

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurettin Noyan ÖÇAL

**FARKLI SICAKLIKLARDA KISA SÜRELİ AÇLIK VE GERİ BESLEMENİN
AVRUPA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*) LİPİT METABOLİZMASI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SICAKLIKLARDA KISA SÜRELİ AÇLIK VE GERİ BESLEMENİN
AVRUPA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*) LİPİT METABOLİZMASI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Nurettin Noyan ÖÇAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Bu tez 25/02/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Birliği/Oyçokluğu ile Kabul edilmiştir.

.....
Doç.Dr. Tufan EROLDOĞAN
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Mahmut YANAR
ÜYE

.....
Doç.Dr. Cüneyt SÜZER
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: SÜF2011YL08

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SICAKLIKLARDA KISA SÜRELİ AÇLIK VE GERİ
BESLEMENİN AVRUPA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*) LİPİT
METABOLİZMASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Nurettin Noyan ÖÇAL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN

Yıl: 2013, sayfa: 75

Jüri : Doç.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN

: Prof.Dr. Mahmut YANAR

: Doç.Dr. Cüneyt SUZER

Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) ile gerçekleştirilen çalışmada balıklar iki gruba ayrılmış ve su sıcaklıkları 22°C ve 15°C olacak şekilde belirlenerek ve 30 gün boyunca beslenmiş ve ardından 9 günlük bir açlık periyoduna maruz bırakılmışlardır. Bu açlık periyodu sonunda 15°C grubuna ait 4 tankın ikisinin su sıcaklığı 24 saat içerisinde 22°C'ye çıkarılmış ve her grup için 12 günlük geri besleme periyodu başlatılmıştır. Açlık ve geri besleme periyodunun belirlenen günlerinde ventral ve dorsal kas bölgeleri ve karaciğer örneklemeleri yapılmıştır. Genel olarak 30 günlük besleme periyodu ardından tüm sıcaklık gruplarının plazma metabolitleri trigliserit, glikoz ve kolesterol seviyelerinde açlık periyodunun ilk günü ile birlikte bir düşüş ve geri besleme ile miktarlarında kuvvetli bir artış ve geri besleme periyodu sonunda sabit kalma eğilimi görülmektedir. Sonuç olarak, kısa süreli açlık sonrası levreğin hızlı metabolik düzenlemeler gerçekleştirebildiği ve bu metabolik ayarlamaların sıcaklık ve besin miktardan önemli derecede etkilendiğini gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Dicentrarchus labrax*, yağ asiti, glikoz, trigliserit, kolesterol.

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECTS OF SHORT STARVATION AND REFEEDING ON LIPIT METABOLISM IN EUROPEAN SEA BASS (<i>Dicentrarchus labrax</i>) AT DIFFERENT TEMPERATURES
--

Nurettin Noyan ÖÇAL

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AQUACULTURE**

Supervisor : Assoc.Prof.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
Year: 2013, Pages: 75
Jury : Assoc.Prof.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
: Prof.Dr. Mahmut YANAR
: Assoc.Prof.Dr. Cüneyt SUZER

This study is conducted with European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) and the fish were divided into two groups and the water temperature is determined as 22°C and 15°C. And then the fish were fed for 30 days and starved for 9 days. At the end of starvation period the water temperature of two tanks which belong to 15°C group, was increased to 22°C degree within 24 hours and later all groups were refeed for 12 days. Liver, ventral, dorsal muscle and plasma were sampled on determined days. Generally, after the 30 days feeding period a strong decrease had been observed for the levels of plasma metabolites, (triglyceride, glucose and cholesterol) with the starvation period for all temperature groups. By the beginning of refeeding period the levels of plasma metabolites had been recovered their self immediately and stay stable at the end of the refeeding period. In conclusion, results of this study showed that sea bass experience rapid metabolic adjustments to both short starvation and refeeding and that water temperature significantly influences the metabolic responses to these nutritional challenges.

Keywords: *Dicentrarchus labrax*, fatty acid, glucose, triglyceride, cholesterol.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tezimin hayata geçirilmesi süresince özverisini, bilgisini ve sabrını esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Doç.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN'a, desteğini her zaman yanımda hissettiğim sayın Prof.Dr. Metin KUMLU'ya ve yüksek lisans öğrenimime başlamamda emeklerini esirgemeyen sayın Yrd.Doç.Dr. Oğuz TAŞBOZAN'a minnet ve saygılarımı sunarım.

Tezim süresince ve laboratuvar çalışmalarımda bana destek veren Arş.Gör. Asuman YILMAZ, Arş.Gör. Serhat TÜRKMEN, Arş.Gör. Abdullatîh ÖLÇÜLÜ, Uzman İbrahim DEMİRKALE ve Yük. Su Ürünleri Müh. İlker ALTINÖZ'e teşekkür ederim.

Çalışmam ve öğrenim hayatım boyunca bana inanıp beni destekleyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Açlık Metabolizması	5
2.1.1. Açlık Metabolizması ve Yağ asitleri	6
2.1.2. Trigliseritler	9
2.1.3. Glikojen	10
2.1.4. Kolesterol	11
2.2. Açlık ve Sıcaklık İlişkisi	13
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Materyal	17
3.2. Deneme Dizaynı ve Yönetimi	18
3.3. Ölçümler ve Örneklem	19
3.3.1. Çevresel Parametreler	19
3.3.2. Büyüme Performansı Ölçümleri	19
3.3.3. Kan Örneklerinin Alımı	20
3.3.3.1. Plazma Metabolitleri Analizleri	22
3.3.4. Besin Madde Bileşenleri Analizleri	22
3.3.4.1. Kuru Madde ve Kül Analizi	22
3.3.4.2. Protein Analizi	23
3.3.4.2. Lipit ve Yağ Analizleri	24
3.4. İstatistik Analiz	25
4. BULGULAR	27

4.1. Çevresel Parametreler	27
4.2. Büyüme Performansı.....	27
4.3. Besinsel Kompozisyon	32
4.4. Kan Parametreleri	37
4.5. Yağ Asiti Miktarı	40
5. TARTIŞMA	49
5.1. Büyüme performansı ve Besinsel Kompozisyon	52
5.2. Plazma Metabolitleri	54
5.3. Yağ Asitleri Değişimi	57
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan ticari levrek yeminin besinsel kompozisyonu (Çamlı yem 4mm).....	17
Çizelge 4.1. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan 30 gün besleme, 9 gün açlık ve 12 gün geri beslemeye alınan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinde büyüme performansı değerleri	29
Çizelge 4.2. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan 30 gün besleme, 9 gün açlık ve 12 gün geri beslemeye alınan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin hepatosomatik indeks (HSI) ve viserosomatik indeks (VSI) değerleri	31
Çizelge 4.3. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan ve 30 gün besleme, 9 gün açlık ve 12 gün geri beslemeye alınan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin dorsal kas besin madde bileşenleri değerleri	34
Çizelge 4.4. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan ve 30 gün besleme, 9 gün açlık ve 12 geri beslemeye alınan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin ventral kas besin madde bileşenleri değerleri.....	36
Çizelge 4.5. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin ventral kas yağ asiti değerleri.	48
Çizelge 4.6. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin dorsal kas yağ asiti değerleri..	42

Çizelge 4.7. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin karaciğer yağ asiti değerleri.....	48
Çizelge 4.8. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) bireylerinin ventral kas, dorsal kas ve karaciğer örneklerinin DYA, TDYA, n-3 ÇDYA ve n-6 ÇDYA değerleri... ..	51

- Şekil 3.1. Deneme şeması. Şekil üzerindeki 30B, 30 gündür beslenmiş; 1A, 3A ve 9A sırasıyla 1, 3 ve 9 gün açlığı belirtirken 1B, 3B ve 12B sırasıyla 1, 3 ve 12 göstermektedir 19
- Şekil 3.2. Deneme balıklardan örneklenecek bölgeler. (A) Yeşil bölge dorsal kas örnekleme yapıldığı bölgeyi, kırmızı bölge ise ventral kas örnekleme yapıldığı bölgeyi göstermektedir. (B) örnekleme yapılan kesit derinliğini göstermektedir (*Dicentrarchus labrax*, Foto LakkoMarseille).. 22
- Şekil 4.1. Deneme süresince 30 gün besleme (30B), (9) gün açlık ve (12) gün geri besleme uygulanan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) kombinasyonlarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinde ortalama ağırlık kazancı. 9A örneklemesine kadar şekilde temsil edilen her bir nokta 4 tanktan alınan 12 adet balığı (4 tekerrür x 3 balık=12 adet balık) temsil etmektedir. 1B ve 3B noktalarındaki ortalamaları temsil eden balık sayısı; 15°C, 15-22°C ve 22°C grupları için sırasıyla 6, 6 ve 12 adettir. 29
- Şekil 4.2. 30 gün besleme, 9 gün açlık ve 12 günlük geri besleme rejimine tutulan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) glikoz miktarı değişimi 31
- Şekil 4.3. Otuz gün besleme, 9 gün açlık ve 12 günlük geri besleme rejimine tutulan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) kolesterol miktarı değişimi 34

Şekil 4.4. Otuz gün besleme, 9 gün açlık ve 12 günlük geri besleme rejimine tutulan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği <i>Dicentrarchus labrax</i>) trigliserit miktarı değişimi	36
---	----

1. GİRİŞ

Tüm canlılar hayatlarının belirli bir döneminde, besin kaynaklarındaki kıtlık veya ani sıcaklık değişimleri gibi mevsimsel sebeplerden dolayı, ölüme sebebiyet verebilecek açlıkla karşılaşabilirler (McCue, 2010). Doğadaki açlık dönemlerinin sıklığı ve süresi mevsimsel olarak farklılık gösterebilmektedir (Ali ve ark. 2003; McCue, 2010). Örnek olarak, açlık periyodunun süresi kısa ve sık (gelgit olayı sebebiyle), kısa ve seyrek (hava şartları sebebiyle), uzun (mevsimsel döngüler) veya uzun ve sık (daimi hava şartları değişimleri ve canlıda meydana gelen çeşitli hormonal bozukluklar) şekilde olabilir. Buna karşılık, açlık terimi bir hayvanın sindirim sonrası bazı hormonal veya metabolik faaliyetleri vasıtasıyla beslenme fırsatından vazgeçebilmesi olarak ifade edilmektedir (Cherel ve ark. 1988; Doucett ve ark. 1999). Doğada, canlının besinlere ulaşma şansı olsa dahi, özellikle kış mevsimi gibi dönemlerde, açlığa maruz kaldığı bilinmektedir. Ayrıca, açlık döneminin ardından besinlerle alınan enerji; predatörlerden kaçma, ısı düzenlemesi veya üreme ile ilgili birçok davranış (eş arama, bölgesel savunma, kuluçkaya yatma ve yuva yapma) için kullanılmaktadır (Anderson ve Karasov, 1988; Cherel ve ark. 1988; Doucett ve ark. 1999; Barboza ve Jorde, 2001; Randall ve King, 2001).

Telafi büyümesi ise bir besin mahrumiyeti periyodu sonrası veya açlık sonrası elverişli koşullara tekrar dönüldüğünde, canlının büyümesindeki hızlı artış olarak tanımlanmaktadır (Ali ve ark. 2003). Deneysel anlamda telafi büyümesi, omurgalı canlılarda gözlemlenmesine rağmen, genellikle endotermilerden (kendi vücut ısınıyı meydana getiren) evcil kuş ve memelilerde çalışılmıştır (Wilson ve Osbourn, 1960; Sibly ve Calow, 1986). Diğer taraftan, kemikli balıklar (Teleost) ise vücut ısınıyı dışarıya göre düzenleyen ektodermiler olup, yaşam döngülerinin neredeyse her safhasında açlıkla karşılaştıkları için telafi büyümesinin sık gözlemlendiği gruplardandır. Bu sebeple, telafi büyümesi balıklarda diğer omurgalılara göre daha çok çalışılmıştır. Balıklar üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmalar sadece aç bırakmanın canlı üzerine etkileri üzerine olmayıp aynı zamanda mevsim dışı düşük sıcaklıklar, hipoksiya (oksijen yetersizliği), hastalıklara maruz kalma ve üreme faaliyetleri gibi büyümeyi

zora sokan etkenlerin analiz edilmesine öncülük etmiştir. Canlının yaşam döngüsü boyunca gerek biyotik gerek abiyotik etkilerin sebep olduğu açlık ile ilgili yapılmış çalışmalar ayrıca hem biyolojik hem de metabolik tepkileri açıklamaya yönelik unsurları da bünyesinde barındırmaktadır.

Ilıman ve yarı soğuk bölgelerde, birçok canlı yaz boyunca besin miktarının az ve enerji talebinin yüksek olduğu zaman dilimlerinde kullanılmak üzere kullanılacak olan enerjiyi yağ (lipit) olarak depo etmektedirler (Shul'man 1974; Reznick ve Braun 1987; Hutchings ve ark. 1999; Jobling ve Bendiksen 2003). Balıklarda, temel lipit sınıfları polar, apolar lipitler-kolesteroller, yağ asitleri ve trigliserollerdir (Jobling, 1994). Polar lipitler ve kolesteroller hücrel geçiş dokuların önemli birer parçasıdır (Henderson ve Tocher 1987). Yağ asitlerinin sadece küçük bir miktarı canlının dokularında bulunur ve yağ asitleri genellikle açlık, cinsiyet olgunlaşması ve yumurtlama periyodu boyunca temel bir enerji kaynağı olarak değerlendirilen apolartrigliseroller olarak depo edilirler (Sheridan, 1988).

Ilıman bölgelerde yayılım gösteren balıklar, yaşamları boyunca kısmen yüksek veya daha düşük sıcaklıklarda açlık periyotları sebebiyle besin alımlarında kesintiye uğradıkları mevsimsel bir döngüye maruz kalmaktadır (Ballart ve ark. 1997). Genellikle kış mevsiminde gerçekleşen açlık periyotları boyunca balıklar enerji rezervlerini kullanmaktadırlar. Deneysel koşullar altında, birçok türde gözlemlenen ortak özellik, ortam sıcaklığındaki düşüşle birlikte metabolik aktivite seviyesinde de bir düşüşün gözlemlenmesidir (Ayala ve ark. 2001). Yağlı balıklarda açlığın ilk üç ayında lipit metabolizmasının etkin bir şekilde devreye girdiği diğer taraftan beyaz kaslardaki protein yıkımının daha düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir (Guderley ve ark. 2003). Örnek olarak, Atlantik Cod (*Gadus morhua*) türünde, açlık ile birlikte ilk olarak karaciğer lipitlerinin metabolize edildiği daha sonra ise karaciğer glikojeni ve beyaz kullanıldığı bildirilmiştir (Guderley ve ark. 2003). Diğer taraftan sazangillerde ise karbonhidratlar açlık boyunca kullanılan ilk rezervlerken, (Ganong ve ark. 2003), Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) glukagon açlığın 4. gününden sonra arttığı belirlenmiştir (Claireaux, 1999).

Navarro ve Gutierrez (1995), levreklerde açlık periyodu ile birlikte lipitlerin etkin şekilde metabolize edildiğini bildirmişlerdir.

Literatürde genel bir fikir birliğinin sağlandığı açlık metabolizmasına etki eden faktörler bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, denemelere konu olarak değerlendirilmemesine rağmen dikkate alınması gereken ağırlık/yaş etmenidir. Avrupa deniz levreği yavruları ile aynı türün yetişkinlerinden toplanan veriler karşılaştırıldığında kısa süreli bir açlık periyodu (21 günlük) boyunca ilk olarak hepatosomatik indeks (HSI), kas trigliseritlerinde, ağırlık ve vücut proteinlerinde daha büyük olmak kaydı ile bir düşüşe paralel olarak, hepatik glikojen ve trigliseritlerin yoğun olarak kullanımını harekete geçirmektedir. Açlık metabolizmasına etki eden bir diğer faktör olan sıcaklık hakkında daha fazla bilgi bulunmaktadır. Açlık boyunca, sıcaklıkta bir artış, oksijen kullanımında bir artışı da tetiklemektedir. Levreklerde, kış şartlarında aynı türlerde elde edilen sonuçların tersine 16°C’de karın içi ve hepatik yağların yakılmasında azalma görülmektedir (Pastoureaud, 1991). Son olarak, açlık periyodunun uzunluğu ve ortam sıcaklığı canlının metabolizmasını ve rezervlerin harekete geçirilmesinde etki edecek faktörlerden biridir.

Avrupa deniz levreği, ortam koşullarına son derece hızlı adapte olabilen bir türdür. Avrupa sularında geniş yayılım gösteren sıcaklık şartlarında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Literatürde levrek üzerine gerçekleştirilmiş çalışmaların birer sonucu olarak canlının yetiştirilebilmesi için ideal su sıcaklıkları tespit edilmiştir. Yavru levrekler için en uygun (optimal) su sıcaklığı 22°C olarak rapor edilmiştir (Tesseyre, 1979; Zanuy ve Carillo, 1985). Kış koşullarında su sıcaklığı 10°C’de olduğu durumlarda büyüme ve yem alımı yavaşlamakta, 7°C’nin altında ise yem alımı tamamen kesildiği bildirilmiştir (Tesseyre, 1979). Geniş sıcaklık aralıklarında ve çeşitli coğrafik bölgede yetiştiriciliği yapılan levreğin Avrupa genelindeki yetiştiriciliğinin 2009 yılında 98.000 tonu bulması yetiştiricilik açısından önemini arttırmıştır (TÜİK, 2011). Türkiye’de 41.900 tonluk üretimi ile Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan balıklar arasında ilk sırada yer almaktadır (TÜİK, 2011). Gerek Avrupa gerekse ülkemiz için yüksek ekonomik değere sahip levrek yılın belirli

periyotlarında kısa veya uzun süreli açlığa maruz kalmaktadır. Bu açlık süresi sıcaklığında etkisiyle balık tarafından farklı stratejilerle karşılanmaktadır. Ancak, hem optimumu hem de düşük sıcaklıklarda kısa süreli açlık sürelerinin levreklerin farklı bölgelerindeki dokuların yağ asidi değişimi ve kanda yağ asidiyle ilgili metabolitlerin değişimi üzerine çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu sebeple, bu tez çalışmasının amacı, optimum (22°C) ve soğuk (15°C) su sıcaklıklarında tutulan levrek bireylerinin (50 g.), 9 günlük kısa süreli açlık periyodu boyunca (1., 3. ve 9. günlerde) ve 12 günlük geri besleme süresince boyunca (1., 3. ve 12. günde) kan metabolitlerinden kolesterol, trigliseritler ve glikoz seviyelerindeki değişimleri belirlemektir. Bu örnekleme sürelerinde ayrıca, beyaz, karın kası ve karaciğer dokularındaki yağ asidi değişimleri de araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca, 15°C’de tutulan bireyler açlık periyodunun (9 gün) ardından iki gruba ayrılarak bir grup 15°C devam ettirilirken diğer grup 22°C su sıcaklığına yükseltilerek su sıcaklık geçişinin yine plazma metabolitlerine ve yukarıda verilen dokulardaki yağ asitlerine olan etkileri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Açlık Metabolizması

Balıklar doğal ortamlarında çeşitli sebeplerle (sıcaklık, yumurtlama göçleri ve üreme gibi) beslenme alışkanlıklarını açlık periyotlarına göre değiştirmektedirler. Kültürü yapılan balıklarda ise bazı çevresel etkenler ve rutin üretim yöntemleri sebebiyle benzer şartlara maruz kalmaktadırlar. Doğal veya kültür koşullarında besinin kısıtlı olması durumunda balıklar, bazı metabolik ayarlamaları kullanarak enerji rezervlerini harekete geçirmektedir. Teorik olarak, açlık sonrası telafi büyümesindeki artış normal büyüme periyodundakinden daha düşük enerjiye sahip kasların sentezlenmesiyle mümkün olabilir (Perez-Jimenez ve ark. 2007). Örneğin, beyaz kas dokusunun, telafi büyümesi sırasında normal büyüme döneminden farklı olarak 9 kat daha fazla glikojen içerdikleri bulunmuştur (Van Dijk ve ark. 2005). Bu çalışma ve benzer çalışmalar göstermektedir ki, geri besleme sonrası kaslardaki glikojen seviyesindeki artışın balıkların bu dönemde başvurdukları ilk strateji olduğu görülmektedir. Özellikle, kanda hızlı bir şekilde metabolize olan glikoz, kolesterol ve trigliseritlerin değişimi, kaslardaki depo materyallerinin nasıl şekillenebileceğini göstermektedir.

Açlık ve geri besleme sonrası meydana gelen telafi büyümesi, balık yaşı ve türün beslenme özellikleri gibi farklı koşullara bağlıdır (Navarro ve Gutiérrez, 1995). Fizyolojik olarak bakıldığında, birçok türde açlık ile birlikte karaciğer glikojeni ilk kullanılan enerji kaynağı olarak görünmektedir (Miglav ve Jobling, 1989; Ali ve ark. 2003). Aynı zamanda, glikojenden elde edilen glikoz açlığın ilk safhaları boyunca balıklar tarafından metabolize edilen kaynakların başında gelmektedir (Echevarría ve ark. 1997; Metón ve ark. 2003). Karaciğerdeki glikojen seviyesinin azalmasına paralel olarak, lipid rezervleri de enerji sağlamak için bir sonraki aşamada kullanılmaktadır.

Tüm bu enerji kaynakları tüketildiğinde ise kaslardaki proteinler kullanılmaya başlanmaktadır (Navarro ve Gutiérrez, 1995; Echevarría ve ark. 1997; Metón ve ark. 2003). Buna karşılık, bazı türler karaciğer glikojen depolarını

korumaya yönelik fizyolojik mekanizmalar geliştirirken, glukogenezis (glikozun yeniden üretimi) için proteinleri indirgerler ve lipit ile birlikte proteinleri de ilk enerji kaynağı olarak kullanırlar (Sheridan ve Mommsen, 1991; Navarro ve Gutiérrez, 1995; Gillis ve Ballantyne, 1996). Kaslardaki glikojen açlık boyunca tüketilebilir veya karaciğerde glikozun devamlı olarak üretilmesiyle açlık süresince ihtiyaç duyulacak olan enerjiyi sağlanabilir. Açlık süresinin ardından, geri besleme ile vücut dokularındaki değişimler; yetiştirilen türe, su sıcaklığına, açlık süresine ve açlık öncesi beslenme (besin geçmişi) gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterir (Navarro ve Gutiérrez, 1995). Besin mahrumiyetinin ciddi zararlara yol açtığı durumların haricinde, birçok balık türünde kısa süreli geri besleme periyodu sonrasında metabolik profil açlık periyodu öncesi duruma dönme eğilimi göstermektedir (Black ve Love, 1986; Meton ve ark. 2003; Morales ve ark. 2005).

