipid:nötral lipid dengesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (TOCHER ve ark., 2008). Memelilerde olduğu gibi fosfolipitlerin amphipatik yapısı yani hem hidrofilik (sn-3 fosfat baş grubu) ve hem de hidrofobik (sn-1 ve sn-2 yağ asitleri) bölgeleri balıklarda da hücre yüzeylerindeki çift yağ katmanlarının yapısında aynı kilit rollere sahip olabileceklerinin belirtisidir (TOCHER ve ark., 2008). Her ne kadar balıklarla yapılan çalışmalar çok sınırlı ise de, çevresel faktörlerin özellikle sıcaklığın biyomembranlardaki fosfolipitlerin kompozisyonu ve metabolizmalarındaki dinamik değişiklikler üzerine etkileri daha önce incelenmiştir (HAZEL ve WILLIAMS, 1990; HOCHACHKA ve MOMMSEN, 1995). Genellikle balıklar fosfolipit kompozisyonlarını düzenleyebildikleri için yemlerle alınan yağ asitlerinin biyolojik yüzey toplam ve nötral lipidleri üzerine etkisi polar lipidler üzerine olan etkisinden daha fazladır. Fakat PERSON-LE RUYET et al. (2004) yaptıkları çalışmada sıcaklık artışının (22 C° ye karşı 29 C°) Avrupa levrek balıklarında doku ve organ nötral lipid yağ asitleri içeriğinden çok polar lipidleri açık bir şekilde etkilediğini ve yüksek sıcaklıkta yüksek doymamış yağ asitlerinin bu dokularda daha düşük oranda bulunduğunu göstermişler ve bunu da düşük sıcaklıklarda polar lipidlerin yüksek doymamışlık kapasitesi ile ilişkilendirmişlerdir. İleriki çalışmalarda özellikle bitkisel yağ kaynaklarının balık yemlerinde kullanımının solungaç hücre yüzeyleri yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin incelenmesi ve buna bağlı olarak amonyak ve üre nitrojeni salınımında rol oynayan metabolik yollarda meydana gelebilecek değişikliklerin belirlenmesi bu balık yağına alternatif bitkisel yağların Avrupa Levrek balıklarında emniyetle kullanılabilir miktarlarının belirlenmesinde büyüme ve vücut yağ asitleri kompozisyonlarının yanında önemli bir yer tutması beklenmelidir.

#### 7.4 ÖNERİLER

- Projenin bu denemesinde artan bitkisel yağ karışımlarıyla beslenen ve TAN sanılımı 30°C'de tutulan levrek bireylerinde daha yüksektir. Yem grupları arasındaki regrasyon eğrisi doğrusal olup pozitif bir eğim göstermiştir ( $Y_{30C} = 133,4x + 932,0$   $R^2 = 0,996$ ).



Diğer taraftan 24°C su sıcaklığında tutulan bireylerde bitkisel yağ karışımlarının yem içerisinde artırılmasıyla azalan miktarda ( $Y_{24C} = -32,2x + 834,9$   $R^2 = 0,743$ ) TAN salınımı bulunmuştur. Bu veriler, yüksek su sıcaklıklarında Avrupa levrek balıklarının yemlerdeki proteini enerji kaynağı olarak kullandığını ve buna bağlı olarak üre-nitrojeni salınımının da sıcaklığa bağlı olarak önemli bir değişim görülmemesi yüksek sıcaklıkta polar lipidlerin düşük oranlı doymamışlık kapasiteleri ile ilişkilendirilebilir (HAZEL ve WILLIAMS, 1990). Bitkisel yağ kullanımları su sıcaklığı ile çalışıldığında nötral ve polar lipidlerin balık tarafından sindirilebilirliğinin de çalışılması bu çalışma sonucunda önerilmektedir.

- Projenin bu denemesinin sonucunda amonyak- ve üre-nitrojeni boşaltımının bitkisel yağlarla beslenen levrek bireylerin enerji bütçesini etkilediği ve bu konunun da ileriki çalışmalarda detaylı olarak çalışılması gerektiği düşünülmektedir.

## **8.0 Sıcaklık Denemeleri-III:**

Optimum Su Sıcaklığında Bitkisel Yağların Döngülü Beslemenin Büyüme ve Yem Tüketimine Etkileri

## 8.1 Ön Bilgi

18°C'de yapılması planlanan çalışma 09 Aralık 2009 tarihinde başlatılmıştır. Ancak, 2. Ek süre raporunda da belirtildiği gibi balıkların çok az miktarda yem tüketmelerinden dolayı ağırlık kaybetmişler ve deneme 24 Aralık 2009 tarihinde sonlandırılmak zorunda kalmıştır. 3 Ocak 2009 tarihinde yeniden balık temin edilmiş ve deneme ikinci defa aynı kurgu üzerinden kurulmuştur. İlk kurulan denemeye benzer olarak, bu denemede de balıkların iştahsız oldukları gözlenmiştir. Hazırlanan test yemleri dışında ticari levrek yemleri de deneme haricindeki balıklara verilmesine karşın balıkların yine iştahsız oldukları gözlenmiştir. Deneme 20 Ocak 2009 tarihinde kadar devam ettirilmesine rağmen 21 Ocak 2009 tarihinde bir grubun iki tekerrüründeki bireylerin ağırlık kaybetmesi ve ölmesi sonucu deneme bitirilmiştir. Her iki denemede de levrek bireylerinin düşük yem alımı göstermesinin su sıcaklığına bağlı olduğu düşünülmüştür. Literatürde, Avrupa deniz levreği için optimum su sıcaklığının 20-24°C arasında olduğu ve 13°C'de büyümenin yavaşladığı bildirilmiştir (NATHANAILIDES ve ark., 1996). Ancak, projemizin bu denemesini tasarlarken PICKETT ve PAWSON (1994)'un belirttiği gibi levreğin 10°C altında daha derin ve ılık sulara göç ettiğini ve yem alımında bir sıkıntı yaşatmayacağı düşüncesiyle en düşük sıcaklık grubumuzu 18°C olarak seçmiştir. Ancak, her iki kurulan denemede ve fakültemizde levrek ile yapılan diğer çalışmalarda (DİKEL, 2007; DİKEL, 2009) bizim bölgemizde yetiştirilen levrek bireylerinin 18°C'de yem tüketimlerini azalttıkları bulunmuştur. CLAIREAUX ve LAGARDÈRE (1999)'da bizim balıklarımızda meydana gelen düşük yem alımını destekler şekilde 10°C ve 15°C'de levrek yavrularının metabolik faaliyet ( $\text{mg O}_2 \cdot \text{saat}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) ve aktif metabolik oranı ( $\text{mg O}_2 \cdot \text{saat}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) tamamen azalttığını bildirmişlerdir. Proje kapsamında yapmayı planladığımız çalışma yine de ekibimiz tarafından kurulmuş ve balıkların ağırlık kaybetmesi sonucu hem büyüme hem de yağ asidi metabolizması açısından bize doğru bilgiler sağlamayacağı için bitirilmek zorunda kalmıştır. Bu çalışmanın yerine 06 Mayıs 2010 tarihinde yeni bir çalışma kurulmuş ve projenin bu çalışması Havva DEDELER isimli yüksek lisans öğrencisinin tez konusu olarak belirlenmiştir.

**8.0 Sıcaklık Denemeleri-III: Optimum Su Sıcaklığında Bitkisel Yağların Döngülü Beslemenin Büyüme ve Yem Tüketimine Etkileri**