2.1.1. Açlık Metabolizması ve Yağ Asitleri

Birçok poikiloterm, balıklar gibi yaşam fonksiyonlarının sağlanmak için vücut rezervleri kullanarak uzun süreli besin mahrumiyetlerinde hayatta kalabilmektedir. Besin kısıtlamalarına ve bu kısıtlamalar sonrasında açlık periyodu öncesi duruma dönebilmek için gösterilen bu tepki kullanılan rezervin türü ve hangi dokudan temin edildiği türden türe farklılık göstermektedir (Steffens, 1989). Açlık özellikle karaciğer, kas ve viseral (karın için) yağ depoları olmak üzere vücut dokularının yağ asidi kompozisyonlarını etkilemektedir. Açlık boyunca yağ asidi kullanımının doğasına bağlı olarak türler arasında değişmektedir. Örnek olarak, Avrupa yılan balıklarında 14:0 yağ asiti karaciğerde ve kasta azalırken ve 16:1, 18: 1, 20:1, 20:4, 20:5, 22:4 ve 22:5 karaciğerde artmaktadır (Dave ve ark. 1976). Gökkuşluğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) kasta ve viseral bölgede doymuş yağ asitleri tercihen kullanılmaktadır fakat bunlar karaciğerde neredeyse değiştirilmeden saklanmaktadır (Jezierska ve ark. 1982). Webster ve ark. (1994) 80 gün boyunca aç kalan kanal kedi balıklarının dokosahekzaenoik asit miktarının karaciğer ve kaslarda saklandığı ve viseral yağların yağ asidi kompozisyonunda çok az bir değişimin söz konusu olduğunu rapor etmiştir. Tidwell ve ark. (1992) ise

havuzlarda yetiştirilen kanal kedi (*Ictalurus punctatus*) balıklarının açlık boyunca yağ asidi profillerinde önemli bir değişme olmadığını rapor etmiştir. Bir başka deyişle, Zamal ve Ollevier (1995) Afrika yayın balığının (*Clarias gariepinus*) açlık periyodu süresince karaciğer yağ asidi profilinde, kasta olduğundan daha fazla değişime uğradığı ve ihtiyaca göre 14:0 > 16:1n-9 > 18:1n-9, yağ asitlerini kullandığı, 22:6n-3 > 20:1n-3 yağ asitlerini ise saklanma eğilimi gösterdiği belirtilmiştir. Benzer olarak, belirli sayıda türün larval evrelerinde açlık boyunca yağ asidi kullanımının değiştiğini rapor etmişlerdir (Koven ve ark. 1989). Takeuchi ve Watanabe (1982) açlık periyoduna maruz kalan sazanlarda ve *Tilapia nilotica*'da farklı yağ asidi kullanımını gözlemlemişlerdir. Satoh ve ark. (1984) ise *T. nilotica*'da bu yağ asitlerinin kullanım şekillerinin su sıcaklıklarından etkilendiğini ancak kullanılan yağ asitlerinin vücut içerisinde değerlendirilmesinin türlere göre değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Yağ asitlerinin bağırsaktan diğer dokulara Emilimi ve taşınması balık türlerinde ayrıntılı bir şekilde çalışılmamıştır. Ancak, lipidlerin büyük bir bölümünün piylorik (kör kese) ve orta midenin giriş bölgesinde emilime uğradığı bilinmektedir (Lied ve Lambertsen, 1982; Hansen ve ark. 2008). Yağ asitlerinin memelilerde trigliseroller ve eritrositlerde bulunan lipoprotein partiküllerini içerisinde tekrar sentezlendiği de öne sürülmüştür (Sire ve ark. 1981). Lipitleri depo eden dokular enerji hemeostasisinde önemli rol oynamaktadır. Bu dokular, canlının besinden alabileceği enerji miktarını aştığında kullanılabilecek olan trigliseroller (TAG) için birer depo görevini görmektedirler. Trigliseroller çok daha yoğun bir enerji kaynağıdır ve ortalama bir 9.5 kcal/g'lık bir enerji sağlamaktadır. Birçok doku lipidleri içerisinde bulundurmakta ve genellikle adipöz yağ dokularda saklanmaktadır. Adipöz dokuların büyük bir miktarı (ağırlığının %90'ın üstü) depolanan lipid damlacıklarından oluşmaktadır. Lipit yıkımı direk olarak iskelet kasları veya kreps döngüsünde kullanılmak üzere asetilkoenzimin metabolize edilmesinde kullanılacak olan yağ asitlerini oluşturmaktadır. Memelilerde, adipöz dokulardaki lipidler açlık boyunca kullanılacak olan serbest yağ asitleri serumunda hızlı bir artış başlatmaktadır. Ancak bu durum, her balık için söz konusu değildir (Bilinski, 1974). Ayrıca, açlığın balık karaciğerinden lipidlerin harekete geçirilmesine

etkileri üzerine mevcut bilgiler sınırlıdır ve türden türe değişmektedir. Açlık sonrasında serbest yağ asitleri seviyesi, gökkuşağı alabalığı (Shibata ve ark. 1974) ve Avrupa yılan balığı (Larsson ve Lewander, 1973) artmakta veya sabit kalmakta iken Atlantik morinalarda düşmektedir (Tashima ve Cahill, 1968; Black ve Love, 1986; Alkanani ve ark. 2006). Sanddab, *Citharichthys sordidus* (Fletcher, 1984), deniz levreği (Zammit ve Newsholme, 1979) ve kedi balıklarında (Machado ve ark. 1988), serbest yağ asidi seviyeleri geri besleme ile artmaktadır. Çok düşük yoğunluklu lipoproteinler (VLDL), diğer omurgalılarda olduğu gibi, birçok balık türünde karaciğerden peripheral dokulara lipidlerinin asıl taşıyıcısıdır (Sheridan, 1988). Böylece, lipidlerin temel depo bölgelerinden (karaciğer) katabolik bölgelere kan aracılığıyla VLDL olarak taşınması oldukça ilgi çekicidir. Ganoid türler için kaslar tüm yağ asitlerinin temel bir yıkım bölgesidir (Nanton ve ark. 2006). Gökkuşağı alabalığı (Babin ve Vernier, 1989), levrek gibi (Santulli ve ark. 1997) ve çipura (Iijima ve ark. 1995) gibi teleost balıklarda serum lipoproteinlerin kullanımı ve dağıtımı üzerine çalışmalar tüm lipoprotein sınıflarının yoğunlukları ve onların lipid ve apo-proteinlerinin dağılımları genellikle memelilerle benzerlik göstermektedir. Memeliler birçok farklı dokuda proteolizisi ve lipolizisi harekete geçirerek açlık süresince hayatta kalırlar. Bu tepkiler en az bir bölgede hormonal ve nöral tepkileri değiştirerek harekete geçirir. Ubikuitin-proteazom sistem öncelikli olarak açlık boyunca artan iskelet kas proteininin yıkımından sorumludur (Xie, 2001). Ancak, diğer birçok doku da proteolizisin lissosomal safhaları açlık boyunca harekete geçirilmektedir. Lipolisis aynı zamanda açlığa bir tepki olarak artmakta ve trigliserollerin yıkımı ile iskelet kası ve diğer dokuların ihtiyaç duyduğu enerji kaynağı olarak değerlendirilen serbest yağ asitlerini temin etmektedir. Buna ek olarak, trigliserollerden salınan gliseroller hepatik glukoneosis ile glikoza dönüştürülmektedir. Uzun süreli açlık boyunca, karaciğer tarafından serbest yağ asitlerinin oksidasyonu iskelet kası ve beyin tarafından enerji için kullanılan keton bodilerin üretimini başlatmaktadır. Yüksek yapılı ökaryotlarda açlığa karşı gösterilen tepki karmaşıktır ve bölgesel olarak kanda azalan glikoz ve amino asit seviyelerine karşı hormonal değişikliklerle başlatılmaktadır. Son olarak, açlık periyodu boyunca

hayatta kalabilmek için harekete geçirilen metabolizma faaliyetlerine özellikle balıklarda en büyük etken ortam sıcaklığıdır.

2.1.2.Trigliseritler

Balıklarda açlık dönemleri boyunca yağ asitlerinin bağırsaktan emilimi ve diğer dokulara taşınması ayrıntılı bir şekilde çalışılması gereken konulardan biri olma özelliği taşımaktadır. Bunun yanında lipit miktarının büyük bir bölümünün pilorik ve orta mide başlangıcında emilime uğradığı tespit edilmiştir (Lied ve Lambertsen, 1982; Hansen ve ark. 2008). Ayrıca, diyetel yağ asitlerinin triasilgliseroller içerisi de tekrar sentezlendiği ve eritrositlerde lipoproteinler içerisinde bulundukları bilinmektedir (Sire ve ark. 1981). Lipitleri depo eden dokular enerji homeostasisinde de önemli bir rol oynamaktadırlar. TAG için birer depo görevi gören bu dokular, hayvanın besinden alabileceği enerji miktarından daha fazla enerjiye ihtiyaç duyduklarında kullanılmaktadır.

Trigliseritler, gliserol (gliserin) ve üç yağ asidinden meydana gelen esterdir. Metabolizmada önemli bir rol oynayan trigliseritler ortalama 9,5 kcal/g enerji sağlayan daha konsantre bir enerji kaynağıdır (Özkaynak ve ark. 1984). Piyorik (kör kese) çıkıntı veya orta midenin giriş bölümünde trigliseritler, lipaz enzimleri etkisiyle gliserol veya yağ asitlerine ayırmakta, buradan da kana geçmektedir. Kanda, gliseri ve yağ asitlerinin bir araya gelmesiyle trigliseritler tekrar oluşmakta ve lipoproteinlere katılmaktadırlar. Ayrıca, açlığın lipitleri harekete geçirmesi de türler arasında farklılık göstermektedir (Bilinski, 1974). Birçok balık türü için VLDL'ler, yemlerden sağlanan enerji tüketildiğinde, lipitleri karaciğerden peripral dokulara taşımaktadırlar (Sheridan, 1988). Böylece, lipitlerin VLDL olarak kan aracılığıyla temel depo bölgesinden kullanılacağı bölgeye taşınması, özellikle açlık döneminde bu metabolik aktivite için büyük önem teşkil etmektedir. Lipoproteinler, diğer işlevlerinin yanı sıra, yağ hücreleriyle diğer hücreler arasında (trigliserit moleküllerinin parçası olarak) yağ asitleri taşınmasında da kullanılmaktadırlar. Vücuttaki çoğu hücre, gereksinimlerine bağlı olarak yağ asitlerini ya salgılar veya içine alırlar. Yağ hücreleri ayrıca trigliseritleri sentezleyip

depolama yeteneğine de sahiptirler. Özellikle açlık periyotları boyunca, enerji kaynağı olarak yağ asitlerine ihtiyaç duyulduğunda, glukagon hormonu ile, lipaz enzimi trigliseritleri yağ asitlerine parçalamaktadır. Balıklar, yağ asitlerini enerji kaynağı olarak kullanamamaktadırlar, bu yüzden trigliseritler parçalanarak gliserole ve gliserol ise glikojene dönüştürülerek kullanılmaktadır (Love, 1970).

2.1.3. Glikojen

Memelilerde glikojen, karbonhidratların polisakkaritler grubundan meydana gelen organik bir bileşiktir. Her glikojen molekülü, birbirine bağlı yüzlerce glikoz molekülünden oluşan karmaşık bir yapıdır. Günlük diyetle alınan karbonhidratlar arasında başlıca olan glikoz hücrel metabolizmanın en büyük enerji kaynağıdır. Bunun yanı sıra glikoz, nükleik asitlerde bulunan riboz gibi diğer şekerlerin ve glikoprotein ile glikozaminoglikan gibi karbonhidrat yapıların öncül maddesidir. Karaciğer, beslenmeden sonra arta kalan glikozu glikojen olarak depoladığı ve açlık sırasında glikoneojenezis yolu ile kan seviyesini sabit tuttuğu için glikoz homeostazisinde, önemli bir organdır. Glikozun karaciğere alınması ve verilmesi anahtar ara ürünlerinin miktarı ve enzimlerin aktivite derecesi ile kontrol edilir. Sindirim yolu ile gelen glikoz, doğrudan kan glikozu miktarına katkıda bulunur (Laker, 1996). Balıklarda metabolizmanın sürekliliği için gerekli enerji balığın büyüklüğüne, yaşına, türüne, ortamdaki besin durumuna ve çeşitli fizyolojik aktivitelerine göre belirgin bir şekilde değişmektedir (Love, R.M., 1970). Bu etkiler sebebiyle, GLC organizmanın enerji ihtiyacını ve stres durumunu belirleyen en hassas indekslerden birisidir. Onun yüksek konsantrasyonları yoğun bir şekilde enerji kaynaklarını kullandığını örneğin kaslardaki ve karaciğerdeki glikoneji kullandığını göstermektedir. Bu esnada azalan GLC konsantrasyonu enerji kaynaklarının tüketildiğini (glikojen) ve buna bağlı olarak canlı metabolizmasının da yavaşladığı bildirilmiştir (Zhiteneva ve ark. 1989).

2.1.4. Kolesterol

Lipitler organik çözücüler içerisindeki yararlılıkları ve sudaki çözünürlüklerine göre gruplandırılmış bileşiklerin (ör, kloroform, aseton, eter) heterojenik bir sınıfıdır. Lipitler yağ asitlerini ve onların bazı esterlerini (örneğin mum esterleri), kolesterolleri ve onların esterlerini ve fosfolipitleri içermektedir (Seridan, 1989). Balıklarda, trigliseritler ve fosfolipitler fazla bulunan lipit sınıflarıdır. Elasmobranşlar ve zarganalar hariç birçok balık türünü, memelilere göre nispeten daha fazla hiperkolesterolemiktir ve Agnathidlerde, kolesterolün ortalama %50'si LDL'ler (düşük yoğunluklu lipit) ile taşınmaktadır. Elasmobranşlar ve teleostlarda ise kolesterolün %60-90'ı HDL (yüksek yoğunluklu proteinler) olarak taşınmaktadır (Babin ve Vernier, 1989). LDL veya HDL olarak taşınabilen plazma kolesterol seviyeleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Örnek olarak, Pasifik salmonlar da (*Oncorhynchus tshawytscha*) serum kolesterolü 300 ile 1470 mg dl⁻¹ (Robertson ve ark. 1961) ve Atlantik morinasında ise 399-1589 mg dl⁻¹ arası değişmektedir (Larsson ve Fange, 1977). Bu farklı değerleri farklı besleme diyetleri, aktivite ve cinsiyet gelişimiyle tamamıyla alakalı olduğunu ileri sürmek mümkün değildir. Genellikle, en yüksek plazma kolesterol seviyesi, ön yumurtlama (yumurtlama öncesi) dönemde hem erkek hem de dişi balıklarda görülmekte ve bu durum balıkların aktif olarak yem aldığı döneme ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Yumurtlamanın yanı sıra, plazma kolesterol seviyesinin azalma oranı erkek bireylere göre dişilerde daha yüksektir. Göç eden Pasifik Somon (*Oncorhynchus masou*) balıklarında kolesterol seviyeleri 635 mg dl⁻¹'lere ulaşmaktadır fakat yumurtlama dönemindeki balıklarda, kolesterol seviyesi 126 mg dl⁻¹'lere düşmektedir (Robertson ve ark. 1961). Bu eğilim çalışılan birçok türde tespit edilmesine rağmen, plazma kolesterolündeki düşüşün aktif olarak göç eden balıklarda daha yüksek olduğu bilinmektedir. Örnek olarak, akıntıya karşı 1000 km'lik bir mesafeyi kat eden erkek kırmızı somon balıklarında plazma kolesterol seviyesi 570 mg dl⁻¹'den 294 mg dl⁻¹'ye, dişi kırmızı somon balıklarında ise 585mg dl⁻¹'den 202 mg dl⁻¹'ye düşmüştür (Idler ve Tsujuki, 1985) . Buna karşılık, denizden yakalanan ve yumurtlama bölgelerine taşınan Atlantik somon balıklarında plazma kolesterol seviyelerinde yumurtlama

sebebiyle bir düşüş gözlemlenmemiştir ve yumurtlama öncesi seviyelerde 576mg dl⁻¹'de kalmıştır (Farrell ve Munt, 1983). Ayrıca, Erie gölündeki kısa süreli bir göç dönemi geçiren ve yumurtlamakta olan Koho somon balıklarında, plazma kolesterol seviyesi 355mg dl⁻¹'dir yumurtlama öncesi ise 540 mg dl⁻¹'dir (Leatherland ve Sonstegard, 1981). Salmonid olmayan Teleostlarda ayrıntılı bir şekilde çalışılmamasına rağmen, onlarda da aynı ortak eğilim görülmektedir, ön yumurtlama dönemindeki levreklerde, plazma kolesterol seviyesi 900mg dl⁻¹'dir ve yumurtlama döneminde 350mg dl⁻¹'lere düşmektedir (Fernandez ve ark. 1989). Benzer olarak pisi balıklarında (White ve ark. 1986) ve has kefallerde (*Mugil cephalus*; Dindo ve MacGregor, 1981), aktif olarak beslendikleri yaz mevsimi boyunca en düşük plazma kolesterol seviyesinin (sırasıyla 225 ve 300 mg dl⁻¹) yumurtama dönemlerinde (150 mg dl⁻¹) olduğu tespit edilmiştir.

Yumurtlama ile ilgili olarak plazma kolesterolün de değişimlerin yumurtlamanın fizyolojik değişikliklere direk bir etkisinin olup olmadığı hali hazırda çalışan konulardandır. Birçok türün yumurtlama sırasında beslenmesi kesintiye uğramakta ve açlık plazma kolesterol seviyelerini düşebilmektedir. Çok az sayıda çalışma plazma kolesterolün üzerine açlığın etkisi olup olmadığını sistematik olarak incelemiştir. Farrell ve Munt (1983) altı ay için aç kalan cinsi olarak olgunlaşmamış Atlantik somon balıklarının plazma kolesterol seviyelerinde hafif bir düşüş tespit etmişlerdir (454 mg dl⁻¹ aç kalmış cinsi olarak olgunlaşmamış dişi bireylere karşı, 572mg dl⁻¹ beslenmiş, olgun dişiler). Ancak, yumurtlamış ve 11 ay boyunca aç kalmış somon balıklarının plazma kolesterol seviyesinde 243 mg dl⁻¹ ile düşüş miktarı yüksektir (Farrell ve Munt, 1983). Bu gözlemler, yumurtlama ve açlığın plazma kolesterolünün belirlenmesinde önemli birer faktör olduklarını göstermektedir.

2.2. Açlık ve Sıcaklık İlişkisi

Teleostlardaki biyolojik fonksiyonların mevsimsel değişimleri sıcaklığa bağlı olarak değişiklik göstermektedir ve birçok tür bu sıcaklık değişimlerine adapte olabilmektedir (Wieser, 1991). Sıcaklık, fotoperiyot ve içsel zamanlama gibi etkiler

mevsimsel olaylara dayanmaktadır. Açlık sonrası büyüme, sıcaklık ile doğrudan bağlantılı olup, normal büyüme ile telafi büyümesi arasındaki farklılık, sıcaklık etkisi ile farklı metabolitlerin kullanılması sebebiyle değişiklik göstermektedir. Ayrıca, açlık ve sıcaklık arasındaki ilişkiden en fazla etkilene dokular lipitler, dolayısıyla yağ asitleridir. Balıklarda temel lipit sınıfları; yağ asitleri, kolesteroler ve trigliseroldir (Jobling, 1994). Balıklarda açlık boyunca adipöz dokulara ait lipitlerin harekete geçirilerek serbest yağ asidi seviyelerini değiştirmesi üzerine yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, bu durumun türlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Bilinski, 1974). Açlık sonrasında morina balıklarının (*Godus morhua*) serbest yağ asitleri seviyelerinde düşüş, (Tashima ve Cahill, 1968; Black ve Love, 1986; Alkanani ve ark. 2006), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Shibata ve ark. 1974) ve Avrupa yılan balıklarında ise (*Anguilla anguilla*) (Larsson ve Lewander, 1973) artış veya sabit kalma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir. Levreklerde (Zammit ve Newsholme, 1979) ve kedi balıklarında (*Sturisoma aureum*) (Machado ve ark. 1988), ise serbest yağ asidi konsantrasyonunun açlık boyunca artmakta olduğu bildirilmiştir.

Ibarz ve ark. (2007)'ın kurguladıkları bir denemede, yem alımının durduğu soğuk grubu (8°C), besleme yapılmayan açlık grubu (16°C), su sıcaklığının 8 ila 16°C arasında dalgalandırıldığı termal grup ve beslemenin yapıldığı kontrol grubu (18°C) olmak üzere dört grup tasarlamışlardır. Deneme süresi boyunca kontrol grubu bireylerinin karaciğerlerinde palmitik asit (16:0) yüzdesi oldukça artarken, apolar yağ asitleri arasında oleik asit ve polar yağ asitleri arasında da oleik (18:1n-9), estearik (18:0) ve eikosapentaenoik (20:5n-3) asit miktarları azalmışlardır. Otuz beş günlük açlık periyodu sonrasında, karaciğerdeki toplam yağ içeriği değişmezken, yağ asidi profilleri oldukça farklılık göstermiştir. Aynı araştırmacılar, oleik ve estearik asitler gibi yüksek oksidasyon oranına sahip yağ asitlerinin miktarları oldukça düşerken, n-3 HUFA (n-3 yüksek doymamış yağ asitleri) yağ asitlerinden dekozahegzaenoik (22:6n-3) asit miktarı arttığını bildirmişlerdir. Soğuk su grubu bireylerinin karaciğerlerinde yağ depolanması yağ asitlerinin hem polar hem de apolar şekillerinde artmıştır. Termal grupta ise apolar lipitlerin karaciğer yağ asidi profillerinin değişmediği tespit edilmiştir. Ayrıca, açlık boyunca azalan yağ asidi seviyeleri geri besleme dönemi sonunda tüm gruplarda geri kazanılmıştır. Bu

kapsamda yapılan ve yukarıda verilen çalışmalar, enerji kaynağı olarak kullanılan ve apolar triaçilgliseroller olarak depo edilen yağ asitlerinin gerek su sıcaklıklarındaki ani düşüşler, gerekse de sıcaklık dalgalanmaları sebebiyle oluşan açlık periyotları boyunca kullanıldıklarını göstermektedir.

Ibarz ve ark. (2006) çipuralarda (*Sparus aurata*) aç kalma ve açlık süresince düşük sıcaklığın (14°C) etkisini araştırmışlardır. 14°C’de üç hafta boyunca aç bırakılan çipuraların vücut ve karaciğer ağırlıklarında azalma ve buna ek olarak düşük miktarda da olsa protein, lipid ve glikojen miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Diğer bazı çalışmalarda da benzer şekilde, açlık periyodu boyunca sıcaklıktaki düşüş ile çipuraların karaciğer dokularında lipidlerin depo edildiğini bildirmişlerdir (Ibarz ve ark. 2005). Ibarz ve ark. (2007) çipura türünde yaptıkları diğer bir çalışmada ise, 8°C gibi düşük sıcaklıklarda enerji rezervlerinin kullanımı ve lipid metabolizmasındaki değişimleri incelemişlerdir. Su sıcaklığının 14°C’den 12°C’ye düşürülmesi ile bu türün besin alımı durdurduğu ve vücut ağırlıklarında %18’lik bir düşüşün meydana geldiğini bildirmişlerdir. Su sıcaklığının 8°C’ye kadar düşmesi ile de vücut ağırlıklarında %6,3’lük bir düşüş tespit edilmiştir. Buna ek olarak periviskeral yağlarda da oransal olarak %60’lık bir azalma gözlenmiştir. Aynı çalışmada tüm grupların kas kompozisyonunda yüzdesel olarak önemli bir değişiklik görülmezken, lipid içeriklerinde 0. ve 7. günler arası bir düşüş gözlemlenmiştir. Özellikle bu dokular için önemli bir enerji deposu olan apolar lipidlerde 8°C grubunda 12°C ve 14°C gruplarında gözlemlenen düşüşten daha fazla miktarda bir düşüş tespit edilmiştir. Ayrıca tüm gruplarda kasların lipid içeriğinde bir düşüş söz konusudur ve tüm yağ asitlerinin apolar türleri oransal olarak etkilenmiştir. Özellikle, 12°C grubunda linoleik asit (18:2n-6) miktarı artar, palmitik (16:0) ve oleik (18:1n-9) asit miktarları düşerken, 8°C grubunda araşhidonikasit (20:4n-6) düşmüştür. Açlık süresinin uzunluğu ve açlık süresince su sıcaklığı değişimlerinin etkileri üzerine gerçekleştirilen yukarıda örnek verilmiş çalışmalar açlık periyodu boyunca hem polar lipid rezervlerinin hem de apolar triaçilgliserollerin kullanıldıklarını göstermişlerdir.