---

**BÖLÜM I, GİRİŞ**

## 8.2 Giriş

Projenin bundan önceki tüm denemelerinde balık yağı ile değiştirilen bitkisel yağların levrek bireylerinin kas ve tüm vücut yağ asidi kompozisyonunu etkilediği bulunmuştur. Bitkisel kaynaklı yemlerle beslenen bireylerde özellikle n-6 serisi yüksek doymamış yağ asidi serisi yağ asitleri artarken n-3 serisi çoklu doymamış yağ asitleri miktarında düşüşler görülmüştür. Bu çalışmamıza benzer bir çok çalışmada bitkisel yağların n-6 serisi yağ asitlerini arttırdığı projenin tartışma kısmında ki bir çok çalışmada verilmiştir. Balık dokularının yağ asidi kompozisyonu yağ asidi mobilizasyonu, lipogenesis, yağ asidi katabolizması ve yağ asitlerinin zincir uzaması veya doyunluğa ulaşmasıyla değişiklik gösterir (SARGENT ve ark., 2002). Ancak, balık kaslarındaki yağ asidi profilleri de yemler aracılığıyla yenilenebilir (JOBLING, 2004; MOURENTE ve ark., 2005). Bitkisel yağlarla beslenen bireylerin n-3 serisi çoklu doymamış yağ asidi seviyesini yükseltmek için bundan önce denenmiş en önemli stratejiler biriside bitirici yemlerin (finishing diet) kullanılmasıdır (JOBLING, 2003; REGOST ve ark., 2003; TORSTENSEN ve ark., 2005; TURCHINI ve ark., 2006; BELL ve WAAGBØ, 2008). Bitirici diyetlerle ilgili yapılan çalışmalar göstermiştir ki balıkların bitkisel yağlarla beslenmesinin ardından balık yağlı yemlerle tekrar beslemenin HUFA ve EPA gibi n-3 serisi çoklu doymamış yağ asitlerinin filetodaki seviyeleri artmaktadır. Ancak, bu strateji yinede balık yağına olan bağımlılığı artırmayacaktır. Buna ek olarak, salmon, ve alabalık türlerinde EPA ve DHA'ların istenilen seviyeye gelebilmesi için sırasıyla 24 ve 12 hafta balık yağı ile beslemek gerekirken çipura ve levrek bireylerinde ise bu sürenin 14 hafta olması gerektiği bildirilmiştir (BELL ve ark., 2004; MOURENTE ve ark., 2005; IZQUIERDO ve ark., 2005). Dolayısıyla, bu stratejinin kullanılmadan önce bu hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. PALMER ve ar, (2008) ve FRANCIS ve ark., (2009) farklı besleme protokollerinin bitirici yemlerle yapılan stratejiye alternatif olabileceklerini bildirmişlerdir. Özellikle FRANCIS ve ark., (2009) 2 hafta balık yağı ve 2 hafta döngülü olarak bitkisel yağlı yemlerle beslenen Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*)'unun n-3 çoklu doymamış yağ asitlerini tamamen balık yağı ile beslenen kontrol grubuyla aynı seviyede olduğunu bulmuşlardır. Aynı ekip, en son yaptıkları çalışmada ise sabah ve akşam yemlemelerinde sırasıyla tamamen balık yağlı ve bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarda ise yağ asitleri profillerinin gruplar arasında değişmediğini ancak bu stratejinin önerilebilmesi için daha fazla çalışmanın yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Döngüler halinde bitkisel yağların herhangi bir deniz türünde kullanılmamasından yola çıkılarak dizayn edilen bu çalışmada 2 g ağırlığındaki levrekler %60 ve %80 oranında bitkisel yağ karışımı (kanola, soya ve keten tohumu, 1:1:1) yemlerle beslenmesi sonucu büyüme, yem tüketimi, besin madde bileşenleri ve tüm vücut yağ asidi kompozisyonları üzerine etkileri araştırılmıştır.

**8.0 Sıcaklık Denemeleri-III: Optimum Su Sıcaklığında Bitkisel Yağların  
Döngülü Beslemenin Büyüme ve Yem Tüketimine Etkileri**

## BÖLÜM II. **M**ATERYAL VE YÖNTEM

### 8.3 MATERYAL ve YÖNTEM

Denemede kullanılan Avrupa deniz levreği bireyleri (1,5 gr) AKUVATUR Su Ürünleri Tic. ve San. A.Ş. tarafından aynı yardım olarak sağlanmıştır. Balıklar işletme koşullarına alıştırıldıktan sonra deneme ünitesine alınmıştır. Deneme yemlerinin formülasyonu Tablo 8.1'de verilmiştir. Test yemlerinin hazırlanması (ham maddelerin karıştırılması, peletlenmesi ve kurutulması) projenin bundan önceki denemelerindeki gibi yapılmıştır. Yemlerin çapları balıkların (2 g) ağız çapına göre 1,5 mm diskten geçirilmiştir. Bu yemlerin kimyasal analizlerinde istenilen protein (~%50) ve lipit (~%21) içeriğine sahip yemler analiz edildikten sonra ve istenilen değerlere ulaşıldığı anlaşıldıktan sonra deneme kurulmuştur.

Projenin bu denemesinde 5 grup belirlenmiştir. Kontrol grubu bireyleri %100 balık yağından oluşan yemlerle beslenirken, diğer gruplarda balık yağı %60 (BY60) ve %80 (BY80) oranında bitkisel yağlarla değiştirilmiş yemlerle beslenmişlerdir. Son iki grup ise 2 hafta süresince balık yağı ile beslenip daha sonra BY60 veya BY80 yemleriyle beslenmişlerdir. Deneme gruplarının kısaltmaları aşağıdaki gibidir.

Grup 1. Kontrol (%100 balık yağı)

Grup 2. %60 bitkisel yağ karışımı (BY60)

Grup 3. %80 bitkisel yağ karışımı (BY80)

Grup 4. 2 hafta kontrol yemi + 2 hafta BY60 (2HFT BY60)

Grup 5. 2 hafta kontrol yemi + 2 hafta BY80 (2 HFT BY80).

Deneme kapalı bina içerisinde bulunan ve bundan önceki denemede kullanılan tanklarla farklı olarak 260 litrelik farklı olarak 260 litrelik su kapasiteli dairesel fiber tanklarda kurulmuştur. 50 adet sağlıklı levrek bireyi (2,04 g başlangıç ağırlığında), 3 tekerrürlü olacak şekilde, toplamda 15 tanka stoklanmıştır. Deneme ünitelerinde doğrudan akışlı su sistemleri kullanılmıştır ve su debisi 4 litre/dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Balıklar günde üç öğün (sabah: 08:30, öğlen: 13:30 ve akşam 18:30) beslenmişlerdir.

Bu denemede alınan tüm parametreler I. Grup Denemeleri'ndeki şekilde alınmıştır. Oksijen ve pH değerleri sırasıyla  $7,5 \pm 0,2$  mg/l ve  $7,2 \pm 0,6$  olarak ölçülmüştür. Deneme tanklarının çıkışlarındaki oksijen seviyesi de hafta 3 defa kontrol edilmiştir ve tank drenajındaki oksijen miktarının  $5,0 \pm 0,4$  mg/l'nin altına inmemesine dikkat edilmiştir.

Deneme sonunda, her bir tanktan 5'er balık besin madde bileşenleri ve yağ asidi analizleri için örneklenmiştir ve analizler yapılana kadar  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmişlerdir. Besin madde bileşenleri ve yağ asidi analizleri projenin diğer denemelerindeki analiz yöntemlerine göre yapılacaktır.

### 8.3.1 Sindirilebilirlik Denemesi

60 gün sonunda, tüm balıklar başlangıç ağırlıklarının 3,8 katına ulaşmış ve deneme 05.07.2010 tarihinde bitirilmiştir. Bu sürenin ardından, balıklar sindirilebilirlik tanklarına alınmıştır. Dışkı toplama ünitesi projenin diğer denemelerinde kullanılan sistemin aynısıdır ve balıkların beslenmelerinde test yemlerinin aynısı kullanılmış sadece dış indikatör olarak kromik oksit ( $Cr_2O_3$ ) %1 oranında koyulmuştur. Balıklar bu tanklara ve yemlere bir hafta içerisinde (normal beslenme ve dışkılama özelliklerinin gösterdikleri zaman) alışmışlar ve ilk örneklemeler 12.07.2010 tarihinde alınmaya başlanmıştır. Tüm gruplarındaki dışkı toplama işlemi 26.07.2010 tarihinde bitirilmiştir. Ancak, 2 HFT BY60 ve 2 HFT80 grupları döngülerine göre deneme sonunda balık yağı döneme denk geldikleri için ilk iki haftalık dışkı toplama süresinde 2 HFT BY60 ve 2 HFT80 grupları balık yağı yemlerle beslenmiş ve dışkıları toplanmıştır. 27.07.2010 tarihinde sadece 2 HFT BY60 ve 2 HFT80 gruplarının bitkisel yemlerle beslenecekleri dönemde dışkıları toplanacaktır. Bu gruplar için dışkı toplama işleminin 09.08.2010 tarihinde bitirilmesi planlanmaktadır.

Tablo 8.1. Deneme yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonları.

	Kontrol	BY60*	BY80
Balık unu	500	500	500
Mısır Glütene	200	200	200
Dekstrin	65	65	65
Balık yağı	150	60	30
Kanola yağı	-	30	40
Keten tohumu yağı	-	30	40
Soya yağı	-	30	40
Karboksi Metil Selüloz	15	15	15
Bentonit	10	10	10
Mineral Miks	15	15	15
Vitamin Miks	15	15	15
L-Lizin	12	12	12
DL-Metiyonin	18	18	18
<i>Analiz Edilen Kimyasal Kompozisyon (g/kg kuru ağırlık)**</i>			
Protein	50,2±1,90	50,1±0,71	51,2±0,36
Lipit	21,0±0,61	22,6±0,82	22,6±0,89
Kuru madde	85,8±0,20	82,9±0,03	81,4±0,03
Ham kül	10,6±0,03	10,2±0,11	10,1±0,05

\*Bitkisel yağ (BY) karışım oranlarını göstermektedir. Örnek sayısı n=3.

<sup>1</sup> AGROMEY, İzmir, firması tarafından sağlanmıştır (Hamsi unu).

<sup>2</sup> Balık (hamsi) yağı (AGROMEY, İzmir).

<sup>3</sup> Vitamin ve mineraller NRC'nin önerdiği miktarlarda sağlanmıştır ve KILIÇ Yem firması tarafından sağlanmıştır.

<sup>4</sup> %99 saflaştırılmış kristalize amino asitleri AGROMEY Firması tarafından sağlanmıştır.

<sup>5</sup> Nitrojenli öz madde: 100-(protein+lipit+kül+nem).



### 8.3.2 İstatistik Analizleri

Denemenin verileri SPSS istatistik programında oneway ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile analiz edilmiştir. Önemli farkların bulunduğu durumlarda, ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumlarda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumlarda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. 2HFT BY60 ve 2HFT BY80 gruplarının haftalar arası ve yemler arası karşılaştırılması iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ile yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma (ort.  $\pm$  S.S.) şeklinde verilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bütün veriler SPSS 11.5 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.

**8.0 Sıcaklık Denemeleri-III:** Optimum Su Sıcaklığında Bitkisel Yağların  
Döngülü Beslemenin Büyüme ve Yem Tüketimine Etkileri

## BÖLÜM III. **B**ULGULAR VE TARTIŞMA

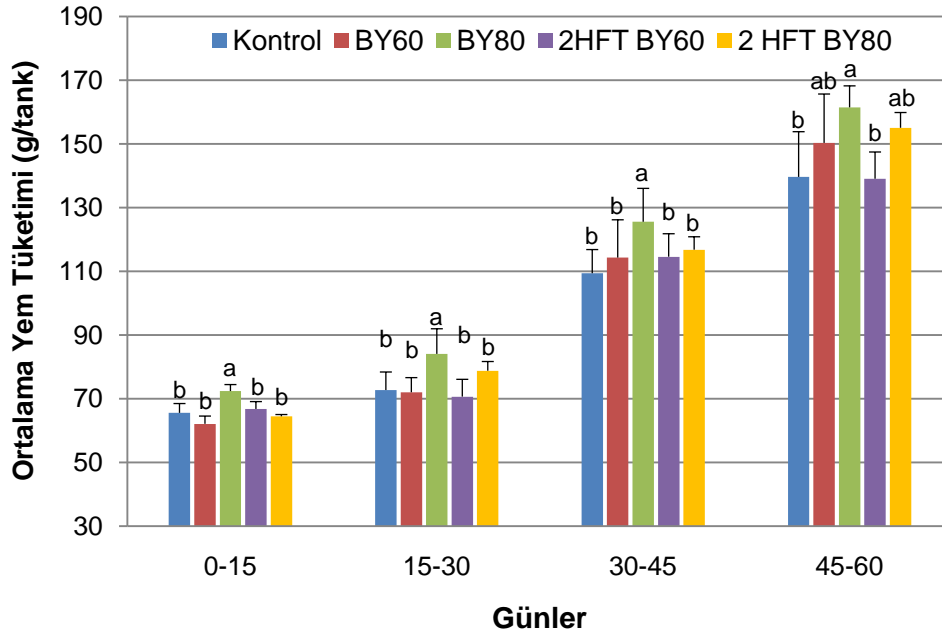
#### 8.4 BULGULAR

Deneme süresince yaşama oranı %95'in üzerinde bulunmuştur. Deneme tanklarında ölen balıkların büyük bir çoğunluğu gelişme gösterememiş bireyler olarak gözlenmiştir. Deneme sonunda sadece final ağırlıklar, yem tüketimi verileri değerlendirilebilmiştir. Bu çalışma Yüksek Lisans öğrencisi Havva DEDELERİN tezidir ve öğrencimiz halen denemenin dışı örneklerini toplamaya devam ettiğinden, besin madde bileşenleri, yağ asidi analizi ve sindirilebilirlik çalışmaları tamamlanmamıştır.

Proje çalışmasının büyüme performansı ve yem tüketim verileri analiz edilmiş ve bulgular kısmında sadece bu veriler sunulmuştur. Deneme sonunda test edilen yemlerin final ağırlık, spesifik büyüme oranı, ağırlık kazancı, günlük yem alımı ve yem çevirim oranı üzerine istatistiki bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 8.2.). Deneme gruplarında döngülü olarak balık yağı ve bitkisel yağlarla beslenen 2 HFT BY60 ve 2 HFT BY80 gruplarının balık yağı (0.-15. ve 30.-45. günler) ve bitkisel yağlı yemlerle beslendikleri dönemlerde (15.-30. ve 45.-60. günler) balıkların tükettikleri yemler iki yönlü varyans analizi (haftalar ve kullanılan yemler) ile analiz edilmiştir. Haftalar ve yem döngülerinin ortalama yem alımı (g/tank) üzerine bir etkisinin olmadığı çıkmıştır. Ayrıca her iki faktörün ortalama yem alımını üzerine de kombine bir etkisinin olmadığı da iki yönlü varyans analizi sonunda bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Şekil 8.1.)

Tablo 8.2. Deneme sonunda alınan; ortalama final ağırlığı, spesifik büyüme oranı (SBO), ağırlık kazancı (%), günlük yem alımı (g/gün) ve yem çevirim oranı.

	Kontrol	BY60	BY80	2HFT BY60	2HFT BY80
Final ağırlık	7,34±0,09	7,43±0,64	8,04±0,22	7,78±0,61	8,03±0,54
SBO	2,00±0,23	2,15±0,14	2,29±0,04	2,23±0,13	2,23±0,04
Ağırlık kazancı (g/balık)	5,29±0,45	5,39±0,57	6,00±0,40	5,74±0,31	5,99±0,13
Günlük yem alımı (g/tank)	6,45±0,23	6,64±0,03	7,38±0,05	6,52±0,18	6,92±0,17
Yem çevirim oranı	2,24±0,23	1,91±0,14	1,93±0,04	1,87±0,13	2,03±0,04



Şekil 8.1. Deneme süresince 15'er günlük dönemlerde alınan ortalama yem tüketimi (g/tank). 2HFT BY60 ve 2HFT BY80 grubu bireyleri, 15-30. ve 30-45. günlerde balık yağı içeren yemlerle beslenmişlerdir. Her bir sütun ortalama $\pm$ SS (n=3) göstermektedir. Farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel farklılığın olduğunu göstermektedir (P<0,05).

### 8.5 Denemenin Şu Anki Durumu

Deneme dışı toplama işlemleri halen devam etmektedir. Balık örneklerinin besin madde bileşenleri ve yağ asidi örnekleri daha sonra yapılması planlanmaktadır. Projede ekstradan yapıldığı için bu çalışmanın verileri proje finali tarihinde verilememiştir. Yukarıda da verildiği gibi bu çalışma yüksek lisans öğrencisi Havva DEDELER'in tez çalışması olarak sunulacaktır.