Yukarıda örnek verilen araştırmaların bir sonucu olarak açlık periyodunun uzunluğu ve bu periyot boyunca sıcaklıklarda görülebilen ani düşüş ve yükselişler veya dalgalanmalar türlere bağlı olarak açlık metabolizmasının işleyişini ve hangi

rezervin kullanılacağını şekillendirmektedir. Bu çalışmanın da konusu olan özellikle kısa süreli açlık boyunca kanda metabolize olan trigliseroller, glikojen ve kolesterol değişimi, üç farklı depo dokusunda (karaciğer, ventral kası ve dorsal beyaz kas) nasıl şekilleneceğine yanıt verebilir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Denemede kullanılan yavru deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireyleri (n=1000), Akuvatur (Tuzla, Adana) isimli firmadan satın alınmış ve işletme koşullarında deneme başlangıç ağırlıklarına (~50 g.) ulaşana kadar beslenmişlerdir. Bu bireyler daha sonra 2 tonluk fiberglas tankların her birine 500 adet birey gelecek şekilde iki gruba ayrılmışlardır. Sıcaklık alıştırmalarına başlanıldığı dönemde deniz suyu sıcaklığı 14-15°C olduğundan, tankların ilki 15°C’de doğal su sıcaklığında bırakılmıştır. İkinci tankın su sıcaklığı ise saatte 0.3°C artırılarak 22°C’ye ulaştırılmıştır. Balıklar bu tanklarda 30 gün boyunca 9 saat karanlık:15 saat aydınlık ışık rejimi altında beslenmişlerdir. Balıkların beslenmesi günde üç öğün (09:00, 13:30 ve 18:30) yapılmıştır. Balıkların beslenmesinde 4 mm’lik ticari levrek yemi kullanılmıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan ticari levrek yeminin besinsel kompozisyonu (Çamlı Yem, 4 mm)

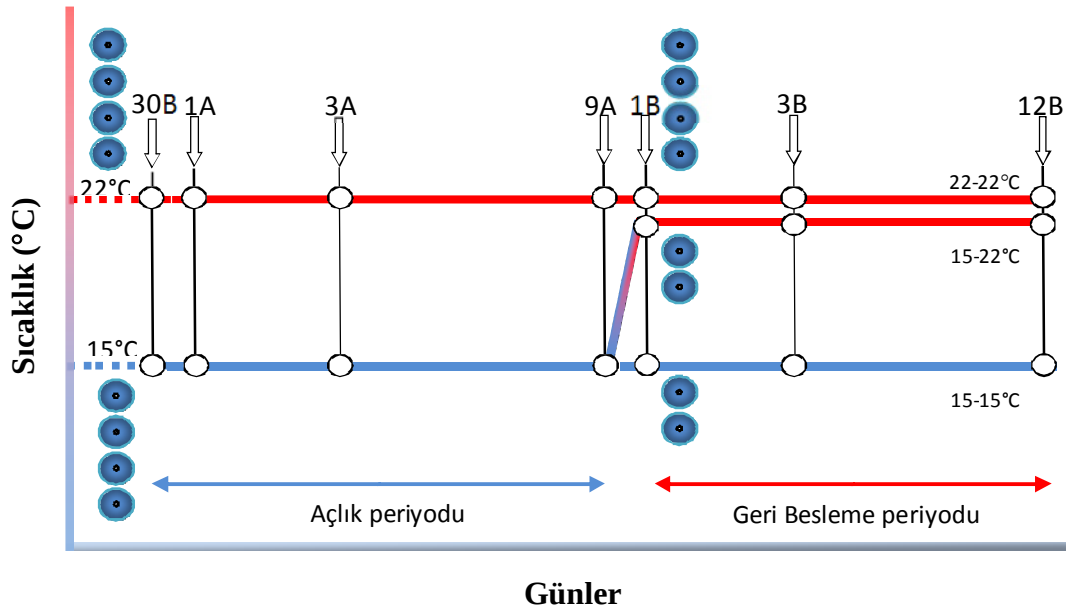
Kimyasal kompozisyon	Oran (%)
Ham protein	45
Ham yağ	20
Ham fiber	2.5
Nem	12
Ham kül	11
<i>Enerji (kcal)</i>	
Toplam enerji	5090
Sindirilebilir enerji	4430
Sindirilebilir protein / sindirilebilir enerji (mg/kj)	21.70

3.2. Deneme Dizaynı ve Yöntemi

Otuz gün boyunca iki farklı su sıcaklığında tutulan balıklar bireysel olarak tartılarak 500 litre su hacminde ısı yalıtımlı fiberglas deneme tanklarının her birine 35'şer adet birey gelecek şekilde, dört tekerrürlü olarak stoklanmıştır. Buna göre, toplam 4 soğuk su grubu (15°C) iken 4 tankı ise (22°C) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1.). Balıklar 9 günlük açlık periyoduna maruz bırakılmış (açlık periyodu) ve açlık periyodunun 1., 3. ve 9. gününde örneklemeler yapılmıştır. Dokuz günlük açlık periyodu ardından, 15°C'de tutulan soğuk gruba tankları iki gruba ayrılmıştır. Buna göre, tanklardan ikisinin su sıcaklığı, 9. gün (9A) örneklemenin ardından, geri besleme periyodunun ilk gününe (1B) kadar 24 saat içerisinde 15°C'den 22°C'ye (0.3°C/saat) yükseltilirken diğer ikisinin sıcaklığı 15°C'de devam etmiştir. Su sıcaklığı 22°C olan tanklarındaki bireyler ise aynı su sıcaklığı ile devam ettirilmiştir. Bu işlemin ardından, tüm balıklar 12 günlük bir geri besleme periyoduna (geri besleme periyodu) maruz bırakılmıştır. Geri besleme süresinin 1. 3. ve 12. günlerinde örneklemeler yapılmıştır. Balıkların geri beslendiği bu aşamada bundan önce kullanılan ticari levrek yemi kullanılmıştır. Geri besleme süresince, tanklarda tüketilen yem miktarları günlük olarak kayıt edilmiştir.

Deneme sisteme giren deniz suyu filtrasyon amacıyla önce kum filtrelerinden ve daha sonra üç farklı (50, 20 ve 5 µm) torba filtrelerden geçirilmiştir. Deneme tanklarındaki su debisi 2 litre/dakika olarak ayarlanmış ve tank debileri iki güne bir kontrol edilmiştir. Deneme tanklarının havalandırılması havalandırıcı aracılığıyla sağlanmıştır.

Deneme tanklarındaki su sıcaklıkları eşanjör sistemi ile ayarlanmıştır. Gerek görüldüğü durumlarda tanklar içerisine yerleştirilen akvaryum ısıtıcıları (300 watt) ile su sıcaklıkları dengelenmeye çalışılmıştır. Deneme boyunca tüm tanklardaki sıcaklıklar günde üç kez ölçülmüş ve kayıt altına alınmıştır. Deneme süresince 9 saat aydınlık: 15 saat karanlık olacak şekilde bina içerisinde otomatik ayarlı flüoresan lambalarla aydınlatma yapılmıştır. Bina içerisindeki ışıklar 08:00'da otomatik olarak açılıp, akşam 20:00'da otomatik olarak kapanması sağlanmıştır.



Şekil 3.1 Deneme şeması. Şekil üzerindeki 30B, 30 gündür beslenmiş; 1A, 3A ve 9A sırasıyla 1, 3 ve 9 gün açlığı belirtirken 1B, 3B ve 12B sırasıyla 1, 3 ve 12 gün beslenmeyi göstermektedir.

3.3. Ölçümler ve Örneklem

3.3.1. Çevresel Parametreler

Araştırma süresince, su sıcaklığı ölçümleri günlük olarak termometre yardımıyla sabah, öğle ve akşam olmak üzere günde üç defa alınmıştır. Deneme tanklarına ayrıca min-max termometreleri yerleştirilerek çalışma boyunca günlük en düşük ve en yüksek su sıcaklıkları da kayıtları edilmiştir.

3.3.2. Büyüme Performansı Ölçümleri

Bireysel balık ağırlıkları açlık periyodunun (30B) başında, 9 günlük açlık periyodu (9A) sonunda ve on iki günlük geri besleme periyodu (12B) sonunda yapılmıştır. Diğer taraftan, her ara kan örneklemeleri yapılan balıkların boy ve ağırlıkları da alınmıştır. Tüm tartım işlemlerinde, balıkların strese önlemek amacıyla

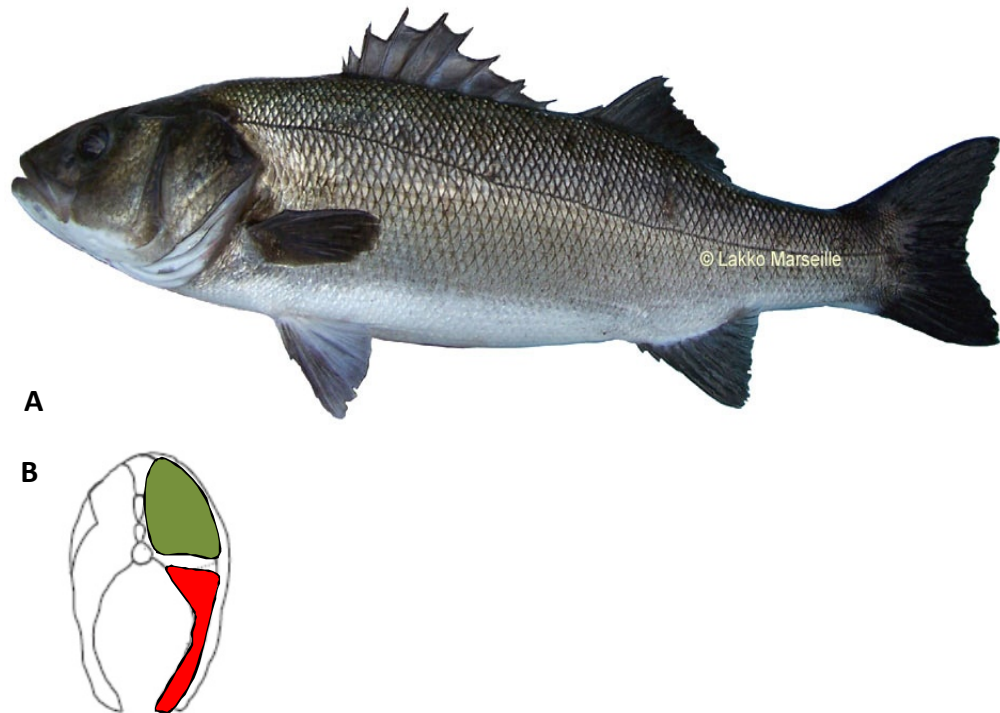
0.3ml/litre 2-phenoxyethanole (Sigma, St. Louis, MO, USA) kullanılmıştır. Balıklar 0.01 g hassasiyetdeki terazide bireysel olarak tartılmıştır. Tüm ölçümlerde ham veriler kayıt edilirken, aynı veriler bilgisayarda da kayıt altına alınmıştır. Tüm ara ölçümler sabah 09:00'da başlatılmıştır. Deneme sonunda alınan örneklerden elde edilen veriler aşağıdaki formüllerden yararlanılarak büyüme parametreleri saptanmıştır.

1. Ağırlık Kazancı (%)= (final ağırlık, g - başlangıç ağırlığı, g)⁻¹ x 100
2. Spesifik Büyüme Oranı: SBO (%g gün⁻¹) = [Ln(final ağırlık, g) – Ln(başlangıç ağırlığı, g)] x (gün⁻¹) x 100
3. Yem çevirim oranı (YÇO) = (toplam tüketilen yem miktarı, g)/(ağırlık kazancı. g)⁻¹
4. Hepatosomatik indeks (HSI) = (karaciğer ağırlığı, g)/(vücut ağırlığı, g.)x100
5. Viserosomatik indeks (VSI)= (tüm iç organ ağırlığı g.)/(vücut ağırlığı, g)x100

3.3.3. Kan Örneklerinin Alımı

Deneme öncesinde 15°C ve 22°C su sıcaklıklarında 30 gün boyunca beslenen bireylerin, başlangıç ölçümü 30. gün (30B) yapılmıştır. Açlık periyodunun birinci (1A), üçüncü (3A) ve dokuzuncu (9A) günlerinde ve geri beslemenin birinci (1B), üçüncü (3B) ve on ikinci (12B) günlerinde her tanktan üç balık tesadüfi olarak örneklenmiştir (Şekil 3.1). Balıkların kan örneklemeleri kaudal yüzgeç kesilerek yapılmıştır. Heparinli test tüplerine alınan kan örnekleri daha sonra bu tüplerden 2 ml'lik ependorf tüplerine aktarılmıştır. Bu örnekler 4°C'de 13.000 rpm'de santrifüje edilmiş ve üstte kalan serum 500 µl'likependorf tüplerine aktarıldıktan sonra sıvı azotta tankına alınmıştır. Bu işlemlerin tamamı tüm örneklemeler boyunca aynı kişi tarafından yapılmıştır. Deneme sonunda alınan kan serum örnekleri daha sonra -80°C'de glikojen, kolesterol ve trigliserit analizleri yapılana kadar muhafaza edilmiştir. Kan örnekleme yapılmış balıklar daha sonra boy uzunlukları ve

ağırlıkları tespit edildikten sonra karaciğer, iç organ yağları, dorsal bölgesindeki beyaz kas ve ventral bölgesindeki karın kasları örneklemeleri yapılmak üzere disekte edilmiştir. Diseksiyon işleminde bireyin anüsünden solungaç aralığına kadar makas yardımıyla doğrusal bir kesim yapılmıştır. Şekil 3.2’te gösterilen beyaz kas ve karın kası bölgeleri balığın her iki tarafı içinde gerçekleştirilmiştir. Beyaz kas bölgesi ilk olarak dorsal yüzgecin başlangıcında lateral çizgiye doğru bir dik, daha sonra lateral çizgi boyunca yapılan yatak kesim ve son olarak dorsal yüzgecin bitimine doğru neşter yardımıyla tekrar bir dik kesim yapılarak çıkartılmıştır. Bu kesimin ardından karın kası örnekleme için şekil 3.2.’te gösterilen bölge kesilerek ayrılmıştır. Her iki kas dokusunda da kılçıklar ve deri temizlenmiş ve tüm örnekler vida kapaklı plastik kaplara alınarak -20°C’lik derin dondurucuda analizlere kadar muhafaza edilmiştir. Bu örnekler daha sonra protein, yağ, kuru madde ve kül analizleri yapılmıştır. Bu işlemin ardından karaciğer ve iç organ yağları tartılmış ve daha sonra hesaplanacak olan hepatosomatik, ve iç organ yağ indeksi için kayıtlı edilmiştir.



Şekil 3.2 Denemede balıklardan örneklenecek bölgeler. (A) Yeşil bölge dorsal kas örnekleme için yapıldığı bölgeyi kırmızı bölge ise ventral kası örnekleme için yapıldığı bölgeyi göstermektedir. (B) örnekleme yapılan bölgenin kesit derinliğini göstermektedir. (*Dicentrarchus labrax*, Foto LakkoMarseille).

3.3.3.1. Plazma Metabolitleri Analizleri

Bütün plazma analizleri Ç.Ü., Tıp Fakültesi Merkez Laboratuvarında yapılacaktır. Glikoz GLUC3 (LOT, 630353-01), trigliserit TRIGL (LOT, 633612-01) ve kolesterol CHOL2 (LOT, 632930-01) analizlerinde ROCHE, Cobas® firmasından satın alınan kitler kullanılarak yapılmıştır. Glikoz, trigliserit ve kolesterol verileri mg/dL olarak verilmiştir.

3.3.4. Besin Madde Bileşenleri Analizleri

Beyaz kas, karın kası ve karaciğer örneklerinden yapılan besin madde bileşenleri analizlerinde tüm örnekler liyofilizatör'de (Labconco, Missouri, USA) kurutulduktan sonra analiz edilmiştir. Tüm analizler üç tekerrüloolacka şekilde yapılmıştır. Laboratuvar analizlerinde kullanılan tüm kimyasallar Sigma (Sigma-Aldrich AS, MO, USA) firmasından temin edilmiştir.

3.3.4.1. Kuru Madde ve Kül Analizi

Örnekleri kuru madde ve kül tayini için homojenize edilen örnekler, etüvde kurutulduktan sonra desikatörde oda koşullarında soğutulan ve 0.0001 g'a duyarlı hassas terazide darası alınan porselen kaplar içerisine, yaklaşık 1.0 g'lık örnek gelecek şekilde, tartılarak konulmuşlardır. Ağırlıkları kayıt edilen bu örnekler etüvde 105°C'de 24 saat (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Aynı işlem her bir tekerrür için 3'er paralel olacak şekilde yapılmıştır. Kurutma işleminin ardından örnekler desikatörde oda sıcaklığında soğuduktan sonra 0.0001 mg hassas terazide tartılmıştır.

Ham kül tayini için aynı örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C'de 5-7 saat süreyle yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığında soğuyana kadar bekletilip tartılmıştır. Her iki analiz sonucunda örneklere ait kuru madde (%) ve ham kül (%) oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde veya Ham Kül} = \frac{[\text{Dara (g)} + \text{Kuru madde (g) veya Ham kül}] - \text{Dara}}{\text{Örnek Miktar (g)}} \times 100$$

Paralellerin ortalamaları alındıktan sonra her bir tekerrüre ait oranlar belirlenmiş ve kuru madde ve ham kül oranları % olarak hesaplanmıştır.

3.3.4.2. Protein Analizi

Ham protein analizi ise AOAC, (1990) göre yapılmıştır. Özetle, homojenize edilen örnekler -20°C'lik derin dondurucuda 24 saat bekletildikten sonra b liyofilize edilmiştir. Protein analizi için liyofilize edilmiş örneklerden yaklaşık 1.0 g'lık miktar 0.0001 g hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine yerleştirilmiştir. Tüplere ayrıca 2 adet kör kontrol amacıyla eklenmiştir. Tüplerin içerisine 1'er adet katalizör tablet (1.5 g K₂SO₄+7.5 mg/s Selenyum karışımı) ve 6 ml sülfürik asit (H₂SO₄)ve 1 ml hidrojen peroksit (H₂O₂) eklenerek yakma ünitesinde 420°C' de yaklaşık 2 saat süreyle (tüpler içindeki örnekler yeşil-sarı bir renk alıncaya kadar) yakılmıştır. Örnekler daha sonra oda sıcaklığına kadar çeker ocak altında soğutulmuştur. Destilasyon işlemi için, bir gün önceden hazırlanmış %40'lık NaOH ve %4'lük borik asit kullanılmıştır. Bu solüsyonlar ve saf su ayrı bidonlar içerisinde Kjeldahl cihazına hortumla bağlanmıştır. Destilasyon işleminde örnekler alkali NaOH solüsyonunu ve borik asit solüsyonlarıyla destile edilmiştir. Destilat yakalama kısmına ise 3-4 damla indikatör (metil kırmızısı) bulunan 250 ml'lik erlen yerleştirilmiştir. Destilasyon işlemi esnasında cam erlenlerde yaklaşık 150 ml sıvı birikinceye kadar destilasyon işlemine devam edilmiştir. Örnekler daha sonra 0.1 N HCl ile titre edilerek %HP oranı hesaplanmıştır.

$$\%HP = \frac{(\text{örnek için harcanan 0.1N HCl}) - (\text{Kör için harcanan HCl})}{\text{Örnek miktarı(g)}} \times 6.25 \times 0.1 \times 14 \times 100$$

0.1= 0.1 N HCl'yi, 14= nitrojen atomunun ağırlığını, 6.25 ise protein için kullanılan katsayıyı belirlemektedir. Protein analizinde FOSS marka Kjeldahl cihazı (Kjeltec™

2200 Auto Distillation Unit, Höganäs, İsveç) ve yakma ünitesi (Tecator™ Digestor, Höganäs, İsveç) kullanılmıştır.

3.3.4.3 Lipit ve Yağ Analizleri

Lipit analizinde Folch ve ark. (1957) metodu esas alınmıştır. Örnekler analiz için önceden liyofilizatörde kurutulmuş ve her bir tekerrür için 1.5 g olacak şekilde 0.0001 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Her bir tekerrür için 3'er paralel alınarak 1:2 oranında 100 ml metanol+kloroform karışımı eklenerek yaklaşık 3 dakika süreyle ve 10.6 hızda toraks yardımıyla homojenize edilmiştir. Torakslama işlemi süresince örneklerin bulunduğu cam balon buz içerisinde tutulmuştur. Bu işlemin ardından örnekler üzerine 20 ml %0.4'lük CaCl_2 solüsyonu eklendikten sonra bir süzme kâğıdından (Schleicher&Schuell, 5951/2 185 mm) geçirilmiş ve erlen içerisinde süzdürülmüştür. Bir gece karanlıkta bekletilen örnekler ertesi günü erlen içerisinde oluşan üst faz (metanol+su fazı) alınmayacak şekilde alt faz (kloroform+lipit) armudi tüp aracılığı ile 105°C'de 1 saat etüvde kurutulan, darası alınmış olan balonlara süzdürülmüştür. Balonun alt fazda kalan kloroform+lipit kısmındaki kloroform, 50°C'lik su banyosu ile ısıtılıp bir rotaryevaporatör (Rotavapor R-210, BUCHI®, Flawil, Switzerland) aracılığıyla uçurulmuştur. Bir sonraki aşamada, balonlar etüvde 1 saat süreyle 50°C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmıştır. En son aşamada örnekler desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.0001 g hassasiyetteki bir terazide tartılmıştır.

Örneklerdeki lipit miktarı $[(\text{Balon darası (g)} + \text{lipit (g)} - \text{Balon darası (g)}) / \text{Örnek miktarı (g)} \times 100]$ şeklindeki formül ile hesaplanmıştır. Paralellerin oranları hesaplandıktan sonra tekerrürlerin ortalaması, tekerrürlerin ortalamasından da her bir örnek grubuna ait lipit oranları yüzdesel (%) olarak bulunmuştur. Yağ asidi için ise, hassas terazide darası alınan aynı örnekler üzerine 2 ml heptan eklenerek balon jojelerin çeperleri çalkalanarak balon içerisindeki sıvı heptandan geçirilmiş ince uzun tüpler içerisinde pipet yardımıyla alınmıştır. İnce uzun tüplere alınan örnekler üzerine daha önceden hazırlanmış 2 ml'lik metonolik potasyum hidroksit (KOH)'den 4 ml

eklenerek vorteksle karıştırılmıştır. Karıştırılan örnekler 4°C, 5000 devirde, 10 dakika süreyle santrifüj edildikten sonra faz oluşumu için bir gece buzdolabında (+4°C) bekletilmiştir. Ertesi gün tüplerde oluşan üst faz kısmı dijital pipet yardımıyla GC tüpleri içerisine alınarak, her bir örnek için gerekli olan heptan miktarı hesaplanarak örnek üzerine eklenmiştir. 1mL örneğe eklenecek olan heptan miktarı $[(x=\text{kalan yağ miktarı} \cdot 1000/2), (y= x/25)]$ ($y= 1$ ml örneğe eklenecek heptan miktarıdır). GC tüplerine alınan örnekler GC cihazında okunarak her bir örnek için yağ asitleri belirlenmiştir.

3.4. İstatistik Analiz

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. 15°C soğuk grubu, 22°C derece sıcak grubu ve 9. açlık periyodu sonrasında oluşan 15-22°C gruplarının haftalar arası ve sıcaklık farkları 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 16.0 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Çevresel Parametreler

Deneme süresince 22°C su sıcaklığında tutulan grupların deneme tank suyu sıcaklığı ortalama $22.0 \pm 0.25^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Soğuk grubunda (15°C) ise tanklardaki su sıcaklığı değişimleri $15.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ olarak tespit edilmiştir. Araştırma süresince ölçülen diğer su parametrelerinden pH (6.5-7.2), oksijen (7 mg/l ve üzeri) ve tuzluluk (39 ppt) önemli bir dalgalanma olmamıştır.

4.2. Büyüme Performansı

Deneme süresince balıkların büyüme performansları farklı sıcaklık seviyeleri için farklılık göstermiştir (Çizelge 4.1). Yapılan istatistik hesaplamalarda deneme başlangıç balık ağırlıkları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$) ve yaşama oranı %100 olarak saptanmıştır. 51 günlük deneme sonunda final ağırlıkları bakımından gruplar karşılaştırıldığında; su sıcaklığının büyüme üzerinde önemli derecede ($p < 0.001$) etkili olduğu belirlenmiştir. Su sıcaklığı ve açlık sürelerinin birbirleriyle bir etkileşiminin olduğu da iki yönlü varyans analizi sonucunda hesaplanmıştır ($p < 0.001$). En yüksek final ağırlıkları 22°C su sıcaklıklarında tutulan gruplarda 62.5 g ikenen düşük final ağırlıkları ise 15°C’de yetiştirilen gruplarda 45.4 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Buna ek olarak, 15°C’de tutulan ve 9 gün açlık periyodunun ardından su sıcaklığı 22°C’ye çıkarılan grubun 51. gün sonundaki final vücut ağırlık ortalaması 55.2 g olarak tespit edilmiştir. Grupların ağırlık kazançları da final canlı ağırlıkları gibi değişmiştir. Spesifik büyüme oranı da (SBO) gruplara arasındaki final vücut ağırlıklarına benzer şekilde seyretmiştir. Buna göre sıcaklığın bu parametre üzerine olan etkisinin oldukça önemli olduğu ve su sıcaklığı ile açlık süresinin arasında bir etkileşim olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). En yüksek ve en düşük SBO sırasıyla %1.6/gün ile 22°C ve %0.8/gün ile 15°C gruplarında kaydedilmiştir ($p < 0.001$).

Deneme süresince açlık ve geri besleme örnekleme günlerinde tanklardan alınan balıklarda yapılan ağırlık ölçümlerindeki değişimler Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Her iki sıcaklıkta tutulan bireyler açlık süresi boyunca benzer şekilde ağırlık kaybetmişlerdir. Deneme sonunda, 22°C, 15°C ve 15-22°C grupların final canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla 63.5 g, 55.2 g ve 45.2 g olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1). Açlık süresinin ardından 15°C’de tutulan tankların yarısının 22°C’ye yükseltilmesiyle bu grupta (15-22°C) %33.5’lik bir ağırlık gözlenirken; 22°C grubu bireyleri, beslenmeye başlanmasıyla birlikte, 12 gün sonunda %54.4’lük bir artış gerçekleştirmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme süresince 30 gün besleme, 9 gün açlık ve 12 gün geri besleme sürelerinde farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) kombinasyonlarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinde büyüme performansı değerleri.

Büyüme parametreleri					
Sıcaklık (C°)	Başlangıç Ağırlığı(g)	Final Ağırlığı (g)	Ağırlık ¹ Kazancı (%)	SBO ³ (%/gün)	YÇÖ
22	50.4±0.3	^A 62.5±4.0 ^a	^A 24±7.0 ^a	^A 1.8±0.4 ^a	^A 1.5±0.4 ^a
15	50.3±0.5	^C 45.4±0.4 ^c	^C -9.7±1.4 ^c	^C -0.9±0.2 ^c	^B -1.3±0.1 ^b
15-22	50.4±0.5	^B 55.2±0.3 ^b	^B 8.8±0.8 ^b	^B 0.8±0.1 ^b	^A 1.5±0.5 ^a
İki yönlü ANOVA*					
Sıcaklık	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.05
Örnekleme Günleri	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Sıcaklık*Ör. Günleri	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001

¹Ağırlık Kazancı (%)= (final ağırlık, g - başlangıç ağırlığı, g)⁻¹ x 100

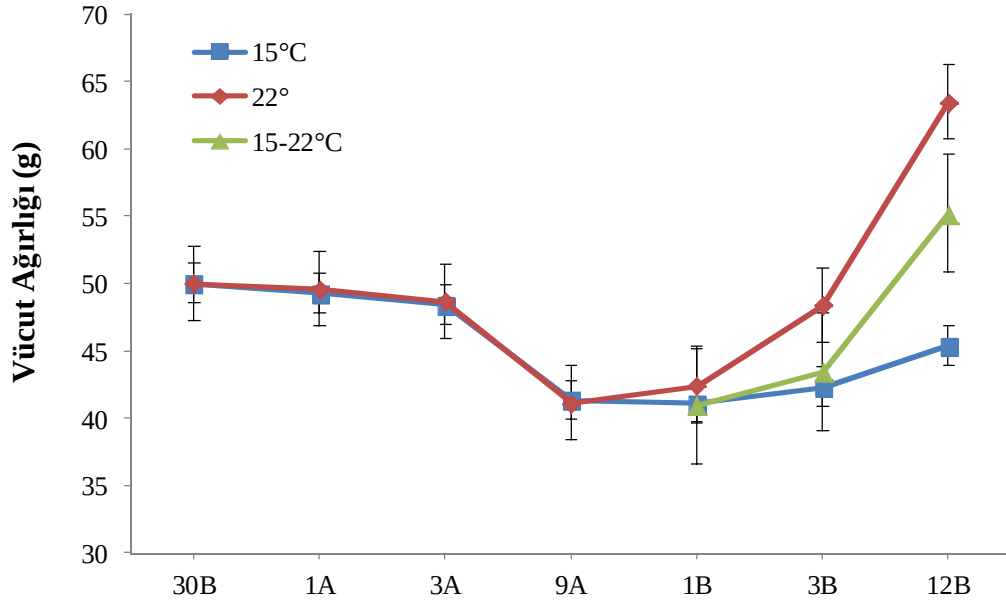
²Spesifik Büyüme Oranı: SBO (%g gün⁻¹) = [Ln(final ağırlık, g) -Ln(başlangıç Ağırlığı, g)] x (gün⁻¹) x 100

³Yem çevirim oranı (YÇÖ) = (toplam tüketilen yem miktarı, g)/(ağırlık kazancı, g)⁻¹

*Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistikî fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

15°C’de tutulan ve geri besleme süresinde de aynı sıcaklıklarda kalan bireylerin ağırlık kazançları ancak %9.3’lük bir artış göstermiştir. Bu grupta tutulan bireyler optimum su sıcaklığında (22°C) tutulan bireylere ağırlık olarak yakalayamamıştır.

Deneme sonunda gruplar için hesaplanan yem çevrim oranı (YÇO) deneme su sıcaklıklarından ve açlık periyotlarından ($p<0.05$) etkilenmiştir. Deneme sonucunda 22°C ve 15-22°C gruplarında YÇO 1.5 iken, 15°C grubunda ise yem çevrim oranı balıkların ağırlık kaybetmesinden dolayı negatif bir değer (-1.3) meydana gelmiştir (Çizelge 4.1). Deneme su sıcaklığı ve açlık sürelerinin YÇO üzerine etkileşimi iki yönlü varyans analizi ile doğrulanmıştır ($p<0.001$).



Örneklem Noktaları

Şekil 4.1 Deneme süresince 30 gün besleme (30B), (9) gün açlık ve (12) gün geri besleme uygulanan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) kombinasyonlarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinde ortalama ağırlık kazancı. 9A örnekleme noktasına kadar şekilde temsil edilen her bir nokta 4 tanktan alınan 12 adet balığı (4 tekerrür x 3 balık=12 adet balık) temsil etmektedir. 1B ve 3B noktalarındaki ortalamaları temsil eden balık sayısı; 15°C, 15-22°C ve 22°C grupları için sırasıyla 6, 6 ve 12 adettir.

Deneme süresince, açlık ve geri besleme örnekleme noktalarında alınan balık örneklerin karaciğer ve viseral yağ ölçümleri neticesinde 22°C, 15°C ve 15-22 °C sıcaklık grupları arasında HSI ve VSI oranları açısından farklılıklar görüldüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Genel olarak, 9 günlük açlık periyodu sonunda tespit edilen HSI ve VSI oranlarının deneme başlangıcındaki 30 günlük besleme periyodu ardından tespit edilen oranlara göre bütün gruplarda bir düşüş belirlenmiştir ($p<0.001$). Geri besleme sonunda her iki değerde tekrar yükseliş tespit edilmiştir. 22 °C grubu için 30 günlük besleme sonunda tespit edilen HSI ve VSI oranları sırasıyla 1.7 ve 8.0 iken, 9 günlük açlık periyodu ardından bu oranlar 1.5 ve 7.6'ya gerilemiştir ve bunu takip eden 12 günlük geri besleme periyodu sonunda hem HSI hem de VSI için 2.5 olarak tespit edilmiştir.

15°C ve 15-22°C grupları içinde benzer bir eğilim tespit edilmiştir. Deneme başlangıcındaki 30 günlük besleme periyodu (30B) ardından disekte edilen balıklarda hesaplanan HSI 22°C ve 15°C su sıcaklıklarında sırasıyla 1.7 ve 1.9 iken 9 günlük açlık periyodunun ardından bu değer 1.3 ve 1.1'e kadar düşmüştür (Çizelge 4.2). 12 günlük geri besleme periyodu ardından her iki sıcaklık grubundaki HSI değeri 2.5 ve 2.3'e kadar yükselmiştir. 15-22°C grubu bireylerinin HSI değeri ise 12 günlük beslemenin ardından ancak 1.5'a kadar ulaşabilmiştir. Deneme bireylerindeki VSI değerleri ise HSI verilerinin aksine her iki su sıcaklığında (22°C ve 15°C) 9 günlük açlık süresin sonunda 7.1'den 7.6 ve 4.2'den 3.7'e değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2). İki yönlü varyans analizi sonucunda sıcaklığın tespit edilen HSI değerleri üzerine olan etkisinin istatistikî olarak anlamlı ancak düşük olduğu ($p<0.01$), VSI üzerine ise biraz daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Örnekleme günlerinin ise HSI ve VSI oranları üzerine olan etkisinin istatistikî olarak yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Diğer yandan sıcaklık×örnekleme noktaları etkileşiminin HSI üzerinde daha az bir öneme sahipken ($p<0.05$) VSI üzerinde yüksek öneme sahip olduğu bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Deneme süresince (30 gün) besleme. (9) gün açlık ve (12) gün geri besleme uygulanan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) kombinasyonlarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin hepatosomatik indeks (HSI) ve viserosomatik indeks (VSI) değerleri.

Sıcaklık (°C)	Örnekleme Noktaları	HSI ¹	VSI ²
22	30B	1.7±0.3 ^b	7.1±1.0 ^b
	1A	1.7±0.2 ^b	9.4±2.0 ^a
	3A	1.5±0.3 ^b	8.2±0.8 ^{ab}
	9A	1.3±0.2 ^b	7.6±1.0 ^{ab}
	1B	1.5±0.2 ^b	6.2±1.1 ^b
	3B	2.3±0.2 ^b	7.2±0.3 ^b
	12B	2.5±0.2 ^a	2.4±0.3 ^c
15	30B	1.9±0.9 ^{ab}	4.2±2.0
	1A	1.4±0.2 ^b	4.6±0.8
	3A	1.3±0.1 ^b	4.3±1.0
	9A	1.1±0.1 ^b	3.7±0.5
	1B	1.6±0.1 ^{ab}	3.9±0.9
	3B	1.3±0.1 ^b	3.1±0.3
	12B	2.3±0.1 ^a	4.4±0.8
15-22	30B	1.9±0.9 ^{ab}	4.2±2.0
	1A	1.4±0.2 ^b	4.6±0.8
	3A	1.3±0.1 ^b	4.3±1.0
	9A	1.1±0.1 ^b	3.7±0.5
	1B	1.3±0.1 ^{ab}	6.7±0.2 ^{ab}
	3B	1.7±0.1 ^{ab}	4.4±0.1 ^{ab}
	12B	1.5±0.1 ^{ab}	4.4±1.0 ^{ab}
İki yönlü Anova*			
Sıcaklık		p<0.01	p<0.05
Örnekleme Günleri		p<0.001	p<0.001
Sıcaklık*Ör. Günleri		p<0.05	p<0.001

* Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistiki fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.3. Besinsel Kompozisyon

Deneme sonunda balıkların dorsal ve ventral bölgelerinden alınan örnekler üzerinde yapılan analizler sonucunda besinsel içerik açısından gruplar arasında sıcaklık ve açlık sürelerinin farklılıklar görüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

22°C ve 15°C’de tutulan bireylerin başlangıç (30B) dorsal lipit oranları sırasıyla %3.4 ve %4.2’dir. Açlık süresi boyunca her iki sıcaklıkta tutulan bireylerin lipit oranları %21-23 oranda azalma göstermiştir ($p<0.001$) ve 22°C ve 15°C’deki bireylerin dorsal lipit oran 9A örnekleme gününde sırasıyla %2.8 ve %3.4 olarak değişmiştir (Çizelge 4.3). Düşük su sıcaklıklarında tutulan bireyleri dorsal lipit oranı optimum su sıcaklığı olan 22°C grubunda istatistiki olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$). Geri besleme süresinin ardından dorsal lipit oranlarında bir artış meydana gelmiştir ($p<0.001$) ve su sıcaklığının bu oran üzerine geri besleme süresinde de önemli bir etkinin olduğu iki yönlü varyans analizi ile belirlenmiştir ($p<0.001$) (Çizelge 4.3). Denemenin ilk 9 gününde 15°C’de tutulan ve daha sonra geri besleme süresince 22°C’de tutulan bireyleri dorsal kaslarındaki lipit oranı diğer sıcaklık gruplarındaki gibi açlık süresince azalmış ve daha sonra geri besleme süresince lipit oranı yükselmiştir. Dorsal kasların lipit oranına benzer olarak ventral lipitlerdeki değişimde su sıcaklığı ve açlık/geri besleme sürelerinin etkisi önemli düzeyde belirlenmiştir ($p<0.001$) (Çizelge 4.4). Ancak, 22°C’de tutulan bireylerde deneme başlangıcında (30B) ventral kaslardaki lipit oranı (%8.6) dorsal kaslardaki lipit (%3.4) oranından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. 15°C’de tutulan bireylerin ventral kaslarındaki lipit oranı ise 30B ve 9A örnekleme noktalarında sırasıyla %6.0 ve %5.6 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistik hesaplamalar neticesinde örnekleme bölgelerindeki lipit oranına hem sıcaklık, hem örnekleme günleri hem de sıcaklık×örnekleme günleri etkileşimi yüksek etkiye sahiptir ($p<0.001$) (Çizelge 4.4).

Deneme balıklarının her iki örnekleme bölgelerindeki (dorsal ve ventral kaslar) ham protein içeriği üzerine sıcaklık ($p<0.05$) ve örnekleme günlerinin ($p<0.001$) önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4). Ancak, her iki doku örneğindeki protein oranında ki değişim, bu bölgelerde gerçekleşen lipit oranındaki değişimlerden daha düşük olduğu bulunmuştur. Örneğin,

22°C’de tutulan bireylerin 30B, 1A ve 9A örnekleme zamanlarındaki analiz edilen dorsal kas örneklerinin protein değişimi sırasıyla %21.0, %20.7 ve %20.4’dür (Çizelge 4.3). Benzer şekilde 15°C’de tutulan bireylerdeki dorsal kas protein oranı %19.9 ile %20.6 arasında değişmiştir. 15°C’deki bireylerin dorsal kaslardaki protein oranı geri besleme süresi sonunda (%17.8) 30B başlangıç noktasındakinden (%19.9) daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$). 15°C ve 22°C’de tutulan bireylerin ventral kaslardaki protein oranı %19.9, 30B örnekleme noktası olan başlangıçta benzerken açlık periyodunun ardından 22°C’de tutulan bireylerin bu bölgesindeki protein miktarı 9. açlık gününün sonunda %17.7’ye kadar düştüğü gözlenmiştir (Çizelge 4.4). Ancak, bu durumun aksine 15°C’de tutulan bireylerin ventral kas protein oranı %19.9’dan %21.5’a yükselmiştir ve geri besleme süresince de bu oran %20.6 ile %21.2 arasında değişmiştir. 15°C’ de tutulup geri besleme süresinde 22°C su sıcaklığında tutulan bireylerin ventral kas protein içeriği ise geri besleme süresince %21.8’den %17.8’e kadar düşmüştür (Çizelge 4.4).

Dorsal kasların ham kül oranları %1.0 ile 1.7 arasında değişiklik göstermiştir ve su sıcaklığının dorsal ham kül oranına bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Ventral kas dokularındaki ham kül içeriği de su sıcaklığının artmasıyla istatistikî olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). Açlık sürelerinin her iki kas bölgesindeki ham kül oranlarına etkisi olduğu belirlenirken 15°C, 22°C ve 15-22°C gruplarının geri beslemenin sonunda (12B) çok net gözlenmemekle birlikte bir artış olduğu hem dorsal hem de ventral kas örneklerinde belirlenmiştir.

Dorsal ve ventral bölgeden alınan örneklerin için kuru madde değerleri üzerinde farklı sıcaklıkların etkileşiminin özellikle açlık döneminde önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Sıcaklıklar tek başlarına değerlendirmeye alınıp örnekleme günlerindeki değişimler incelendiğinde; hem dorsal hem de ventral kas örneklerinin kuru madde oralarındaki genel eğilim, açlık süresinin sonunda yükseldiği ve geri beslemenin son örneklemesinde ise düştüğü gözlenmişti ($p<0.05$) (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4). Yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda, sıcaklık ve örnekleme günlerinin dorsal ve ventral kas örneklerinin kuru madde oranı üzerine ortak bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.3.Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan ve 9 gün aç bırakıldıktan sonra 12 geri beslemeye alınan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin dorsal kas besin madde bileşenleri değerleri

Sıcaklık (°C)	Örnekleme Günleri	Lipit	Protein	Ham Kül	Kuru Madde
22	30B	^B 3.4±0.1 ^a	^A 21.0±0.1 ^a	^A 1.1±0.4 ^b	^A 23.5±0.4 ^{bcd}
	1A	^B 3.2±0.1 ^b	^A 20.7±0.1 ^{ab}	^A 1.6±0.1 ^a	^A 23.8±0.2 ^{abc}
	3A	^A 3.2±0.1 ^b	^A 20.4±0.2 ^{ab}	^A 1.5±0.1 ^{ab}	^A 24.1±0.5 ^{ab}
	9A	^B 2.8±0.0 ^{cd}	^A 20.5±0.3 ^{ab}	^A 1.3±0.1 ^{ab}	^A 24.6±0.8 ^a
	1B	^B 2.7±0.1 ^d	^A 20.3±0.4 ^b	^A 1.5±0.1 ^{ab}	^A 23.8±0.3 ^{bc}
	3B	^C 2.8±0.1 ^d	^A 20.5±0.4 ^{ab}	^A 1.5±0.0 ^{ab}	^A 23.1±0.2 ^{cd}
	12B	^C 2.9±0.0 ^b	^A 20.6±0.2 ^{ab}	^B 1.4±0.1 ^{ab}	^{AB} 22.9±0.4 ^d
15	30B	^A 4.2±0.0 ^a	^B 19.9±0.0 ^{ab}	^A 1.5±0.1 ^{ab}	^A 22.5±0.5 ^{de}
	1A	^A 4.2±0.1 ^a	^B 20.1±0.1 ^{ab}	^A 1.4±0.1 ^c	^A 23.1±0.4 ^{bcd}
	3A	^A 3.6±0.0 ^c	^A 20.6±0.6 ^a	^A 1.6±0.0 ^{bc}	^A 23.5±0.3 ^{bc}
	9A	^A 3.4±0.0 ^d	^A 19.7±0.5 ^b	^A 1.7±0.1 ^{ab}	^A 24.9±0.5 ^a
	1B	^A 3.4±0.1 ^d	^B 18.7±0.5 ^c	^A 1.5±0.1 ^{bc}	^A 23.8±0.1 ^b
	3B	^A 3.8±0.1 ^b	^B 18.0±0.4 ^{cd}	^A 1.5±0.2 ^{bc}	^A 22.8±0.7 ^{cd}
	12B	^A 3.8±0.0 ^b	^B 17.8±0.1 ^d	^A 1.9±0.1 ^a	^B 21.8±0.5 ^e
15-22	30B	^A 4.2±0.0 ^a	^B 19.9±0.0 ^b	^A 1.5±0.1 ^a	^A 22.5±0.5 ^c
	1A	^A 4.2±0.1 ^a	^B 20.1±0.1 ^{ab}	^A 1.4±0.1 ^a	^A 23.2±0.4 ^{bc}
	3A	^A 3.6±0.0 ^b	^A 20.6±0.6 ^a	^A 1.6±0.1 ^a	^A 23.5±0.3 ^{bc}
	9A	^B 3.4±0.0 ^c	^A 19.7±0.5 ^b	^A 1.7±0.1 ^a	^A 24.9±0.5 ^a
	1B	^B 2.7±0.0 ^e	^C 16.2±0.1 ^d	^A 1.7±0.2 ^a	^A 23.7±0.5 ^{bc}
	3B	^B 3.4±0.2 ^c	^B 18.6±0.0 ^c	^A 1.5±0.1 ^a	^A 23.9±0.7 ^{ab}
	12B	^B 3.2±0.1 ^d	^A 20.6±0.1 ^a	^B 1.0±0.5 ^b	^A 23.6±1.0 ^{bc}
İki yönlü Anova*					
Sıcaklık		p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.05
Örnekleme Günleri		p<0.001	p<0.001	p<0.05	p<0.001
Sıcaklık*Ör. Günleri		p<0.001	p<0.001	p>0.05	p<0.05

* Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistiki fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Deneme balıklarının her iki örnekleme bölgelerindeki (dorsal ve ventral kaslar) ham protein içeriği üzerine sıcaklık ($p<0.05$) ve örnekleme günlerinin ($p<0.001$) önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4). Ancak, her iki doku örneğindeki protein oranında ki değişim, bu bölgelerde gerçekleşen lipid oranındaki değişimlerden daha küçük olduğu bulunmuştur. Örneğin, 22°C’de tutulan bireylerin 30B, 1A ve 9A örnekleme zamanlarındaki analiz edilen dorsal kas örneklerinin protein değişimi sırasıyla %21.0, %20.7 ve %20.4’dür (Çizelge 4.3). Benzer şekilde 15°C’de tutulan bireylerdeki dorsal kas protein oranı %19.9 ile %20.6 arasında değişmiştir. 15°C’deki bireylerin dorsal kaslardaki protein oranı geri besleme süresi sonunda (%17.8) 30B başlangıç noktasındakinden (%19.9) daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$). 15°C ve 22°C’de tutulan bireylerin ventral kaslardaki protein oranı %19.9 30B örnekleme noktası olan başlangıçta benzerken açlık periyodunun ardından 22°C’de tutulan bireylerin bu bölgedeki protein miktarı 9. açlık gününün sonunda %17.7’ye kadar düştüğü gözlenmiştir (çizelge 4.4). Ancak, bu durumun aksine 15°C’de tutulan bireylerin ventral kas protein oranı %19.9’dan %21.5’a yükselmiştir ve geri besleme süresince de bu oran %20.6 ile %21.2 arasında değişmiştir. 15°C’de tutulup geri besleme süresinde 22°C su sıcaklığında tutulan bireylerin ventral kas protein içeriği ise geri besleme süresince %21.8’den %17.8’e kadar düşmüştür (Çizelge 4.4).

Dorsal kasların ham kül oranları %1.0 ile 1.7 arasında değişiklik göstermiştir ve su sıcaklığının dorsal ham kül oranına bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Ventral kas dokularındaki ham kül içeriği de su sıcaklığının artmasıyla istatistikî olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). Açlık sürelerinin her iki kas bölgesindeki ham kül oranlarına etkisi olduğu belirlenirken 15°C, 22°C ve 15-22°C gruplarının geri beslemenin sonunda (12B) çok net gözlenmemekle birlikte bir artış olduğu hem dorsal hem de ventral kas örneklerinde belirlenmiştir.