## **9.0 KAYNAKLAR**

---

## 9.0 KAYNAKLAR

- ADAMIDOU, S., Nengas, I., Alexis, M., Foundoulaki, E., Nikolopoulou, D., Campbell, P., Karacostas, I., Rigos G., Bell J B., Jauncey, K., Apparent nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing different levels of legumes, *Aquaculture*, 289, 106-112, (2009).
- ALASARVAR, C., K D A., Taylor, E., Zubcov, F., Shahidi, M. Alexis, Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition, *Food Chem.*, 79, 145-150, (2002).
- AOAC, Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists 15<sup>th</sup> edn. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, Pp: 1298 (1990).
- ARAYA, M D., López-Albors, O., Gil, F., García-Alcázar, A., Abellán, E., Alarcón, J A., María Ivarez, C Á, Ramírez-Zarzosa, G., Moreno, F., Temperature effects on muscle growth in two populations (Atlantic and Mediterranean) of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., *Aquaculture*, 202, 359-370, (2001).
- ARILLO, A., Margiocco, G., Medlodia, F., Mensi, P., Schenone, G., Ammonia toxicity mechanism in fish: studies on rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.), *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 5, 316-328,(1981).
- BALLESTRAZZI, R., Lanari, D., D'Agaro, E., Performance, nutrient retention efficiency, total ammonia and reactive phosphorus excretion of growing European sea-bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) as affected by diet processing and feeding level, *Aquaculture*, 161, 55-65, (1998).
- BARLOW, S., Fishmeal and fish oil: sustainable feed ingredients for aquafeeds. *Global Aquacult. Advocate*, 4, 85-88, (2000).
- BARNABÉ, G. Contribution a la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (Poisson Serranide) de la region de Sete. Doctorat d'Etat., Université des Sciences et Techniques, Languedoc, Montpellier (1976).
- BELL, J G., Tocher, D R., MacDonald, F M., Sargent, J R., Effects of diets rich in linoleic (18:2n-6) and alpha-linolenic (18:3n-3) acids on the growth, lipid class and fatty acid compositions and eicosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.), *Fish Physiol. Biochem.* 13, 105-118, (1994).
- BELL, J G., McEvoy, J., Tocher, D R., McGhee, F., Campbell, P J., Sargent, J R., Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism, *J. Nutr.* 131, 1535-1543, (2001).
- BELL, J G., Henderson, R J., Tocher, D R., Sargent, J R., Replacement of dietary fish oil with increasing levels of linseed oil: Modification of flesh fatty acid composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*) using a fish oil finishing diet, *Lipids*, 39, 223-232, (2004).
- BELL, G J., Waagbø, R., *Aquaculture in Ecosystem. Safe and Nutritious Aquaculture produce: benefits and risks of alternative sustainable aquafeeds.* Holmer, M., Black, K., Duarte, C M., Marbà, N., Karakassis, I. (Eds.). Springer, (2008), Pp185-225.
- BENDIKSEN, E A., Arnesen, A M., Jobling, M., Effects of dietary fatty acid profile and fat content on smolting and seawater performance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture* 225, 149-163, (2003).
- BENDIKSEN, E Å., Jobling, M., Effects of temperature and feed composition on essential fatty acids (n-3 and n-6) retention in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr, *Fish Physiology and Biochem.*, 29, 133-140, (2003).
- BENEDITO-PALOS, L., Navarro, J C., Bermejo-Nogales, A., Saera-Vila, A., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., The time course of fish oil wash-out follows a simple dilution model in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed graded levels of vegetable oils, *Aquaculture*, 288, 98-105, (2008a).
- BENEDITO-PALOS, L., Saera-Vila, A., Calduch-Giner, J., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., Combined replacement of fish meal and oil in practical diets for fast growing juveniles of gilthead sea bream

- (*Sparus aurata* L.): Networking of systemic and local components of GH/IGF axis, *Aquaculture* 267, 199-212, (2008b).
- BISWAS, A K., Seoka, M., Inoue, Y., Takii, K., Kumai, H., Photoperiod influences the growth, food intake, feed efficiency and digestibility of red bream (*Pagrus major*), *Aquaculture*, 250, 666-673, (2005).
- BLIGH, E G., Dyer W G., A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917, (1959).
- BOUJARD, T., G lineau, A., Cov s, D., Corraze, G., Dutto, G., Gasset, E., Kaushik, S., Regulation of feed intake, growth, nutrient and energy utilization in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed high fat diets, *Aquaculture*, 231, 529-545, (2004).
- BROWN, T D., Francis, D S., Turchini, G M., Can dietary lipid source circadian alternation improve omega-3 deposition in rainbow trout? *Aquaculture*, 300, 148–155, (2010).
- BRUSL , J., Anadon, G G., The structure and function of fish liver. In: Munshi, J S D., Dutta, H M. (Eds.), *Fish morphology*. Oxford and IBH Publishing Co. PVT. LTD, New Delhi, 1996, Pp. 77–93.
- CABALLERO, M J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., Izquierdo, M., Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 214, 253–271 (2002).
- CALABRETTI, A., Cateni, F., Procida, G., Favretto, G F., Influence of environmental temperature on composition of lipids in edible flesh of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *J Sci Food Agric*, 83, 1493–1498, (2003).
- CAMPAÑA-TORRES, A., Martinez-Cordova, L R., Villarrea Colmenares, H., Civera-Cerecedo R., In vivo dry matter and protein digestibility of three plant-derived and four animal-derived feedstuffs and diets for juvenile Australian redclaw, *Cherax quadricarinatus*, *Aquaculture*, 250, 248-254, (2005).
- CARTER, C G., Houlihan D F., Owen S F., Protein synthesis nitrogen excretion and long-term growth of juvenile *Pleuronectes flessus*, *J. Fish. Biol.*, 52, 272-284, (1998).
- CHO, C Y., Slinger, S J., Bayley, H S., Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity, *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B, 25-41, (1982).
- CHO, C Y., Kaushik, S J., Effects of protein intake on metabolizable and net energy values of fish diets. In: Cowey, C B., Mackie, A M., Bell, J G. Eds., *Nutrition and Feeding in Fish*. Proc. Int. Symp. on Fish Feeding and Nutrition, Aberdeen, London, pp. 95–117 (1985).
- CLAIREAUX, G., Lagard re, J P., Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass, *Journal of Sea Research*, 42, 157-168, (1999).
- CZESNY, S., Dabrowski K., The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*), *Aquat. Living Resour.*, 11, 371 – 378, (1998).
- DAVIES, S., Morris, P., Influence of multiple amino acid supplementation on the performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed soya based diets. *Aquac. Res.*, 28, 65–74, (1997).
- D KEL, S., Su sıcaklığının deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularının yem alımı ve büyüme performansı üzerine etkileri. Final Raporu, S F2006BAP5, 45 sayfa, (2007).
- D KEL, S.,  z ahinoğlu, I., Mumoğullarında, M., Su sıcaklığının deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularının yem alımı ve büyüme performansı üzerine etkisi. XV. Ulusal Su  r nleri Sempozyumu, “ Ekosistem Yaklaşımlı Su  r nleri  retimi” 1-4 Temmuz 2009, Rize. Syf. 223
- DIAS, J., Alvarez M J., Arzel J., Corraze G., Diez A., Bautista J M., Kaushik S J., Dietary protein source affects lipid metabolism in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Comp. Biochem. Physiol.*, A142, 19-31, (2005).
- DOSDAT, A., Servais, F., M tailler, R., Huelvan, C., Desbroy eres, E., Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species, *Aquaculture*, 141, 107-127, (1996).

- DOSDAT, A., Métailler R., Tetu N., Servais F., Chartois H., Huelvan C., Desbruyères E., Nitrogenous excretion in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), under controlled conditions, *Aquacult. Res.*, 26, 639-650, (1995).
- ELLIOT, J M., Rates of gastric evacuation in brown trout, *Salmo trutta*, *Freshwater Bio.*, 2, 1-18, (1972).
- ELLIOTT, J M., Energy losses in the waste products of brown trout (*Salmo trutta* L.), *J. Anim. Ecol.*, 45, 561-580, (1976).
- ENGİN, K., Carter, C G., Ammonia and urea excretion rates of juvenile Australian short-finned eel (*Anguilla australis australis*) as influenced by dietary protein level, *Aquaculture*, 194, 123-136, (2001).
- ESCAFFRE, A M., Kaushik, S., Mambrini, M., Morphometric evaluation of changes in the digestive tract of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) due to fish meal replacement with soy protein concentrate, *Aquaculture*, 273, 127-138, (2007).
- FARKAS, T., Fodor, E., Kitajka, K., Halver, J E., Response of fish membranes to environmental temperature, *Aquac. Res.*, 32, 645-655, (2001).
- FIGUEIREDO-SILVA, A., Rocha, E., Dias, J., Silva, P., Rema, P., Gomes, E., Partial replacement of fish oil by soybean oil on lipid distribution and liver histology in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles, *Aquaculture Nutrition* 11, 147-155, (2005).
- FOLCH, J., Lees, M., Stanley, G H S., A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, 226, 497 – 509, (1957).
- FOURNIER, V., Gouillou-Coustans, M F., Métailler, R., Vachot, C., Moriceau, J., Le Delliou, H., Huelvan, C., Desbruyeres, E., Kaushik, S.J., Excess dietary arginine affects urea excretion but does not improve N utilization in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and turbot *Psetta maxima*, *Aquaculture*, 217, 559-576, (2003).
- FRANCIS, D S., Turchini G M., Jones, P L., De Silva, S S. Effects of fish oil substitution with a mix blend vegetable oil on nutrient digestibility in Murray cod, *Maccullochella peeliipeelii*, *Aquaculture*, 269, 447-455 (2007).
- FRANCIS, D S., Turchini, G M., Jones, P L., De Silva, S S., Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*, *Aquaculture* 253, 547-556, (2006).
- FRANCIS, D S., Turchini, G M., Smith, B K. Ryan S G., De Silva, S S. Effects of alternate phases of fish oil and vegetable oil based diets in Murray cod, *Aquac. Res.*, 40, 1123-1134, (2009).
- GLENCROSS, B., Rutherford, N., Dietary strategies to improve the growth and feed utilization of barramundi, *Lates calcarifer* under high water temperature conditions. *Aquacult. Nutrit.*, doi: 10.1111/j.1365-2095.2009.00670.x Basimda).
- GRISDALE-HELLAND, B., Ruyter, B., Rosenlund, G., Obach, A., Helland, S J., Sandberg, M G., Standal, H.Røsjø, C., Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures, *Aquaculture* 207, 311-329, (2002).
- GUNSTONE, F D., and Harwood, J L., , Occurrence and Characterisation of Oils and Fats, In: Gunstone, F.D. Harwood, J.L. and Dijkstra, A.J. (Eds.), *The Lipid Handbook*, CRC Press, New York, Pp: 37-142, (2007).
- GUNSTONE, F.D., *The World's Oils and Fats*, ed: In: Turchini G M., Ng, W K., Tocher, R D. *Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds*. CRC Press, Taylor and Francis, Boca Raton, FL, USA (2010), ISBN 978-1-4398-0862-7.
- HAGAR, A F., Hazel, J R., Changes in desaturase activity and the fatty acid composition of microsomal membranes from liver tissue of thermally-acclimating rainbow trout, *J. Comp. Physiol. Part B*, 156, 35-42, (1985).