Dorsal ve ventral bölgeden alınan örneklerin için kuru madde değerleri üzerinde farklı sıcaklıkların etkileşiminin özellikle açlık döneminde önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Sıcaklıklar tek başlarına değerlendirmeye alınıp örnekleme günlerindeki değişimler incelendiğinde; hem dorsal hem de ventral kas örneklerinin kuru madde oralarındaki genel eğilim, açlık süresinin sonunda yükseldiği ve geri

beslemenin son örneklemeğinde ise düştüğü gözlenmişti ($p<0.05$) (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4).Yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda, sıcaklık ve örnekleme günlerinin dorsal ve ventral kas örneklerinin kuru madde oranı üzerine ortak bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

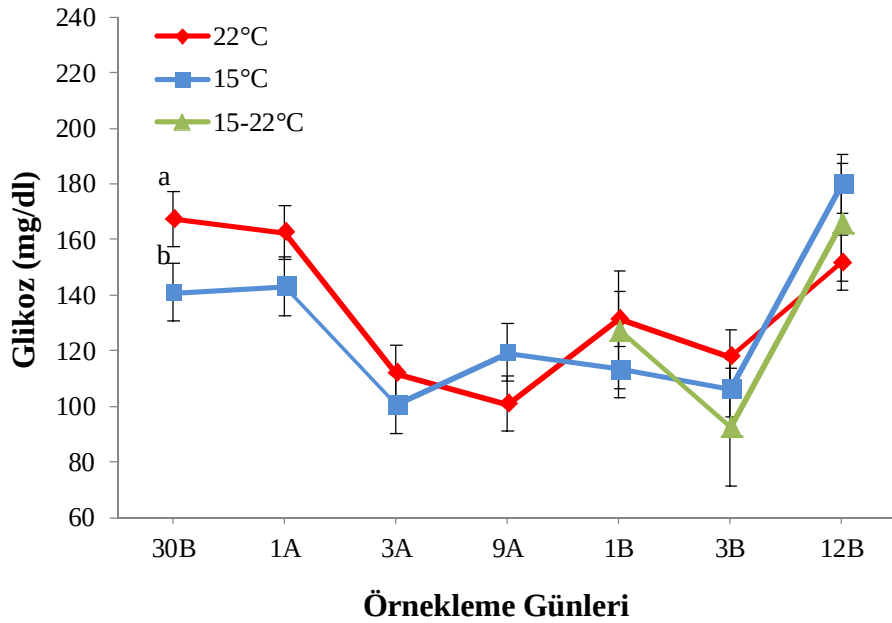
Çizelge 4.4 Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan ve 9 gün aç bırakıldıktan sonra 12 geri beslemeye alınan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin ventral kas besin madde bileşenleri değerleri

Sıcaklık	Örnekleme Günleri	Lipit	Protein	Ham Kül	Kuru Madde
22	30B	^A 8.6±0.1 ^a	^A 19.9±0.1 ^b	^A 2.2±0.5 ^a	^A 25.9±0.3 ^{cd}
	1A	^A 8.5±0.1 ^b	^A 19.5±0.1 ^c	^A 2.0±0.1 ^a	^A 27.1±1.0 ^d
	3A	^A 5.5±0.1 ^e	^B 17.7±0.2 ^d	^A 1.8±0.2 ^a	^A 27.2±1.0 ^{bc}
	9A	^A 5.7±0.1 ^d	^B 17.7±0.1 ^d	^B 2.0±0.5 ^a	^A 29.6±0.4 ^a
	1B	^B 5.3±0.0 ^f	^B 21.2±0.1 ^a	^A 2.2±0.1 ^a	^A 28.3±0.7 ^b
	3B	^B 5.5±0.0 ^e	^C 17.4±0.2 ^e	^A 2.0±0.1 ^a	^B 23.4±0.1 ^{bcd}
	12B	^B 6.1±0.1 ^c	^C 17.0±0.1 ^f	^A 2.0±0.3 ^a	^C 22.5±0.4 ^d
	15	^B 6.0±0.0 ^b	^A 19.9±0.0 ^d	^A 2.1±0.2 ^b	^A 25.7±0.8 ^d
15	30B	^B 5.0±0.2 ^d	^A 19.4±0.0 ^f	^A 2.1±0.2 ^b	^A 26.4±0.5 ^{cd}
	1A	^B 5.0±0.0 ^d	^A 19.7±0.1 ^e	^A 2.0±0.2 ^b	^A 27.0±0.8 ^{bc}
	3A	^A 5.6±0.1 ^c	^A 21.5±0.1 ^a	^A 7.3±0.1 ^a	^A 30.0±0.1 ^a
	9A	^A 6.1±0.1 ^b	^C 20.6±0.1 ^c	^A 2.1±0.1 ^b	^A 28.0±0.6 ^b
	1B	^A 6.1±0.1 ^b	^A 21.3±0.1 ^a	^A 2.1±0.3 ^b	^A 28.2±0.9 ^b
	3B	^A 6.5±0.2 ^a	^A 21.2±0.1 ^b	^A 2.1±0.2 ^b	^A 27.9±0.8 ^b
	12B	^B 6.0±0.0 ^a	^A 19.9±0.0 ^c	^A 2.1±0.2 ^b	^A 25.7±0.8 ^{cd}
	15-22	^B 5.0±0.2 ^d	^A 19.4±0.0 ^e	^A 2.1±0.2 ^b	^A 26.4±0.5 ^{bcd}
15-22	30B	^B 5.0±0.0 ^d	^A 19.7±0.1 ^d	^A 2.0±0.2 ^b	^A 27.0±0.8 ^{bcd}
	1A	^A 5.6±0.1 ^b	^A 21.5±0.1 ^b	^A 7.3±0.1 ^a	^A 30.0±0.1 ^a
	3A	^B 5.4±0.1 ^c	^A 21.8±0.0 ^a	^A 1.8±0.2 ^b	^A 27.5±0.5 ^{bc}
	9A	^B 5.5±0.1 ^{bc}	^B 19.7±0.1 ^d	^B 2.0±0.1 ^b	^A 27.9±0.7 ^b
	1B	^C 5.0±0.2 ^d	^B 17.8±0.0 ^f	^B 1.9±0.5 ^b	^B 25.3±1.0 ^d
	3B				
	12B				
	15-22				
İki yönlü Anova*					
Sıcaklık		p<0.001	p<0.05	p<0.001	p<0.05
Örnekleme Günleri		p<0.001	p<0.001	p<0.05	p<0.001
Sıcaklık*Ör. Günleri		p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.05

*Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistikî fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.4. Kan parametreleri

Plazma metabolit seviyeleri için değerler Şekil 4.2’de verilmiştir. Glikoz değerleri her iki sıcaklık grubu için açlık periyodu öncesinde (30B) 22°C grubunda daha yüksek olmakla birlikte geri besleme boyunca (1B, 3B ve 12B) 15°C grubu ile benzerlik göstermiştir. Açlık periyodunun ilk günüyle (1A) birlikte plazma glikoz seviyeleri açlık periyodunun sonuna kadar önemli derecede bir düşüş göstermiştir. Geri beslemenin ilk günüyle birlikte glikoz seviyesi açlık öncesi seviyelere tekrar yükselmiştir. Her iki sıcaklıkta da kandaki glikoz seviyesi ancak 12 günlük besleme sonundan 30B günündeki seviyeye geri gelmiştir. İki yönlü varyans analizi sonucunda örnekleme günleri kandaki glikoz miktarı üzerinde son derece önemli ($p<0.001$), sıcaklık örnekleme günleri etkileşimi ikincil derecede önemli olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

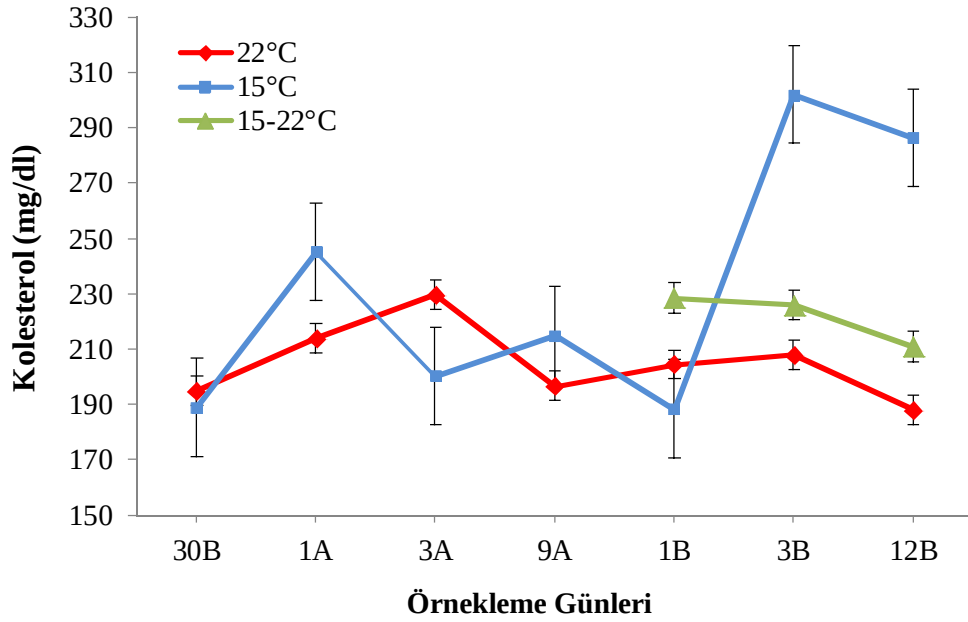


Şekil 4.2. Otuz gün besleme, 9 gün açlık ve 12 günlük geri besleme rejimine tutulan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) glikoz miktarı değişimi.

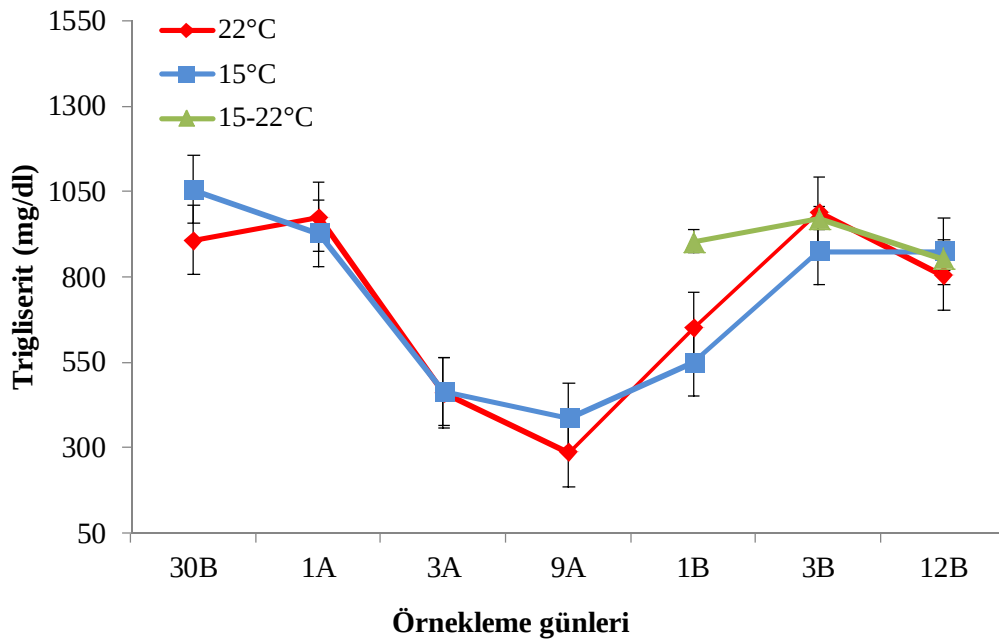
Tek başına sıcaklığın ise glikoz miktarı üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir ($p>0.05$). İlk 9 gün boyunca aç bırakılan ve 15°C'den 22°C'ye yükseltilen gruptaki bireylerin kan glikoz değerleri 22°C'de tutulan bireylerden daha yüksek bulunmuştur.

Plazma metabolitlerden kolesterol miktarı için değerler Şekil 4.5'te verilmiştir. Her iki sıcaklık grubundaki kolesterol seviyeleri açlık süresi boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Plazma kolesterol seviyeleri her iki sıcaklık grubunda açlık periyodu öncesinde birbirine yakın iken, besleme periyodunun 12. gününde (12B) son günün de 15°C grubunda diğer gruplara göre önemli derecede yükseldiği tespit edilmiştir. Açlık periyodunun birinci gününe (1A) kadar 15°C grubunun kolesterol seviyesinde önemli bir artış gözlenirken üçüncü güne (3A) doğru ciddi bir düşüş izlemiştir. 22°C derece grubunda ise açlık süresinin ilk üç gününde kademeli bir artış ve açlık periyodunun 9. Gününde (9A) aynı grubun plazma kolesterol seviyelerinde bir düşüş belirlenmiştir. Balıkların geri beslemesi ile birlikte 15°C grubun bireylerinin kolesterol seviyesinde ciddi bir artış gözlenirken 22°C grubu bireylerinde kolesterol seviyesi 12B örnekleme gününde 9A günündeki seviye ulaşmıştır.

Plazma metabolitlerden trigliserit miktarı için değerler Şekil 4.6'te verilmiştir. Beklenildiği şekilde plazma trigliserit seviyeleri her iki sıcaklık grubunda da açlık süresinin 9. gününe (9A) kadar bir düşüş göstermiştir ve açlık süresinin bu değer üzerine önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Geri besleme süresinin ardından her iki sıcaklıkta tutulan bireylerin trigliserit değerlerinde benzeri şekilde bir artış gözlenmiş ve su sıcaklığının bu plazma metaboliti üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Diğer taraftan, sıcaklık ve örnekleme günleri etkileşiminin ise kandaki trigliserit miktarına herhangi bir etkisinin olmadığı da görülmüştür ($p>0.05$). Açlık süresince 15°C'de tutulup 9. Günün sonunda 22°C su sıcaklığına alıştırılan bireylerin birinci besleme günündeki (1B) plazma trigliserit değişimi diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak, bu değer 3. geri besleme gününde diğer gruplarla aynı değere ulaşmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.3. Otuz gün besleme, 9 gün açlık ve 12 günlük geri besleme rejimine tutulan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) kolesterol miktarı değişimi.



Şekil 4.4. Otuz gün besleme, 9 gün açlık ve 12 günlük geri besleme rejimine tutulan ve farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) trigliserit miktarı değişimi.

4.5. Yağ Asidi Miktarı

Deneme sonunda alınan ventral kas örnekleri üzerinde yapılan yağ asidi analizi neticesinde tespit edilen yağ asidi miktarlarında açlık, geri besleme ve su sıcaklığı ile önemli değişimler göstermiştir (Çizelge 4.6). Ventral kas örneklerindeki doymuş yağ asitleri (DYA) içerisinde yer alan; palmitik (16:0) ve arşidik asit (20:0) deneme su sıcaklığından önemli ölçüde etkilenirken ($p<0.05$), stearik asit (18:0) ise deneme su sıcaklığı değişimlerinden etkilenmemiştir ($p>0.05$). Açlık süreleri tek başına dikkate alındığında, ventral kaslardaki 16:0 yağ asidi açlık süreleri boyunca bir düşüş göstermiş ve 12A gününde %14.6 ile en düşük düzeye gelmiştir (Çizelge 4.6). Tespit edilen bir diğer tekli doymamış yağ asidi miktarı oleik asittir (18:1n-9).

Çizelge 4.5. Deneme sonunda farklı sıcaklık (22, 15 ve 15-22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin ventral kas yağ asidi değerleri.

Sıcaklık (°C)	Örnekleme Günleri	16:0	16:1-n7	18:0	18:1n-9	20:0	20:5n-3	22:5n-3	22:6n-3	
22	30B	^A 15.3±0.2 ^a	4.1±0.1	^A 4.4±0.2 ^{ab}	^B 29.7±0.3 ^c	^B 2.8±0.1 ^{bc}	5.3±0.1 ^a	2.5±0.1	8.4±0.6 ^b	
	1A	15.5±0.4 ^{ab}	4.1±0.1	4.7±0.1 ^a	32.1±0.6 ^a	2.8±0.1 ^c	^B 4.7±0.2 ^b	2.6±0.1	7.5±0.2 ^c	
	3A	15.0±0.1 ^{ab}	4.2±0.1	4.4±0.1 ^{ab}	29.9±0.1 ^c	3.3±0.6 ^{ab}	^A 5.4±0.1 ^a	^B 2.4±0.1	8.5±0.1 ^b	
	9A	^A 14.8±0.1 ^{ab}	^B 4.1±0.1	3.8±0.6 ^b	^B 29.8±0.2 ^c	^A 3.1±0.1 ^{abc}	5.3±0.1 ^a	^B 2.4±0.1	8.5±0.1 ^b	
	1B	^A 14.8±0.1 ^{ab}	^B 4.2±0.1	4.2±0.1 ^{ab}	^{AB} 30.5±0.4 ^{bc}	^B 2.9±0.1 ^{abc}	5.2±0.1 ^a	^C 2.3±0.1	^B 8.0±0.1 ^{bc}	
	3B	14.7±0.9 ^{ab}	4.4±0.4	^A 3.9±0.9 ^{ab}	^B 31.0±0.6 ^{ab}	^A 3.3±0.2 ^a	5.5±0.4 ^a	2.6±0.4	^C 9.5±0.9 ^a	
15	12B	^B 14.6±0.1 ^b	^A 4.1±0.1	^A 4.2±0 ^{ab}	^B 31.3±1.0 ^{ab}	3.0±0.1 ^{abc}	5.4±0.2 ^a	^B 2.4±0.1	^B 8.3±0.2 ^b	
	30B	^B 14.1±0.1 ^b	4.2±0.1 ^{ab}	^B 3.8±0.1 ^{ab}	^A 29.1±0.2 ^{bc}	^A 3.5±0.2 ^a	5.4±0.2 ^b	2.4±0.1	8.9±0.1 ^{ab}	
	1A	15.1±1.0 ^a	4.0±0.4 ^b	^B 4.5±0.7 ^a	28.9±0.7 ^d	2.8±0.3 ^c	^A 5.9±0.5 ^a	2.8±0.3	11.0±3 ^a	
	3A	14.7±0.3 ^{ab}	4.2±0.1 ^{ab}	4.4±0.1 ^a	30.5±0.7 ^a	3.0±0.2 ^{bc}	^B 5.1±0.1 ^b	^A 2.6±0.1	8.7±0.2 ^b	
	9A	^B 14.4±0.1 ^{ab}	^A 4.3±0.1 ^{ab}	4.1±0.1 ^{ab}	^A 29.8±0.2 ^{bc}	^B 2.9±0.1 ^{bc}	5.2±0.1 ^b	^A 2.6±0.1	8.5±0.2 ^b	
	1B	^B 14.4±0.1 ^{ab}	^B 4.2±0.1 ^{ab}	4.1±0.1 ^{ab}	^A 29.5±0.2 ^{bc}	^A 3.2±0.2 ^{ab}	5.2±0.1 ^b	^B 2.5±0.1	^B 8.3±0.1 ^b	
15-22	3B	14.6±0.2 ^{ab}	4.3±0.1 ^a	3.6±0.6 ^b	^A 29.6±0.1 ^{bc}	^B 3.0±0.1 ^{bc}	5.3±0.2 ^b	2.8±0.4	8.5±0.7 ^b	
	12B	^B 14.6±0.1 ^{ab}	^A 4.3±0.5 ^{ab99}	4.1±0.1 ^{ab}	^A 30.4±0.5 ^{ab}	3.1±0.2 ^{bc}	5.2±0.1 ^b	^B 2.6±0.1	^B 8.2±0.1 ^b	
	1B	^A 14.7±0.1 ^b	^A 4.8±0.5 ^a	3.3±0.8	^{AB} 29.1±0.2 ^{ab}	^B 2.9±0 ^{ab}	5.6±0.5 ^b	^A 2.7±0.1 ^b	^A 9.3±0.1 ^b	
	3B	14.8±0.5 ^b	4.3±0.1 ^a	4.3±0.2	^{AB} 28.9±0.7 ^a	^B 3.0±0.1 ^a	5.4±0.1 ^b	2.7±0.1 ^b	7.8±2.0 ^b	
	12B	^A 16.5±0.2 ^a	^B 3.7±0.2 ^b	4.4±1.0	^C 30.5±0.7 ^b	2.8±0.1 ^c	6.4±0.1 ^a	^A 3.0±0.1 ^a	^A 14.3±0.1 ^a	
	İki yönlü Anova*									
Sıcaklık	p	0.05	p	0.05	p	0.05	p	0.001	p	0.05
Örneklem Günleri	p	0.05	p	0.05	p	0.05	p	0.05	p	0.05
Sıcaklık*Ör. Günlere	p	0.001	p	0.001	p	0.05	p	0.001	p	0.05

*Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistikî fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.6. Deneme sonunda farklı sıcaklık (22, 15 ve 15-22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin dorsal kas yağ asidi değerleri.

Sıcaklık (°C)	Örnekleme Günleri	16:0	16:1n-7	18:0	18:1n-9	20:0	20:5n-3	22:5n-3	22:6n-3
22	30B	A12.5±0.3 ^b	B2.5±0.5 ^d	B4.1±0.9 ^b	B8.9±0.2 ^c	1.8±0.5 ^d	B2.3±0.5 ^{ab}	B2.2±0.6 ^{ab}	B10.7±0.2 ^a
	1A	B12.5±0.4 ^b	B2.8±0.1 ^c	B3.9±0.1 ^{bc}	B9.5±0.2 ^{bc}	2.1±0.1 ^{bc}	B2.1±0.5 ^b	B2.1±0.6 ^b	B9.4±0.3 ^{cd}
	3A	B13.5±0.6 ^{ab}	3.2±0.5 ^a	B4.2±0.9 ^b	B9.9±0.6 ^{ab}	B2.2±0.5 ^{ab}	B2.4±0.1 ^a	B2.4±0.1 ^a	B8.9±0.1 ^d
	9A	B13.6±0.4 ^{ab}	B3.1±0 ^{ab}	B4.3±0.9 ^{ab}	B10.3±0.1 ^a	B2.3±0.5 ^a	B2.3±0.5 ^{ab}	B2.3±0.05 ^{ab}	B9.9±0.2 ^{bc}
	1B	A14.1±0.8 ^a	AB2.9±0.5 ^{bc}	AB4.6±0.9 ^a	9.7±0.1 ^{ab}	AB2.1±0.1 ^b	B2.3±0.5 ^{ab}	B2.3±0.05 ^{ab}	B10.1±0.4 ^{ab}
15	3B	AB12.4±0.8 ^b	AB2.7±0.1 ^{cd}	B3.9±0.9 ^{bc}	B9.06±0.6 ^c	AB2.1±0.2 ^{bc}	B2.2±0.1 ^{ab}	B2.2±0.1 ^{ab}	B10.3±0.4 ^{ab}
	12B	B11.1±0.8 ^c	B2.7±0.3 ^{cd}	B3.6±0.1 ^c	C7.7±0.5 ^d	B1.9±0.1 ^{cd}	B2.1±0.2 ^b	A2.1±0.2 ^b	9.5±0.7 ^{bc}
	30B	B11.9±0.2 ^c	A3.3±0.1 ^a	A6.0±1.0 ^a	A12±0.2 ^a	2.7±0.2 ^a	A3.3±0.1 ^a	A3.3±0.1 ^c	A11.6±0.2 ^{bc}
	1A	A15.5±0.5 ^a	A3.2±0.1 ^a	A5.3±0.3 ^b	A11.9±0.4 ^a	2.4±0.1 ^b	A2.9±0.05 ^{bc}	A2.9±0.05 ^{bc}	A11.5±1.3 ^{bc}
	3A	A15.03±0.5 ^a	3.2±0.0 ^a	A5.1±0.7 ^{bc}	A11.7±0.2 ^a	A2.5±0.2 ^c	A2.9±0.05 ^{bc}	A2.9±0.05 ^{bc}	A11.0±0.4 ^c
15-22	9A	A15.5±0.2 ^a	A3.4±0.1 ^a	A5.4±0.3 ^b	A11.9±0.4 ^a	A2.4±0.0 ^b	A3.0±0.1 ^b	A3.06±0.1 ^b	A11.5±1.0 ^{bc}
	1B	AB13.4±0.4 ^b	B2.8±0.1 ^b	A4.7±0.7 ^c	10.03±0.2 ^c	B2.0±0.1 ^c	A2.9±0.1 ^{bc}	A2.9±0.1 ^{bc}	A12.4±0.6 ^{ab}
	3B	A13.8±0.2 ^b	A3.23±0.1 ^a	A4.6±0.7 ^c	A11.03±1.0 ^b	A2.3±0.05 ^b	A2.8±0.6 ^c	A2.8±0.05 ^c	A13.2±0.0 ^a
	12B	A14.9±0.1 ^a	A3.35±0.7 ^a	A5.2±0.7 ^{bc}	A11.7±0.0 ^a	A2.4±0.0 ^b	A3.0±0.0 ^{bc}	A3.0±0.0 ^{bc}	B10.6±0.3 ^c
	1B	B12.4±0.3	A3.2±0.1 ^a	B3.6±0.1 ^{ab}	9.7±0.2	A2.3±0.2 ^a	A2.4±0.1	B2.4±0.1	B9.5±0.1
15-22	3B	B10.9±1.1	B2.5±0.5 ^c	C3.3±0.5 ^b	B8.5±1.3	B1.7±0.4 ^b	B2.2±0.2	B2.2±0.2	A9.7±1.0
	12B	AB13.4±1.8	B2.7±0.2 ^{ab}	AB4.7±0.1 ^a	B10.1±1.1	B1.8±0.1 ^{ab}	AB2.6±0.3	AB2.6±0.3	10.5±1.0

İki yönlü Anova*

Sıcaklık p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001

Örnekleme Günleri p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.05

Sıcaklık*Ör. Günleri p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001 p 0.001

* Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistiksel fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Dorsal kastaki tespit edilen tüm yağ asidi grupları için sıcaklık, örnekleme günleri ve her iki parametrenin etkileşimi iki yönlü varyans analizi sonucunda önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). Bu örnekleme bölgesi için genel olarak, tekli doymamış yağ asitlerinin (16:0, 18:0 ve 20:0) 15°C’de tutulan bireylerde her bir örnekleme noktasında 22°C grubu bireylerinden daha yüksek olduğu söylenebilir ($p<0.001$). Dorsal kaslarda tespit edilen oleik asit miktarı 15°C grubunda tüm örnekleme noktalarında 22°C grubundaki bireylerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır ($p<0.001$). Su sıcaklığının bu yağ asidi üzerine diğer tekli doymamış yağ asitlerine göre daha fazla etkisini olduğu bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitlerinden 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitleri de düşük su sıcaklıklarında daha fazla tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Çizelge 4.7). Su sıcaklığı tek başına dikkate alındığında ise, dorsal kaslardaki 20:5n-3 miktarı açlık süresinin ilk günlerinde %14’lük bir düşüş göstermiştir. Geri besleme ile birlikte bu kas dokusundaki 20:5n-3 miktarı pek fazla artış göstermeden %2.2-2.3 seviyelerinde seyretmiştir (Çizelge 4.7). 15°C grubu bireylerinde ise bu yağ asidi açlık/geri besleme periyotları süresince %2.8-%3.3 arasında bir değer göstermiştir.

Deneme sonunda ventral ve dorsal kaslar haricinde yağ asitlerinin en çok değişim gösterdiği dokulardan birisi olan karaciğer örnekleri üzerinde yapılan yağ asidi analizi neticesinde tespit edilen yağ asidi miktarlarında farklılıklar görülmüştür (Çizelge 4.8). Tespit edilen 16:0 miktarı üzerinde sıcaklığın bir etkisi görülmemişken ($p>0.05$), örnekleme günleri ve sıcaklık örnekleme günleri etkileşiminin belirli bir etkisi söz konusudur ($p<0.005$). Tespit edilen bir diğer doymuş yağ asidi stearik asittir (18:0). Stearik asit üzerin de sıcaklık ve örnekleme günlerinin önemli derecede etki ettiği ($p<0.001$) ancak su sıcaklığı ve örnekleme günlerinin bu yağ asidi üzerine önemli bir etkileşimin olmadığı görülmüştür ($p>0.05$) (Çizelge 4.8). Analiz yapılan karaciğer dokudaki 20:0 miktarı için sıcaklık, örnekleme günleri ve sıcaklık örnekleme günleri etkileşiminin aynı derecede öneme sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). Karaciğer örneklerinde tespit edilen oleik asittir (18:1n-9) miktarları üzerinde sıcaklık, örnekleme günleri ve sıcaklık örnekleme günleri etkileşiminin aynı derecede öneme sahip olduğu bulunmuştur ($p<0.001$). Ancak, oleik asit için hesaplanan su sıcaklık ortalama değerleri üzerinde de hesaplanan iki yönlü varyans

analizi sonuçları su sıcaklığının genel olarak bu yağ asit üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir ($p<0.0$) (Çizelge 4.8). Benzer şekilde ÇDYA'lerinden olan 20:5n-3 ve 22:6-3 yağ asitleri içinde su sıcaklığının genel bir etkisinin olmadığı söylenebilir. 20:5n-3 yağ asidi için 22°C ve 15°C'de tutulan bireylerin karaciğerdeki miktarlarının ortalaması sırasıyla %4.8 ve %5.1'dir. Aynı şekilde, 22:6-3 yağ asidi için 22°C ve 15°C'de ise ortalama değerler %9.6 ve 10.6'dir.

Çizelge 4.7. Deneme sonunda farklı sıcaklık (15°C, 15-22°C ve 22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin karaciğer yağ asidi değerleri.

Sıcaklık (°C)	Örnekleme Günleri	16:0	16:1n-7	18:0	18:1n-9	20:0	20:5n-3	22:5n-3	22:6n-3
22	30B	A18.9±0.4 ^a	A4.5±0.1 ^{ab}	4.4±0.1 ^d	B36.6±0.4 ^d	1.1±0.9 ^b	B4.1±0.1 ^c	B2.5±0.1 ^c	B8.5±0.1 ^d
	1A	16.2±0.1 ^c	3.9±0.0 ^{cd}	4.4±0.0 ^{cd}	A31.8±0.1 ^b	B2.0±0.1 ^a	5.4±0.0 ^{ab}	A3.5±0.1 ^a	A12.5±0.1 ^a
	3A	A19.6±0.5 ^a	4.6±0.1 ^a	4.3±0.1 ^d	B37.4±1.1 ^d	0.7±0.1 ^b	B4.2±0.1 ^c	B2.3±0.0 ^c	B7.7±0.1 ^f
	9A	A17.6±0.9 ^b	4.2±0.1 ^{bc}	4.7±0.1 ^{bed}	B35.3±0.2 ^c	0.7±0.1 ^b	4.3±0.3 ^c	B2.4±0.1 ^c	8.4±0.1 ^d
	1B	17.1±0.2 ^b	3.5±0.1 ^{de}	A5.3±0.1 ^a	36.4±0.7 ^b	A0.8±0.1 ^b	B4.1±0.1 ^c	C2.4±0.1 ^c	B8.0±0.3 ^e
	3B	B14.9±0.3 ^d	3.2±0.6 ^{ef}	4.9±0.6 ^{ab}	33.0±0.5 ^a	1.2±0.7 ^b	5.2±0.0 ^b	3.0±0.3 ^b	B9.6±0.2 ^c
	12B	B13.7±0.5 ^e	2.8±0.1 ^f	B4.8±0.1 ^{bc}	A32.3±0.1 ^a	B0.6±0.1 ^b	5.6±0.3 ^a	3.3±0.1 ^a	AB11.3±0.1 ^b
	30B	B14.9±0.4	B3.5±0.3 ^{bc}	4.2±0.1 ^c	A28.9±0.6 ^{abc}	1.8±0.1 ^{ab}	A5.6±0.1 ^a	A3.8±0.1 ^a	A15.3±0.1 ^a
15	1A	16.5±0.4	4.0±0.1 ^{ab}	4.4±0.1 ^c	B35.7±0.5 ^d	A2.1±0.1 ^a	5.4±0.2 ^a	B2.8±0.0 ^{bc}	B9.8±0.3 ^{cd}
	3A	B11.1±8	4.4±1.0 ^a	4.4±0.1 ^{bc}	A31.7±1.0 ^{bc}	1.0±0.6 ^{cd}	A5.7±0.6 ^a	A3.8±0.6 ^a	A12.7±0.4 ^b
	9A	B15.4±0.7	3.6±0.5 ^{abc}	4.3±0.7 ^c	A35.7±0.3 ^{ab}	1.5±0.5 ^{bc}	5.1±0.6 ^a	A3.4±0.6 ^{ab}	9.6±3.0 ^{cd}
	1B	16.8±0.4	3.6±0.1 ^{abc}	B5.2±0.1 ^a	36.0±1.0 ^{cd}	A0.7±0.1 ^d	B4.3±0.3 ^b	B2.6±0.1 ^c	B8.1±0.4 ^d
	3B	B14.2±0.2	2.9±0.3 ^c	5.0±0.1 ^a	31.5±2.0 ^a	0.7±0.1 ^d	5.4±0.2 ^a	3.3±0.5 ^{ab}	A12.2±0.1 ^b
	12B	AB14.3±0.1	2.8±0.1 ^c	B4.9±0.1 ^{ab}	B32.5±0.0 ^{ab}	A0.7±0.1 ^d	5.3±0.30 ^a	3.3±0.1 ^{abc}	A11.4±0.1 ^{bc}
	1B	16.9±2.0 ^a	3.6±0.6 ^a	4.3±0.7 ^b	30.6±0.8 ^b	B0.6±0.1 ^b	A5.4±0.2	A3.4±0.1	A12.0±0.4 ^a
	3B	A16.4±0.3 ^b	2.6±0.1 ^b	5.1±0.2 ^a	32.1±2.0 ^a	0.6±0.1 ^b	5.7±0.4	3.2±0.3	B10.4±1 ^{ab}
15-22	12B	A15.3±7 ^{ab}	2.8±0.1 ^b	A5.0±0.1 ^a	B33.8±1.0 ^b	A0.7±0.1 ^a	5.3±0.1	3.0±0.2	B9.8±1.0 ^a
	İki yönlü Anova*								
	Sıcaklık	p 0.05	p 0.001	p 0.001	p 0.001	p 0.001	p 0.05	p 0.05	p 0.05
	Örnekleme Günleri	p 0.05	p 0.05	p 0.001	p 0.001	p 0.001	p 0.001	p 0.001	p 0.001
* Büyük harfler aynı örnekleme günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örnekleme günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistikî fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir									

Çizelge 4.8. Deneme sonunda farklı sıcaklık (22, 15 ve 15-22°C) koşullarında tutulan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) bireylerinin ventral kas, dorsal kas ve karaciğer örneklerinin DYA, TDYA, n-3 ÇDYA ve n-6 ÇDYA değerleri.

Sıcaklık (C°)	Örnekler me Günleri	Ventral Kas			Dorsal Kas			Karaciğer		
		DYA	TDYA	n-3 ÇDYA	n-6 ÇDYA	DYA	TDYA	n-3 ÇDYA	n-6 ÇDYA	n-6 ÇDYA
22	30B	^A 28.7±1.2 ^a	37.7±0.6 ^b	18.6±1.6 ^{ab}	^B 14.9±0.2 ^c	^A 47.4±1.0 ^{ab}	^B 22.6±0.2 ^b	^B 20.1±0.2 ^{ab}	^B 9.7±0.2 ^{ab}	^B 18.8±0.3 ^{de}
	1A	27.0±2 ^{ab}	40.8±0.5 ^a	16.5±0.2 ^b	15.6±2.0 ^{bc}	^A 43±2.0 ^{bc}	^B 26.8±1.5 ^a	^B 19.7±0.7 ^{ab}	26.5±0.2 ^c	^A 25.4±0.2 ^a
	3A	25.2±0.2 ^b	37.6±1.7 ^b	17.9±0.7 ^{ab}	18.9±2.0 ^a	^A 40±1.2 ^{0^c}	^B 28.1±2.0 ^a	^B 18.4±1.5 ^c	27.7±0.3 ^a	^B 18.2±0.2 ^e
	9A	^A 24.7±0.4 ^b	39.3±0.3 ^{ab}	17.8±0.2 ^{ab}	^B 17.9±0.2 ^{ab}	^A 40.0±1.0 ^c	^B 28.3±0.4 ^a	^B 20.9±0.4 ^a	25.8±2.0 ^{bc}	19.2±0.6 ^a
	1B	25.1±1.4 ^b	39.6±0.9 ^{ab}	^B 17.2±0.1 ^b	^A B18.0±0.5 ^{ab}	^B 43.7±5.0 ^c	^A 27.9±0.2 ^a	^B 21.2±0.7 ^a	26.1±0.7 ^{bc}	^B 19.3±0.2 ^d
	3B	24.7±3.5 ^b	40.7±2 ^a	19.4±2.2 ^a	17.4±2.0 ^{abc}	^A 49.8±3.1 ^{bc}	^A B25.2±3.35 ^{ab}	^B 20.5±0.6 ^{ab}	^A 24.9±0.3 ^c	37.0±0.5 ^c
15	12B	^B 24.5±0.2 ^b	^A 40.6±0.9 ^a	^B 17.7±0.5 ^{ab}	^B 17.2±0.3 ^{abc}	^A 43.6±4.0 ^a	^B 22.9±0.2 ^b	19.0±1.4 ^b	^A 22.7±0.5 ^d	^B 35.8±0.2 ^c
	30B	^B 23.5±0.6	38.3±0.6	18.3±0.5 ^{ab}	^A 19.9±1.5 ^a	^B 29.2±0.2 ^c	^A 34.3±0.3 ^a	^A 24.1±0.1 ^{ab}	^B 24.5±0.2 ^{ab}	^B 33.0±0.3 ^a
	1A	25.0±2.2	36.2±4.0	22.1±5.0 ^a	16.7±3.0 ^{ab}	^B 31.6±2.0 ^b	^A 32.8±2.0 ^{ab}	^A 23.1±8 ^{ab}	26.7±0.3 ^a	^B 22.2±0.2 ^{de}
	3A	24.9±2.0	38.4±2.0	19.4±2.5 ^{ab}	17.3±2.0 ^{ab}	^B 33±0.7 ^b	^A 32.1±1.1 ^{ab}	^A 22.4±0.3 ^b	21.0±6.0 ^b	^B 37.2±3.0 ^{bc}
	9A	^B 23.6±0.1	39.7±0.2	18.1±0.2 ^{ab}	^A 18.6±0.1 ^{ab}	^B 32.2±0.6 ^b	^A 33.1±1.3 ^{ab}	^A 23.3±1.1 ^{ab}	24.8±1.2 ^{ab}	22.4±2.5 ^a
	1B	23.9±0.2	38.9±0.3	^B 17.7±0.3 ^b	^A 19.5±0.2 ^{ab}	^A 38.6±1.5 ^a	^A 27.1±0.5 ^c	^A 23.4±1.0 ^{ab}	26.2±0.4 ^{ab}	^B 40.3±1.0 ^a
15-22	3B	23.3±0.6	39.2±0.6	18.2±0.9 ^{ab}	19.1±0.4 ^{ab}	^B 33.3±0.8 ^b	^A 28.9±0.9 ^c	^A 25±0.4 ^a	^B 24.1±0.1 ^{ab}	35.0±2.0 ^{cd}
	12B	^B 23.7±0.1	^A 39.8±0.1	^B 17.7±0.3 ^b	^A 18.8±0.1 ^b	^B 33.4±0.1 ^b	^A 31.4±0.2 ^b	23±0.07 ^b	^A B23.9±0.1 ^{ab}	^A B36.1±0.0 ^c
	1B	23.6±0.5 ^b	42.3±4.0 ^a	^A 19.3±0.4 ^a	^B 14.8±3.0 ^{ab}	^A 42.0±0.7	^B 26.6±0.1	^B 19.9±1	25.5±0.7	^B 34.9±1.2
	3B	24.9±2.0 ^{ab}	38.6±0.4 ^a	17.8±2 ^b	18.7±0.4 ^a	^A 49.7±7	^B 22.6±3.5	^B 18.8±2	^A B24.5±0.3	35.3±2
	12B	^A 27.1±1.0 ^a	^B 32.4±2.0 ^b	^A 26.6±2.0 ^a	^C 12.9±0.5 ^c	^A B41.6±6	^A B27.3±4	20.7±3	^B 10.9±0.6 ^{ab}	^A 25.2±1
										^A 23.8±2.0

İki yönlü Anova*

Sıcaklık	p	0.05	p>0.05	p	0.05	p	0.001	p	0.001	p	0.05	p	0.001	p	0.05
Örnekler	p	0.05	p	0.05	p	0.001	p	0.001	p	0.001	p	0.05	p	0.001	p
Günleri	p	0.05	p	0.05	p	0.001	p	0.001	p	0.001	p	0.05	p	0.001	p
Sıcaklık*Ör. Günleri	p	0.05	p	0.001	p	0.001	p	0.001	p	0.001	p	0.05	p	0.001	p

*Büyük harfler aynı örneklene günleri ile farklı sıcaklıklar arasındaki ortalamaların farklı olduğunu; küçük harfler ise aynı sıcaklık ile farklı örneklene günleri arasındaki ortalamaların farklı olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında istatistikî fark olmadığı durumlarda ortalamalar üzerinde harflendirme yapılmamıştır. Tüm değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

Deneme sonunda alınan ventral, dorsal bölgelerindeki kas ve karaciğer örnekleri üzerinde yapılan yağ asidi analizi neticesinde tespit edilen doymuş yağ asitleri (DYA), tekli doymamış yağ asitleri (TDYA), n-3 (n-3 ÇDYA) ve n-6 (n-6 ÇDYA) çoklu doymamış yağ asitleri miktarlarında 30 günlük açlık periyodu, geri besleme periyodu ve farklı su sıcaklıkları ile değişim göstermiştir (Çizelge 4.8).DYA miktarı su sıcaklığı ile önemli düzeyde etkilenirken ($p<0.05$) örnekleme günlerinden etkilenmemiştir ($p>0.05$). Açlık süresinin sonunda 15°C’de tutulan bireylerin ventral kaslardaki toplam DYA’leri miktarı 30B ve 12B günlerinde göre düşük bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.8). Diğer taraftan, su sıcaklığı tek başına ele alındığında 15°C grubundaki bireylerin ventral kas DYA miktarı açlık ve geri besleme günlerinden etkilenmezken ($p>0.05$). Diğer taraftan, dorsal kaslardaki DYA miktarı hem su sıcaklığı hem de örnekleme günlerinden (açlık ve geri besleme sürelerinden) önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.001$). Dorsal kas örneklerindeki DYA miktarı 22°C grubunda 15°C grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Bu yağ asidi grubunun karaciğerdeki değişimi ise su sıcaklığı ile etkilenmezken 15°C’de açlık süresinin artmasıyla azalmış ve geri besleme ile DYA miktarı artmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.8).

Ventral kaslardaki TDYA’leri su sıcaklığında etkilenmezken açlık sürelerinin sadece 22°C grubunda önemli olduğu tespit edilmiştir. Aynı yağ asidi grubunun dorsal kaslardaki değişimi su sıcaklığının 15°C’de olduğu gruplarda daha önemli bulunmuştur ($p<0.001$). 15°C grubunda tutulan bireylerin dorsal kaslarındaki TDYA miktarı 22°C’deki bireylerden alınan örneklerdekinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Karaciğerdeki TDYA’lara bakıldığında genel olarak su sıcaklığının ($p<0.05$) örnekleme günlerine ($p<0.001$) göre ikinci derece önemli olduğu tespit edilmiştir.

Su sıcaklığı tek başına ele alındığında, n-3 ÇDYA’leri miktarı sadece 1B ve 12B örnekleme günlerinde farklılık göstermiştir ve 15°C’de tutulup 22°C’ye yükseltile su sıcaklıklarında geri beslemesi yapılan bireylerin ventral kaslarındaki n-3 ÇDYA’leri önemli düzeyde 15°C ve 22°C’de tutulan bireylerden yüksek çıkmıştır. Ancak, bunun akine, dorsal kaslarda analiz edilen n-3 ÇDYA’leri miktarı 15°C’deki bireylerde diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$). Karaciğer örneklerin de ise n-3 ÇDYA’lerinin su sıcaklığı ile istatistiki olarak etkilendiği ancak

su sıcaklığının örnekleme günlerine göre ikinci derecede önemli olduğu tespit edilmiştir. Karaciğerdeki toplam n-3 ÇDYA'leri 22°C'de %18.2 ile %25.4 arasında değişirken 15°C'deki bireylerde analiz edilen miktar %19.5 ile %26.9 arasında değişmiştir. Ancak, bu yağ asidi grubunun açlık ve geri besleme günleri arasında ki dağılımı net bir şekilde ortaya koymak mümkün olmamıştır. Örneğin, 22°C'de 1 gün aç bırakılan bireylerde bu yağ asidi değeri %25.4 iken 9. açlık gününde %19.2'ye kadar düşmüştür (Çizelge 4.8). 15°C'de ise 1A örneklemeindeki toplam n-3 ÇDYA miktarı %22.2 iken 3A günü %26.9'a kadar yükselmiştir.

Son olarak ventral ve karaciğer örneklerindeki toplam n-6 PUFA miktarına örnekleme günleri ve farklı sıcaklık grupları-örnekleme günleri etkileşimi önemli derecede etkiye sahipken tek başına sıcaklık ikincil derecede etki etmiştir ($p<0.05$). Genel olarak, 15°C su sıcaklığında tutulan bireylerin tüm doku örneklerindeki n-6 ÇDYA miktarı 22°C'deki bireylere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8). Su sıcaklığı sabit tutulup açlık günleri arasındaki değişim incelendiğinde, ventral kaslardaki bu yağ asidi grubunun açlık ve geri besleme ile az etkilendiği bulunmuştur ($p<0.05$). Bu değerlendirmeye göre, ventral kaslardaki bu yağ asidi miktarı 22°C grubunda %15.6 ile %18.9 arasında, 15°C grubu bireylerinde bu değer %16.7 ile %19.5 arasında değişmiştir. Dorsal kas örneklerindeki n-6 ÇDYA'leri 15°C grubu bireylerinde %11.0 ile %13.2, 22°C grubu bireylerinde ise %8.6 ile %12.0 arasında değişmiştir. Karaciğer dokusundaki toplam n-6 ÇDYA miktarı ise ilginç şekilde, 15°C grubu bireylerinde açlık periyodunun başlarında (1A) %10.0'dan itibaren artış göstermiş ve geri besleme periyodunun sonunda (12B) %14.3 ile en yüksek değerine ulaşmıştır. 22°C grubu bireylerinde ise, açlığın ilk günü örneklenen karaciğer n-6 ÇDYA miktarı %10.9'dan deneme sonunda %15.7'ye yükselmiştir (Çizelge 4.8).

5. Tartışma

5.1 Büyüme Performansı ve Besinsel Kompozisyon

Su sıcaklığı birçok canlı türünde olduğu gibi denizel organizmaların yaşama oranı ve büyümesi için en önemli abiyotik faktörlerden birisidir (Lutterschmidt ve Hutchison, 1997). Laboratuar koşullarında gerçekleştirilen çalışmalar, düşük su sıcaklıklarında balıkların termal strese ve metabolik zorlanmalarla karşılaştıklarında farklı stratejiler geliştirdiklerini göstermiştir (Dikel ve ark. 2009; Eroldoğan, 2010; Dülger ve ark. 2012). Özellikle tropik ve yarı tropik türlerin yaşadığı bölgelerde yıl içerisindeki su sıcaklığının 10-15°C'nin altına düştüğü dönemlerde, balıkların metabolik faaliyetlerinde farklılık görülebilmektedir. Örneğin, çipura (*Sparus aurata*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) gibi yarı tropikte yaşayan türler için optimumun altındaki su sıcaklıklarında (5-15°C) kan metabolitlerini ve vücut dokularındaki rezervleri direkt olarak etkilendiğini bildirmiştir. (Gallardo ve ark. 2003; Ibarz ve ark. 2007; McCue, 2010).

Teze konu olan türümüz Avrupa deniz levreği için en iyi büyüme ve yem çevirim oranının 22°C de olduğu bundan önce rapor edilmiştir (Boujard ve ark. 1996; Azzaydi ve ark. 1999; Gardeur ve ark. 2001; Pichavant ve ark. 2001). Genel olarak, bu tür için büyümenin 11-15°C'ler arasında durduğu ve en düşük su sıcaklık limitinin 2-3°C ve 30-32°C olduğu literatürde yer almaktadır (Barnabe, 1991). Dülger ve ark. (2012) 32 g'lık levrek bireyleriyle yapıları çalışmada doğu Akdeniz orijinli levrek bireylerinin kritik termal minimum değerini (dayanabildiği en düşük su sıcaklığı) 4.1-6.8°C ve kritik termal maksima değerini ise 33.2-35.9°C arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Russell ve ark. (1996) ise İngiltere sularında bulunan levrek juvenillerinin en iyi büyüme su sıcaklığını 18°C büyümenin durduğu su sıcaklığını ise 7°C olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca farklı coğrafik bölgelere bağlı olarak büyüme ve sıcaklık etkileşiminde farklılıklar gözlemlenmiştir (Conover ve ark. 1997; Imsland ve Jonassen, 2001). Çalışmamızın büyüme ve yem değerlendirme verileri diğer araştırmacıların (Metailler ve ark. 1981; Ballestrazzi ve ark. 1998; Lanari ve ark. 1999; Pérez-Jiménez ve ark. 2007) aynı ağırlıklardaki levreklerde (50-90g.)

yaptığı çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Bizim çalışmamızda, özellikle 22°C optimum su sıcaklığında tutulan kontrol bireylerindeki spesifik büyüme oranı %1.8 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmamızda, beklenildiği üzere, optimum su sıcaklığını altında olduğu 15°C’de tutulan bireylerin ciddi oranda ağırlık kaybettikleri görülmüştür. Bu sonuçlar, birçok balık türünde yapılan çalışmalara benzer olup, açlık süresin uzaması sonucu balıkların ağırlık kaybına uğradıkları bilinmektedir. Denemenin ikinci kısmında geri besleme ile birlikte test bireylerinde ağırlık artışı olmasına karşın, deneme sonunda 15°C’de tutulan bireyler ve daha sonra 22°C’de geri beslenen bireyler (15-22°C) optimum su sıcaklığında tutulan bireylere (22°C) göre bir telafi büyümesi gösterememişlerdir. Her ne kadar, çalışmamız bir telafi büyümesi çalışması olmasa da, hem 15°C grubu hem de 15-22°C grubundaki bireyler geri besleme periyodunun ardından ağır kazanmışlardır. Ancak, 12 günlük geri besleme süresi her iki grup içinde kontrol grubuna yetişmeyi etkileyecek bir telafi büyümesi gerçekleşmemiştir. Balıkların açlık periyodunun ardından geri besleme sürecinde büyümelerini etkileyen faktörlerin başında, tükettikleri yem miktarı, yemin niteliği ve su sıcaklığı önemli rol oynamaktadır (Ali ve ark. 2003; Eroldoğan ve ark. 2006a; 2006b; Pérez-Jiménez ve ark. 2007; Türkmen ve ark. 2011). Çalışmamızda, 15°C ve 15-22°C gruplarındaki levrek bireylerinde geri besleme süresince ortalama tüketilen yem miktarları sırasıyla 6.6 g/balık ve 7.2 g/balık iken 22°C grubunda bireylerinde ise balık başına düşen yem tüketimi 18.4 g. olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ağırlık kazancı ile birlikte değerlendirildiğinde YÇO’yu etkilemiştir. Yem çevirim oranı 22°C ve 15-22°C gruplarında 1.5 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar Avrupa deniz levreği ile yapılmış çalışmalarda bulunan YÇO ile benzer olup kabul edilebilir sınırlar içerisinde ($YÇO \leq 2$) yer almıştır. Çalışmamızda su sıcaklığının yem tüketimi üzerine olan etki düzeyinin örnekleme günlerine (dolayısıyla açlık sürelerine) göre daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Açlık periyodu boyunca HSI ve VSI indeks değerleri büyümeye benzer bir şekilde düşüş eğilimi göstermiştir. Açlık periyodu boyunca düşüş eğilimi gösteren HSI ve VSI indeks değerleri bu düşüş eğilimi deniz levreğini de kapsayan birçok deniz balığı türü için beklenen bir sonuçtur (Dias ve ark. 1998; Peres ve ark. 1999;

Peres ve Oliva-Teles, 1999, 2002; Russell ve ark. 2001; Eroldogan ve ark. 2004; Enes ve ark. 2006). Çalışmamızda, deneme gruplarında elde edilen HSI ve VSI sonuçları deniz levreği üzerine diğer çalışmalarda bildirilen değerler aralığındadır (Russell ve ark. 2001; Eroldogan ve ark. 2004; Enes ve ark. 2009) ve açlık süresinin bu değerler üzerine istatistiki etkisi su sıcaklığında daha önemli düzeydedir. Birçok tatlı su ve deniz türünde benzer olarak, çalışmamızda geri besleme ile birlikte HSI ve VSI değerlerinde ciddi artışlar tespit edilmiştir.