- HARDY, R W., Tacon, A G J., Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for supplies, In: Stickney, R,R,, MacVey, J,P, (Eds,), Responsible Marine Aquaculture, CABI Publishing, New York, (2002), Pp: 311-325.
- HARRIS, S.A., Probyn, T., Nitrogen excretion and absorption efficiencies of white steenbras, *Lithognathus lithognathus* Cuvier (Sparidae), under experimental culture conditions, *Aquacult. Res.*, 27, 43-56, (1996).
- HAZEL, J R., Influence of thermal acclimation on membrane lipid composition of rainbow trout liver, *Am J Physiol.*, 5:91-101, (1979).
- HAZEL J .R, Williams E E., The role of alterations in membrane lipid composition in enabling physiological adaptation of organisms to their physical environment, *Progress in Lipid Research*, 29, 167-227, (1990).
- HENDERSON, R J., Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids, *Archives of Animal Nutrition*, 49, 5-22, (1996).
- HENDERSON, R J., Tocher D R., The lipid composition and biochemistry of fresh water fish, *Prog. Lipid Res.*, 26 Pp. 281-347, (1987).
- HERTRAMPF, J W., Piedad-Pascual, F., Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (2000).
- de la HIGUERRA, M., Effects of nutritional factor and feed characteristics on feed intake, ed: Houlihan D., Boujard T., Jobling M., Food Intake in Fish, Blackwell Publishing, Oxford, (2001). Pp. 250.
- HILLESTAD, M., Åsgård, T., Berge G M. Determination of Digestibility of Commercial Salmon Feeds, *Aquaculture*, 179, 81-94, (1999).
- HOCHACHKA, P W., Mommsen, T P. (Eds) Environmental and Ecological Biochemistry. Elsevier Science, Pp: 468, (1995).
- HOCHACHKA, P W., Somero, G N., Biochemical adaptation: mechanism and process in physiological evolution. Oxford University Press. Pp: 452.
- HOŞSUCU, B., Korkut, A.Y., Fırat Kop, A.. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I., 19, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, Pp: 296, (2005).
- HUANG, S S Y., Oo, A N., Higgs, D A., Brauner, C J., Satoh, S., Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, *Pagrus major* *Aquaculture* 271, 420-431, (2007).
- ICHIHARA, K., Shibahara A., Yamamoto K., Nakayama T, An Improved Method for Rapid Analysis of the Fatty Acids of Glycerolipids, *Lipids*, 31, 535- 539, (1996).
- IZQUIERDO, M S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M J., Rosenlund, G., Ginés, R., , Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period, Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding, *Aquaculture* 250, 431-444, (2005).
- IZQUIERDO, M S., Obach, A., L Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G., Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality, *Aquaculture Nutrition* 9, 397-407, (2003).
- IWATA K., Nitrogen metabolism in the mudskipper *Periophthalmus cantonensis*: changes in free amino acids and related compounds in various tissues under conditions of ammonia loading with special reference to its high ammonia tolerance, *Comp. Biochem. Physiol.*, A91, 499-508, (1988).
- JENNINGS, S., Pawson, M G.. The origin and recruitment of bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae to nursery areas. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 72, 199-212, (1992).
- JOBLING, M., Some effects of temperature, feeding and body weight on nitrogenous excretion in young plaice (*Pleuronectes platessa* L.), *J. Fish Biol.*, 18, 87-96, (1981).
- JOBLING, M. Fish Bioenergetics, Chapman & Hall, London, Pp: 309, (1994).

- JOBLING, M., Do changes in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fillet fatty acids following a dietary switch represent wash-out or dilution? Test of a dilution model and its application, *Aquac. Res.*, 34, 1215-1221, (2003).
- JUTFELT, F., Olsen, R.E., Björnsson, B.T., Sundell, K., Parr-smolt transformation and dietary vegetable lipids affect intestinal nutrient uptake, barrier function and plasma cortisol levels in Atlantic salmon, *Aquaculture*, 273, 298-311, (2007).
- KAJIMURA, M., Iwata, K., Numata, H., Diurnal nitrogen excretion rhythm of the functionally ureogenic gobiid fish *Mugilogobius abei*, *Comp. Biochem. Physiol.*, B131, 227-239, (2002).
- KAUSHIK, S J., Cowey, C B., Dietary factors affecting nitrogen excretion by fish, in: Cowey, C.B., Cho, C.Y. (Eds.), *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste*, Proceedings of the First International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste, Ontario, 5-8 June, University of Guelph, Canada, Pp: 3-19, (1990).
- KAUSHIK, S., Médale, F., Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids, *Aquaculture*, 124, 81-97, (1994).
- KIKUCHI, K., Nitrogen excretion rate of Japanese flounder-a criterion for designing closed recirculating culture systems, *Bull. Fish. Res. Isr.*, 47, 112-118, (1995).
- KORSGAARD, B., Mommsen, T P., Wright, P A., Nitrogen excretion in teleostean fish: adaptive relationships to environment, ontogenesis and viviparity, in: Walsh, P.J., Wright, P.A. (Eds.), *Nitrogen Metabolism and Excretion*, CRC Press, Boca Raton, FL, Pp: 259-287, (1995).
- LAM, S S., Ambak, M A., Jusah, A., Law, A T., Waste excretion of marble goby (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker) fed with different diets, *Aquaculture*, 274, 49-56, (2008).
- LEVI, G., Morisi, G., Coletti, A., Catanzaro, R., Free amino acids in fish brain: normal levels and changes upon exposure to high ammonia concentrations in vivo and upon incubation of brain slices, *Comp. Biochem. Physiol.*, A49, 623-636, (1974).
- LINARES, F., Henderson, R J., Incorporation of <sup>14</sup>C-labelled polyunsaturated fatty acids by juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) in vivo, *J. Fish Biol.*, 38, 335-347, (1991).
- MANANOS, E. L., Zanuy, S., Carrillo, M., Photoperiodic manipulations of the reproductive cycle of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and their effects on gonadal development, and plasma 17 $\beta$ -estradiol and vitellogenin levels, *Fish Physiology and Biochemistry*, 16, 211-222, (1997).
- MARANGOS, C., Yagi, H., Ceccaldi, H. J., The role of temperature and salinity on hatching rate and morphogenesis during embryo development in *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Teleostei, Serranidae), *Aquaculture*, 54, 287-300, (1986).
- MARTINEZ-LLORENS, S., Moñino, A V., Tomás, A., Pla, M., Jover, M., Soybean meal as partial dietary replacement for fish meal in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on growth, nutritive efficiency and body composition, *Aquac. Res.*, 38, 82-90, (2007).
- MARTINS, D A., Gomes, E., Rema, P., Dias, J., Ozório, R O A., Valente, L M P., Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels, *Aquaculture International*, 14, 285-295, (2006).
- MAYNARD, L A., Loosli, J K., *Animal Nutrition*. McGraw-Hill, New York, (1969).
- MÉDALE, F., Brauge, C., Vallée, F., Kaushik, S J., Effects of dietary protein/energy ratio, ration size, dietary energy source and water temperature on nitrogen excretion in rainbow trout, *Water Sci. Technol.*, 31, 185-194, (1995).
- MÉDALE F., Boujard, T., Vallee, F., Blanc, D., Mambrini, M., Roem, A., Kaushik, S J., Voluntary feed intake, nitrogen and phosphorus losses in rainbow trout., *Oncorhynchus mykiss* fed increasing dietary levels of soy protein concentrate. *Aquat. Living Resour.*, 11, 239-246, (1998).
- MISTRY, A C., Honda, S., Hirata, T., Kato, A., Hirose, S., Eel urea transporter is localized to chloride cells and is salinity dependent, *Am. J. Physiol.*, 281, R1594-R1604, (2001).