Genel bir görüş olarak, açlık süresinin ilk günlerinden itibaren vücut rezervlerinin sırası karaciğer, lipit, ventral kaslar ve dorsal kas dokularıdır (beyaz ve daha sonra kırmızı kas dokusu) (Jobling, 1994; Ali ve ark. 2003). Birçok tür kısa süreli açlık periyodu boyunca ilk olarak karaciğer glikojeni ve bunu takiben lipit rezervleri enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Tüm enerji kaynakları tükendiğinde ise iskelet kas sisteminde bulunan proteinlerin kullanılmaya başlandığı bilinmektedir (Navarro ve Gutiérrez, 1995; Echevarría ve ark.1997; Metón ve ark. 2003). Çalışmada örneklenen dorsal ve ventral kasların besin madde bileşenleri açlık ve su sıcaklığıyla önemli düzeyde etkilenmiştir. Her iki kas dokusunda da açlık süresinin ilk gününden itibaren lipitler önemli düzeyde düşüş gösterirken, her iki dokudaki protein seviyesindeki düşüş açlık süresinin sonunda (9. gün) daha etkin bir şekilde gözlenmiştir. Bu bulgu proteinleri mobilize olmadığı anlamına gelmemelidir. Benzer şekilde, Van Dijk ve ark. (2005), *Rutilus rutilus* türünde 14 günlük açlığın beyaz kas protein seviyelerinde azda olsa bir etkisinin olduğunu bildirmiştir. Türkmen ve ark. (2011), bu çalışmaya benzer şekilde, kısıtlı yemleme protokolleriyle beslenen levrek bireylerinde lipitlerin proteinlere göre daha hızlı şekilde kullanıldıklarını bildirmişlerdir. Lipitler kış koşullarında bireylerde vücutta ilk kullanılan rezervler olmakla birlikte geri besleme sürecinde ise canlının aldığı yemden en fazla depoladığı enerji kaynaklarıdır (Weatherley ve Gill, 1987; Bull ve Metcalfe, 1997; Ali ve ark. 2003). Bu sebeple, çalışmamızda 15°C su sıcaklığında tutulan bireylerin dorsal kaslarındaki lipit değerleri hem açlık sürelerince hem de geri besleme sürelerince 22°C grubundaki bireylerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Bu bulgular, 15°C’de tutulan levrek bireylerinin soğuk su sıcaklıklarına karşı 22°C grubundan daha iyi hazırlıklı olduğunu göstermiştir. Grigorakis ve ark. (2002) 14°C kültür

koşullarında çipura (*Sparus aurata*) bireylerinin kas lipit içeriğinin (%9.8) yazın 25°C’de yetiştirilen bireylerle (%10.4) benzer olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmacılar, yetiştiricilikte kullanılan yemlerin yağ içeriğinin kaslardaki yağlanmayı etkilediği ancak %12 lipit içeriğine sahip yemlerle kışın beslenen çipuralarda yine de lipit içeriğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Grigorakis ve ark. 1997; Grigorakis ve ark. 2002’den). Bu çalışmalar ve bizim çalışmamız, çipura ve levrek türlerinin kış koşullarına adaptasyon sağlamak için dokularındaki lipit seviyelerini katabolize etmeden depo materyali olarak kullandıklarını göstermektedir.

Çalışmamızda, lipit ve proteinlerin yanı sıra tüm dokuda analiz edilen kuru madde miktarları lipit miktarı ile ters orantılı olarak değişiklik göstermiştir. Açlık süresince balıklar vücut su oranını artırarak bu süreçte ağırlık kaybını minimize etmeğe çalışırlar. Allio ve ark. (1984), açlık süresinin uzamasıyla levrek bireylerinin kaslardaki su miktarının arttığını bildirmiştir. Benzer şekilde Türkmen ve ark. (2011)’da kısıtlı beslemeye maruz kalan levrek bireylerinin tüm vücut su miktarlarında bir artış (kuru madde miktarında azalma) meydana geldiğini belirlemişlerdir. Heide ve ark. (2006), ise 32 gün boyunca aç bırakılan Atlantik halibutu (*Hippoglossus hippoglossus*) bireylerinin filetolarında kuru madde miktarının değişmediği bildirmiştir. Yukarıda belirtilen çalışmalar ve bizim sonuçlarımız, açlık etkisiyle değişen protein değerlerinin korumak adına vücut su miktarında bir artışın sağlanmasının balık tarafından geliştirilen bir strateji olduğunu göstermiştir.

5.2 Plazma Metabolitleri

Çalışmamıza konu edilen bir diğer konu sıcaklığa bağlı olarak açlık ve geri besleme periyotlarının plazma glikozu, total kolesterol ve trigliseritler gibi plazma metabolitleri üzerine olan etkileri araştırmaktır. Genel itibariyle, glikoz enerji kaynağı olarak anahtar bir rol oynamaktadır. Özellikle, açlığa maruz kalan balıkların ilk rezerv kaynağı olan hepatik glikoz katabolize (glikolizis) edilir (Enes ve ark. 2009). Çalışmamızda her iki su sıcaklığında da plazma glikoz seviyesi açlık süresi boyunca bir düşüş göstermiştir. Benzer şekilde, 2 ay süresince açlığa maruz bırakılan

sazanlarda (*Cyprinus carpio*) yapılan bir çalışmada plazma glikoz seviyesi sazan bireylerinin enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla düşüş göstermiş ve 12 günlük geri besleme sonunda ise bu plazma metaboliti eski seviyesine yükselmiştir (Nagai ve Ikeda, 1971; Ali ve ark. 2003'den). Diğer bir çalışmada ise, Boujard ve ark. (2000), 21 gün aç bırakılan gökkuşağı alabalıklarında 10 günlük geri besleme periyodu süresince ilk geri besleme günlerinde glikoz seviyesinde bir düşüş meydana geldiğini bildirmişleridir. Bizim çalışmamızda da benzer olarak, 15° ve 15-22°C gruplarında geri beslemenin ilk günlerinde glikoz seviyesinde bir düşüş gözlenirken, geri beslemenin ilerleyen günlerinde bu kan parametresi deneme başlangıç seviyesine ulaşmıştır. Denemede her su sıcaklığında açlığa maruz kalan levrek bireylerinin geri besleme ile kan plazmasındaki glikoz miktarının hızla yenilenmesi, vücut içerisindeki maddelerin sentezlenebilmesi ve besin enerji depolarının hızla yenilenebilmesi için birçok balık türünün geliştirdiği gibi bir strateji olduğu görülmektedir (Hilton, 1982; Machado ve ark. 1988; Navarro ve ark. 1992).

Hem besin kaynaklarının hem de yağ asidi sentezi kısıtlılığı açlık periyodu boyunca plazma trigliseritleri ve total kolesterol miktarındaki düşüşün sebebi olabilir. Kolesterol de, trigliseritler gibi fizyolojik öneme sahip lipitler olup dokularda serbest kolesterol veya kolesterol esterleri gibi uzun zincirli yağ asitlerinin bir kombinasyonudur ve farelerde olduğu gibi balıklarda da açlığın etkisiyle metabolik olarak değişiklikler gösterir (Martin ve ark. 2010; Inai ve Matsuo 2011). Martin ve ark. (2010), açlığın ardından steroid biosentezini ve yağ asidi metabolizmasını gerçekleştiren proteinleri şifreleyen genlerin miktarında bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar açlık ve bakteri enfeksiyonuna maruz bırakılan Atlantik salomonlarının lipit rezervlerini ve kolesterolleri kullandığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da, her iki su sıcaklığında plazma kolesterol seviyelerinde açlığın önemli bir etkisinin olduğu bulunmuştur.

Yüksek yapılı vertebratalarda plazma trigliserit seviyesi lipolitik enzim aktivitesinin baskılanması ile düşebilmektedir (Iritani ve ark. 1986; Herzberg, 1991; McCue, 2010'dan). Balıklarda da yapılan birçok çalışmada aynı sonuçlar elde edilmiştir (Zammit ve Newsholme, 1979; Mac Farlane ve ark. 1990; Hung ve ark. 1997; McCue, 2010'dan). Bunun yanı sıra, besin kısıtlılığının ilk dönemlerinde artan

veya sabit kalan plazma trigliserit seviyelerinin olabileceği bildirilmiştir (Echevarria ve ark. 1997). Çalışmamızda her iki sıcaklık grubu için açlık periyodunun 9. gününe kadar plazma trigliserit seviyesinde bir düşüş ve geri besleme periyodunun 3. gününe kadar bir yükseliş tespit edilmiştir. Bunun tam tersine, Congleton ve Wagner (2006) *O. mykiss* ve *O. tsawyscha* bireylerinde 7 günlük açlık süresinin ardından kandaki trigliserit miktarında bir artış gözlemlerken, aç bırakılan *C. carpio* bireylerinde kandaki trigliserit miktarında ciddi düşüşler olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalar ve bizim çalışmamız, kandaki glikoz ve trigliseritlerin balığın metabolizmasının dengesini sağladığını göstermiştir (Shimeno ve ark. 1997).

5.3. Yağ Asitleri Değişimi

Balıkların yağ asidi kompozisyonu üzerine su sıcaklığının ve mevsimsel değişimlerin etkisinin olduğu bilinmektedir (Yıldız ve ark. 2006; Erdem, 2006). Buna ek olarak balık yağ asidi kompozisyonu avlanma sezonu (Deng ve ark. 1976; Bandarra ve ark. 1997; Ozyurt ve Polat, 2006), avlanma bölgesi (Deng ve ark. 1976) balık büyüklüğü (Caponio ve ark. 2004), üreme olgunluğu ve açlık (Jezierska ve ark. 1982) gibi etkenler ile değişmektedir. Ancak genel olarak, soğuk stresinde balıklar soğuğa karşı toleranslarını artırmak için yağ asidi kompozisyonlarının değiştirirler (Hsieh ve ark. 2007). Düşük su sıcaklıklarına maruz kalan balıklarda genellikle doymuş yağ asidi miktarında (DYA) bir düşüş ve buna bağlı olarak doymamış yağ asitlerin (TDYA ve ÇDYA gibi) miktarında ise bir artış gözlenir (Cossins ve ark. 1985).

Çalışmamızda, örneklenen dokuların tamamında DYA miktarı 15°C grubunda tutulan bireylerde daha düşük çıkmıştır. Su sıcaklığı dalgalanmalarında hücre membran geçirgenliği canlının adaptasyonunda önemli rol oynadığı Hsieh ve Kuo (2005) tarafından bildirilmiştir. Doymamış yağ asitleri hücresel membranların anahtar bileşenleri olup düşük su sıcaklıklarında (soğuk stresi gibi) hücre membran akışkanlığını arttırarak canlının soğuğa karşı toleransını artırırlar (Cossins ve Bowler, 1987; Wodtke ve Cossins, 1991). 15°C'den 22°C'ye alıştırılan (15-22°C grubu) ve bu sıcaklıkta geri beslemeye alınan bireylerinin ventral dokudaki DYA miktarı

özellikle artış göstermiştir. Bu veriler, su sıcaklığının 15°C'den 22°C'ye yükseltilmesiyle levrek bireylerinin soğuk toleransında spesifik olarak ventral dokulardaki doymamış yağ asitlerinin oranını artırarak bir strateji geliştirdiğini göstermiştir. Buna verilere ek olarak, 15°C tutulan bireylerde DYA miktarı azalırken TDYA miktarının ventral kas ve karaciğer dokuda arttığı bulunmuştur. Tikü ve ark. (1996), sazanlarda soğuk stresine karşı delta 9 enzim aktivitesi artırılarak, özellikle 16:0 ve 18:0 yağ asitlerinden sırasıyla 16:1n-7 ve 18:1n-9 yağ asitlerine dönüştürülmesiyle TDYA miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da, özellikle ventral kaslardaki 16:0 ve 18:0 miktarı soğuk gruplarında azalırken 16:1n-7 ve 18:1n-9 yağ asitleri miktarının soğuk gruplarında arttığı bulunmuştur. Bu verilerde yukarıda bildirilen çalışmaları doğrular nitelikte olup soğuk koşullarda tutulan levrek bireylerinde de Δ -9 enzim aktivitesinin artmış olabileceği düşünülebilir.

Bell ve Koppe (2010), uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin, özellikle dekosaheksaenoik asidin (DHA), düşük sıcaklıklarda dokularda biriktiğini ve bunun sebebinin hücre akışkanlığını sağlayarak soğuğa toleransı artırmak amacıyla gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, 15°C tutulan bireylerin özellikle dorsal kas dokuda tespit edilen DHA miktarı 22°C'de tutulan bireylere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sargent ve ark. (2002), düşük sıcaklıklarda balıklarda daha yüksek oranda n-ÇDYA (EPA+DHA) içeriği membran akışkanlığını ayarlamak için başvurulmuş bir yol olduğunu bildirmiştir.

Su sıcaklığına ek olarak açlığında balıklarda yağ asidi üzerine etkisi büyüktür. Açlık süresince balıklarda tüketilen ilk rezervler glikojen ve lipitlerdir ve enerji kaynağı olarak kullanılan yapı lipitleri trigliseritlerdir (Carefoot ve ark. 1993). Doymuş ve doymamış yağ asitleri açlık sürecinde balıkların genellikle kullandıkları ilk yağ asitleri grupları olup canlının enerji ihtiyacı yanı sıra hücre yapısı ve geçirgenliği için önemlidir (Durazo-Beltrán ve ark. 2004). Bu sebeple, bazı spesifik yağ asitlerinin açlık süresi ile ters orantılı olarak arttığı belirlenmiştir (Sargent ve ark. 2002). Çalışmamızda, örneklem yapılan dokulardaki yağ asidi profili incelendiğinde, karaciğer dokusundaki n-3 ve n-6 TDYA'nın miktarlarında bir azalma tespit edilmiştir. Rio ve ark. (2006), benzer şekilde hepatik yağ asitlerinden ÇDYA'nın açlık sürecinde önemli düzeyde azaldığını ve visceral yağlardaki bu yağ

asitlerinin ise daha sonra tüketildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ventral ve dorsal kas örneklerindeki ÇYDA'nın açlık ile değişiklik gösterdiği ancak bu değişimlerin açlık süresinin uzamasıyla ve geri besleme neticesinde çok değişken olduğu bulunmuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son yıllarda, Avrupa ve ülkemiz için yüksek ekonomik değere sahip deniz levreği yılın belirli periyotların da kısa veya uzun süreli açlığa maruz kalmaktadır. Özellikle üretim sezonu içerisinde kış aylarında su sıcaklığının optimumun altına düştüğü dönemlerde bu türün lipit metabolitlerini ve kas dokudaki değişimleri levrek bireylerinin beslenmesinde önem arz etmektedir. Bu çalışmanın konusu olan kısa süreli açlık boyunca optimum (22°C) ve optimum altındaki (15°C) su sıcaklıklarında kanda metabolize olan trigliseridlerin, glikojen ve kolesterolin üzerindeki değişimler ile üç farklı depo dokusunda (karaciğer, ventral ve dorsal kas) yağ asitleri ve besin madde bileşenlerinin Avrupa deniz levreğinde nasıl şekillendiğine yanıt bulunmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler ışığında, deniz levreğinin açlık ve düşük su sıcaklığı koşullarında yetiştiriciliği ile ilgili genel sonuç ve öneriler aşağıdaki gibidir:

- Su sıcaklığının optimum altında olduğu koşullarda (15°C) tutulan bireylerin büyüme performansı verileri 22°C’de tutulan bireylerden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Açlık periyodunun ardından geri besleme döneminde 15°C’de tutulan bireylerde yem tüketiminde ve büyümede bir artış tespit edilmiş olmasına rağmen bu performans optimumda tutulan bireylerdeki kadar belirgin olmamıştır. Mevsimsel olarak, kış koşullarda levrek türünün soğuğa toleransını artırmak adına değişik stratejiler geliştirdiği ve enerji rezervlerini kullandığı bulunmuştur.
- Özellikle, açlık periyodu süresince karaciğer ve viseral yağları kullanan levreklerin bu dokuları enerji amacıyla tükettiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, soğuk koşullarda tutulan bireylerde dorsal kas dokudaki lipit seviyesi 22°C’de tutulan bireylerinkinden yüksek bulunmuştur. Bu veriler levrek türünün soğuk stresinde özellikle lipitleri dorsal kas dokuda tutarken, karaciğer ve ventral kaslardaki lipitleri ilk kez depo rezervi olarak kullandığı belirlenmiştir.

- Plazma metabolitlerinden trigiliseritler ve glikoz miktarları her iki deneme su sıcaklığında (15°C ve 22°C) açlık süresi boyunca düşüş göstermiştir. Levrek türünün açlığa karşı koymak için bu plazma metabolitlerini kullandığını belirlenmiştir. Açlığa maruz kalan levreklerde trigliserit katkılı yemlerin kullanılmasının balık büyüme ve bağışıklık performansını etkileyeceği düşünülmektedir.
- Kas ve karaciğer dokulardaki yağ asidi değişimleri incelendiğinde 15°C’de tutulan bireylerin doymuş yağ asitleri enerji amacıyla kullandığı doymamış yağ asitlerini (özellikle tekli doymamış yağ asitlerini) ise hücre akışkanlığını artırmak ve soğuk stresinden korunmak için değerlendirdikleri ortaya çıkarılmıştır. Özellikle düşük su sıcaklığının olduğu dönemlerde, levrek yemlerinde tekli doymamış yağ asidi oranı yüksek bitkisel kaynaklı yemlerle beslenebileceği düşünülmüştür. Bu konuda çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- ALI, M., NICIEZA, A., WOOTTON, R.J., 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4, 147-190.
- ALKANANI, T., PARRISH, C.C., RODNICK, K.J., GAMPERL, A.K., 2006. Lipid class and nonesterified fatty acid profiles in plasma of North Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 63, 460-470.
- ALLIOT, E., DJABALI M., PASTOUREAUD, A., THEBAULT, H., 1984. Changes in the biochemical composition of tissues in Juvenile Sea bass during forced starvation. *Biochemical Systematics and Ecology*, s. 209-213.
- ANDERSON, R.A., KARASOV, W.H., 1988. Energetics of the lizard *Cnemidophorus tigris* and life history consequences of food-acquisition mode. *Ecol. Monogr.*, 58, 79-110.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists , Analysis No: 945.46, Arlington, MA. 1298.
- AYALA, M.D., LOPEZ-ALBORS, O., GIL.F., GARCIA-ALCAZAR, A., ABELLAN, E., ALARCON, J.A., ALVAREZ, M.C., RAMIREZ-ZARZOSA, G., MORENO, F., 2001. Temperature effects on muscle growth in two populations (Atlantic and Mediterranean) of sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 202, 359-370.
- AZZAYDI, M., MARTINEZ, F.J., ZAMORA, S., SANCHEZ-VASQUEZ, F.J., MADRID, J.A., 1999. Effect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythm in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Aquaculture*, 170, 253-266.
- BABIN, P.J., VERNIER, J.M., 1989. Plasma lipoproteins in fish. *J. Lipid. Res.*, 30, 467-489.
- BALLESTRAZZI, R., LANARI, D., D'AGARO, E., 1998. 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.

- BALLART, X., SICHES, M., PEINADO-ONSURBE, J., LÓPEZ-TEJERO, D., LLOBERA, M., RAMÍREZ, I., ROBERT, M.Q., 1997. Isoproterenol increases active lipoprotein lipase in adipocyte medium and in rat plasma. *Biochimie*, 85, 971-982.
- BANDARRA, N.M., I. BATISTA, M.L., NUNES, J.M., EMPIS ve CHRISTIE W.W., 1997. Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). *J. Food Sci.*, 62, 40-42.
- BARBOZA, P.S., ve JORDE, D.G., 2001. Intermittent feeding in a migratory omnivore: digestion and body composition of American black duck during autumn. *Physiol. Biochem. Zool.*, 74, 307-317.
- BARNABÉ, G., 1991. Grossissement des poissons en élevage intensif. (G. BARNABÉ, Editör). Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Lavoisier-Tec & Doc, Paris, s.422-451.
- BELL, G.J., ve KOPPE, W., 2010. Lipids in Aquafeeds. (G.M. TURCHINI, W.K. Ng, D.R. TOCHER editörler). *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*, CRC Press, New York, s. 22-50.
- BENDIKSEN, E.A., BERG, O.K., JOBLING, M., ARNESEN, A.M., MASOVAL, K., 2003. Digestibility, growth and nutrient utilisation of Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) in relation to temperature, feed fat content and oil source. *Aquaculture*, 224, 283-299.
- BLACK, D., ve LOVE, R.M., 1986. The sequential mobilization and restoration of energy rezerves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding *J. Comp. Physiol.*, 156, 469-479.
- BILINSKI, E., 1974. Biochemical aspects of fish swimming. (D.C. MALINS, ve J.R. SARGENT editörler) *Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology*. Academic Press, London, UK, s.239-288.
- BOUJARD, T., JOURDAN, M., KENTOURI, M., DIVANACH, P., 1996. Diel Feeding activity and the effect of time- restricted self feeding on growth and feeding conversion in European sea bass. *Aquaculture*, 139, 117-127.

- BOUJARD, T., BUREL, C., MEDALE, F., HAYLOR, G., MOISAN, A., 2000. Effect of past nutritional history and fasting on feed intake and growth in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquatic Living Resources, 13, 129-137.
- BULL, C.D., ve METCALFE, N.B., 1997. Regulation of hyperphagia in response to varying energy deficits in over-wintering juvenile Atlantic salmon. Journal of Fish Biology, 50, 498-510.
- CAPONIO, F., LESTINGI, A., C.SUMMO, BILANCIA, M.T., ve LAUDADIO, V., 2004. Chemical characteristics and lipid fraction quality of sardines (*Sardina pilchardus* W.): Influence of sex and length. J. Applied Ichthyol., 20, 530-535.
- CAREFOOT, T.H., QUIAN, P.Y., TAYLOR, B.E., WEST, T., OSBORNE, J.M., 1993. Effect of starvation on energy reserves and metabolism in the Northern abalone, *Haliotis kamtschatkana*. Aquaculture, 118, 15-325.
- CHEREL, Y., ROBIN, J., LE MAHO, Y., 1988. Physiology and biochemistry of long-term fasting in birds. Can. J. Zool. 66, 159-166.
- CLAIREAUX, G., ve LAGARDERE, J.P., 1999. Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass. J. Sea Res. 42, 157-168
- CONGLETON, J.L., ve WAGNER, T., 2006. Blood-chemistry indicators of nutritional status in juvenile salmonids. J. Fish Biol., 69, 473-490.
- CONOVER, D.O., BROWN, J.J., EHTISHAM, A., 1997. Countergradient variation in growth of (*Morone saxatilis*) from different latitudes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54, 2401-2409.
- COSSINS, A.R., ve LEE, J.A.C., 1985. The adaptation of membrane structure and lipid composition to cold. (R. Gilles, editor), Circulation, Respiration and Metabolism. Springer-Verlag, Berlin, Germany, s. 543-552.
- COSSINS, A.R., ve BOWLER, K., 1987. Rate compensation and capacity adaptation. (A.R. COSSINS editor), Temperature Biology of Animals. Chapman and Hall Press, New York, s. 155-203.

- DAVE, G., JOHANSSON-SJOBECK, M., LARSSON, A., 1976. Metabolic and hematological effects of starvation in the European eel, *Anguilla anguilla* L.III. Comp. Biochem. Physiol., 53B, 509-515.
- DENG, J.C., ORTHOEFERER F.T., Dennison R.A., M. WATSON, 1976. Lipids and fatty acids in mullet (*Mugil cephalus*): Seasonal and locational variations. J. Food Sci., 41,1479-1483.
- DIAS, J., ALVAREZ, M.J., DIEZ, A., ARZEL, J., CORRAZE, G., BAUTISTA, J.M. & KAUSHIK S.J. 1998. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy ratio in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 161, 169-186.
- DINDO, J.J., MACGREGOR, R., 1981. Annual Cycle of Serum Gonadal Steroids and Serum Lipids in Striped Mullet Transactions of the American Fisheries Society, 403-409
- DİKEL, S., ÖZŞAHİNOĞLU, I., MUMOĞULLARINDA, P., 2009. The effects of temperature on feed intake and growth performance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In: Proceedings of the 15th National Fisheries Symposium. 01–04 July 2009, Rize, Turkey, s. 223.
- DOUCETT, R.R., BOOTH, R.K., POWER, G., MC KINLEY, R.S., 1999. Effects of the spawning migration on the nutritional status of anadromous Atlantic salmon (*Salmo salar*): insights from stable-isotope analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56, 2172-2180.
- DURAZO-BELTRÁN, E., VIANA, M.T., D'ABRAMO, L.R, TORO-VAZQUEZ, J.F., 2004. Effects of starvation and dietary lipid on the lipid and fatty acid composition of muscle tissue of juvenile green abalone (*Haliotis fulgens*). Aquaculture, 238, 329-341.
- DÜLGER, N., KUMLU, M., TURKMEN, S., ÖLÇÜLÜ, A., EROLDOĞAN, O.T., YILMAZ, H.A., ÖÇAL, N., 2012. Thermal tolerance of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Juveniles Acclimated to Three Temperature Levels. Journal of Thermal Biology, 37, 79-82.

- ECHEVARRIA, G., MARTINEZ-BEBIA, M., ZAMORA, S., 1997. Evolution of biometric indices and plasma metabolites during prolonged starvation in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L). Comp. Biochem. Physiol., A 118, 111-123.
- ENES, P., PANSERAT, S., KAUSHIK, S., OLIVA-TELES, A., 2006. Rapid metabolic adaptation in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different carbohydrate sources after heat shock stress. Comp Biochem Physiol., 145A, 73-81.
- ENES, P., PANSERAT S., KAUSHIK S., OLIVA-TELES A., 2009. Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. Fish Physiol Biochem., 35, 519-539.
- ERDEM, M.E., 2006. A research on the determination of meat quality of wild and cultured broeown trout (*Salmo trutta* Forma Fario Linneaus, 1978) in the East Black Sea Region, Ph.D. Thesis, s.111.
- EROLDOĞAN, O.T., 2010. Fish Oil Replacement by Canola and Cottonseed Oils in Diets for the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Under Different Water Temperatures. Final Project Report no. (109O195) TUBITAK (The Science and Technology Research Council of Turkey), s. 178.
- EROLDOĞAN, O.T, KUMLU, M, KIRIS, G.A, SEZER, B., 2006A. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. Aquaculture Nutrition, 12, 203-210.
- EROLDOĞAN, O.T., M. KUMLU, M. AKTAŞ., 2004. Optimum feeding rate for European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared in seawater and freshwater. Aquaculture, 231, 501-515.
- FARELL, A.P., MUNT, B., 1983. Cholesterol levels in the blood of Atlantic salmonids Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology 75, 239-242.
- FERNANDEZ, J., GUTIERREZ, J., CARRILLO, M., ZANUY, S., PLANAS, J., 1989. Annual cycles of plasma lipids in sea bass *Dicentrarchus labrax* L.: effects of environmental conditions and reproductive cycle. Comp. Biochem. Physiol. 93A, 407-412.

- FLETCHER, R.L., BAIER, R.E., and FORMALIK, M.S., 1984. The influence of surface energy on spore development in some common marine algae. Proceedings of the 6th. International congress on marine corrosion and fouling, Athens, 129-144.
- FOLCH, J., LEES, M., STANLEY, G H S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- GALLARDO, M.A., SALA-RABANAL, M., IBARZ, A., PADRÓS, F., BLASCO, J., FERNÁNDEZ, J., SÁNCHEZ, J., 2003. Functional alterations associated with the 'winter syndrome' in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 223, 15-27.
- GANONG, W.F., 2003. Review of medical physiology. 23rd ed. New York: Lange/McGraw-Hill. 7, 33-37.
- GARDEUR, J.N., LEMARIÉ, G., COVES, D., BOUJARD, T., 2001. Typology of individual growth in seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquat. Living Resour., 14, 223-231.
- GILLIS, T.E., BALLANTYNE, J.S., 1996. The Effects of starvation on plasma free amino acid and glucose concentrations in lake sturgeon. J. Fish Biol., 49, 1306-1316.
- GRIGORAKIS, K., ALEXIS, M.N., TAYLOR, K.D.A., HOLE, M., 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal Variations. International Journal of Food Science and Technology, 37, 477-484.
- GUDERLEY, H., LAPOINTE, D., BE´DARD, M., DUTIL, J.D., 2003. Metabolic priorities during starvation: enzyme sparing in liver and white muscle of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. Biochem. Physiol. 135A, 347-356.
- HANSEN, J.O., BERGE, G.M., HILLESTAD, M., KROGDAHL, A., GALLOWAY, T., HOLM, H., HOLM, J., RUYTER, B., 2008. Apparent digestion and apparent retention of lipid and fatty acids in Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed increasing dietary lipid levels. Aquaculture, 284, 159-166.

- HEIDE, A., FOSS, A., STEFANSSON S. O., MAYER, I., NORBERG, B., ROTH, B., JENSSEN, M.D., NORTVEDT, R., IMSLAND A.K., 2006. Compensatory growth and fillet crude composition in juvenile Atlantic halibut: effects of short term starvation periods and subsequent feeding. *Aquaculture*, 261, 109-117.
- HENDERSON, R.J. AND TOCHER, D.R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26, 281-347.
- HSIEH, S.L., KUO, C.M., 2005. Stearoyl-CoA desaturase expression and fatty acid composition between milkfish (*Chanos chanos*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) during cold acclimation. *Comp. Biochem. Physiol. B*, 141, 95-101.
- HSIEH, C.Y., WU, Z.B., TUNG, M.C., TSAI, S.S., 2007., PCR and in situ hybridization for detection and localization of a new pathogen Francisella-like bacterium (FLB) in ornamental cichlids. *Diseases of Aquatic Organisms*, 75, 39-36.
- HILTON, J.W., 1982. The effects of pre-fasting diet and water temperature on liver glycogen and liver weight in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, during fasting. *J. Fish Biol.*, 20, 39-78.
- HUTCHINGS, J.A., PICKLE, A., MCGREGOR-SHAW, C.R. & POIRIER, L. 1999. Influence of sex, body size, and reproduction on overwinter lipid depletion in brook trout. *Journal of Fish Biology*, 55, 1020-1028.
- IBARZ, A., BLASCO, J., GALLARDA, Á., FERNANDEZ-BORRAS, J., 2005. Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) *Aquaculture* 249, 477-486.
- IBARZ, A., 2006. Low-temperature challenges to gilthead sea bream culture: review of cold- induced alterations and ‘Winter Syndrome’ *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 20-44, 539-556.
- IBARZ, A., 2007. Alterations in lipid metabolism and use of energy depots of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at low temperatures *Aquaculture*, 262, 470-480.

- IBARZ, A., BLASCO, J., SALA-RABANAL, M., GALLARDA, Á., REDONDO, A., FERNANDEZ-BORRAS, J., 2007. Metabolic rate and tissue reserves in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) under thermal fluctuations and fasting and their capacity for recovery Can. J. Fish. Aquat. Sci., 64, 1034-1042.
- IDLER, D.R., TRUSCOT, B., 1972. Corticosteroids in fish. (D.R. Idler, editor), Steroids in Non- Mammalian Vertebrates. Academic Press, London, s.127-252.
- IJIMA, N., TANAKA, S., OTA, Y., 1998. Purification and characterization of bile salt-activated lipase from the hepatopancreas of red sea bream, *Pagrus major* Fish Physiol. Biochem., 18, 59-69.
- IMSLAND, A.K., ve JONASSEN, T.M., 2001. Regulation of growth in turbot (*Scophthal maximus* Rafinesque) Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) : Aspects of environment x genotype interactions. Rev. Fish Biol. Fish., 11, 71-90.
- INAI, R., MATSUO T. 2011. Effect of Starvation-Refeeding Status on Cholesterol Metabolism in Rats Fed High-Cholesterol Diet. Food and Nutrition Sciences, 2, 118-123.
- IRITANI, N., NARITA, R., FUJITA, T., TANAKA, T., 1985. Effects of dietary fish protein, soybean protein and casein on cholesterol turnover in rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol., 31, 385-392.
- JEZIERSKA, B., HAZEL, J.R., GERKING, S.D., 1982. Lipid mobilization during starvation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, with attention to fatty acids. J. Fish. Biol., 21, 681-692.
- JOBLING, M., MELOY, O.H., DOSSANTOS, J., VE CHRISTIANSEN, B., 1994. The compensatory growth response of Atlantic cod: effects of nutritional history. Aquaculture International, 2, 75-90.
- JOBLING, M., 1994. Fish Bioenergetics. Chapman and Hall, London, s.309.
- JOBLING, M., BENDIKSEN, E.A., 2003. Dietary lipids and temperature interact to influence tissue fatty acid compositions of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. Aquaculture Research, 34, 1423-1441.

- KOVEN, W.M., TANDLER, A., KÝSSIL, G. WM., SKLAN, D., FRIEZLANDER, O., HAREL, M., 1990. The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in *sparus aurate* larvae. *Aquaculture*, 91, 131-141.
- LAKER, M.F, 1996. Carbonhydrate Metabolism. In: *Clinical Biochemistry for Medical*. Saunders W.B. Company limited, s.6-7.
- LANARI, D., BALLESTRAZZI, R., D'AGARO, E., 1999. 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.
- LARSSON, A., FANGE, R., 1977. Cholesterol and fatty acids (FFA) in the blood of marine fish. *Comp. Biochem. Phsiol.* 57B., 191-196.
- LARSSON, A., LEWANDER, K., 1973. Metabolic effects of starvation in eel, *Anguilla-anguilla* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, 44, 367-374.
- LARSSON, B.K., ERIKSSON, A.T., CERNEVKA, M., 1987. Polycyclic aromatic hydrocarbons in crude and deodorized vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 64, 365-370.
- LEATHERLAND, J.F., FARBRIDGE, K.J., 1992. Chronic fasting reduces the response of the thyroid to growth-hormone and TSH, and alters the growth hormone-related changes in hepatic 5 α -monodeiodinase activity in rainbowtrout, *Oncorhynchus mykiss*. *General and Comparative Endocrinology*, 87, 342-353.
- LIED, E., LAMBERTSEN, G., 1982. Apparent availability of fat and individual fatty acids in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fiskeridirektoratets Skrifter, Ernærings*, 2, 63-75.
- LOVE, R.M., 1970. *The Chemical Biology of Fishes*. Academic Press, London.
- LUTTERSCHMIDT, W.I., HUTCHISON, V.H., 1997. The critical thermal maximum: history and critique. *Can. J. Zool.*, 75, 1561-1574.

- MACHADO, C.R., GAROFALO, M.A.R., ROSELINO, J.E.S ., KETTELHUT, I.C., MIGLIORINI, R.H., 1988. Effects of starvation, refeeding, and insulin on energy-linked metabolic processes in catfish (*Rhamdia-hilarii*) adapted to a carbohydrate-rich diet. Gen. Comp. Endocrinol., 71, 429-437.
- MARTIN, S.A.M., DOUGLAS, A., HOULIHAN, D.F., SECOMBLES, C.J., 2010. Starvation alters the liver transcriptome of the innate immune response in Atlantic salmon (*Salmo salar*). BMC Genomics 11, 418-428.
- MCCUE, M.D., 2010. Starvation physiology: reviewing the different strategies animals use to survive a common challenge. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol., 156, 1-18.
- METON, I., FERNANDEZ, F., BAANANTE, I.V., 2003. Short- and long-term effects of refeeding on key enzyme activities in glycolysis– gluconeogenesis in the liver of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 225, 99–107.
- MÉTAILLER, R., DOSDAT, A., SERVAIS, F., HUELVAN, C., DESBRUYÈRES, E., 1981. Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species. Aquaculture, 141, 107-127.
- MIGLAVS, I., JOBLING, M., 1989. Effects of feeding regime on food consumption, growth rates and tissue nucleic acids in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, with particular reference to compensatory growth. J. Fish Biol. 34, 947-957.
- MORALES, G., ALTRAN, A.E., AVILEZ, I.M., BARBOSA, C.C., BIDINOTTO, P.M., 2005. Metabolic adjustments during semi-aestivation of the marble swamp eel (*Synbranchu marmoratus*, Bloch 1795) a facultative air breathing fish. Braz. J. Biol., 65, 305-312.
- MROSOVSKY, N., SHERRY, D. F., 1980. Animal anorexias. Science, 207, 837-842.
- NANTON, D.A., LALL, S.P., AND McNIVEN, M.A., 2006. Effeects of dietary lipid level on liver and muscle deposition in juvenil haddock, *Melanogrammus aeglefinus*. Aquaculture Research, 32, 225-234.

- NAVARRO, I., GUTIERREZ, J., 1995. Fasting and starvation. (P.W. HOCHACHKA, T.P. MOMMSEN, editörler), Biochemistry and Molecular Biology of Fishes, Elsevier, New York, 7, s.393-434.
- ÖZKAYNAK , E., FINLEY, D.,VARSHAVSKY, A., 1984. The yeast ubiquitin gene: Head-to-tail repeats encoding a polyubiquitin precursor. Nature 321, 663-666
- ÖZYURT, G., ve POLAT A., 2006. Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*):a seasonal differentiation. Eur. Food Res. Technol., 222, s.316.
- PASTOUREAUD, A., 1991. Influence of starvation at low temperatures on utilization of energy reserves, appetite recovery and growth character in sea bass, *Dicentrarchus labrax* Aquaculture, 99, 167-178.
- PERES, H., ve OLIVA-TELES, A., 1999. Effect of the dietary lipid level on growth performance and feed utilisation by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 179, 325-334.
- PERES, H., GONCALVES, P., OLIVA-TELES, A., 1999. Glucose tolerance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 179, 415-423.
- PERES, H., OLIVA-TELES, A., 2002. Utilization of raw and gelatinized starch by European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Aquaculture, 205, 287-299.
- PICHAVANT, K., PERSON-LE RUYET, J., LE BAYON, N., SÉVÈRE, A., LE ROUX, A.,BOEUF, G., 2001. Comparative effects of long-termhypoxia on growth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European sea bass. J. FishBiol., 59, 875-883.
- PEREZ-JIMENEZ A., GUEDES, M.J., MORALES A.E., OLIVA-TELES A., 2007. Metabolic responses to short starvation and refeeding in *Dicentrarchus labrax*. Effect of dietary composition Aquaculture, 265, 325-335.
- RANDALL, J.A., KING, D.K.B., 2001. Assessment and defense of solitary kangaroo rats under risk of predation by snakes. Anim. Behav. 61, 579-587.

- REZNICK, D.N., BRAUN, B., 1987. Fat cycling in the mosquitofish (*Gambusia affinis*): fat storage as a reproductive adaptation. *Oecologia*, 73, 401-413.
- RIO, M.D. , 2006 Cholesterol and fatty acids (FFA) in the blood of marine fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 57B., 191-196.
- ROBERTSON, O.H., WEXLER, B.C., MILLER, B.F., 1961. Degenerative changes in the cardiovascular system of the spawning Pacific salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Circulation Res.*, 9, 826-832.
- RUSSELL, N.R., FISH, J.D., WOOTTON, R.J., 1996. Feeding and growth of juvenile sea bass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. *J. Fish Biol.*, 49, 206-220.
- RUSSELL, P. M., DAVIES S.J., GOUVEIA, A., TEKINAY, A.A., 2001. Influence of dietary starch source on liver morphology in juvenile cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture Research*, 32, 306-314.
- IIJIMA, M., ve K. ZAMA., 1996. Influence of oxidized lipids on the lipid metabolism in the fish. 2. Absorption and metabolism of palmitic acid-14C in carp fed with oxidized lipids. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 30, 84-91.
- SANTULLI, A., MESSINA, C.M., D'AMELIO, V., 1997. Variations of lipid and apolipoprotein content in lipoproteins during fasting in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Comp. Biochem. Physiol. A.*, 118, 1233-1239.
- SARGENT, J.R., TOCHER, D.R., BRILL, J.G., 2002. The lipids. (H.E., HALVER, ve R.W., HARDY editörler), *Fish Nutrition*, 3rd edition. Elsevier, New York, s.181-257.
- SATOH, S., TAKEUCHI, T., WATANABE, T., 1984. Studies on nutritive-value of dietary lipid in fish. Effects of starvation and environmental-temperature on proximate and fatty-acids compositions of *Tilapia nilotica*. *Bulletin of the of the Japanese Society of Scientific Fisheries Research*, 50, 79-84.
- SHERIDAN, M.A., 1988. Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. *Comp. Biochem. Physiol. B.*, 90, 679-690.

- SHERIDAN, M.A., MOMMSEN, T.P., 1991. Effects of nutritional state on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Gen. Comp. Endocrinol. 81, 473-483.
- SHIBATA, N., KINUMAKI, T., ICHIMURA, H., 1974. Triglyceride, cholesterol, free fatty acid, glucose and protein contents in plasma of cultured rainbow trout. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 77, 77-87.
- SHIMENO, S., SHIKATA, F., HOSOKAWA, H., MASUMOTO, T., KHEYYALI, D., 1997. Metabolic response to feeding rates in common carp, *Cyprinus carpio*. Aquaculture, 151, 371-377.
- SHULMAN, G.E., 1974. Life cycles of fish Physiology and biochemistry (translated by Kaner, N. & Hardin, H.,) New York: JohnWiley&Sons. s.77-80
- SIBLY, R.M., CALOW, P., 1986. Physiological Ecology of Animals. Blackwell Scientific, Oxford. s.34-40.
- SIRE, M.F., C. LUTTON, VERNIER, J.M., 1981. New views on intestinal absorption of lipids in teleostean fishes: An ultrastructural and biochemical study in the rainbow trout. J. Lipid Res., 22, 81-94.
- STEFFENS, W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. Aquaculture, 151, 97-119.
- TAKEUCHI, T., ve T. WATANABE., 1982. Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout *Salmo gairdneri*, coho salmon *Onchorhynchus kisutch*, and chum salmon *Onchorhynchus keta*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 48, 1745-1752.
- TASHIMA, L., ve CAHILL, G.F., 1968. Effects of insulin in the toadfish, *Opsanus tau*. Gen. Comp. Endocrinol., 11, 262-271.
- TESSEYRE, C., 1979. Obtention de loupes(*Dicentrarchus labrax*) portions envingtmois d'eleve age intensif avec recycle age de l'eau. (J.E. HALVERAND, ve K. TIEWS editörler), Fintsh Nutrition and Fish feed Technology, Vol. II Heenmann, Berlin, 537-548.
- TIDWELL, J.H., WEBSTER, C.D., CLARK, J.A., 1992. Effects of feeding, starvation, and refeeding on the fatty acid composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, tissues. Comp.Biochem. Physiol. 103, 365-368.

- TIKU, P.E., GRACEY, A.Y., MACARTNEY, A. I., BENYON, R.J., COSSINS, A.R., 1996. Cold-induced expression of delta 9-desaturase in carp by transcriptional and posttranslational mechanisms. *Science*, s.271, 815.
- TÜİK, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- TÜRKMEN, S., EROLDÖĞAN, O.T., YILMAZ, H.A., ÖLÇÜLÜ, A., İNAN KİRİŞ, G., ERÇEN, Z., TEKELİOĞLU Z., 2011. Compensatory Growth Response of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Under Cycled Starvation and Restricted Feeding Rate. *Aquaculture Research*, 43, 1643-1650.
- VAN DIJK, P.L.M., HARDEWIG, I., HÖLKER, F., 2005. Energy reserves during food deprivation and compensatory growth in juvenile roach: the importance of season and temperature. *J. Fish Biology*, 66, 167-181.
- WEATHERLEY, A.H., GILL, H.S., 1987. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, London. s.443.
- WEBSTER, C.D., GOODGAME-TIU, L.S., TIDWELL, J. H., ve REED, E.B., 1994. Effect of dietary protein level on growth and body composition of channel catfish reared in cages. *Journal of Applied Aquaculture*, 42,73-86.
- WIESER, W., 1991. Physiological energetics and ecophysiology. *Cyprinid Fishes* (I. J. WINFIELD, ve J. S., NELSON, editörler), Chapman & Hall, London, s. 426-455.
- WILSON, P.N., OSBOURN, D.F., 1960. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Review*, 35, 324-363.
- WODTKE, E., COSSINS, A.R., 1991. Rapid cold-induced changes of membrane order and activity in endoplasmic reticulum of carp liver: a time-course study of thermal acclimation. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1064, 343-350.
- XIE, S., CUI, Y., WOOTTON, R. J., LEI, W., YANG, Y., 2001. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology*, 58, 999-1009.
- YILDIZ, M., ŞENER, E., ve TUMUR, M., 2006. The effects of seasons and different feeds on fatty acid composition in fillets feeds on fatty acid composition in

- fillets of cultered gilthead Sea bream (*Sparus aurata* L.) and European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) in Turkey. J.Vet. Anim. Sci., 30, 133-141.
- ZAMAL, H., ve OLLEVIER, F., 1995. Effect of feeding and lack of food on the growth, gross biochemical and fatty acid composition of juvenile cat fish. Journal of Fish Biology., 46, 404-414.
- ZAMMIT, V., ve NEWSHOLME, E.A., 1979. Activities of enzymes of fat and ketone-body metabolism and effects of starvation on blood-concentrations of glucose and fat fuels in teleost and elasmobranch fish. Biochem. J., 184, 313-322.
- ZANUY, S., ve CARRILLO, M., 1985. Annual cycles of growth, feeding rate, gross conversion efficiency and hematocrit levels of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) adapted to two different osmoticmedia. Aquaculture, 44, 11-25.
- ZHITENEVA, T.S., ve SEITOV V.P., 1986. On the method of for designation of developmental etaps in the late ontogeny of bream *Abramis brama* (L.) (Cyprinidae) from Rybinskoe water reservoir. Trudy Inst. Biol. Vnutr. Akad., 56, 173-184.

ÖZGEÇMİŞ

12/03/1982 tarihinde İzmir’de doğdu. İlk, orta, lise ve üniversite öğrenimini İzmir’de tamamladı. 2006 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik opsiyonundan mezun oldu. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Şuan İzmit Kocaeli’de bulunan Alarko-Leroy Su Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş’de üretim mühendisi olarak çalışmaktadır.