- MONTERO, D., Robaina, L., Caballero, M J., Gines, R., Izquierdo, M S., Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: a time course study on the effect of a re-feeding period with 100% fish oil diet, *Aquaculture*, 248, 121-134, (2005).
- MORAIS S., Koven W., Rønnestad I., Dinis M T., Conceição L E C., Dietary protein:lipid ratio and lipid nature affects fatty acid absorption and metabolism in a teleost larva, *British Journal of Nutrition*, 93, 813–820 (2005).
- MORGAN, D J., Iwama, G K., Measurements of stressed states in the field, ed: Iwama G K., Pickering A D., Sumpter, J P., Schreck C B., *Fish Stress and Health in Aquaculture*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, Pp: 247-268, (1997).
- MOURENTE, G., Bell, J G., Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study: effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Comp. Biochem. Physiol.* 145B, 389–399, (2006).
- MOURENTE, G., Dick, J R., Bell, J G., Tocher, D R., Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and  $\beta$ -oxidation of [ $1\text{-}^{14}\text{C}$ ]18:3n-3 (LNA) and [ $1\text{-}^{14}\text{C}$ ]20:5n-3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 248, 173–186, (2005).
- MOURENTE, G., Dick, J R., Influence of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on the metabolism of [ $1\text{-}^{14}\text{C}$ ] 18:3n-3 in isolated hepatocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), *Fish. Physiol. Biochem.*, 26, 297-308, (2002).
- MOURENTE, G., Good, J E., Bell, J G., Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins  $E_2$  and  $F_{2\alpha}$ , immune functions and effectiveness of a fish oil finishing diet, *Aquacult. Nutr.*, 11, 25-40, (2005).
- NATHANAILIDES, C., Lopez-Albors, O., Abellan, E., Vazquez, J M., Tyler, D D., Rowleron, A., Stickland, N C., Muscle cellularity in relation to somatic growth in the European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.), *Aquaculture Research*, 27, 885-889, (1996).
- NAYLOR, R L., Goldberg, R J., Primavera, J H., Kautsky, N., Beveridge, M C M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., Effects of aquaculture on world fish supplies, *Nature*, 405, 1017-1024, (2000).
- NAYLOR, R L., Goldberg, R J., Mooney, H., Beveridge, M., Clay, J., Folke, C., Kautsky, N., Lubchenco, J., Primavera, J., Williams, M., Nature's subsidies to shrimp and salmon farming, *Science*, 282, 883-884, (1998).
- NRC, (National Research Council), *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington, DC, USA. Pp 114, (1993).
- OLSEN, R E., Henderson, R J., Muscle fatty acid composition and oxidative stress indices of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in relation to dietary polyunsaturated fatty acid levels and temperature, *Aquaculture Nutrition*, 3, 227-238, (1998).
- OLSEN, Y., Skjervold H., Impact of latitude on n-3 fatty acids in wild Atlantic salmon. *Omega 3 News*, 6, 1-4, (1991).
- OLSEN, Y., Skjervold H., Variation in content of w3 fatty acids in farmed Atlantic salmon, with special emphasis on effects of non-dietary factors. *Aquac. Int.*, 3, 22-35, (1995).
- ØSTBYE, T K., Kjær, M A., Rørå, A M B., Torstensen, B., Ruyter, B., High n-3 HUFA levels in the diet of Atlantic salmon affect muscle and mitochondrial membrane lipids and their susceptibility to oxidative stress, *Aquacult. Nutr.*, Doi:10.1111/j.1365-2095.2009.00721.x., (2009).
- OXLEY, A., Tocher, D R., Torstensen, B E., Olsen, R E., Fatty acid utilisation and metabolism in caecal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed dietary fish or copepod oil, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1737, 119–129 (2005).

- PÄRT, P., Wright, P A., Wood, C M., Urea and water permeability in dogfish (*Squalus acanthias*) gills, *Comp. Biochem. Physiol.*, A119, 117-123, (1998).
- PALMERI, G., Turchini, G M., De Silva, S S., Short-term food deprivation does not improve the efficacy of a fish oil finishing strategy in Murray cod, Short-term food deprivation does not improve the efficacy of a fish oil finishing strategy in Murray cod, *Aquaculture Nutrition*, 15, 657-666, (2009).
- PERES, H., Oliva-Teles A., Influence of temperature on protein utilization in juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, 170, 337-348, (1999).
- PERES, H., Oliva-Teles, A., Effect of the dietary essential to non-essential amino acid ratio on growth, feed utilization and nitrogen metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, 256, 395-402, (2006).
- PÉREZ-CASANOVA, J C., Lall, S P., Gamperl, A K., Effect of feed composition and temperature on food consumption, growth and gastric evacuation of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.), *Aquaculture*, 294, 228-235, (2009).
- PETROPOULOS, I K., Thompson, K D., Morgan, A., Dick, J R., Tocher, D R., Bell, J G., Effects of substitution of dietary fish oil with a blend of vegetable oils on liver and peripheral blood leucocyte fatty acid composition, plasma prostaglandin E<sub>2</sub> and immune parameters in three strains of atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture Nutrition*, 15, 596-607, (2009).
- PERSON-Le RUYET J., Skalli A., Dualu B., Le Bayon N., Le Delliou H., Robin J H., Does dietary n-3 highly unsaturated fatty acids level influence the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) capacity to adapt to a high temperature? *Aquaculture* 242, 571-588, (2004).
- PICKETT, G D., Pawson, M G., *Sea Bass: Biology, Exploitation and Conservation*. Fish and Fisheries Series 12, Chapman and Hall, London, (1994).
- PICKOVA, J., Kiessling, A., Pettersson, A., Dutta, P C., Comparison of fatty acid composition and astaxanthin content in leathy and by M74 affected salmon eggs from three Swedish river stocks. *Comp. Biochem. Physiol.*, 120B, 265-271, (1998).
- PIEDECAUSA, M A., Mazón, M J., García García, B., Hernández, M D., Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*), *Aquaculture*, 263, 211-219, (2007).
- PRATOOMYOT, J., Bendiksen, E Å., Bell, J G., Tocher, D R., Effects of increasing replacement of dietary fishmeal with plant protein sources on growth performance and body lipid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture*, (Basimda).
- RAMNARINE, I W., Pirie, J M., Johnstone, A D F., Smith, G W., The influence of rationsize and feeding frequency on ammonia excretion by juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* L., *J. Fish Biol.*, 31, 545-559, (1987).
- REGOST, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, S J., Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*): 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism, *Aquaculture*, 217, 465-482, (2003).
- REMEN, M., Imsland, A K., Stefensson, S O., Jonarsen, T M., Foss, A., Interactive effects of ammonia and oxygen on growth and physiological status of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*), *Aquaculture*, 274, 292-299, (2008).
- RICHARD, N., Mourente, G., Kaushik, S., Corraze, G., Replacement of a large portion of fish oil by vegetable oils does not affect lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in European seabas (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture*, 261, 1077-1087, (2006).
- RINGØ, E., Hatchery-reared landlocked Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from Lake Takvatn reared in fresh and sea water. II. The effect of salinity on the digestibility of protein, lipid and individual fatty acids in a capelin roe diet and commercial feed, *Aquaculture*, 93, 135-142, (1991).
- ROBAINA, L., Corraze, G., Aguirre, P., Blanc, D., Melcion, J P., Kaushik, S., Digestibility, postprandial ammonia excretion and selected plasma metabolites in European sea bass (*Dicentrarchus*

- labrax*) fed pelleted or extruded diets with or without wheat gluten, *Aquaculture*, 179, 45-56, (1999).
- ROSEN LUND, G., Obach, A., Sandberg, M G., Standal, H., Tveit, K., Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *Aquacult. Res.*, 32, 323-328, (2001).
- RØS JØ, C., Nordrum, S., Olli, J J., Krogdahl, Å., Ruyter, B., Holm, H., Lipid digestibility and metabolism in Atlantic salmo (*Salmo salar*) fed medium-chain triglycerides, *Aquaculture*, 190: 65-76, (2000).
- RUMSEY, G., Siwicki, A., Anderson, D., Bowser, P., Effect of soybean protein on serological response, non-specific defense mechanisms, growth, and protein utilization in rainbow trout. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 41, 323-329, (1994).
- RUSSELL, N R., Fish J. D., Wootton, R J., Feeding and growth of juvenile sea bass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency, *Journal of Fish Biology*, 49, 206-220, (1996).
- RYCHLY, J., Nitrogen balance in trout: II. Nitrogen excretion and retention after feeding diets with varying protein and carbohydrate levels, *Aquaculture*, 20, 343-350, (1980).
- SÁNCHEZ LOZANO, N B., Vidal, A T., Martínez-Llorens, S., Mérida, S N., Blanco, J E., Moñino López, A., Torres, M P., Cerdá, M J., Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal, *Aquaculture*, 272, 528-534, (2007).
- SANDS, J M., Timmer R T., Gunn R B., Urea transporters in kidney and erythrocytes, *Am. J. Physiol.*, 238, R207-R212, (1997).
- SARGENT, J R., The structure metabolism and function of lipids in marine organisms. *Biochem. Biophys. Perspect, Marine Biology*, 3, 149-212, (1976).
- SARGENT, J R., Bell, G. McEvoy, L. Tocher, D. Estevez, A., Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish, *Aquaculture*, 177, 191-199, (1999).
- SARGENT, J R., Tocher D R., Bell J G., The lipids. In: Halver JE, Hardy RW (eds) *Fish Nutrition*, Academic Press, Elsevier, San Diego, Pp: 181-257, (2002).
- SCHUENKE M., Wodtke E., Cold-induced increase of  $\Delta 9$ - and  $\Delta 6$ -desaturase activities in endoplasmic membranes of carp liver. *Biochim. Biophys. Acta*, 734, 70-75, (1983).
- SEILIEZ, I., Panserat, S., Corraze, G., Kaushik, S., Bergot, P., Cloning and nutritional regulation of a  $\Delta 6$ -desaturase-like enzyme in the marine teleost gilthead seabream (*Sparus aurata*), *Comp. Biochem. Physiol.*, 135 (B), 449-460, (2003).
- SKALLI, A., Robin, J H., Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: growth and fatty acid composition, *Aquaculture*, 240, 399-415, (2004).
- SOLORZANO, I., Determination of ammonia in natural waters by the phenol-hypochlorite method, *Limnol. Oceanogr.*, 14, 799-801, (1969).
- STAURNES, M., Rainuzzo, J R., Sigholt, T., Joergensen, L., Acclimation of Atlantic cod (*Gadus morhua*) to cold water. Stress response, osmoregulation, gill lipid composition and gill Na-K-ATPase activity, *Comp. Biochem. Physiol.*, 109 (A), 413-421, (1994).
- TACON, A G. J., Metian, M., Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects, *Aquaculture*, 285, 146-158, (2008).
- TACON, A G. J., Hasan, M R., Subasinghe, R P., Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications, *FAO Fisheries Circular No, 1018*, FAO, Rome, Pp: 99, (2006).
- TIBBETTS, S M., Milley, J E., Lall, S P., Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758), *Aquaculture*, 261, 1314-1327, (2006).

- TIDWELL, J H., Allan, G L., Fish as food: Aquaculture's contribution: ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries, European Molecular Biology Organization, EMBO Report 2, 958-963, (2002).
- TNG, Y Y M., Wee, N L J., Ip, Y K., Chew, S F., Postprandial nitrogen metabolism and excretion in juvenile marble goby, *Oxyeleotris marmorata* (Bleeker, 1852), Aquaculture, 284, 260-267, (2008).
- TOCHER, D R., Bendiksen, E Å., Campbell, P J., Bell, J G., The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish, Aquaculture, 280, Issues 1-4, 21-34, (2008).
- TOCHER, D R., Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish, Rev. Fish. Sci., 11, 107-184 (2003).
- TOCHER D R., Fonseca-Madrigal J., Dick J R., Ng W.-K., Bell L G., Campbell P J., Comparative Biochemistry and Physiology Part B, 137, 49-63, (2004).
- TORSTENSEN, B E., Li Ø., Frøyland L., Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)-effects of capelin-, palm- and oleic acid enriched sunflower oil as dietary lipid sources, Lipids 35, 653-664, (2000).
- TORSTENSEN, B E., Frøyland, L., Ørnsrud, R., Lie, Ø., Tailoring of a cardioprotective muscle fatty acid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed vegetable oils, Food. Chem., 87, 567-580, (2004).
- TRUSHENSKI, J T., Boesenberg, J., Influence of dietary fish oil concentration and finishing duration on beneficial fatty acid profile restoration in sunshine bass *Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂, Aquaculture, 296, 277-283, (2009).
- TULLI, F., Vachot, C., Tibaldi, E., Fournier, V., Kaushik, S J., Contribution of dietary arginine to nitrogen utilization and excretion in juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets differing in protein source, Comp. Biochem. Physiol., A147, 179-188, (2007).
- TURCHINI, G M., Torstensen, B E., Ng, W., Fish oil replacement in finfish nutrition, Reviews in Aquaculture 1, 10-57, (2009).
- TURCHINI G M., Francis, D S., De Silva, S S., Modification of tissue fatty acid composition in Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) resulting from a shift from vegetable oil diets to a fish oil diet, Aquac. Res., 37, 570-585, (2006).
- TURCHINI, G M., Francis, D S., De Silva, S S., A whole body, in vivo, fatty acid balance method to quantify PUFA metabolism (desaturation, elongation and beta-oxidation), Lipids 42: 1065-1071, (2007).
- WALLAERT, C., Babin, P J., Circannual variation in the fatty acid composition of high-density lipoprotein in phospholipids during acclimatization in trout, Biochim Biophys Acta, 1210, 23-26, (1993).
- WALSH, P.J., Nitrogen excretion and metabolism. In: Evans, D H. (Eds.), The Physiology of Fishes. CRC Press, Boca Raton, Pp: 199-214, (1998).
- WASSEF, E A., Shalaby, S H., Sakr, E M., Evaluation of three plant oils in practical diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead seabream (*Sparus aurata*), Paper presented in 11th International Symposium of Nutrition and Feeding in Fish, Book of Abstract, Phuket Island, Thailand, 2-7 May 2004, Pp: 82, (2004).
- WASSEF, E.A., Saleh, N.E., El-Hady, A.E., Vegetable oil blend as alternative lipid resources in diets for gilthead seabream, *Sparus aurata*, Aquaculture Int., 17, 421-435, (2009).
- WILKIE, M P., Review: Mechanism of ammonia excretion across fish gills, Comp. Biochem. Physiol., A118, 39-50, (1997).
- WILKIE, M P., Ammonia excretion and urea handling by fish gills: present understanding and future research challenges, J. Exp. Zool., 293, 284-301, (2002).

- WODTKE, E., Cossins, A R., Rapid cold-induced changes in membrane order and  $\Delta 9$  desaturase activity in endoplasmic reticulum of carp liver: a time-course study of thermal acclimation. *Biochim. Biophys. Acta*, 1064, 343-350, (1991).
- WOOD, C M., Nitrogen Excretion, Influence of feeding, exercise, and temperature on nitrogen metabolism and excretion (Eds. Wright, P, Anderson, P.), Academic Press, San Diego, Pp: 358, (2001).
- WRIGHT, P A., Review: Nitrogen excretion: three end products, many physiological roles, *J. Exp. Biol.*, 198, 273-281, (1995).
- VAGNER, M., Robin, J H., Zambonino Infante, J L., Person-Le Ruyet, J., Combined effects of dietary HUFA level and temperature on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae development, *Aquaculture*, 266, 179-190, (2007).
- VENTRELLA, V., Pagliarani, A., Pirini,, Trigari, M G., Trombetti, F., Borgatti, A R., Lipid composition and microsomal ATPase activities in gills and kidneys of warm and cold acclimated sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), *Fish Physiol. Biochem.*, 12, 293-304. (1993).
- VIOLA, S., Arieli, Y., Nutrition studies with tilapia hybrids. 2. The effects of oil supplements to practical diets for intensive aquaculture, *Bamidgeh*, 35, 44-52, (1983).
- YILDIZ, M., Şener, E., Effect of dietary supplementation with soyabean oil, sunflower oil or fish oil on the growth of seabass (*Dicentrarchus labrax* L, 1758), *Cah, Méditerr*, 22, 225-234, (1997).
- ZAR, J H., *Biostatistical Analysis*, fourth ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey (1996).

**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

<b>Proje No: 106O195</b>
<b>Proje Başlığı:</b> Farklı Su Sıcaklıklarında, Avrupa Deniz Levreği ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) Yemlerindeki Balık Yağının, Kanola ve Pamuk Tohumu Yağlarıyla Değiştirilmesi
<b>Proje Yürütücüsü:</b> Doç.Dr. O. Tufan EROLDOĞAN <b>Araştırmacılar:</b> Doç.Dr. M. Ali GÖKÇE; Yrd.Doç.Dr. Oğuz TAŞBOZAN; Yrd.Doç.Dr. Kenan ENGİN; Dr. A. Gül KİRİŞ; Arş.Gör. Suhan TABAKOĞLU; Arş.Gör. Teslime TOKU; Arş.Gör. H. Asuman YILMAZ; Arş.Gör. Abdüllatif ÖLÇÜLÜ
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü. 01330 Adana.
<b>Destekleyen Kuruluşlar Adı Ve Adresi:</b> <b>Ana Destekleyen Kuruluşlar:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>AKUVATUR A.Ş.</b> Mansuroğlu Mah. 295/2 Sok. No:1, Ege Sun Plaza A Blok Kat:2 Daire: 220. 35010 Bayraklı İzmir.</li><li>• <b>SİBAL A.Ş. Black Sea Feed.</b> İstoç 9. Ada NO:61-67 Bağcılar, İstanbul.</li></ul> <b>Yan Destekçi Kuruluşlar:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>KILIÇ DENİZ YEM.</b> Kemikler Köyü Mevkii, Milas-Bodrum Karayolu 18. Km. 48200. Milas-Muğla.</li><li>• <b>AGROMEY GIDA VE YEM SANAYİ TİCARET A.Ş.</b> İsmet Kaptan Mah. Şair Eşref Blv. No:48 Kat:5 Tuzcuoğlu İş Merkezi 35220. Alsancak, Konak, İzmir.</li></ul>
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 01.06.2006 ve 01.08.2010 (1 yıl ek süre ile birlikte)
<b>Öz</b> <p>Bu proje ile pamuk tohumu (PTY) ve kanola (KY) yağlarının Avrupa deniz levreği bireyleri yemlerinde kullanımı araştırılmıştır. I. Grup Denemeleri sonunda balık yağının %100'a kadar PTY ile değiştirilebileceği ancak tüm vücut ve kaslardaki n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin azaldığı bulunmuştur. Nitrojenli atık miktarında önemli ölçüde bir değişiklik bulunmamıştır. II. Grup Denemelerinde ise tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerin levrek bireyleri tarafında değerlendirildiği tamamen KY ile beslenen bireylerin ise kontrol grubu bireyleriyle aynı büyüme elde edilirken, kontrol grubuna en yakın yağ asidi profili tamamen PTY'li grup bireylerinde gözlenmiştir. %100 bitkisel yağlarla beslenen bireylerin doymamış yağ asitlerini daha az sindirdikleri ilk defa levrek türünde belirlenmiştir. Özellikle tamamen bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen levrek bireylerinde enerji bütçesinin araştırılması gerektiği ortaya konmuştur. III. Grup Denemelerinde ise test yemlerinde kullanılan bitkisel yağların yağ asidi metabolizması üzerine su sıcaklığından daha etkili olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, su sıcaklığının polar lipitleri nötral lipitlere göre daha fazla etkilediği ve balıkların polar lipitleri daha fazla kullandıkları belirlenmiştir.</p>
<b>Fikri Ürün Bildirim Formu</b> Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Avrupa deniz levreği, <i>Dicentrarchus labrax</i> , pamuk tohumu yağı, kanola yağı, büyüme, nitrojenli atıklar, yağ asidi kompozisyonu



### **Projeden Yapılan Yayınlar:**

- EROLDOĞAN, O.T., Gökçe, M.A., Tasbozan, O., Engin, K., Tabakoğlu, S., Proje Tanıtımı Yapılmıştır. "AR-GE Proje Pazarı Platformu Türkiye'de Balık Yemi Üretimi-Proje no: AR-GE PPP-111" 24-25 Mayıs 2007, Sapanca, İstanbul. [Proje verilerinden üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Tasbozan, O., Engin, K., Gökçe, M.A., Tabakoğlu S., Kiriş G.A., Yılmaz H.A., Ölçülü, A., Yemlerdeki Balık Yağına Alternatif Bitkisel Yağ Kaynakları, XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Muğla. (2007) s: 364. [Proje verilerinden üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Kiriş, G.A., Taşbozan, O., Yılmaz, H.A., Ölçülü, A., Interacting Effects of Cycling Starvation and Dietary Lipid Levels on Growth and Fatty Acid Retention of European Sea Bass, XIII. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Florianópolis-Brezilya, (2008) p: 64. [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Kumlu, M., Kiriş, G.A., Ölçülü, A., Yılmaz, H.A., Does a single phase of starvation influence compensatory growth and muscle fatty acid composition in sea bream and European sea bass?, XIII. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Florianópolis-Brezilya, (2008). [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- YILMAZ, H.A. Açlık ve Yemleme Sıklığının Çipura (*Sparus aurata*) Yavrularında Büyüme ve Yem Alımı Üzerine Etkileri (Yüksek lisans), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 2008. [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- ÖLÇÜLÜ A.. Yeşil Kaplan Karidesi (*Penaeus semisulcatus*)'nin Beslenmesinde Kullanılan Yapay Yemlerde Optimum Protein Düzeyinin Belirlenmesi (Yüksek lisans), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 2008. [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Taşbozan, O., Tabakoğlu, S., Effects of Restricted Feeding Regimes on Growth and Feed Utilization of Juvenile Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata*, The World Aquaculture Society, 39: 267-274 (2008). [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- ENGİN, K., Eroldoğan, O.T., Yılmaz, H.A., Özşahinoğlu, I., Taşbozan, O., The Effects of Fish Oil Replacement by Canola and/or Cotton Seed Oil on Ammonia and Urea Excretion Rates in Juvenile European Sea Bass *Dicentrarchus labrax*, New Research Frontiers: Novel Approaches for Evolving Needs. European Aquaculture Society, Trondheim- Norway, (2009) pp175. [Proje verilerinden üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Taşbozan, O., Engin, K., Yılmaz, H.A., Tabakoğlu, S., Gökçe, M.A., Effects of Dietary Cottonseed Oil Level on Growth Performance and Fatty Acid Composition of Juvenile European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), Aquaculture European 09. New Research Frontiers: Novel Approaches for Evolving Needs. European Aquaculture Society, Trondheim- Norway, (2009) pp 177. [Proje verilerinden üretilmiştir]
- YILMAZ, H.A., Eroldoğan, O.T., Engin, K., Ölçülü, A., Taşbozan, O., Türkmen, S., Partial and Total Substitution of Fish Oil Eith Canola and Cotton Seed Oils in Diets for European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*): Effects of Flesh and Whole Body Fatty Acid Composition, XIV. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Qingdao-

Çin, (2010) P22, pp 174. [Proje verilerinden üretilmiştir]

- ENGİN, K., Eroldoğan, O.T., Özşahinoğlu, I., Taşbozan, O., Yılmaz, H.A., Yıldız, M., Mumoğullarında, P., The Effects of Fish Oil Replacement By Increasing Levels of Cotton Seed Oil On Ammonia and Urea Excretion Rates in Juvenile European Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*, XIV. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Qingdao-Çin, (2010) O10 pp 56. [Proje verilerinden üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Çiçek, I.C., Yılmaz, H.A., Dedeler, H., Türkmen, S. Gastrointestinal Evacuation Time in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Fed Diets Containing Mixture of Vegetable Oils at High Temperature, XIV. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Qingdao-Çin, (2010) P249, pp 401. [Proje verilerinden üretilmiştir]
- YILMAZ, H.A., Eroldoğan, O.T., Combined Effects of Cycled Starvation and Feeding Frequency on Growth and Oxygen Consumption of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*), The World Aquaculture Society, (basımda), (2010). [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- DİKEL, S., Ünalın, B., Eroldoğan, O.T., Özlüer, A., Effects of Dietary L-carnitine Supplementation on Growth, Muscle Fatty Acid Composition and Economic Profit of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, (basımda), (2010). [Proje desteğiyle üretilmiştir]
- EROLDOĞAN, O.T., Yılmaz, H.A., Arslan, M., Sirkecioğlu, A.N., Engin, K., Türkmen, S., Çiçek, I.C., Dedeler, H., Apparent Digestion of Nutrient and Fatty Acid in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fed Rapeseed- or Cottonseed Oil-Based Diets, Seafarming Tomorrow, Aquaculture Europe 2010, Porto-Portugal, (2010). [Proje verilerinden üretilmiştir]

#### **Değerlendirmeye Gönderilmiş veya Gönderilmek Üzere Olan Makaleler:**

- O. Tufan Eroldoğan, Giovanni M. Tuchini, H. Asuman Yılmaz, Kenan Engin, Oğuz Taşbozan, Abdullatif Ölçülü, İlgin Özşahinoğlu, Pınar Mumoğullarında. Potentialities of cottonseed oil as fish oil replacer in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) diet. *Aquaculture Nutrition*. Başvurusu: 30 Eylül 2010 tarihinde ANU-10-179 referans numarası ile başvurusu yapılmıştır.
- Kenan Engin, O. Tufan Eroldoğan, H. Asuman Yılmaz, İlgin Özşahinoğlu, Oğuz Taşbozan, Pınar Mumoğullarında. The effects of fish oil replacement by canola and/or cotton seed oil on ammonia and urea excretion rates in the juvenile European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture Nutrition*. Başvurusu: 22 Kasım 2010 tarihinde, ANU-10-198 referans numarası ile başvurusu yapılmıştır.
- Hatice Asuman Yılmaz, O.T. Eroldoğan, K. Engin, A. Ölçülü, P. Mumoğullarında, I. Özşahinoğlu. Partial and total replacement of fish oil either canola or cotton seed oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): effects on flesh and whole body fatty acid composition. *Aquaculture Research*.